

EN LO PRINCIPAL: Presenta programa de cumplimiento. **EN EL OTROSÍ:** Acompaña documentos.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Gonzalo Caldera Guenther, en representación de **SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A.** (en adelante, el "**Titular**"), Rol Único Tributario N° 77.683.400-9, ambos domiciliados para estos efectos en Bulnes 441, ciudad de Osorno - región de Los Lagos, al fiscal instructor de la Superintendencia del Medio Ambiente ("**SMA**") respetuosamente digo:

Que, por este acto, y de conformidad a lo señalado en el artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente ("**LOSMA**"), vengo, dentro de plazo, a presentar un programa de cumplimiento respecto de los cargos formulados a mi representada mediante Res. Ex. N°1/Rol F-026-2020, de 19 de mayo de 2020, Res. Ex. N° 3/Rol F-026-2020, de 10 de agosto de 2020, en el marco del procedimiento administrativo sancionatorio Rol F-026-2020 seguido en contra de mi representada por eventuales incumplimientos asociados al proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal - Armazones" en adelante "**Paranal - Armazones**".

Este programa de cumplimiento se presenta sobre la base de lo señalado en el artículo 42 de la LOSMA, los artículos 6 y siguientes del Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación, aprobado por el Decreto Supremo N°30/2012, del Ministerio de Medio Ambiente ("**Reglamento**"), así como en lo expresado en la Guía para la presentación de Programas de Cumplimiento por infracciones a instrumentos de carácter ambiental, actualizada en julio de 2018 ("**Guía**"), y en los términos que se exponen a continuación:

I. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

La línea de transmisión "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal - Armazones", se encuentra ubicada en Región de Antofagasta, provincia de Antofagasta, comuna de Taltal.

El proyecto comenzó su fase de construcción en julio de 2016, siendo regulado por una única Resolución de Calificación Ambiental N° **062/2016**, bajo el nombre "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal - Armazones".

II. ANTECEDENTES DEL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO

Debido a la ejecución de Programas y Subprogramas de Fiscalización Ambiental de Resoluciones de Calificación Ambiental, la SMA realizó inspecciones ambientales a **Paranal - Armazones**, con fecha 23 de mayo de 2017, constatando los hechos descritos en expedientes de fiscalización **DFZ-2017-659-II-RCA-IA**.

En razón de lo anterior, con fecha 19 de mayo de 2020, la SMA formuló cargos por los siguientes hechos, actos u omisiones detallados en el resuelto primero de la Res. Ex. N°1/Rol F-026-2020, que se reproducen a continuación:

1. *Titular no da cumplimiento a las obligaciones de rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora y cactáceas en categoría de conservación, en cuanto:*
 - a. *Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental.*
 - b. *Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreaderos: (1.2.1) No realiza registro adecuado de individuos rescatados, y, (1.2.2) Se constata material de excavación sobre sombreaderos, hongos en ejemplares, unidades depositadas sobre el suelo desnudo, disposición desordenada de especies (apiladas) e individuos sin protección adecuada en sombreaderos.*
 - c. *Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción.*
 - d. *No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local.*

2. *En cuanto a la implementación de medidas vinculadas a la alteración/pérdida de fauna silvestre, el titular:*
 - a. *No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico.*
 - b. *No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles.*

Conforme a lo expresado en la Res. Ex. N°1/ Rol F-026-2020, los hechos infraccionales fueron imputados conforme al artículo 35 letra a) de la LOSMA. Al respecto, ambos hechos infraccionales 1 y 2 fueron clasificados como constitutivo de infracción grave, de conformidad al artículo 36 N° 2 de la LOSMA.

III. CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE OPORTUNIDAD, DE CONTENIDO Y CRITERIOS DE APROBACIÓN

El programa de cumplimiento constituye uno de los instrumentos de incentivo al cumplimiento que contempla la LOSMA, cuyos requisitos y contenidos se encuentran establecidos en el Reglamento.

De acuerdo a lo señalado en el artículo 42 de la LOSMA, el programa de cumplimiento corresponde al "*plan de acciones y metas presentado por el infractor, para que dentro de un plazo fijado por la Superintendencia, los responsables cumplan satisfactoriamente con la normativa ambiental que se indique*".

Así, para que éste sea aprobado por la SMA, debe cumplir con requisitos de oportunidad y de contenido, así como ajustarse a los criterios de aprobación, cuyo cumplimiento se acredita a través de la entrega de información precisa, verídica y comprobable, según se pasa a exponer.

1. El programa de cumplimiento se presenta en la oportunidad legal.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 42 de la LOSMA y el artículo 6° del Reglamento, el presente programa de cumplimiento se presenta dentro de plazo, en consideración al término original de 10 días hábiles, que fue ampliado en 5 días hábiles contados desde el vencimiento del plazo original, de acuerdo con lo resuelto en la Res. Ex. N° 2/ROL F-026-

2020, del 29 de mayo de 2020. Adicionalmente, se debe considerar lo establecido en la Res. Ex. N° 3/Rol F-026-2020, de 10 de agosto de 2020, que estableció un plazo de 08 días hábiles para entregar antecedentes adicionales, los cuales fueron extendidos por la Res. Ex. N° 4/Rol F-026-2020, del 13 de agosto de 2020, que otorgó un plazo adicional de 04 días, extendiendo la presentación del nuevo programa de cumplimiento para el miércoles 26 de agosto de 2020.

2. Ausencia de impedimentos para presentar programa de cumplimiento.

El artículo 42 de la LOSMA, como asimismo el artículo 6° del Reglamento, contemplan los impedimentos para la presentación de un programa de cumplimiento, los cuales no concurren en el presente caso, en atención a las siguientes circunstancias:

- **SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A.** no se ha sometido a un programa de gradualidad de la normativa ambiental respecto de las infracciones imputadas.
- **SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A.** no ha sido objeto con anterioridad de la aplicación de una sanción gravísima por parte de la SMA.
- **SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A.** no ha presentado con anterioridad un programa de cumplimiento respecto de la línea de transmisión **Paranal - Armazones**.

3. Cumplimiento de los requisitos del programa de cumplimiento.

Para dar cabal cumplimiento a los requisitos del programa de cumplimiento, se expone y acredita, sistematizadamente la información y antecedentes en que se funda esta presentación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 42 de la LOSMA, el Reglamento y la Guía.

Los antecedentes presentados buscan dar cumplimiento a los criterios de aprobación del programa de cumplimiento a que se refiere el artículo 9° del Reglamento, esto es, integridad, eficacia y verificabilidad.

Los antecedentes de contenido del programa de cumplimiento que se presentan mediante este acto se refieren a:

- i) Descripción precisa, verídica y comprobable de los hechos, actos u omisiones que constituyen las infracciones.
- ii) Ausencia de efectos negativos derivados de la infracción.
- iii) Plan de acciones y metas que se implementarán para cumplir satisfactoriamente con la normativa ambiental que se indique.
- iv) Plan de seguimiento con el cronograma de las acciones y metas, indicadores de cumplimiento, e informes de cumplimiento.
- v) Información técnica y de costos estimados relativa al programa presentado.

Estos antecedentes se presentan en el formato establecido y recomendado por la SMA conforme a lo expresado en la sección 4 (página 27 y siguientes) de la Guía¹.

Finalmente, se hace presente que, no obstante presentar en este acto **SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A.** un programa de cumplimiento, se reserva el derecho a presentar descargos respecto de los hechos que se estiman constitutivos de infracción, su clasificación y circunstancias aplicables, en la oportunidad procedimental indicada en la formulación de cargos, considerando que este programa de cumplimiento no constituye un reconocimiento de responsabilidad, conforme lo ha señalado expresamente el Ilustre Segundo Tribunal Ambiental de Santiago, en causa rol R-75-2015, en el considerando decimoséptimo de la sentencia.

¹ En dicha sección se recomienda en general presentar el programa únicamente a través de este formato y no duplicar esfuerzos en la presentación adicional en formato de texto plano.

IV. DETALLE DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS QUE SE PROPONE

| 1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS | | |
|--|---|--|
| IDENTIFICADOR DEL HECHO | Hecho N° 1 | |
| DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN | <p><i>Titular no da cumplimiento a las obligaciones de rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora y cactáceas en categoría de conservación, en cuanto:</i></p> <p>1.1 <i>Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental.</i></p> <p>1.2 <i>Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreaderos: (1.2.1) No realiza registro adecuado de individuos rescatados, y, (1.2.2) Se constata material de excavación sobre sombreaderos, hongos en ejemplares, unidades depositadas sobre el suelo desnudo, disposición desordenada de especies (apiladas) e individuos sin protección adecuada en sombreaderos.</i></p> <p>1.3 <i>Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción.</i></p> <p>1.4 <i>No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local.</i></p> | |
| NORMATIVA PERTINENTE | <p>Sub hecho 1.1:</p> <p>- Considerando 5.2. Efectos adversos Significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.</p> <p>"Impacto no significativo: El titular indica que a pesar de la intervención no ocurrirá con la construcción de las obras del proyecto, no habrá una disminución de la diversidad vegetal, debido a que se afectará una superficie de 0,9 ha en el tramo que cuenta con presencia de flora (torre T1 a torre T20), superficie que corresponde al 8,6% del total de la superficie con presencia de especies vegetales evaluada, la cual llega a 10,54 ha".</p> | |

"En relación a la abundancia, el proyecto sólo afectará el 13,6% del total de ejemplares vegetales. Por tanto, quedará sin afectar el 86,4% del total de ejemplares vegetales identificados".

(...)

"El proyecto intervendrá el 17,6% del total de individuos de especies en categoría de amenaza, quedando un 82,4% de ejemplares sin afectar".

(...)

"El Plan de Manejo Biológico se aplicará para 11 de las especies en categoría de conservación (...)"

"Por todo lo anteriormente expuesto, no se contempla la generación de impactos sobre flora".

▪ **Adenda Complementaria, Anexo XII, denominado "Cuantificación de especies de flora en proyecto", de diciembre de 2015, elaborado por Biot.**

"Dado el método utilizado, es posible obtener con un **alto grado de certeza el número de ejemplares de las distintas especies que se verían afectados** producto del desarrollo de las obras del proyecto ya sea por superposición de las obras y la localización exacta de cada especie (especies posicionadas individualmente) o por estimación de individuos afectados a partir de la densidad de cada especie y la superficie de cada obra".

"De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación, **11 de las 14 especies evaluadas en los procesos de clasificación de especies se consideran en alguna de las categorías de amenaza** las cuales son: En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada. **De ellas el proyecto afectaría el 17,64% de los ejemplares presentes en el área evaluada producto del emplazamiento de las obras.** Todas estas especies también fueron registradas en el entorno evaluado (ver punto 2.1), por lo cual el proyecto no afectará la diversidad de la flora en categoría de amenaza de su área de influencia".

"En la Tabla 6 se presentan los resultados generales de la cuantificación por especie, donde es posible observar una fuerte diferencia entre las especies perennes y efímeras. **En el primer caso, el proyecto afectaría sólo 352 individuos de un total de 3.606 (...)**"

Sub hecho 1.2:

▪ **RCA N° 62/2016, Considerando 8.4:**

"**Registro:** Se mantendrá un **registro por individuo, indicando especie, coordenadas rescate y posteriormente de plantación**".

▪ **Plan de Monitoreo Manejo Biológico, Adenda N° 2, sección 3.3.1.2** sobre "Rescate y Relocalización de los ejemplares a afectar por el proyecto".

Especies: Copiapoa cinerea, Copiapoa humilis, Pyrrhocactus, ejemplares pequeños de: Eulychnia iquiquensis y Trichocereus desertícola.

"En los ejemplares rescatados, se realizará una limpieza total de la tierra de las raíces, para luego efectuar una poda fuerte de raíces y aplicación de fungicida sobre ellas."

"Los ejemplares rescatados serán dispuestos en un sector de curado y acondicionamiento, el cual **contará con sombreadero de 70%** y protegido para evitar el acceso de animales y terceros".

(...)

“Durante el período de curado, tiempo en que las raíces podadas cicatrizan y eventualmente se generan nuevas, **los individuos serán dispuestos verticalmente sobre** un sustrato muy grueso, directamente sobre piedras que permitan mantenerlos en su eje vertical (...).”

“Se evitará regar los individuos durante este período de modo de **evitar el ataque de hongos u otro factor que pueda afectar a las** plantas hasta que generen nueva raíces secundarias (...).”

(...)

Especies: Copiapoa cinerea (topo C.) *Eulychnia iquiquensis Humilis* y *Trichocereus desertícola*.

“Los esquejes rescatados serán **dispuestos en posición vertical** en el sector de curado y acondicionamiento señalado anteriormente (Fotografía 3), hasta que se verifique el desarrollo de raíces secundarias.

Se evitará regar los individuos de modo de evitar el ataque de hongos u otro factor que pueda afectar a las plantas hasta que generen nuevas raíces secundarias”.

“Los **esquejes serán marcados y etiquetados** para posteriormente ser trasladados a un área habilitada por el Titular en la faena o cercana a ella. En esta área, los esquejes serán tratados con mecanismos que favorezcan su cicatrización y que asegure el crecimiento óptimo de las plantas”.

Sub hecho 1.3:

• RCA N° 62/2016, Considerando 8.1:

“Descripción: Se realizará una demarcación del área de trabajo de manera de controlar que las **actividades de construcción**, donde se identifique la proximidad de ejemplares de especies en categoría de amenaza, **no afecten a los ejemplares remanentes de dichas especies**. Esta medida se aplicará entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso.

La demarcación será visible tanto para el personal como para los operadores de la maquinaria.”

“Oportunidad: La actividad se desarrollará previa al inicio de las obras. - **Presencia de cintas de demarcación en las áreas de emplazamiento de torres y caminos de acceso**”.

“Forma: El personal de la empresa realizará una demarcación en torno al área de intervención, de manera que las actividades de construcción de caminos de acceso e instalación de torres no afecten a ejemplares de áreas aledañas. Esta medida se aplicará entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso. Junto con lo anterior, y en específico para las especies perennes, se **demarcarán mediante un cerco temporal, cinta de demarcación o similar a los ejemplares o grupos de individuos remanentes detectados en las áreas levantadas en el presente informe**. Tanto la demarcación de los ejemplares perennes como la delimitación de las áreas de trabajo, deberá ser visible para el personal y maquinaria, **y retirada una vez finalizada la etapa de construcción**”.

• Plan de Manejo Biológico, Adenda N° 2, sección 3.3.1.1 sobre “Delimitación de las áreas de trabajo y protección de individuos remanentes”.

“La medida implica controlar que **las actividades de construcción del Proyecto**, donde se identifique la proximidad de ejemplares de especies en categoría de amenaza, no afecten a los ejemplares remanentes de dichas especies. “El objetivo de la delimitación es que las actividades y el personal se restrinjan de manera exclusiva a las áreas de intervención definidas en los planos de ingeniería de detalle del proyecto. **Esta medida se debe aplicar entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso (...)**”

“Junto con lo anterior, y en específico para las especies perennes, se demarcarán mediante un **cercos temporal, cinta de demarcación o similar a los ejemplares o grupos de individuos remanentes** detectados en las áreas levantadas en el presente informe.

Sub hecho 1.4

• RCA N° 62/2016, Considerando 8.2:

“Objetivo: Rescatar y relocalizar la totalidad de ejemplares de especies *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis*, *Eulychnia quiquensis*, *Pyrrhocactus paucicostatus*, *Tillandsia geissei* y *Trichocereus deserticola*.

“Indicador que acredite su cumplimiento:

Se establece como indicador de prendimiento para los ejemplares, que el individuo evaluado presente un sistema radical en desarrollo, es decir que cuente **con la generación de nuevas raíces, que esté en buen estado sanitario y tenga registro de actividad vegetativa** (crecimiento). En caso que presente sólo uno o algunos de estos atributos, el ejemplar seguirá siendo monitoreado y no será considerado como establecido hasta que registre en conjunto los tres elementos de evaluación”.

“Se considerará que un grupo o paño de ejemplares relocalizados tiene éxito, si se verifica el prendimiento de un mínimo de 75% de los ejemplares rescatados al cabo de dos años de realizadas las labores de relocalización o disposición final en terreno”.

“En caso que no se verifique este indicador de éxito, **se repondrán los ejemplares muertos mediante ejemplares producidos en vivero a partir de germoplasma local, de modo de llegar al porcentaje de éxito establecido.**

En caso de no registrarse éxito del rescate en primera instancia, **en el informe correspondiente al último monitoreo del paño o grupo evaluado se establecerá calendario de trabajo para el plan de acción relacionado con la reposición nuevos ejemplares.** Para esto, se recomienda la mantención de un vivero y desarrollar ejemplares mediante multiplicación vegetativa que permita obtener mayor número individuos de un tamaño adecuado para terreno en menor tiempo que la reproducción por semillas”.

RCA N° 62/2016, Considerando 8.7: Presentar medidas para las especies *Heliotropium taltalse*, *Conanthera Campanulata* y *Cumilopuntia sphaerica*.

“Objetivo: proponer medidas que será intervenidas por la construcción del proyecto. Las medidas deberán ser visadas por el SAG”.

DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS

De conformidad al análisis que da cuenta la minuta denominada "Análisis y Estimación de posibles efectos ambientales, Cargo N° 1, Res. Ex. SMA N° 1/Rol F-026-2020", de la consultora Ecos Chile, acompañado como **Anexo 1**, donde se realiza un análisis referido a cada sub hecho del presente cargo, es posible indicar lo siguiente:

Sub Hecho 1.1 Mayor Intervención de Ejemplares

En relación con la diferencia entre el número de individuos a rescatar y relocalizar establecido en el proceso de evaluación ambiental y los efectivamente rescatados y relocalizados se observa un aumento de 128 individuos. Lo anterior, se explica fundamentalmente por aplicación de actividades de rescate adicionales a las consideradas en la evaluación ambiental (ver detalle en Anexo 1). En la práctica, se tradujo en la localización de 128 individuos adicionales por sobre lo establecido en la RCA (n=348), que corresponde a un 36,7% de aumento de los individuos rescatados (n=476), siendo estos principalmente de las especies *Copiapoa Cinerea*, *Copiapoa Humilis* y *Pyrhocactus paucicostatus*.

Sin perjuicio de lo anterior, es importante señalar que el número de total de "individuos" rescatados fue de 476, y el de "ejemplares" relocalizados (n=829). La diferencia entre el número total de individuos rescatados y el número total de ejemplares relocalizados se debe al uso de reproducción vegetativa de los individuos rescatados, lo que explica la diferencia de 353 ejemplares. Esta práctica es rutinariamente utilizada y aceptada en las labores de rescate y relocalización de cactáceas (además es considerada en el Plan de Manejo Biológico), ya que permite aumentar el número de ejemplares a disponer, utilizando germoplasma del mismo sector, lo cual se traduce en un enriquecimiento vegetal.

En relación con los antecedentes presentados, es posible determinar que las actividades de rescate y relocalización de flora generó la intervención de 128 individuos adicionales a los considerados en la evaluación ambiental, lo que se tradujo en efectos negativos al relocalizar individuos que no estaban contemplados en ella.

Sub Hecho 1.2 Manejo Biológico

En relación con el manejo biológico relevado en el procedimiento sancionatorio, se puede indicar que, sin perjuicio de las falencias y eventos detectadas, estas no se tradujeron en un aumento de la mortalidad de los individuos sobre lo esperado, en un procedimiento de rescate y relocalización de individuos, según lo indicado en fuentes bibliográficas. Sin perjuicio de lo anterior, se puede indicar que se generó la mortalidad de un 4% de los individuos rescatados (n=19).

Sub Hecho 1.3 Demarcación de Individuos Remanentes

Para establecer si hubo o no efectos como resultado de deficiente demarcación de individuos remanentes en la etapa de construcción, se puede indicar que, sin perjuicio de lo establecido por la SMA, durante las actividades

de construcción se implementaron algunas medidas para delimitar las zonas de trabajo y protección de individuos remanentes, las cuales fueron retiradas una vez terminada la etapa de construcción.

En relación con lo anterior, y en base a los registros de Biota, se puede reconocer la afectación de tres individuos de *Copiapoa Cinerea* (n=3) productos de la deficiente demarcación de individuos remanentes.

Sub Hecho 1.4 Prendimiento Relocalización

En relación con el prendimiento de los ejemplares de especies en categoría de conservación, y conforme a los monitoreos realizados, una vez desarrolladas las evaluaciones pertinentes a los indicadores del éxito (presencia de raíces nuevas, crecimiento y buen estado fitosanitario), se determinó un 76,9% de prendimiento transcurridos los 2 años a partir de las actividades de relocalización, comprobando el éxito de la medida.

En adición a lo anterior, contemplando la reproducción vegetativa obtenida por el ejercicio de relocalización, es posible indicar que las poblaciones de cactáceas en la zona de intervención del proyecto durante la etapa de construcción no presentan un efecto sobre ellas. Para más detalles ver **anexo 1**.

Análisis global asociado al hecho infraccional

En base a los antecedentes presentados, se puede indicar que los hechos identificados generan un efecto en ejemplares de *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus* entre los cuales se reconoce la intervención de un mayor número de individuos rescatados, mortalidad de ejemplares producto del manejo biológico y delimitación de las especies.

En relación con los hechos descritos precedentemente, se puede indicar que, para hacerse cargos de estos, se propone desarrollar un plan de enriquecimiento de **358 ejemplares**, de las especies *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus*, entre las torres T9 y T13 del proyecto.

El detalle del plan de enriquecimiento, que incluye el número de ejemplares a enriquecer, la fuente del germoplasma, los mecanismos de propagación, manejo de ejemplares, sitios de enriquecimiento, época y estándar de plantación, así como los indicadores de éxito y metodología de monitoreo, se presente en el **anexo 2**.

FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Ejecutar un plan de enriquecimiento de 358 ejemplares de cactáceas en categoría de conservación, de las especies *Copiapoa cinerea* (n=192), *Copiapoa humilis* (n=70) y *Pyrrhocactus paucicostatus* (n=96), consistente en la replicación de especies, manejo, revegetación, prendimiento y seguimiento de ejemplares.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

| N° identificador | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial) | COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$) | |
|---------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|--|
| No aplica | Acción | | | Reporte Inicial | | |
| | | | | | | |
| | Forma de Implementación | | | | | |
| | | | | | | |

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa

| N° identificador | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente) | COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$) | IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia) |
|---------------------|---|---|--|--|--|---|
| No aplica | Acción | | | Reporte de inicial | | Impedimentos |
| | | | | | | |
| | Forma Implementación | | | Reporte de avance | | Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento |
| | | | | Reporte Final | | |
| | | | | | | |

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa

| N° identificador | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente) | COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$) | IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia) |
|---------------------|---|---|--|--|--|--|
| 1 | Acción | Inicio a partir 30 días de la aprobación del PdC y término a los tres (3) meses desde la aprobación del PdC. | Desarrollo de campaña de monitoreo que de cuenta de estado de los individuos relocalizados. | Reporte de avance | \$ 58.300. | Impedimentos |
| | Realizar campaña de monitoreo de los individuos relocalizados, para verificar su estado. | | | Informe que de cuenta de las actividades a realizadas. | | En caso de persistir estado de Catástrofe Nacional producto de Pandemia COVID 19 y no poder ejecutar la acción en el plazo establecido, se informará a la SMA para presentar propuesta de cambio de fecha de esta actividad. |
| | Forma Implementación | | | Reporte Final | | Acción alternativa, implicancias y |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | <p>Ejecución de una campaña de terreno (Censo) en donde se realizará una identificación de todos los ejemplares relocizados, manteniendo un registro fechado con coordenadas, datos biológicos y fotografías (fechadas y georreferenciadas).</p> <p>El detalle de las actividades de monitoreo se presenta en el anexo 3.</p> <p>Realizadas las actividades, los resultados se analizarán y quedarán consignados en un informe final, que considerará los criterios establecidos por la SMA en la Resolución 223/2015</p> | | <p>1. Informe final.</p> <p>2. Comprobante de costos incurridos.</p> | <p>gestiones asociadas al impedimento</p> | <p>Cambio de fecha de campaña de monitoreo.</p> |
|--|--|--|--|--|---|

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|-----------|--|
| 2 | Acción | Realizar monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado. | Inicio a partir sexto (6) mes de la aprobación del PdC y término a los trece (13) meses desde la aprobación del PdC. | Desarrollo de actividades de monitoreo que de cuenta del estado de los individuos relocalizados. | Reporte de avance | \$110.064 | Impedimentos |
| | | | | | Informe que de cuenta de las actividades a realizadas. | | En caso de persistir estado de Catástrofe Nacional producto de Pandemia COVID 19, y no poder ejecutar la acción en el plazo establecido se informará a la SMA para presentar propuesta de cambio de fecha de esta actividad, |
| | Forma Implementación | | | | Reporte Final | | Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento |
| | El monitoreo se realizará semestralmente por el periodo de un año, con el objetivo de verificar estado de los individuos relocalizados, y | | | | 1. Informe final. 2. Comprobante de costos incurridos | | Cambio de fecha de campaña de monitoreo. |

| | | | | | | |
|----------|--|---|---|--------------------------|------------|---------------------|
| | <p>monitoreados mediante el Censo descrito en la acción 1.</p> <p>La primera campaña se realizará en el sexto mes, y la última campaña se realizará en el decimo segundo mes, ambos desde la aprobación del PdC. El detalle del monitoreo se presente en el anexo 3.</p> <p>Realizadas las campañas de monitoreo, los resultados se analizarán y quedarán consignados en un informe final, que considerará los criterios establecidos por la SMA en la Resolución 223/2015.</p> | | | | | |
| 3 | Acción | Inicio a partir 30 días de la aprobación del PdC y término a los treinta y seis | Plan de enriquecimiento implementado y el prendimiento del 75% de | Reporte de avance | \$287,803. | Impedimentos |

| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>Plan de enriquecimiento de 358 ejemplares de las especies, <i>Copiapoa cinerea</i>, <i>Copiapoa humilis</i> y <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i></p> | <p>(36) meses desde la aprobación del PdC. la todas las especies en categoría de conservación comprometidas.</p> | <p>1. Informe que de cuenta de las actividades realizadas.</p> | <p>En caso de persistir estado de Catástrofe Nacional producto de Pandemia COVID 19, y no poder ejecutar la acción en el plazo establecido se informará a la SMA para presentar propuesta de esta.</p> |
| <p>Forma Implementación</p> | | <p>Reporte Final</p> | <p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p> |
| <p>Se diseñará e implementará un plan de enriquecimiento para 358 ejemplares, de las especies, <i>Copiapoa cinerea</i>, <i>Copiapoa humilis</i> y <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i>. El número de individuos por especies corresponde a:</p> | | <p>1. Informe final 2. Comprobante de costos incurridos</p> | <p>Cambio de fecha de plan de enriquecimiento</p> |

- *Copiapoa cinerea*: 192 ejemplares.
- *Copiapoa humilis*: 70 ejemplares.
- *Pyrrhocactus paucicostatus*: 96 ejemplares.

El plan de enriquecimiento considerará:

- Propagación por germoplasma.
- Manejo de ejemplares (cuidados culturales de las plántulas, conservación y registro de especies en viveros, indicando el periodo de su implementación).
- Revegetación (ejemplares con condiciones aptas (previo manejo) deben ser establecidas en

superficies específicas del área del proyecto, previo informe de CONAF).

- Seguimiento ambiental por 24 meses, con monitoreos trimestrales para el primer año, y semestrales para el segundo año.

Para más detalles del plan ver **anexo 2**.

Concluido el periodo, se desarrollará un Informe final de la medida, que considerará los criterios establecidos por la SMA en la Resolución 223/2015.

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO

Hecho N° 2

| | |
|--|--|
| <p>DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN</p> | <p>En cuanto a la implementación de medidas vinculadas a la alteración/pérdida de fauna silvestre, el titular:</p> <p>2.1 No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico.</p> <p>2.2 No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles..</p> |
| <p>NORMATIVA PERTINENTE</p> | <p>- RCA N° 62/2016, Considerando 5.2: “(…) Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda en el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micro mamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio el Medio Ambiente, Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria”.</p> <p>- Adenda Complementaria, Anexo VIII, denominado “Plan de Monitoreo”, de julio de 2015. Sección 1.1 Perturbación Controlada: Micromamíferos y reptiles. (fase de construcción) “(…) se propone que la perturbación se realice 3 días previos a la ejecución de la obra y que esta se repita durante los días siguientes. La perturbación será realizada en cuadrillas de cuatro personas idóneas (carrera a fin) con corroborada experiencia (…)”.</p> <p>“A continuación Tabla 2 presenta resumen de la ejecución de esta actividad” (Obra, detalle de obras, aplicación medida (días previos), repetición, distancia a recorrer, personal por obra, grupos objetivo, horario de ejecución)”.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Sección 1.2 sobre “Seguimiento”(fase de construcción)</p> <p><u>Reptiles</u>: letra a) “(...) la evaluación de reptiles se llevará a cabo mediante la aplicación de transectos de ancho y lago fijo denominado Método de Muestreo en Transectos. En dicho transecto, todo individuo observado dentro del área (600 m2) definida por tres (3) metros a cada lado y un largo aproximado de cien (100) metros, será registrado (...)”</p> <p><u>Micromamíferos</u>: letra b) “Se establecerán ocho estaciones de muestreo cubriendo de forma representativa los distintos ambientes presentes en la zona de estudio. Cada una de las estaciones se encontrará constituida por dos transectos de 10 trampas tipo Sherman, dispuestas a una distancia de aproximadamente 10 m entre ellas. En la Tabla 4 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones (...)”.</p> <p>“Se entregará a la Autoridad competente un reporte semestral y, completado el año, se entregará un informe que dé cuenta el resultado final de esta metodología”.</p> |
| <p>DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS</p> | <p>De conformidad al análisis que da cuenta la minuta denominada “Análisis y Estimación de posibles efectos ambientales, Cargo N° 2, Res. Ex. SMA N° 1/Rol F-026-2020”, de la consultora Ecos Chile, acompañado como Anexo 4, donde se realiza un análisis referido a cada sub hecho del presente cargo, es posible indicar lo siguiente:</p> <p>Sub Hecho 2.1 “perturbación controlada”</p> <p>Si bien el informe recibido por la SMA no proporcionó detalles de la metodología aplicada en la perturbación controlada que permitan analizar si dicha actividad se ajustó a lo definido por RCA. Al analizar los resultados de las campañas de monitoreo efectuadas y conforme el análisis planteado para el Sub Hecho 2.2, la riqueza y abundancia de la fauna silvestre de Reptiles y Micromamíferos, se encuentra estable respecto del contraste de resultados de la Línea de Base (antes del proyecto) y los monitoreos realizados (posterior a la fase de construcción).</p> <p>Sub Hecho 2.2 “seguimiento de micromamíferos y reptiles”</p> <p>Si bien este sub hecho se basa en que la Superintendencia del Medio Ambiente no contaba al momento de la formulación de cargos con registros de la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental, se debe indicar que, efectivamente se realizaron campañas para el monitoreo de micromamíferos y reptiles durante diciembre de 2017 hasta agosto del 2018 de acuerdo a los criterios, metodologías y periodicidad establecida en el “Plan de Monitoreo Biológico”. Dicho lo anterior, tales informes son adjuntados a la presente minuta con el propósito de analizar el comportamiento de este tipo de fauna (ver Anexo 2). En base a los antecedentes antes expuestos, se evaluó el contraste de los datos presentados en Línea de Base y las campañas de monitoreo efectuadas en las mismas estaciones del año. De esta manera los resultados comparativos arrojan un comportamiento parejo de las especies en relación a su riqueza y densidad.</p> |

Sobre la base de los resultados antes expuestos, es posible determinar que la realización de forma diferente a lo indicado en el Plan de Monitoreo Biológico, de la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, así como no haber remitido los informes de seguimiento ambiental a la SMA, no generaron un efecto sobre las poblaciones de reptiles y micromamíferos en base a los resultados, siendo estos el objeto de protección analizado.

FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS
 No Aplica.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Generar información ambiental para los micromamíferos y reptiles asociados al área del proyecto.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

| N° identificador | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial) | COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$) | |
|---------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|--|
|---------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|--|

| | | | | | | |
|---|--|---------------------|--|---|-----|--|
| 4 | Acción | 23 de junio de 2020 | Informes remitidos al Sistema de Seguimiento Ambiental | Reporte Inicial | \$0 | |
| | Reportar al sistema de seguimiento ambiental informes de micromíferos y reptiles realizados durante el año 2017 y 2018. | | | | | |
| | Forma de Implementación | | | | | |
| | Remitir al Sistema de Seguimiento Ambiental de la SMA, informes de seguimiento de micromamíferos y reptiles en base a lo establecido por la SMA en la Resolución 223/2015. | | | Comprobantes de ingreso al Sistema de Seguimiento Ambiental de la SMA | | |
| | Los informes remitidos a la SMA, al sistema de Seguimiento Ambiental, corresponden a los ID código: 97036, 97038, 97039 y 97041. | | | | | |

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa

| N° identificador | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente) | COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$) | IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia) |
|---------------------|---|---|--|--|--|---|
| No aplica | Acción | | | Reporte de inicial | | Impedimentos |
| | | | | | | |
| | Forma Implementación | | | Reporte de avance | | Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento |
| | | | | Reporte Final | | |
| | | | | | | |

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

| N° identificad or | DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario) | PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones) | INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas) | MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente) | COSTOS ESTIMADO S (en miles de \$) | IMPEDIMENTOS EVENTUALES (indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia) |
|-------------------|---|---|--|--|---|--|
| 5 | Acción | Inicio a partir dos (2) meses de la aprobación del PdC y término a los trece (13) meses desde la aprobación del PdC. | Desarrollo de actividades de monitoreo que de cuenta del estado de micromamíferos y reptiles. | Reporte de avance | \$42.476. | Impedimentos |
| | Realizar monitoreo de micromamíferos y reptiles. | | | Informe que de cuenta de las actividades a realizadas. | | En caso de persistir estado de Catástrofe Nacional producto de Pandemia COVID 19, y no poder ejecutar la acción en el plazo establecido se informará a la SMA para presentar propuesta de cambio de fecha de esta. |

| Forma Implementación | | | Reporte final | | Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento |
|---|--|--|---|--|---|
| <p>Desarrollo de campañas de monitoreo de micromamíferos y reptiles en forma trimestral en base al Plan de Monitoreo Biológico.</p> <p>La primera campaña se realizará en el tercer mes, la segunda en el sexto mes, la tercera en el noveno y la cuarta en el decimo segundo mes, todos ellos desde la aprobación del PdC. Para más detalles, revisar anexo 5.</p> <p>Realizada las campañas de monitoreo, los resultados se analizarán y quedarán consignados en un informe final, que</p> | | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Informe final. 2. Comprobante de costos incurridos. | | <p>Cambio de fecha de campaña de monitoreo</p> |

| | | | | | | |
|---|--|------------|---|---|-----|---|
| | considerará los criterios establecidos por la SMA en la Resolución 223/2015. | | | | | |
| 6 | Acción | Permanente | Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico y una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC. | Reporte de Avance | \$0 | Impedimentos |
| | Informar a la Superintendencia del Medio Ambiente los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y de conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°116/2018 de esta Superintendencia. | | | Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico y una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC. | | Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico y una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC. |
| | Forma de Implementación | | | Reporte final | | Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | <p>Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el PdC, se accederá al SPDC y se cargará el PdC y la información al reporte inicial, los reportes de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas.</p> | | | <p>Esta acción no requiere un reporte o medio de verificación específico y una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación para las restantes acciones, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.</p> | <p>Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC remitiendo comprobante de error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. La entrega del reporte se realizará a más tardar el día siguiente hábil al vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes de la Superintendencia del Medio Ambiente.</p> |
|--|--|--|--|--|---|

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

| REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN. | | | |
|---|-----------|--------------------------|---|
| PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles) | (en días) | 20 | Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa. |
| ACCIONES A REPORTAR identificador y acción) | (N°) | N° Identificador | Acción a reportar |
| | | | |
| 3.2 REPORTES DE AVANCE | | | |
| REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR. | | | |
| TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN | | | |
| PERIODICIDAD DEL REPORTE periodicidad con una cruz) | (Indicar) | Semanal | |
| | | Bimensual (quincenal) | |
| | | Mensual | |
| | | Bimestral | |
| | | Trimestral | X |
| | | Semestral | |
| | | | A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar. |
| ACCIONES A REPORTAR identificador y acción) | (N°) | N° Identificador | Acción a reportar |
| | | 1 | Realizar campaña de monitoreo de los individuos relocalizados, para verificar su estado. |
| | | 2 | Realizar monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado. |
| | | 3 | Plan de enriquecimiento de 358 ejemplares de las especies, <i>Copiapoa Cinerea</i> , <i>Copiapoa Humilis</i> y <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> . |
| | | 4 | Reportar al sistema de seguimiento ambiental informes de micromíferos y reptiles realizados durante el año 2017 y 2018. |
| | | 5 | Realizar monitoreo de micromamíferos y réptiles. |

| | | |
|--|---|--|
| | 6 | Informar a la Superintendencia del Medio Ambiente los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y de conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°116/2018 de esta Superintendencia. |
|--|---|--|

3.3 REPORTE FINAL

REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.

| | | |
|--|-------------------------|--|
| PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL | 30 | Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data. |
| ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción) | N° Identificador | Acción a reportar |
| | 1 | Realizar campaña de monitoreo de los individuos relocalizados, para verificar su estado |
| | 2 | Realizar monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado. |
| | 3 | Plan de enriquecimiento de 358 ejemplares de las especies, <i>Copiapoa Cinerea</i> , <i>Copiapoa Humilis</i> <i>Pyrhocactus paucicostatus</i> . |
| | 4 | Reportar al sistema de seguimiento ambiental informes de micromíferos y reptiles realizados durante el año 2017 y 2018. |
| | 5 | Realizar monitoreo de micromamíferos y réptiles. |
| | 6 | Informar a la Superintendencia del Medio Ambiente los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y de conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°116/2018 de esta Superintendencia. |

4. CRONOGRAMA

| Ejecución Acciones | | Desde la aprobación del programa de cumplimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|--|---|---|---|---|------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| N° Identificador de la Acción | En Meses | | | | | | En Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entrega Reportes | | Desde la aprobación del programa de cumplimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte | En Meses | | | | | | En Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | |
| Reporte inicial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reporte de avance 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

POR TANTO, en consideración a lo expuesto en esta presentación, y en conformidad a lo establecido en los artículos 42 y 49 de la LOSMA y los artículos 6º y siguientes del Reglamento, y sin perjuicio de reiterar la disposición de mis representadas a aclarar o complementar cualquier aspecto de la presente propuesta de programa de cumplimiento,

SOLICITO A UD., tener por presentado y aprobar el presente programa de cumplimiento, decretando la suspensión del presente procedimiento de sanción y, en definitiva, tras su ejecución satisfactoria, poner término al mismo.

OTROSÍ: Solicito a Ud. tenga por acompañados a esta presentación, los siguientes antecedentes:

- **Anexo 1 - Minuta de efectos Cargo 1 y sus anexos**
- **Anexo 2 - Plan de Enriquecimiento**
- **Anexo 3 - Metodología de Censo**
- **Anexo 4 - Minuta de efectos Cargo 2 y sus anexos**
- **Anexo 5 - Plan de monitoreo de micromamíferos y reptiles**
- **Anexo 6 – Cotizaciones asociadas**

**IVAN GONZALO
CALDERA
GUENTHER**

Firmado digitalmente
por IVAN GONZALO
CALDERA GUENTHER
Fecha: 2020.08.25
12:33:03 -04'00'

Gonzalo Caldera G.
p.p. SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A.



ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO N°1

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A.

RES. EX. N°1/ ROL F-026-2020

Agosto, 2020



Ecos Chile

ECOS Environmental Compliance Services

La Concepción 322, of.1201. Providencia, Santiago.
contacto@ecos-chile.com / www.ecos-chile.com

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2 | OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA..... | 6 |
| 3 | POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES | 11 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 11 |
| 4.1 | Cactáceas en Chile..... | 11 |
| 4.2 | Propagación de Cactáceas | 12 |
| 4.3 | Propagación Vegetativa de Cactáceas | 12 |
| 4.4 | Problemas Fitosanitarios en Propagación de Cactáceas..... | 13 |
| 5 | MATERIALES Y MÉTODOS | 14 |
| 5.1 | Fundamentación de la metodología utilizada | 14 |
| 5.2 | Actividades..... | 14 |
| 5.2.1 | Revisión de información | 14 |
| 5.2.2 | Análisis comparativo de la información..... | 14 |
| 6 | RESULTADOS..... | 16 |
| 6.1 | Sub Hecho 1.1 Mayor Intervención de Ejemplares | 16 |
| 6.2 | Sub Hecho 1.2 Manejo Biológico..... | 24 |
| 6.2.1 | Registro Individuos Rescatados..... | 24 |
| 6.2.2 | Material de Excavación sobre Sombreaderos | 26 |
| 6.2.3 | Manejo Biológico del Rescate | 27 |
| 6.3 | Sub Hecho 1.3 Demarcación de Individuos Remanentes..... | 29 |
| 6.4 | Sub Hecho 1.4 Prendimiento Relocalización | 29 |
| 6.5 | Análisis Comparativo | 31 |
| 6.5.1 | Sub Hecho 1.1 Mayor Intervención de Ejemplares | 31 |
| 6.5.2 | Sub Hecho 1.2 Manejo Biológico..... | 32 |
| 6.5.3 | Sub Hecho 1.3 Demarcación de Individuos Remanentes..... | 32 |
| 6.5.4 | Sub Hecho 1.4 Prendimiento Relocalización | 32 |
| 7 | DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES | 33 |
| 8 | CONCLUSIONES | 34 |



| | | |
|----|---------------------------------|----|
| 9 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 35 |
| 10 | ANEXOS..... | 36 |

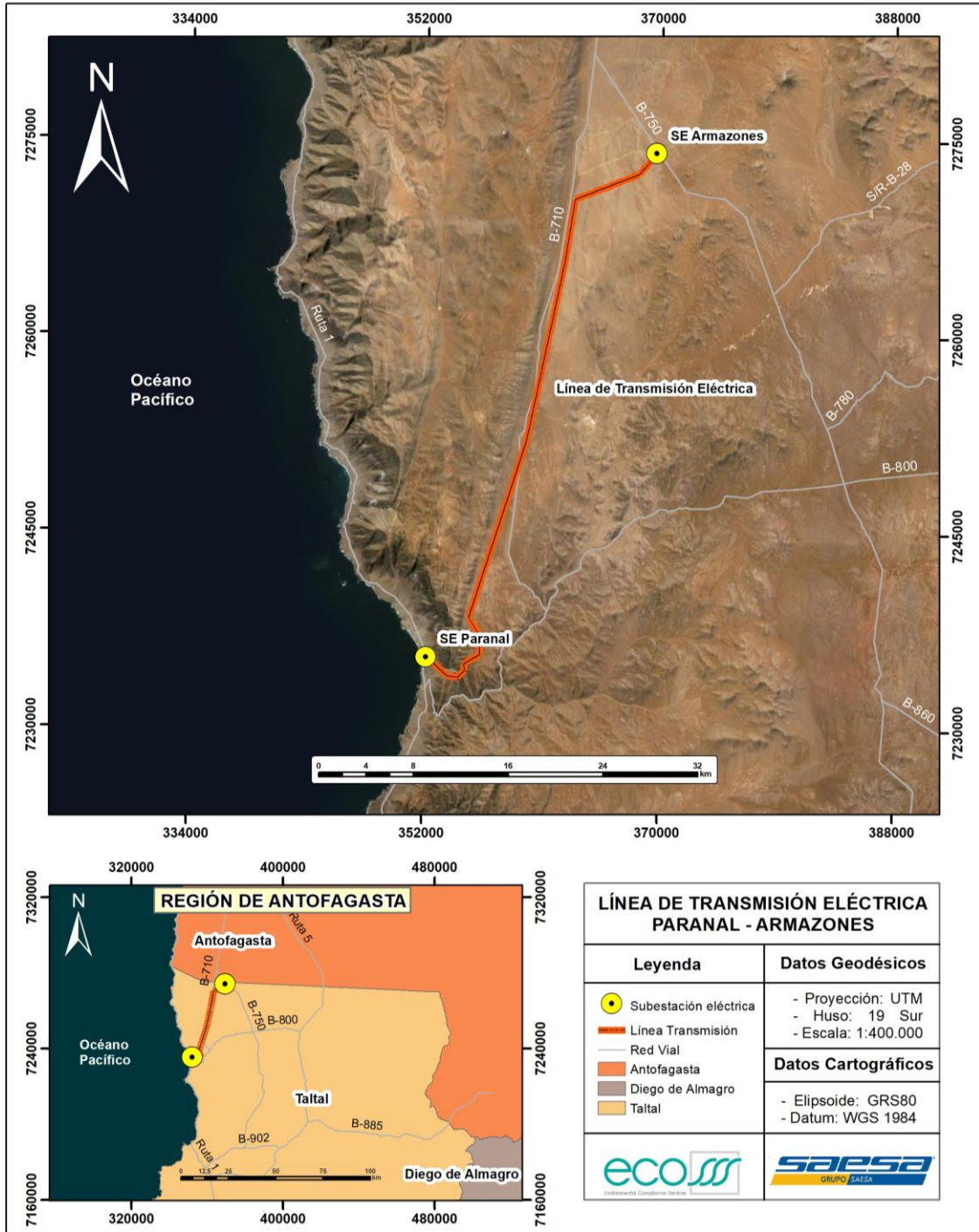
1 INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados al **Cargo N°1**, según el procedimiento administrativo sancionatorio Res. Ex. N°1/ Rol F-026-2020, instruido por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) contra la Sistema de Transmisión del Sur S.A., por hechos considerados constitutivos de infracción asociados a la construcción y operación de las subestaciones Paranal 220/66 KV y Armazones 66/23 KV, que además contempla la construcción de una línea de transmisión 1x66 KV, de longitud de 49 km, que conecta las subestaciones Paranal y Armazones.

El Cargo N°1 imputa incumplimientos relacionados a las obligaciones de rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora en categoría de conservación en el proyecto de propiedad del Titular: *“Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal- Armazones”*, asociado a la RCA N° 62/2016 asociada a la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta.

La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del Proyecto:

Figura 1. Ubicación Geográfica del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la clasificación de gravedad, el **Cargo N°1** contenido en la Res. Ex. N° 1/ Rol F-026-2020, fue calificado como grave, en conformidad con lo dispuesto en la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA. Siendo el hecho considerado constitutivo de infracción el siguiente:

“Titular no da cumplimiento a las obligaciones de rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora y cactáceas en categoría de conservación, en cuanto:

1.1. Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental.

1.2. La Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros:

1.2.1. No realiza registro adecuado de individuos rescatados.

1.2.2. Se constata material de excavación sobre sombreaderos, hongos en ejemplares, unidades depositadas sobre el suelo desnudo, disposición desordenada de especies (apiladas) e individuos sin protección adecuada en sombreaderos.

1.3. Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción.

1.4. No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local”.

Para analizar los potenciales efectos ambientales del cargo imputado, se revisa el objeto de protección de la exigencia infringida y los antecedentes de cumplimiento de ésta.

En base a lo anterior, la presente minuta se centrará en evaluar los posibles efectos asociados a la implementación de las medidas de rescate y relocalización, y la ejecución parcial de algunas acciones, para cuantificar su magnitud en el caso que corresponda.

2 OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección de la exigencia, es necesario la revisión de las condiciones, normas y/o medidas que se estiman infringidas, las que acuerdo a la Res. Ex. N° 1/ Rol F-026-2020, corresponden a las siguientes:

Con respecto al sub hecho 1.1, el considerando 5.2 asociado a la RCA N° 62/2016, se establece lo siguiente:

“Impacto no significativo: El titular indica que a pesar de la intervención no ocurrirá con la construcción de las obras del proyecto, no habrá una disminución de la diversidad vegetal, debido a que se afectará una superficie de 0,9 ha en el tramo que cuenta con presencia de flora (torre T1 a torre T20), superficie que corresponde al 8,6% del total de la superficie con presencia de especies vegetales evaluada, la cual llega a 10,54 ha”.

“En relación a la abundancia, el proyecto sólo afectará el 13,6% del total de ejemplares vegetales. Por tanto, quedará sin afectar el 86,4% del total de ejemplares vegetales identificados”.

(...)

“El proyecto intervendrá el 17,6% del total de individuos de especies en categoría de amenaza, quedando un 82,4% de ejemplares sin afectar”.

(...)

“El Plan de Manejo Biológico se aplicará para 11 de las especies en categoría de conservación (...)”

“Por todo lo anteriormente expuesto, no se contempla la generación de impactos sobre flora”.

En el Anexo XII, denominado “Cuantificación de especies de flora en proyecto” presentado en la Adenda Complementaria de la evaluación ambiental (DIA), se menciona que:

“Dado el método utilizado, es posible obtener con un alto grado de certeza el número de ejemplares de las distintas especies que se verían afectados producto del desarrollo de las obras del proyecto ya sea por superposición de las obras y la localización exacta de cada especie (especies posicionadas individualmente) o por estimación de individuos afectados a partir de la densidad de cada especie y la superficie de cada obra”.

“De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación, 11 de las 14 especies evaluadas en los procesos de clasificación de especies se consideran en alguna de las categorías de amenaza las cuales son: En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada. De ellas el proyecto afectaría el 17,64% de los ejemplares presentes en el área evaluada producto del emplazamiento de las obras. Todas estas especies también fueron registradas en el entorno evaluado (ver punto 2.1), por lo cual el proyecto no afectará la diversidad de la flora en categoría de amenaza de su área de influencia”.

“En la Tabla 6 se presentan los resultados generales de la cuantificación por especie, donde es posible observar una fuerte diferencia entre las especies perennes y efímeras. En el primer caso, el proyecto afectaría sólo 352 individuos de un total de 3.606 (...)”

Ahora bien, con respecto al sub hecho 1.2 el considerando 8.4 de la RCA N° 62/2016, establece lo siguiente:

“Registro: Se mantendrá un registro por individuo, indicando especie, coordenadas rescate y posteriormente de plantación”.

Por otro lado, la sección 3.3.1.2, del Plan de Monitoreo Manejo Biológico, de la Adenda N° 2, de la evaluación ambiental (DIA), se menciona que:

“Especies: Copiapoa cinerea, Copiapoa humilis, Pyrrhocactus, ejemplares pequeños de: Eulychnia iquiquensis y Trichocereus desertícola.

“En los ejemplares rescatados, se realizará una limpieza total de la tierra de las raíces, para luego efectuar una poda fuerte de raíces y aplicación de fungicida sobre ellas.”

“Los ejemplares rescatados serán dispuestos en un sector de curado y acondicionamiento, el cual contará con sombreadero de 70% y protegido para evitar el acceso de animales y terceros”.

(...)

“Durante el período de curado, tiempo en que las raíces podadas cicatrizan y eventualmente se generan nuevas, los individuos serán dispuestos verticalmente sobre un sustrato muy grueso, directamente sobre piedras que permitan mantenerlos en su eje vertical (...)”

“Se evitará regar los individuos durante este período de modo de evitar el ataque de hongos u otro factor que pueda afectar a las plantas hasta que generen nuevas raíces secundarias (...).”
(...)

Especies: Copiapoa cinerea (topo C.) Eulychnia iquiquensis Humilis y Trichocereus desertícola.

“Los esquejes rescatados serán dispuestos en posición vertical en el sector de curado y acondicionamiento señalado anteriormente (Fotografía 3), hasta que se verifique el desarrollo de raíces secundarias.

“Los esquejes serán marcados y etiquetados para posteriormente ser trasladados a un área habilitada por el Titular en la faena o cercana a ella. En esta área, los esquejes serán tratados con mecanismos que favorezcan su cicatrización y que asegure el crecimiento óptimo de las plantas”.

En relación al sub hecho 1.3, el considerando 8.1 asociado a la RCA N° 62/2016, establece lo siguiente:

“Descripción: Se realizará una demarcación del área de trabajo de manera de controlar que las actividades de construcción, donde se identifique la proximidad de ejemplares de especies en categoría de amenaza, no afecten a los ejemplares remanentes de dichas especies. Esta medida se aplicará entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso.

La demarcación será visible tanto para el personal como para los operadores de la maquinaria.”

“Oportunidad: La actividad se desarrollará previa al inicio de las obras. Presencia de cintas de demarcación en las áreas de emplazamiento de torres y caminos de acceso”.

“Forma: El personal de la empresa realizará una demarcación en torno al área de intervención, de manera que las actividades de construcción de caminos de acceso e instalación de torres no afecten a ejemplares de áreas aledañas. Esta medida se aplicará entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso. Junto con lo anterior, y en específico para las especies perennes, se

demarcarán mediante un cerco temporal, cinta de demarcación o similar a los ejemplares o grupos de individuos remanentes detectados en las áreas levantadas en el presente informe. Tanto la demarcación de los ejemplares perennes como la delimitación de las áreas de trabajo, deberá ser visible para el personal y maquinaria, y retirada una vez finalizada la etapa de construcción”.

Además, la sección 3.3.1.1, referida al Plan de Manejo Biológico, asociada a la Adenda N° 2 de la evaluación ambiental (DIA), expone lo siguiente:

“Delimitación de las áreas de trabajo y protección de individuos remanentes”.

“La medida implica controlar que las actividades de construcción del Proyecto, donde se identifique la proximidad de ejemplares de especies en categoría de amenaza, no afecten a los ejemplares remanentes de dichas especies.

“El objetivo de la delimitación es que las actividades y el personal se restrinjan de manera exclusiva a las áreas de intervención definidas en los planos de ingeniería de detalle del proyecto. Esta medida se debe aplicar entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso (...)”

“Junto con lo anterior, y en específico para las especies perennes, se demarcarán mediante un cerco temporal, cinta de demarcación o similar a los ejemplares o grupos de individuos remanentes detectados en las áreas levantadas en el presente informe”.

Finalmente, en relación al sub hecho 1.4 el considerando 8.2 asociado a la RCA N° 62/2016, establece lo siguiente:

“Objetivo: Rescatar y relocalizar la totalidad de ejemplares de especies Copiapoa cinerea, Copiapoa humilis, Eulychnia iquiquensis, Pyrrhocactus paucicostatus, Tillandsia geissei y Trichocereus desertícola.

“Indicador que acredite su cumplimiento:

Se establece como indicador de prendimiento para los ejemplares, que el individuo evaluado presente un sistema radical en desarrollo, es decir que cuente con la generación de nuevas raíces, que esté en buen estado sanitario y tenga registro de actividad vegetativa (crecimiento). En caso que presente sólo uno o algunos de estos atributos, el ejemplar seguirá siendo

monitoreado y no será considerado como establecido hasta que registre en conjunto los tres elementos de evaluación”.

“Se considerará que un grupo o paño de ejemplares relocados tiene éxito, si **se verifica el prendimiento de un mínimo de 75% de los ejemplares rescatados al cabo de dos años de realizadas las labores de relocalización o disposición final en terreno**”.

“En caso que no se verifique este indicador de éxito, se repondrán los ejemplares muertos mediante ejemplares producidos en vivero a partir de germoplasma local, de modo de llegar al porcentaje de éxito establecido. En caso de no registrarse éxito del rescate en primera instancia, en el informe correspondiente al último monitoreo del paño o grupo evaluado se establecerá calendario de trabajo para el plan de acción relacionado con la reposición nuevos ejemplares. Para esto, se recomienda la mantención de un vivero y desarrollar ejemplares mediante multiplicación vegetativa que permita obtener mayor número individuos de un tamaño adecuado para terreno en menor tiempo que la reproducción por semillas”.

Lo anterior es complementado además por lo mencionado en el Considerando 8, asociado a la RCA N° 62/2016, en el cual se expone:

“Presentar medidas para las especies *Heliotropium taltalse*, *Conanthera Companulata* y *Cumilopuntia sphaerica*.

“Objetivo: proponer medidas que será intervenidas por la construcción del proyecto. Las medidas deberán ser visadas por el SAG”.

Se entiende que los considerandos citados dicen relación con el rescate y relocalización de especies de flora, las cuales deben ser manejadas según un Plan de Monitoreo de Manejo Biológico.

En conformidad a los antecedentes anteriormente expuestos, se deduce que el objeto de protección para fines de análisis de la presente minuta corresponde al **componente ambiental flora (cactáceas)**, variable sobre la cual se analizarán los potenciales efectos dada la implementación parcial de las exigencias establecidas precedentemente.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando el hecho infraccional levantado por la autoridad mediante el Cargo N°1, la determinación de los potenciales efectos a consecuencia de haber implementado las medidas de rescate y relocalización de flora, se debe realizar a nivel de especies de cactáceas relocalizadas en la zona de interacción del proyecto, siendo analizado de acuerdo a los sub hechos.

En este sentido, **la hipótesis a testear** en el marco del procedimiento sancionatorio es si:

"Dada la implementación de las medidas de rescate y relocalización de flora ejecutadas por el titular, se generó una afectación sobre individuos de las especies de flora del área del proyecto, durante la etapa de construcción, que se tradujo en un mayor número de individuos relocalizados y en un aumento en la mortalidad de individuos durante el manejo biológico".

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Cactáceas en Chile

Las cactáceas son plantas arborescentes o arbustivas, raras veces enredaderas, generalmente con hábito xerófito, de maderas blandas y cuerpo suculento que tiende a lignificarse con el tiempo. Este cuerpo puede estar constituido por segmentos, denominados "cladodios", de forma aplanada, cilíndrica o globosa (Hoffmann & Walter, 2004). Las cactáceas conforman cerca de 1.500 especies, todas ellas nativas del continente americano, cuya distribución abarca desde Canadá hasta la Patagonia, incluyendo las Antillas. Es en México donde se alberga la mayor riqueza con alrededor de 600 especies, lo que corresponde a cerca del 40% de las familias (Reyes, 2009).

En Chile, las cactáceas corresponden a una de las familias de plantas superiores más ricas en endemismo: de las cerca de 143 especies, subespecies y variedades descritas y clasificadas hasta ahora, más de 100 se hallan exclusivamente en nuestro país. Es decir, el 84% son endémicas (exclusivas de Chile) y el 14% del total se encuentran también en la flora de otros países limítrofes (Hoffmann & Walter, 2004).

4.2 Propagación de Cactáceas

Existen dos métodos para la propagación de cactáceas: los métodos de propagación biotecnológica (a través del cultivo de tejidos) y los de propagación convencional (a través de la propagación por semilla y propagación vegetativa: hijuelos, esquejes o injertos) (Rubluo *et al.*, 1996; Rojas & Vásquez, 2000).

La propagación por semillas es la más importante debido a que la mayoría de las cactáceas y suculentas produce gran cantidad de semillas y permite la obtención de miles de plantas con variación genética, factor primordial para un programa de restauración ecológica (Álvarez & Montaña, 1997).

Al respecto del proceso de propagación, es importante indicar que es un proceso difícil de darse en su medio natural, debido a los problemas de germinación que presentan las semillas producto de las condiciones ambientales adversas (poca disponibilidad de agua y altas temperaturas) a las cuales se encuentran sometidas (Maiti *et al.*, 2002). En la mayoría de ellas se necesitan tres factores: agua, temperatura y luz, para lograr que germinen (Vásquez *et al.*, 1995).

Propagar plantas a través de semillas resulta más lento que hacerlo por reproducción vegetativa, pero es la forma más sencilla y económica de obtener una colección variada. Por otra parte, las semillas ayudan a crear reservas de plantas que se encuentran en peligro de extinción (Toogood, 2002).

4.3 Propagación Vegetativa de Cactáceas

Los vástagos o hijuelos son brotes que proliferan en algunas cactáceas globosas. Esta técnica de multiplicación es fácil, ya que se trata de desprender los brotes que emergen alrededor de la planta madre. Una vez separados se dejan cicatrizar entre 10 y 15 días en un sitio seco y ventilado, y posteriormente se plantan. La ventaja de este método es la rápida obtención de plantas adultas y la desventaja es la carencia de recombinaciones genéticas, importantes en la conservación de especies (López, 2006).

Dividir los cactus y otras plantas suculentas es una tarea relativamente sencilla y supone una manera única de propagación de híbridos, formas selectas y plantas variegadas que no suelen reproducirse fielmente a partir de semillas (Harman & Kesters's, 2002).

Algunos cactus y otras plantas suculentas no florecen bien y no siempre es fácil conseguir semillas, por lo que los esquejes se convierten en la opción más viable para su propagación. Los esquejes de plantas suculentas tienen la ventaja de que, gracias a su tejido carnoso, conservan nutrientes y agua que utilizarán hasta el momento que se establezcan en maceta (Harman & Kester's, 2002).

El método asexual es el más fácil para propagar cactáceas y consiste en fragmentar un tallo en varios trozos, que deben dejarse cicatrizar en un lugar seco y ventilado (López, 2006). El mejor momento del año para tomar los esquejes de la mayoría de los cactus es a finales de la primavera, sobre todo en las zonas de clima frío, ya que se inicia la época de calor, el ambiente está seco y las plantas comienzan su crecimiento más intenso. Otra alternativa es proporcionarles a los esquejes las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz para su enraizamiento (Toogood, 2002).

La mayor parte de los cactus columnares se pueden propagar mediante esquejes de tallo. Los esquejes deben hacerse de plantas adultas o en etapa de producción, ya desarrolladas, que tengan varios años (Rodríguez, 1997) y las plantas madre deben ser vigorosas, no presentar daños de sol, plagas y/o enfermedades (Livera, 1991).

4.4 Problemas Fitosanitarios en Propagación de Cactáceas

Numerosas especies de cactus, al plantarse trozos de su cuerpo, producen raíces con facilidad. Del mismo modo, si a plantas adultas se les cortan drásticamente las raíces, estas se regeneran rápidamente cuando las condiciones del medio son apropiadas (ambiente seco) (Hoffmann y Walter, 2004).

Según Hoffmann & Walter (2004) en ciertos especímenes en cultivo, es común que las raíces se vean infectadas de hongos u otros microorganismos que provocan la pudrición o la aparición de diversas enfermedades. Es por esto que, antes de ser plantadas, las raíces deben ser cuidadosamente podadas, secadas al aire y desinfectadas. Si alguna especie produce raíces con dificultad, es posible injertarlas sobre un pie previamente enraizado, que les procurará el agua y los nutrientes necesarios.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Fundamentación de la metodología utilizada

Para identificar los eventuales efectos sobre el objeto de protección, se realizará un análisis de la información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar sí, como resultado de las actividades de rescate y relocalización de las especies de cactáceas, presentes en el área del proyecto, se evidencian diferencias respecto del predimientamiento esperado (75%) de los individuos relocalizados.

5.2 Actividades

Para lograr lo establecido en el párrafo precedente, se realizaron las siguientes actividades:

5.2.1 Revisión de información

- a) Informe técnico del proyecto suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones de BIOTA, 2020 (Anexo 1. Informe Técnico),
- b) Informes de seguimiento ambiental del proyecto asociados al rescate y relocalización de las especies en categoría de conservación (Informes de Seguimiento Ambiental y Plan de Manejo Biológico, Adenda 2, anexo XII).
- c) Revisión de Bibliografía asociada a las especies de flora potencialmente afectada.

5.2.2 Análisis comparativo de la información

- a) Cuantificación de predimientamiento de individuos relocalizados..
- b) Evaluación de medidas de rescate implementadas.

En concreto, la determinación de efectos ambientales se analiza la cuantificación de los individuos posiblemente afectados producidos por las actividades señaladas en cada sub hecho de la Res. Ex. N°1/ ROL F-026-2020, cargo N°1, atendiendo la metodología señalada en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología de cuantificación de efectos

| Sub Hecho | Cuantificación de Efectos |
|---|--|
| <p>Sub Hecho 1.1 Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental.</p> | <p>Diferencia entre el número de individuos a rescatar establecido en el proceso de Evaluación Ambiental (Adenda Complementaria) y los rescatados efectivamente previo al proceso de construcción (Informe de rescate y relocalización).</p> |
| <p>Sub Hecho 1.2 Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreadores:</p> <p>1.2.1 No realiza registro adecuado de individuos rescatados.</p> | <p>Se realizará un análisis de la metodología utilizada para el registro de los individuos rescatados y su cumplimiento en las actividades de relocalización.</p> |
| <p>Sub Hecho 1.2 Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreadores:</p> <p>1.2.2 Se constata material de excavación sobre sombreadores, hongos en ejemplares, unidades depositadas sobre el suelo desnudo, disposición desordenada de especies (apiladas) e individuos sin protección adecuada en sombreadores.</p> | <p>Contabilización de ejemplares con presencia de hongos, muertos o en mal estado de manera tal que no permita su relocalización y obtención de germoplasma de estos.</p> |
| <p>Sub Hecho 1.3 Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción.</p> | <p>Análisis del Informe técnico del proyecto "Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones" elaborado por Biota y los Informes de Seguimiento Ambiental de las actividades de Rescate y relocalización, entregados a la SMA, para determinar cuales fueron las acciones asociadas a la delimitación asociada.</p> |
| <p>Sub Hecho 1.4 No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local.</p> | <p>Análisis comparativo del número de individuos vivos respecto a los individuos relocalizados en relación a los ejemplares rescatados.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

6 RESULTADOS

6.1 Sub Hecho 1.1 Mayor Intervención de Ejemplares

En consideración al sub hecho 1.1 el cual hace referencia a:

“Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental”.

En relación con el sub hecho infraccional y según lo establecido en el acápite 5 de la presente minuta, para analizar los posibles efectos por la implementación parcial de la medida de rescate y relocalización de flora, según lo estipulado en la RCA 62/2016, y en las adendas asociadas, se realizó un análisis del informe de Biota “Cuantificación de Especies de Flora en Proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones”, y los informes de seguimiento relacionados a la actividades de rescate y relocalización de individuos afectados.

Con respecto al Plan de Manejo Biológico (PMB) elaborado por Biota, presentado en la segunda Adenda Complementaria (Adenda 2) de la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (DIA), se establecieron las metodologías para el rescate, manejo y relocalización de las especies suculentas *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis*, *Eulychnia iquiquensis*, *Pyrrhocactus paucicostatus*, *Tillandsia geissei* y *Trichocereus deserticola*, y viverización para *Atriplex taltalensis*. La cantidad detallada de individuos a afectar por especies es presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. Antecedentes de individuos a afectar en el área de influencia del Proyecto

| Especie perennes | Estado de Conservación | Número de Individuos | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|
| | | Nº Total de individuos | Nº Individuos a afectar | % del total |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 2.417 | 224 | 9,3% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 771 | 83 | 10,8% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | EN | 140 | 7 | 5,0% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 125 | 17 | 13,6% |
| <i>Tillandsia geissei</i> | NT | 21 | 1 | 4,8% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | VU | 117 | 16 | 13,7% |
| Total | | 3.606 | 348 | 9,7% |

Fuente: Informe de Manejo Biológico, Biota.

En los antecedentes anteriores no se contabilizan las especies *Atriplex taltalensis* y *Gypothamnium pinifolium* ya que, en el primer caso esta especie se viverizó obteniendo germoplasma local y en la segunda especie no se afectaron los dos (2) individuos de *Gypothamnium pinifolium* indicados en la DIA (Tabla 3).

Los protocolos de rescate y relocalización indicados en el Informe de Manejo Biológico, elaborado por Biota, son detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 3. Protocolo de rescate y relocalización de especies en categoría de conservación

| Especie | Protocolo de rescate y relocalización |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>Copiapoa humilis</i> - <i>Pyrhocactus paucicostatus</i> <p>Y ejemplares pequeños de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Eulychnia iquiquensis</i> - <i>Trichocereus deserticola</i> | <ul style="list-style-type: none"> a) Los ejemplares serán desenterrados procurando no dañar los cuerpos de las plantas. b) Se realizará una limpieza total de la tierra de las raíces, para luego efectuar una poda fuerte de raíces y aplicación de fungicida sobre ellas. c) Los ejemplares rescatados serán dispuestos en un sector de curado y acondicionamiento, el cual contará con sombreadero de 70% y protegido para evitar el acceso de animales y terceros. d) Durante el período de curado, tiempo en que las raíces podadas cicatrizan y eventualmente se generan nuevas, los individuos serán dispuestos verticalmente sobre un sustrato muy grueso. e) Una vez curados los ejemplares, y con raíces secundarias en desarrollo, se contempla su reubicación en el entorno inmediato del sitio donde fueron cada uno fue rescatado. |
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>Copiapoa cinerea</i> (tipo <i>C. haseltoniana</i>) - <i>Eulychnia iquiquensis</i> - <i>Trichocereus deserticola</i> | <ul style="list-style-type: none"> a) Para las especies de cactus que presentan una forma de crecimiento con varios ejes o un gran tamaño, se obtendrán esquejes a partir de los brazos o cabezuelas de los ejemplares a afectar. b) Para la obtención del esqueje, se realizará un corte limpio en el punto de inserción del brazo o cabezuela. c) Los esquejes rescatados serán dispuestos en posición vertical en el sector de curado y acondicionamiento señalado anteriormente. d) Una vez curados los ejemplares, y con raíces secundarias en desarrollo, se contempla su reubicación en el entorno inmediato del sitio donde fueron cada uno fue rescatado. |

| Especie | Protocolo de rescate y relocalización |
|-------------------------------|--|
| - <i>Tillandsia geissei</i> | <p>a) Para el único individuo a afectar de esta especie, el ejemplar y su sustrato (roca) será reubicado fuera del área de afectación de la torre, previo al inicio de los trabajos.</p> <p>b) El sitio de reubicación quedará adecuadamente demarcado para evitar el ingreso de los trabajadores.</p> |
| - <i>Atriplex taltalensis</i> | <p>Para el desarrollo de esta medida, se consideran las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colecta de semillas de los ejemplares presentes en las torres 8 y 9, se complementará el material colectado con semillas provenientes de otros ejemplares presentes en el entorno de dichas torres. - Desarrollo de pruebas de germinación. - Producción de plantas en vivero. |

Fuente: Elaborado a partir del Informe de Manejo Biológico, Biota, diciembre 2015.

Al respecto de las actividades de rescate realizadas por el titular, el número total de individuos rescatados de especies perennes en categoría de conservación fue de **476**, lo que se presenta en la Tabla 4, y como se declaró en la Tabla N°8 del Informe N°1 "Implementación de medidas de manejo de flora. Rescate de especies de interés y delimitación de obras de trabajo" de octubre 2016 remitido por parte del titular a la Superintendencia del Medio Ambiente.

En relación a lo anterior, el número de individuos rescatados se incrementó en relación al declarado en la evaluación ambiental (tabla 2). Incremento que representa un 3,5% promedio sobre el valor de 9,7% establecido.

Tabla 4. Antecedentes de individuos efectivamente rescatados en el área de influencia del Proyecto

| Especie perennes | Estado de Conservación | Individuos Rescatados | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|---------------|-------------|
| | | N° Total de individuos | N° Individuos | % del total |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 2.417 | 337 | 13,9% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 771 | 97 | 12,6% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | EN | 140 | 5 | 3,6% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 125 | 29 | 23,2% |
| <i>Tillandsia geissei</i> | NT | 21 | 1 | 4,8% |

| Especie perennes | Estado de Conservación | Individuos Rescatados | | |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|---------------|--------------|
| | | Nº Total de individuos | Nº Individuos | % del total |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | VU | 117 | 7 | 6,0% |
| | Total | 3.606 | 476 | 13,2% |

Fuente: Informe de Rescate de especies de interés y delimitación de obras de trabajo, Biota, octubre 2016.

El número mayor de individuos rescatados, con respecto al número de individuos estipulado en la RCA, se explica en base a lo informado en el "Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones", elaborado por Biota (2020), por las siguientes razones:

- La inclusión de los individuos presentes en los límites de las áreas proyectadas para las estructuras (torres) y de los nuevos caminos declarados en la DIA, en el total de los individuos a relocalizar. Lo anterior corresponde a implementación de un criterio conservador de rescate.
- Las características morfológicas de algunas de las especies rescatadas, las cuales en algunos casos pueden estar constituido por segmentos, denominados "cladodios" (*C. humilis*, *C. cinérea* y *Trichocereus deserticola*) de forma cilíndrica o globosa, dificultando la diferenciación visual para separar un individuo de otro.
- Sumado a esto hay especies que son poco conspicuas (*C. humilis* y *Pyrrhocactus pausicostatus*), las cuales fueron evidenciadas al momento de la inspección exhaustiva de cada sitio intervenido, razón por la cual se decidió proceder a su rescate, donde en todo momento primó el criterio de conservación para con el individuo rescatado.

Los criterios antes señalados generaron, en la práctica, (i) un aumento en el número de individuos rescatados para las especies *C. cinerea*, *C. humilis* y *Pyrrhocactus pausicostatus*; (ii) una disminución en el número de individuos necesarios a rescatar de las especies *Eulychnia iquiquensis* y *Trichocereus deserticola* (debido a que no se intervino su zona de emplazamiento); y (iii) para el caso de *Tillandsia geisei* el número de individuos previsto de ser rescatado fue el mismo que el de rescatado efectivamente. El detalle de lo anterior puede ser visto en la Tabla 5.

Tabla 5. Diferencia entre el número de individuos a afectar y los individuos efectivamente rescatados por especie

| Especie perennes | Estado de Conservación | Diferencia de individuos a Afectar v/s Rescatados | | | |
|-----------------------------------|------------------------|---|--------------------------|------------|--------------|
| | | N° Individuos a afectar | N° individuos rescatados | Diferencia | % Diferencia |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 224 | 337 | 113 | 50,4% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 83 | 97 | 14 | 16,8% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | EN | 7 | 5 | -2 | -28,5% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 17 | 29 | 12 | 70,5% |
| <i>Tillandsia geisei</i> | NT | 1 | 1 | 0 | 0% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | VU | 16 | 7 | -9 | -56,2% |
| | Total | 348 | 476 | 128 | 36,7% |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede indicar que, en promedio, existe un 36,7%, de aumento de los individuos rescatados con respecto al total estipulado como individuos a rescatar en la evaluación ambiental. Expresado en función de las especies Categorías de Conservación. Sin embargo, en el caso de *Eulychnia iquiquensis* (VU), su diferencia es -28%, ya que producto de las medidas precautorias antes descritas, se relocalizaron menos individuos que los identificados en la línea de base. Lo mismo ocurre con *Trichocereus deserticola* (VU), con -56,2%.

En relación a lo anterior y de acuerdo al Informe realizado por Biota "Implementación de medidas de manejo de flora. Relocalización de ejemplares de especies de interés ambiental" en el mes de octubre de 2017, se indica un aumento en el número de ejemplares relocalizados con respecto a los individuos rescatados en todas las especies (Tabla 6),

Tabla 6. Antecedentes de número de individuos censados, rescatados y ejemplares relocalizados

| Especie | N° individuos a afectar | N° individuos rescatados | N° ejemplares relocalizados |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 224 | 337 | 533 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 83 | 97 | 191 |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 7 | 5 | 38 |

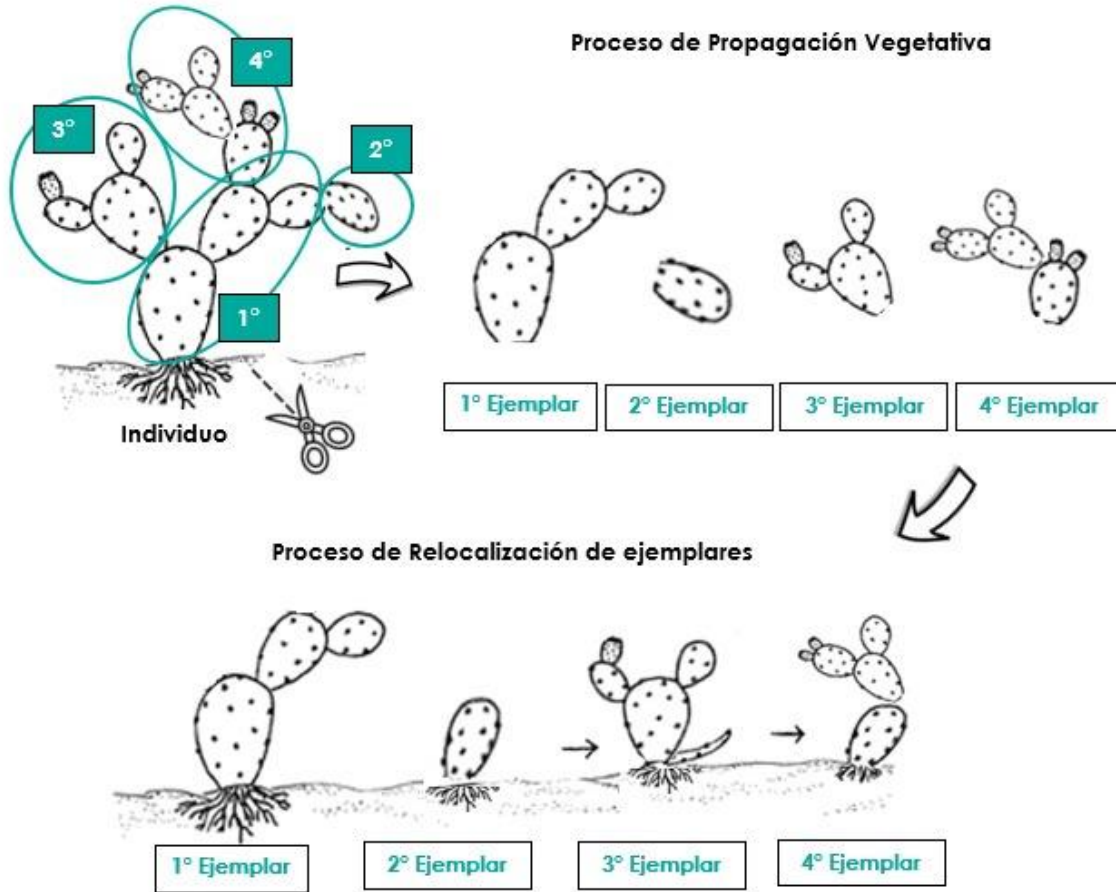
| Espece | N° individuos a afectar | N° individuos rescatados | N° ejemplares relocalizados |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Pyrhocactus paucicostatus</i> | 17 | 29 | 41 |
| <i>Tillandsia geissei</i> | 1 | 1 | 1 |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | 16 | 7 | 25 |
| Total general | 348 | 476 | 829 |

Fuente: Elaboración propia.

El aumento en el número de ejemplares relocalizados se explica en base al Informe técnico del proyecto suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones” elaborado por Biota (2020), donde se indica que se reprodujeron vegetativamente (Figura 2) ejemplares de *Copiapoa cinerea* a partir de brazos rescatados.

Así de individuos vivos rescatados, se obtuvieron 533 nuevos ejemplares que fueron dispuestos en terreno por las actividades de relocalización. En cuanto a la especie *E. iquiquensis* se rescataron 5 individuos, los que finalmente se tradujeron en 38 brazos o esquejes efectivamente plantados y relocalizados, mientras que para la especie *T. deserticola* se rescataron 7 individuos que se propagaron en 25 brazos o esquejes (ejemplares) también exitosamente relocalizados.

Figura 2. Esquema propagación vegetativa de especies de cactáceas



Fuente: Elaboración propia.

Esta práctica permite aumentar el número de ejemplares a disponer y por ende mejorar la probabilidad de propagar la cantidad de individuos rescatados con germoplasma del mismo sector. Cabe destacar que, a pesar del aumento en el número de ejemplares relocalizados, éste incremento se debe fundamentalmente a la propagación por esquejes antes descritas, no correspondiendo a un número mayor de individuos relocalizados por las obras de construcción.

En relación a lo anterior, la ejecución de las acciones desarrolladas por BIOTA habría maximizado el potencial del germoplasma de cada individuo, a través de la propagación por esquejes.

Figura 3. Individuos de *P. paucicostatus* relocalizados donde se muestran brotes laterales (círculos amarillos), potenciales para multiplicación y reproducción mediante técnicas de propagación vegetativa



Fuente: Informe Técnico, Biota, junio 2020.

Figura 4. Brazos de individuos rescatados de *C. cinerea* con cortes basales, para propagación vegetativa



Fuente: Informe Técnico, Biota, junio 2020.

6.2 Sub Hecho 1.2 Manejo Biológico

En consideración al sub hecho 1.2 el cual hace referencia a:

“Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreadores”.

Se consideró abordar estos hechos de forma separada con el fin de detallar de manera más clara cada punto levantada en el hecho infraccional.

6.2.1 Registro Individuos Rescatados

De acuerdo al Informe de Manejo Biológico de Biota (Adenda complementaria, Anexo XII), se menciona el registro como *“una actividad donde se mantendrá un registro por individuo, indicando especie y coordenadas rescate y posteriormente de plantación”.*

En el contexto anterior, y según el “Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones” elaborado por Biota (2020) el proceso de registro de los ejemplares relocalizados se realizó mediante diferentes métodos, los cuales son detallados a continuación:

- En el caso de los individuos de menor tamaño correspondiente a las especies *Copiapoa humilis*, *Pyrrhocactus paucicostatus* y *Copiapoa cinerea* (en menor cantidad), fueron etiquetados de forma individual, a través de etiquetas metálicas, etiquetas plásticas o cintas flúor tipo Flying, sujetas por alambre a cada individuo, con una numeración continua e identificando especie y torre de origen en donde se rescataron (Figura 5).
- Por su parte los individuos de mayor tamaño, principalmente de las especies *Copiapoa cinerea*, *Eulychnia iquiquensis*, *Trichocereus desertícola* fueron agrupados por cada individuo original y sus esquejes, y luego etiquetados utilizando etiquetas plásticas o cintas de demarcación, manteniendo la información de cada individuo y su torre de origen. En casos muy puntuales, y cuando se dispusieron en un mismo mesón sólo ejemplares provenientes de una sola torre, se rotularon dichos mesones (Figura 6).

Figura 5. Varios Individuos pequeños rescatados de *C. cinerea* con etiqueta plástica, Sombreadero colegio Paposo



Fuente: Informe de Monitoreo N°6 de ejemplares rescatados, Biota.

Figura 6. Mesón con tabulación correspondiente a la torre de origen de los individuos rescatados, sombreadero, Instalación de faenas empresa PAIS



Fuente: Informe Monitoreo N°5 de ejemplares rescatados, Biota.

6.2.2 Material de Excavación sobre Sombreaderos

En relación a la constatación de material de excavación sobre sombreadero de la Torre 11 se puede señalar que, durante el monitoreo número 6, de ejemplares rescatados por Biota, se evidenció que producto de trabajos asociados a la construcción de la torre, se depositaron materiales (tierra, piedras y escombros) en partes del sombreadero llegando a tapar la malla y a algunos ejemplares rescatados.

Al respecto, en el "Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones" elaborado por Biota (2020), se aclara que esta situación fue corregida en el mismo momento en que se realizó dicho monitoreo, puesto que una de las actividades asociadas a todos los monitoreos realizados por dicha empresa, era la revisión y mantención estructural de los sombreaderos o sitios de acopio.

En detalle, la depositación de materiales en el sombreadero T11 llegó a tapar parte del borde de la malla y algunos esquejes de individuos rescatados de *Copiapoa cinerea*. El detalle de lo anterior se puede observar en la Tabla 7 y en la Figura 7.

Tabla 7. Detalle de individuos afectados por material de excavación, sombreadero T11

| Sombreadero | Especie | N° Individuos | N° Individuos afectados | % individuos afectados | N° Individuos muertos |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| T11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 58 | 3 | 5,1% | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Sombreadero con material de excavación y despeje



Fuente: "Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones" elaborado por Biota (2020).

6.2.3 Manejo Biológico del Rescate

En relación con el sub hecho infraccional, manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados, en el "Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones" elaborado por Biota (2020), se encuentran contenidos los detalles de los procedimientos de rescate y relocalización.

En este contexto el número total de individuos de cactáceas rescatados registró un total de 19 muertos, correspondiente al 4% del total de individuos rescatados, hasta

el noveno monitoreo de rescate (antes de realizar la relocalización). De estos 13 corresponden a *Copiapoa humilis*, 3 a *Pyrrhocactus paucicostatus* y 3 a *Copiapoa cinerea*, tal como se muestra en Tabla 8.

Tabla 8. Sobrevivencia de individuos rescatados y dispuestos en sombreaderos, previo a la relocalización

| Especie | N° de ejemplares rescatados | N° de ejemplares vivos | N° de ejemplares muertos | % de sobrevivencia |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 337 | 334 | 3 | 99,1% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 97 | 84 | 13 | 86,6% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 5 | 5 | 0 | 100% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 29 | 26 | 3 | 89,7% |
| <i>Tillandsia geisei</i> | 1 | 1 | 0 | 100% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | 7 | 7 | 0 | 100% |
| Total | 476 | 457 | 19 | 96% |

Fuente: Elaboración propia.

Esta mortandad del 4%, es común en procesos de rescate y relocalización de cactáceas. En relación a esto, Trevizán & Valtierra (2018) quienes evaluaron la propagación asexual (por esquejes) en condiciones controladas de otras dos especies chilenas de cactáceas: *Corryocactus brevistylus* y *Oreocereus leucotrichus*, señalan que en individuos bajo cultivo es común que raíces se vean infectadas de hongos u otros microorganismos que pueden provocar pudrición o aparición de enfermedades. De la misma forma Reyes (2008) explica que un problema muy común en el manejo de plantas suculentas es la pudrición provocada por hongos y bacterias, lo cual se expresa comúnmente como manchas marrones o negruzcas en la base de los tallos.

Los ejemplares (esquejes) con hongos de *C. cinerea*, presentaron justamente manchas negras y pudrición en la base de los tallos donde se estaba desarrollando un nuevo sistema radicular, a pesar de que se realizaron los esfuerzos para podar las raíces, secarlas al aire y desinfectarlas. Sin embargo, las especies que presentaban pudrición y esquejes dañados no se relacionan con el número y especies que presentaron mortandad previa a la relocalización.

6.3 Sub Hecho 1.3 Demarcación de Individuos Remanentes

En consideración al sub hecho 1.3 el cual hace referencia a:

“Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción”.

En conformidad con lo indicado en el proceso de evaluación ambiental y el Plan de Manejo Biológico, se entiende por "Ejemplares remanentes" a aquellos individuos o grupos de individuos identificados en los alrededores de las obras o infraestructura del proyecto.

En relación con los individuos afectados por la inadecuada delimitación de las zonas de trabajo, durante el monitoreo número 6, elaborado por Biota, se constató la disposición de material de excavación sobre sombreadero de la Torre 11, donde se evidenció que producto de trabajos asociados a la construcción de la torre, se depositaron materiales (tierra, piedras y escombros) en parte del sombreadero llegando a tapar la malla y a algunos ejemplares rescatados. Producto de lo anterior se se afectaron tres (3) individuos de la especie *Copiapoa cinérea* (Biota, 2020).

6.4 Sub Hecho 1.4 Prendimiento Relocalización

En consideración al sub hecho 1.4 el cual hace referencia a:

“No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local”.

De acuerdo con lo señalado Informe técnico del proyecto suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones” elaborado por Biota (2020), debido al número de ejemplares relocalizados (829), desde el punto de vista metodológico, se realizó los monitoreos a una muestra representativa del número de ejemplares, en función de las diferentes especies y sitios de monitoreo, con el fin de facilitar la evaluación del total de individuos (a través del uso de monitoreo de parcelas). Así, en cada sitio de relocalización se realizaron las observaciones a una muestra de los ejemplares relocalizados de cada especie, llegando a un total de 186 ejemplares evaluados por monitoreo, luego estos valores se extrapolan a la población.

Esta metodología se sustenta en la Guía de evaluación ambiental (SAG, 2010), donde se establece que los planes de seguimiento que permiten velar por el buen resultado de los planes de mitigación, restauración o de compensación implementados, deben monitorear parámetros o variables, como el número de ejemplares rescatados, número de ejemplares relocalizados, georreferenciación de la o las áreas de trasplante y su representación cartográfica, porcentaje de prendimiento alcanzado, entre otras. Según la Guía de evaluación ambiental, lo importante radica en elegir bien las variables o parámetros a monitorear, junto la frecuencia y duración de este, con la finalidad de permitir evaluar la eficacia de la medida ambiental implementada.

Para el caso del Proyecto, el indicador de éxito de la medida establece la existencia de los tres indicadores definidos para dar por establecido a los ejemplares (entendiéndose esto como individuos con presencia de raíces, crecimiento y un buen estado fitosanitario), por lo cual se han realizado las evaluaciones pertinentes a los indicadores raíces nuevas, crecimiento y estado fitosanitario sobre la muestra del 20% de los individuos relocalizados, pudiendo observar luego de 9 monitoreos ejecutados hasta abril de 2020, que cinco de las siete especies en análisis cumplen con el éxito de la medida, lo cual se expresa en un 75% de prendimiento esperado después de 2 años de realizada la relocalización, tal como lo detalla la Tabla 9. Sin perjuicio de lo anterior, el porcentaje de prendimiento establecido como indicador de éxito se basa en la totalidad de los ejemplares relocalizados, y el muestreo aplicado es sobre este universo o, de otra manera, es un muestreo sobre el total de los 829 ejemplares relocalizados y no sobre los 476 individuos rescatados

Por lo cual se han realizado las evaluaciones pertinentes a estos parámetros, pudiendo observarse, que luego de 9 monitoreos realizados hasta abril de 2020 (ver informe de monitoreo ejecutado en marzo 2020 - Anexo 2), que cinco (5) de las seis (6) especies en análisis cumplen con el éxito de la medida de prendimiento mínimo de un 75%, lo cual se expresa en un 76,9% de prendimiento del total de los individuos después de 2 años de realizada la relocalización (Tabla 9).

Tabla 9. Estado de prendimiento actual de los ejemplares monitoreados según especie, último monitoreo realizado en marzo 2020

| Especie | Cantidad de ejemplares relocados | Cantidad de ejemplares último monitoreo | Cantidad de ejemplares con Prendimiento | Proporción con prendimiento [%] |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 533 | 119 | 95 | 79,8% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 191 | 40 | 30 | 75,0% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 38 | 9 | 7 | 77,8% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 41 | 10 | 4 | 40,0% |
| <i>Tillandsia geissei</i> | 1 | 1 | 1 | 100,0% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | 25 | 7 | 6 | 85,7% |
| Total | 829 | 186 | 143 | 76,9% |

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Análisis Comparativo

6.5.1 Sub Hecho 1.1 Mayor Intervención de Ejemplares

En relación con la diferencia entre el número de individuos a rescatar y relocar establecido en el proceso de evaluación ambiental y los efectivamente rescatados y relocados se observa un aumento de 128 individuos. Lo anterior, tal como fue presentado en los acápite precedentes, se explica fundamentalmente por aplicación de un criterio conservador que buscaba en todo momento proteger a cada individuo durante las actividades de rescate, lo que se asoció fundamentalmente:

- La inclusión de los individuos presentes en los límites, de las áreas proyectadas para las estructuras (torres) y de los nuevos caminos declarados en la DIA, en el total de los individuos a relocar;
- Las características morfológicas de algunas de las especies rescatadas, las cuales en algunos casos pueden estar constituidas por segmentos, denominados "cladodios";
- Porque hay especies que son poco conspicuas (*C. humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus*), las cuales fueron evidenciadas al momento de la inspección exhaustiva de cada sitio intervenido.

En la práctica lo anterior, se tradujo en la localización de 128 individuos más por sobre lo establecido en la RCA (n=348), que se corresponde a un 36,7% de aumento de los individuos rescatados (n=476).

En relación con lo observado en la formulación de cargos, respecto del total de “ejemplares” relocados (n=829), es importante señalar que el número de total de “individuos” rescatados fue de 476. La diferencia entre el número total de individuos rescatados y el número total de ejemplares relocados se debe al uso de reproducción vegetativa de los individuos rescatados, lo que explica la diferencia de 353 ejemplares. Esta práctica es rutinariamente utilizada y aceptada en las labores de rescate y relocalización de cactáceas (así como también es considerada en el Plan de Manejo Biológico), ya que permite aumentar el número de ejemplares a disponer, utilizando germoplasma del mismo sector, lo cual se traduce en un enriquecimiento vegetal.

6.5.2 Sub Hecho 1.2 Manejo Biológico

En relación al manejo biológico relevado en el procedimiento sancionatorio, se puede indicar que, sin perjuicio de las falencias y eventos detectadas, estas se tradujeron en un aumento de la mortalidad de los individuos referidos al 4% de los individuos rescatados (n=19). Sin perjuicio de lo anterior, se debe considerar que el ejercicio realizado referido al manejo biológico en su conjunto, permitió una reproducción vegetativa por esquejes que se tradujo en el aumento de la cantidad de individuos rescatados de n=476 a n=829, tal como fue indicado en el punto precedente.

6.5.3 Sub Hecho 1.3 Demarcación de Individuos Remanentes

Para establecer si hubo o no efectos como resultado de deficiente demarcación de individuos remanentes en la etapa de construcción, se puede indicar que durante las actividades de construcción se implementaron medidas para delimitar las zonas de trabajo y protección de individuos remanentes, las cuales fueron retiradas una vez terminada la etapa de construcción.

En relación a lo anterior, de acuerdo a lo expresado por Biotra en el “Informe técnico del proyecto Suministro eléctrico complejo astronómico Paranal – Armazones”, se afectaron 3 individuos de la especie *Copiapoa cinérea*.

6.5.4 Sub Hecho 1.4 Prendimiento Relocalización

En relación al prendimiento de los ejemplares de especies en categoría de conservación se realizaron monitoreos a una muestra representativa del número de ejemplares totales (829), luego estos valores se extrapolan a la población,

estableciendo una aproximación estadística que determina el prendimiento total de los individuos relocalizados.

De acuerdo a lo establecido en el plan de manejo biológico, el indicar de éxito del procedimiento de rescate y relocalización queda definido por “Se considerará que un grupo o paño de ejemplares relocalizados tiene éxito, si se verifica el prendimiento de un mínimo de 75% de los ejemplares rescatados al cabo de dos años de realizadas las labores de relocalización o disposición final en terreno”.

En conformidad a lo expuesto, una vez realizadas las evaluaciones pertinentes a los indicadores del éxito (presencia de raíces nuevas, crecimiento y buen estado fitosanitario), se determinó un 76,9% de prendimiento transcurridos los 2 años a partir de las actividades de relocalización, comprobando el éxito de la medida.

7 DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Para determinar la existencia o no de posibles efectos ambientales asociados a los hechos infraccionales, se realizó el análisis de información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar si, a través de un análisis comparativo, se produjo se produjo una afectación a la componente ambiental flora, como resultado de las actividades de rescate y relocalización de las especies de cactáceas.

En relación a lo anterior, y en base a lo indicado en la Res. Ex. N°3/ ROL F-026-2020, existieron desviaciones en la ejecución de las actividades comprometidas, las que se tradujeron en una variación del número de individuos relocalizados y un aumento en la mortalidad de individuos durante el manejo biológico y el proceso de delimitación, cuyo resumen por especie, se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Determinación de individuos por sub-hecho

| Especie | Estado de Conservación* | Fuente de afectación | | | | Subtotal |
|-----------------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|------------|
| | | Sub-hecho 1.1 Por rescate adicional | Sub-hecho 1.2 Por manejo biológico | Sub-hecho 1.3 Por delimitación zonas de trabajo | Sub-hecho 1.4 Por mal prendimiento | |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 102 | 6 | 3 | -- | 114 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 14 | 26 | -- | -- | 40 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 12 | 6 | -- | 25 | 43 |
| TOTAL | | 128 | 38 | 6 | 25 | 197 |

* VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazada

Fuente: Plan de Enriquecimiento Anexo 2 del PDC - Biota 2020.

Con respecto al número individuos afectados, asociados al sub-hecho 1.2 y sub-hecho 1.3, presentados en la Tabla 10, el valor propuesto incluye una estimación adicional para ajustar el número de individuos dadas las incertezas asociadas al análisis. La explicación en detalle se encuentra disponible en el Plan de Enriquecimiento, adjuntado en el Anexo 2 del Programa de Cumplimiento (Biota, 2020).

Sobre la base de los resultados antes expuestos, es posible indicar que las actividades de rescate y relocalización de flora (cactáceas), produjeron una variación respecto de la cantidad de individuos¹, traducida en un total de n= 197.

8 CONCLUSIONES

De conformidad a lo expuesto en los acápites anteriores, el análisis efectuado permite concluir que, se observa un efecto adverso a nivel de individuos (n=197), para las especies *Copiapoa cinerea* (114), *Copiapoa humilis* (40) y *Pyrrhocactus paucicostatus* (43).

Lo anterior permite confirmar la hipótesis de generación de efectos, como resultados de los hechos infraccionales analizados.

¹ Cabe mencionar que, si bien se reconoce el efecto a nivel de la variación del número de individuos relocalizados y un aumento en la mortalidad de individuos durante el manejo biológico y el proceso de delimitación, las especies involucradas y el componente en su generalidad, el mismo no se traduce en un efecto a nivel poblacional. Lo anterior basado en la propagación del germoplasma producido por reproducción vegetativa por esquejes y en el prendimiento detectado posterior a los 2 años de producida la relocalización.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez A.; Montaña, C. (1997). Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán: implicaciones para su conservación. *Acta de Botánica Mexicana*, 40: 35-58.
- Belmonte, E.; Faúndez, L.; Flores, J.; Hoffmann, A.; Muñoz, M. y Teillier, S. (1998). Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 69-89.
- Harman, L.; Kester's, M. (2002). *Plant Propagation. Principles and Practices*. Edition 7th. Ed. Hudson T. Prentice Hall New Jersey, U.S. 928 p.
- Hoffmann, A. y Flores, A. (1989). The conservation status of Chilean succulent plants: A preliminary assessment. En: Benoit I (ed.) *Red list of Chilean terrestrial flora*: 107-121. CONAF (Chilean Forest Service), Santiago, Chile.
- Hoffmann, A.; Walter, H. (2004). *Cactáceas en la flora silvestre de Chile*. 2º edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 304 p.
- Livera M., M. (1991). Retos y perspectivas del fitomejoramiento: Algunos aspectos del ambiente físico en relación a la producción y productividad de los cultivos. *Rev. Fitotecnia Mexicana*, 14: 23-29.
- Maiti R. K., H. Perdomo-Velázquez, J. García-Guzman, T. Sylvia-Reyna, and V. P. Singh. (2002). A novel technique for the germination and propagation of four species of *Astrophytum* (Cactaceae). *Crop Research* 24:149–153.
- Reyes, J. (2008). *Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas*. Manual práctico. Comisión Nacional Forestal. Gobierno federal de México. 110 pp.
- Reyes, J. (2009). *Conservación y Restauración de Cactáceas y otras Plantas Suculentas Mexicanas*. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Jalisco, México. 101 p.
- Rodríguez, C. A. (1997). *Guía Técnica para la Producción de Plantas de Pitaya en Vivero*. Secretaría de Desarrollo Social- Universidad Autónoma de Chapingo. México. 53 p.
- Rojas M., A.; Vásquez Y., C. (2000). Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44: 85-104.
- Rubluo, A., Reyes, J.; Rodríguez., G. B.; Pimienta, B. E.; Brunner, I. (1996). *Métodos de Propagación Biotecnológicos y Convencionales en Cactáceas para Zonas Áridas*. En: FAO. *Técnicas convencionales y Biotecnológicos para la propagación de plantas de zonas áridas*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 305 p.
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). 2010. *Guía de evaluación Ambiental, Vegetación y flora terrestre*. Ministerio de Agricultura. Chile, agosto 2010. 23pp.

- Simonetti, J.A., Arroyo M.T.K, Spotorno A.E., y E. Lozada (eds). (1995). Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile. 364 pp.
- Tellier, S., (2006). Flora vascular. En: Saball, P.; Arroyo, M.K.; Castilla, J.C.; Estades, C.; Ladrón De Guevara, J.M.; Larraín, S.; Moreno, C.; Rivas, F.; Rovira, J.; Sánchez, A.; Y Sierralta, L. Biodiversidad en Chile, Patrimonio y desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile, 639 pp.
- Toogood, A. (2002). Propagating Plant a Darling Kinderley Book. Royal Horticulture Society. Barcelona, España. 192 p.
- Trevizan, J & Valtierra, H. (2018). Evaluación de propagación asexual en dos especies de cactus: *Corryocactus brevistylus* K. Schum. y *Oreocereus leucotrichus* (Philippi) Wagenknecht, endémicos, pertenecientes al sector de precordillera de la XV región de Arica y Parinacota, Chile. *Idesia*. 36 (4): 109-120.
- Vásquez E.;Valiente., A.; Briones., A., Bolongrado, C.; Ezcurra, E.; Rosas, M.; Núñez, H.; Barnard, G. (1995). Spatial relationships between cacti and nurse. In: a semiarid environment IN central México. *Journal of Vegetation Science*, 2: 15-20.

10 ANEXOS

- Informe técnico del proyecto suministro eléctrico complejo astronómico paranal – armazones", *Biota* (2020).
- Informe de Monitoreo 3 de ejemplares plantados producidos a través de germoplasma local -temporada verano 2020.



**INFORME TÉCNICO
PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO
ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES**



Cargos Res. Ex. N°1 / ROL F-026-2020

Elaborada por:

BIOTA

Junio 2020

Contenidos

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introducción..... | 1 |
| 2 | Objetivos..... | 1 |
| 3 | Metodología | 1 |
| 4 | Resultados | 3 |
| 4.1 | Rescate de ejemplares efectuado..... | 3 |
| 4.2 | Delimitación de las áreas de trabajo y protección de individuos remanentes..... | 5 |
| 4.3 | Manejo biológico efectuado | 6 |
| 4.3.1 | Metodología para identificación de individuos rescatados y sombreaderos | 8 |
| 4.3.2 | Manejo de hongos en individuos rescatados | 14 |
| 4.3.3 | Se constata material de excavación en sombreadero..... | 18 |
| 4.4 | Estado actual de los individuos relocalizados..... | 23 |
| 5 | Discusión | 24 |
| 5.1 | Actividades para la reposición de ejemplares de <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 25 |
| 5.1.1 | Reproducción a partir de semillas provenientes de individuos rescatados..... | 25 |
| 5.1.2 | Pruebas de aceleración de crecimiento mediante técnicas de injertación..... | 26 |
| 5.1.3 | Reproducción vegetativa..... | 27 |
| 6 | Anexos..... | 29 |

1 Introducción

El presente informe técnico entrega los antecedentes respecto de los resultados generados en el rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora y cactáceas en categorías de conservación implementados por el proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (en adelante el Proyecto), cuyo titular es Sistemas de Transmisión del Sur S.A. (en adelante el Titular). El proyecto consiste en la habilitación de un paño de 220 kV en la subestación Paposo, propiedad de Transelec, y en la construcción y operación de la Subestación Paranal 220/66 kV adyacente a ésta, propiedad de Sistema de Transmisión del Sur S.A. Adicionalmente, se construirá la subestación Armazones 66/23 kV, distante 49 km de la subestación Paranal, junto con la línea de transmisión 1 x 66 kV que conectará ambas subestaciones. Finalmente, se proporcionará suministro eléctrico, mediante dos líneas de 23 kV, para el funcionamiento de las instalaciones de los complejos astronómicos Observatorio Paranal y Observatorio Armazones.

Las actividades señaladas se enmarcan en las medidas definidas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto, que fue calificada favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA). En lo específico, el presente informe se refiere a las especies *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis*, *Eulychnia iquiquensis*, *Pyrrhocactus paucicostatus*, *Tillandsia geissei*, y *Trichocereus deserticola*.

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda. Fue la empresa mandatada por la compañía Sistema de Transmisión del Sur S.A. para ejecutar las actividades antes señaladas en el área de Paposo.

2 Objetivos

El objetivo de este informe es presentar y analizar los resultados obtenidos en la implementación de las actividades de rescate, manejo biológico y relocalización de las especies de flora y cactáceas comprometidas a ser manejadas por el Proyecto, mediante la síntesis de los antecedentes presentados a la Autoridad hasta el Monitoreo 9 de Relocalización de Ejemplares Vegetales, Temporada Verano 2020, de abril 2020.

Los objetivos específicos son:

- Describir el proceso de rescate, manejo biológico y relocalización efectuado de las especies de cactáceas.
- Presentar los resultados del prendimiento a abril 2020, en función del rescate y relocalización efectuado.
- Analizar los resultados obtenidos.

3 Metodología

En la elaboración del presente informe se revisaron los antecedentes generados durante el proceso de evaluación ambiental del proyecto, en particular el Plan de Manejo Biológico (PMB) presentado en la segunda Adenda Complementaria (Adenda 2) de la DIA, y el Anexo XII de la misma Adenda, correspondiente a la cuantificación de individuos previo a la construcción y estimación de ejemplares

a afectar por el Proyecto. Junto con lo anterior, se revisaron los documentos de implementación de las medidas generados por BIOTA, y que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Listado de documentos revisados.

| Informe | Fecha |
|--|-----------------|
| Plan de Manejo Biológico DIA proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones”. | Enero 2016 |
| Adenda Complementaria N°2 DIA proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones”. Anexo XII “Cuantificación de especies de flora en proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” (Biota 2015). | Diciembre 2015 |
| Informe N°1. Implementación de medidas de manejo de flora: Rescate de especies de interés y delimitación de obras de trabajo. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Octubre 2016 |
| Informe N°2. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Noviembre 2016 |
| Informe N°3. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo 2 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Diciembre 2016 |
| Informe N°4. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo 3 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Enero 2017 |
| Informe N°5. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo 4 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Febrero 2017 |
| Informe N°6. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo 5 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Marzo 2017 |
| Informe N°7. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Abril 2017 |
| Informe N°11. Implementación de medidas de manejo de flora: Relocalización de ejemplares de especies de interés ambiental. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Noviembre 2017 |
| Informe N°12. Monitoreo 1 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Primavera 2017 – Año 1. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Noviembre 2017 |
| Informe N°13. Monitoreo 2 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Otoño 2018 – Año 1. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Abril 2018 |
| Informe N°14. Monitoreo 3 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Invierno 2018 – Año 1. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Septiembre 2018 |
| Informe N°15. Monitoreo 4 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Primavera 2018 – Año 1. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Diciembre 2018 |
| Informe N°16. Monitoreo 5 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Verano 2019 – Año 2. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Marzo 2019 |
| Informe N°17. Monitoreo 6 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Otoño 2019 – Año 2. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Junio 2019 |

| Informe | Fecha |
|--|-----------------|
| Informe N°18. Monitoreo 7 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Invierno 2019 – Año 2. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Septiembre 2019 |
| Monitoreo 1 de ejemplares replantados producidos a través de germoplasma local. Temporada Invierno 2019. | Septiembre 2019 |
| Informe N°19. Monitoreo 8 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Primavera 2019 – Año 2. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Diciembre 2019 |
| Monitoreo 2 de ejemplares replantados producidos a través de germoplasma local. Temporada Primavera 2019. | Diciembre 2019 |
| Informe N°20. Monitoreo 9 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Verano 2020 – Año 3. RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta | Abril 2020 |
| Monitoreo 3 de ejemplares plantados producidos a través de germoplasma local. Temporada Verano 2020. | Abril 2020 |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, se realizó una revisión bibliográfica para evaluar el manejo biológico implementado y los resultados obtenidos en con dicho manejo, en comparación con otras experiencias implementadas en Chile o el extranjero en el grupo Cactácea.

4 Resultados

4.1 Rescate de ejemplares efectuado

En relación con el número de ejemplares de especies en categoría de conservación que fueron rescatadas producto de la construcción del proyecto, cabe señalar que el Plan de Manejo Biológico (PMB) presentado en la segunda Adenda Complementaria (Adenda 2) de la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (DIA), calificada favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA 62/2016), se establecieron las metodologías para el rescate, manejo y relocalización de las especies suculentas *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis*, *Eulychnia iquiquensis*, *Pyrrhocactus paucicostatus*, *Tillandsia geissei* y *Trichocereus deserticola*, y viverización para *Atriplex taltalensis*.

Al respecto, el número de total de individuos rescatados de especies perennes en categorías "En Peligro", "Vulnerables", "Casi Amenazadas" y "Preocupación Menor", este fue de 476 individuos, lo cual corresponde a 13,26% de total de los individuos de las especies señaladas presentes en el área de estudio, dejando aún un remanente de un 95,2% de los individuos en el área de influencia, tal como se presenta en la Tabla 2 siguiente, la cual fue elaborada en base a los declarado en la Tabla N°8 del Informe N°1 "Implementación de medidas de manejo de flora. Rescate de especies de interés y delimitación de obras de trabajo" de octubre 2016.

Tabla 2: Antecedentes individuos rescatados y comparación con el rescate proyectado y el total de individuos presentes en el área de influencia del Proyecto

| Especie | Estado de Conservación* | Rescate proyectado | | Rescate verificado | | Individuos remanentes (no intervenidos) | | Total Individuos |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|---|-------------|------------------|
| | | N° Individuos | % del total | N° Individuos | % del total | N° Individuos | % del total | |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 224 | 9,27% | 337 | 13,94% | 2.080 | 86,06% | 2.417 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 83 | 10,77% | 97 | 12,58% | 674 | 87,42% | 771 |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | EN | 7 | 5,00% | 5 | 3,57% | 135 | 96,43% | 140 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 17 | 13,60% | 29 | 23,20% | 96 | 76,80% | 125 |
| <i>Tillandsia geissei</i> | NT | 1 | 4,76% | 1 | 4,76% | 20 | 95,24% | 21 |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | VU | 16 | 13,68% | 7 | 5,98% | 110 | 94,02% | 117 |
| Total | | 348 | 9,69% | 476 | 13,26% | 3.115 | 86,74% | 3.591 |

* EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazada; LC = Preocupación Menor
 Fuente: elaboración propia en base Anexo XII, Adenda N°2 e Informe N°1 octubre 2016

Los antecedentes antes expuestos difieren de la cifra señalada por la SMA en la Tabla N°2 de la Res.Ex.N°1/Rol F-026-2020, ya que éste presenta como ejemplares rescatados el número de ejemplares relocados y declarados por Sistema de Transmisión de Sur S.A. (STS) en el Informe N°2. Implementación de medidas de manejo de flora: Monitoreo de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local de noviembre 2016, donde se presenta el número de ejemplares relocados y no aquellos rescatados previo a la construcción.

En los antecedentes anteriores no se contabilizan las especies *Atriplex taltalensis* y *Gypothamnium pinifolium* ya que, en el primer caso se generaron y dispusieron en terreno 15 individuos producidos a partir de germoplasma local lo cual es 5 ejemplares más que lo comprometido por el Titular y fue informado en el Monitoreo N°1 ejemplares replantados de septiembre 2019. Por su parte, el Proyecto durante el proceso de construcción no afectó los dos (2) individuos de *Gypothamnium pinifolium* indicados en la DIA.

En el caso de las especies *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus* se registró un aumento en el número de ejemplares rescatados, el cual respondió a la implementación de un criterio conservador respecto del rescate de los individuos con las obras proyectadas en terreno (replanteo topográfico), donde aquellos individuos presentes en los límites de las áreas proyectadas para las estructuras (torres) y de los nuevos caminos declarados en la DIA se optó igualmente por su rescate, lo que genera la diferencia respecto de la estimación realizada en base a información espacial proyectada digitalmente. A lo anterior se suma que, las especies *C. humilis* y *P. paucicostatus* son poco conspicuas y al momento de inspeccionar cada sitio de emplazamiento de estructuras y caminos, debidamente marcados y replantados topográficamente en terreno, se haya decidido su rescate.

Por otro lado, las especies *Eulychnia iquiquensis* y *Trichocereus deserticola* registraron un menor número de individuos rescatados respecto de la proyección de la DIA. En este caso la diferencia se explica por la implementación del criterio de planteo en terreno de las obras antes señalado, lo cual se generó la menor necesidad de rescate de individuos de las ya citadas especies.

Finalmente, para el caso de *Tillandsia geissei* el número de individuos previsto de rescate fue el mismo que el de rescate.

4.2 Delimitación de las áreas de trabajo y protección de individuos remanentes

De acuerdo con lo señalado en el PMB (punto 3.3.1.1), previo al inicio de la fase de construcción se considera la demarcación y delimitación de las áreas de trabajo y protección de individuos remanentes, cuyo objetivo era *"la delimitación es que las actividades y el personal se restrinjan de manera exclusiva a las áreas de intervención definidas en los planos de ingeniería de detalle del proyecto"*. La medida consideraba su aplicación entre las torres T1 a T20 y sus respectivos caminos de acceso. Junto con lo anterior, *"y en específico para las especies perennes, se demarcarán mediante un cercos temporal, cinta de demarcación o similar [subrayado agregado] a los ejemplares o grupos de individuos remanentes detectados en las áreas levantadas en el presente informe"* (PMB). Finalmente se señala que *"Tanto la demarcación de los ejemplares perennes como la delimitación de las áreas de trabajo, deberá ser visible para el personal y maquinaria, y retirada una vez finalizada la etapa de construcción"*.

De acuerdo con lo anterior, para todas las áreas de trabajo o zonas de afectación, se procedió a realizar la delimitación de estas durante las campañas de rescate de individuos de flora de interés ambiental (septiembre-octubre 2016), previo al inicio de la construcción física de las obras, y fue informado en el informe "Rescate de especies de interés y demarcación de obras de trabajo" (de octubre 2016). Las obras que fueron delimitadas corresponden a las siguientes:

- Bases de las torres.
- Caminos existentes de acceso a torres.
- Caminos proyectados de acceso a torres.

Se delimitó las bases de las torres mediante cerco con malla de demarcación naranja, en tres de los lados de cada torre, dejando siempre libre el lado por donde se accederá. Para los caminos de acceso proyectados se utilizaron varas de coligue dispuestas en ambos lados del camino y pintadas en sus extremos con color naranja fluorescente de modo de facilitar su visualización.

En relación con la aplicación espacial de la medida, esta se extendió desde la torre 3 a la 20, se excluyeron las estructuras 1 y 2 por estar en un paño sin presencia de especies de interés ambiental al interior de la Subestación Paposó, propiedad de Transelec. Junto con lo anterior, tampoco se implementó demarcación en la torre 5, dada la dificultad que presenta para acceder debido a la pendiente, sin embargo, en esta torre no se debía rescatar ningún individuo de las especies de interés ambiental. El avance y las torres abordadas con esta actividad se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3: Detalle del avance en la delimitación de áreas de trabajo.

| TORRE | ZONAS DE AFECTACIÓN | | | Delimitación de zonas de afectación |
|-------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | Torre | Camino existente | Camino proyectado | |
| 20 | Liberado | Liberado | Liberado | Si |
| 19 | Liberado | Liberado | Liberado | Si |
| 18 | Liberado | Liberado | Liberado | Si |
| 17 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 16 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 15 | Liberado | Liberado | - | Si |
| 14 | Liberado | Liberado | - | Si |
| 13 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 12 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 11 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 10 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 9 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 8 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 7 | Liberado | Liberado | - | Si |
| 6 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 5 | - | - | - | No |
| 4 | Liberado | - | Liberado | Si |
| 3 | Liberado | - | Liberado | Si |

Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Una vez terminada la construcción, se retiraron las demarcaciones junto con la desmovilización del personal de construcción. El registro fotográfico de las demarcaciones de áreas de trabajo realizadas previo a la construcción se presentan en el Anexo 1.

4.3 Manejo biológico efectuado

En el punto 3.3.2.1 del PMB se presentan los protocolos de manejo a implementar en los individuos rescatados. Una de las metodologías establecidas en el PMB corresponde a la obtención de esquejes, con lo cual a partir del fraccionamiento de partes de un individuo rescatado (brazos o cabezuelas), se pueden obtener varios ejemplares, si bien esta metodología puede ser aplicable para gran parte de especies de cactáceas, el PMB es específico en indicarlo en el protocolo para las especies *Copiapoa cinerea*, *Eulychnia iquiquensis* y *Trichocereus deserticola*, pero también señala que es aplicable para "las especies de cactus que presentan una forma de crecimiento con varios ejes o un gran tamaño, se obtendrán esquejes a partir de los brazos o cabezuelas de los ejemplares a afectar".

De acuerdo con lo anterior, una vez dispuestos los individuos en las áreas de acondicionamiento, en todos los casos que fue posible, se propagó vegetativamente los individuos rescatados generando varios ejemplares por cada uno de ellos. Esta práctica permite aumentar el número de ejemplares a disponer y por ende mejorar la probabilidad de compensar la cantidad de ejemplares rescatados.

El protocolo de manejo de los individuos en el rescate y durante el período de acondicionamiento en los sombreaderos se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Protocolo de manejo implementado

| Especie | Protocolo implementado |
|---|---|
| <p><i>Copiapoa cinerea</i> (tipo <i>C. eremophila</i>, individuos con uno o dos ejes principales y de tamaño pequeño)</p> <p><i>Copiapoa humilis</i></p> <p><i>Pyrrhocactus paucicostatus</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Los individuos rescatados fueron desenterrando completamente, utilizando chuzos y palas, manteniendo siempre la integridad de los individuos rescatados, y minimizando el daño mecánico de la porción aérea. • Los ejemplares rescatados se dispusieron en los sitios de acopio que se indican en la Tabla 5. Los sitios de acopio de ejemplares rescatados se ubicaron en función de la cercanía a las torres en que se realizó el rescate y cuentan con sombreadero de 70%. • Los individuos se transportaron de manera separada según torre de procedencia, de manera de conocer su origen, y éstos fueron rotulados, etiquetados y registrados en la base de datos en la medida que eran recepcionados en los sombreaderos. • Las especies <i>C. humilis</i> y <i>P. paucicostatus</i> presentan grandes raíces reservantes o engrosada, lo cual permitió, mediante fraccionamiento, la generación de nuevos ejemplares provenientes de la separación de la porción aérea (o cuerpo) de su raíz. En el primer caso (cuerpo), se promovió la generación de nuevas raíces, en tanto que en la raíz remanente se promovió la generación de un nuevo cuerpo. Así de un individuo rescatado, se pudo generar dos o más nuevos ejemplares. • Una vez dispuestos los ejemplares rescatados en cada sitio de acopio, se les realizó una limpieza total de la tierra de las raíces, para luego efectuar una poda fuerte de raíces y aplicación de fungicida e insecticida sobre ellas (CAPTAN y DIMETOATO). La poda al sistema radical dejó sólo las raíces principales y con un tamaño máximo de 5 cm. • En el sombreadero se implementó el siguiente protocolo de manejo sanitario: <ul style="list-style-type: none"> ○ Retiro y eliminación de porciones o brotes con presencia de pudrición o ataque severo de gusanos. ○ Aplicación mensual del insecticida Dimetoato por seis meses. ○ Aplicación puntual (mes 4 de acopio) del germicida Sanicitrex. ○ Aplicación mensual del fungicida Captan por seis meses. |
| <p><i>Copiapoa cinerea</i> (tipo <i>C. haseltoniana</i>, individuos de gran tamaño con varios cuerpos)</p> <p><i>Eulychnia iquiquensis</i></p> <p><i>Trichocereus deserticola</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Los individuos rescatados fueron desenterrando completamente, utilizando chuzos y palas, procurando mantener la integridad de los individuos rescatados, y minimizando el daño mecánico de la porción aérea. • En todos los casos, los ejemplares rescatados fueron fraccionados para la obtención de esquejes a partir de brazos (<i>E. iquiquensis</i> y <i>T. deserticola</i>) o cabezuelas (<i>C. cinerea</i>), mediante un corte limpio en el punto de inserción del fragmento o lo más cercano a dicho punto. Se procuró no dañar mecánicamente el fragmento generado. Se destaca que en todo momento se mantuvo la integridad y origen del fragmento en relación con el individuo de origen, manejando de manera conjunta todos los fragmentos provenientes del respectivo individuo. • Los ejemplares rescatados se dispusieron en los sitios de acopio que se indican en la Tabla 5. Los sitios de acopio de ejemplares rescatados se ubicaron en función de la cercanía a las torres en que se realizó el rescate y cuentan con sombreadero de 70%. |

| Especie | Protocolo implementado |
|---------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Los ejemplares se transportaron de manera separada según torre de procedencia, de manera de conocer su origen, y éstos fueron rotulados, etiquetados y registrados en la base de datos en la medida que eran recepcionados en los sombreaderos. • Una vez dispuestos los ejemplares rescatados en cada sitio de acopio, a cada fragmento se les aplicó un baño de Captan (fungicida) preventivo y se dispusieron de manera de que tuvieran una adecuada aireación. • En el sombreadero se implementó el siguiente protocolo de manejo sanitario: <ul style="list-style-type: none"> ○ Retiro y eliminación de fragmentos o ejemplares con presencia de pudrición o ataque severo de gusanos. ○ Aplicación mensual del insecticida Dimetoato por seis meses. ○ Aplicación puntual (mes 4 de acopio) del germicida Sanicitrex. ○ Aplicación mensual del fungicida Captan por seis meses. • Previo al traslado a los respectivos sitios de relocalización, para aquellos ejemplares que no habían generado raíces, se refrescó el corte en la porción basal y se aplicó el producto enraizante en gel Clonex para promover la generación de nuevas raíces. |

Fuente: elaboración propia en base a informes N°1 al 7 (octubre 2016 a abril 2017)

4.3.1 Metodología para identificación de individuos rescatados y sombreaderos

El rescate de los individuos de especies de interés ambiental (clasificadas En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada) a ser afectados por las obras del proyecto se llevó a cabo en tres campañas de terreno realizadas entre septiembre y octubre de 2016. Los individuos rescatados fueron un total de 476, los cuales fueron dispuestos en sitios de acopio (sombreaderos) presentes en el sector de Paposo y una relocalización in-situ, tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Detalle de la ubicación de sitios de acopio de los ejemplares rescatados. Datum WGS 84, UTM 19 Sur.

| Sitio Acopio | UTM E | UTM N | Especies dispuestas | N° ejemplares |
|------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------|---------------|
| Acopio Escuela Paposo | 352124 | 7233115 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 71 |
| | | | <i>Trichocereus deserticola</i> | 1 |
| Total Acopio Escuela Paposo | | | | 72 |
| Acopio PAIS | 352337 | 7233835 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 59 |
| | | | <i>Copiapoa humilis</i> | 97 |
| | | | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 5 |
| | | | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 29 |
| | | | <i>Trichocereus deserticola</i> | 6 |
| Total acopio PAIS | | | | 197 |
| Acopio T11 | 355040 | 7234229 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 108 |
| | | | Total acopio T11 | |
| Acopio T12 | 355165 | 7234456 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 86 |
| | | | Total acopio T12 | |
| Acopio T13 | 355190 | 7235053 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 13 |
| | | | Total acopio T13 | |

| Sitio Acopio | UTM E | UTM N | Especies dispuestas | Nº ejemplares |
|------------------------|-------------------------------------|---------|---------------------------|---------------|
| Relocalización in-situ | 354601 | 7233937 | <i>Tillandsia geissei</i> | 1 |
| | Total relocalización in-situ | | | 1 |
| Total general | | | | 476 |

Fuente: elaboración propia en base a Tabla 6 Informe N°1 octubre 2016

En relación con la identificación de los individuos rescatados, el PMB señala: "Se mantendrá un registro por individuo, indicando especie y coordenadas rescate y posteriormente de plantación". De acuerdo con lo anterior, se llevó un registro de cada individuo rescatado, para lo cual todos los individuos dispuestos en los sitios de acopio fueron identificados y etiquetados de forma individual, ajustando el método de la siguiente forma:

- En el caso de los individuos de menor tamaño correspondiente a las especies *Copiapoa humilis*, *Pyrrhocactus paucicostatus* y *Copiapoa cinerea* (en menor cantidad), fueron etiquetados de forma individual (etiquetas metálicas, etiquetas plásticas o cintas flúor tipo Flying, sujetas por alambre a cada individuo) con una numeración continua e identificando especie y torre de origen en donde se rescataron, tal como se constató en los sombreaderos de la instalación de faena del contratista de construcción (Fotografía 1) y de la Escuela de Paposo (Fotografía 2 y Fotografía 3).

Fotografía 1: Ejemplares rescatados y etiquetados de *C. humilis* y *P. paucicostatus*, Sombreadero instalación de faena contratista construcción (PAIS).



Fuente: Monitoreo 5 de ejemplares rescatados, marzo 2017.

Fotografía 2: Individuo pequeño rescatado de *C. cinerea* con etiqueta plástica que detalla coordenadas, N° de individuo y torre de origen, Sombreadero Escuela Paposo.



Fuente: Monitoreo 3 de ejemplares rescatados, enero 2017.

Fotografía 3: Varios Individuos pequeños rescatados de *C. cinerea* con etiqueta plástica, Sombreadero Escuela Paposo.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

- Por su parte los individuos de mayor tamaño, principalmente de las especies *Copiapoa cinerea*, *Eulychnia iquiquensis* y *Trichocereus deserticola*, debido a su elevado peso y gran número de brazos, se optó por propagarlos (esquejes) al momento de realizar el rescate. En este caso, los esquejes fueron agrupados por cada individuo original y sus esquejes, y luego etiquetados utilizando etiquetas plásticas o cintas de demarcación, manteniendo la información de cada individuo y su torre de origen, tal como se muestra en la Fotografía 4. En casos muy puntuales, y cuando se dispusieron en un mismo mesón sólo ejemplares provenientes de sólo una torre, se rotularon dichos mesones, esto se realizó en el sombreadero de la Instalación de faenas como lo muestra la Fotografía 5
- En todos los casos fue posible etiquetar y documentar el origen de cada grupo de ejemplos (individuo original y sus esquejes), registrando la totalidad de individuos rescatados, la torre de la cual proviene y sus coordenadas de origen, tal como se presenta en el Anexo 2. En dicho anexo se presenta el sitio y las coordenadas de relocalización pudiéndose hacer el seguimiento y la trazabilidad de cada ejemplar, y así cumplir el objetivo del registro.

Fotografía 4: individuo grande rescatado de *C. cinerea*, agrupado (individuo original y sus brazos o esquejes) y etiquetado con cintas de demarcación, sombreadero Escuela Papos.



Fuente: Monitoreo 1 de ejemplares rescatados, noviembre 2016.

Fotografía 5: Mesón con tabulación correspondiente a la torre de origen de los individuos rescatados, sombrero Instalación de faenas empresa PAIS.



Fuente: Monitoreo 5 de ejemplares rescatados, marzo 2017.

- Junto con lo anterior, a raíz del gran número de esquejes generados a partir de los individuos de gran tamaño presentes en las torres 11, 12 y 13, se generaron tres nuevos sombreaderos en las cercanías de cada una de estas torres con el fin de minimizar el daño de los esquejes producto del traslado hacia los sombreaderos de la Instalación de Faenas y de la Escuela de Paposo, en este caso se consideró que no fue necesario rotular el origen de cada individuo dispuesto en los estos sombreaderos, puesto que todos ejemplares de cada uno de estos sitios provenían exclusivamente de la torre cercana, pero sí se realizó el agrupamiento de ejemplares asociados a cada individuo rescatado, tal como se muestra en la Fotografía 6.

Fotografía 6: Ejemplares de *Copiapoa cinerea* todos vivos en sombreadero T13, monitoreo 1.



Fuente: Informe N°2 noviembre 2016.

- Por último, el único ejemplar a rescatado de la especie *Tillandsia geisei* fue relocalizado de forma *in-situ* al momento de realizar su rescate, etiquetándose y disponiéndose en las cercanías de la torre 8 (lugar en donde fue rescatado). De esta forma se guardó la información de origen de este individuo, tanto sus coordenadas originales (lugar donde se rescató), como las del sitio donde fue finalmente relocalizado (Fotografía 7).

Fotografía 7: Individuo de *T. geisei*, rescatado, etiquetado y relocalizado in-situ, cercanías de la torre 8



Fuente: Monitoreo 5 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local, marzo 2017.

Tanto en el PMB como en la RCA del proyecto, no se especifica el tipo ni detalle de información que debe llevar la etiqueta de cada individuo rescatado, pero si se establece que se debe mantener un registro de cada individuo, por especie y sus respectivas coordenadas de rescate, por lo cual la metodología utilizada se ajusta al considerando 8.2 de la RCA. La disposición final del total de individuos rescatados según torre de origen y especie se presenta a continuación en la Tabla 6, mientras que el registro y las coordenadas de origen de cada individuo rescatado, y el sitio y coordenadas de relocalización de cada uno se presentan en el Anexo 2.

Tabla 6: Detalle del rescate de ejemplares realizados entre las campañas de rescate 1, 2 y 3.

| Torre / Acceso | Especie | Nº de ejemplares rescatados | Destino |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 20 | - | - | - |
| 19 | - | - | - |
| 18 | - | - | - |
| 17 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 59 | Acopio PAIS |
| 16 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 20 | Acopio Escuela Paposo |
| 15 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 14 | Acopio Escuela Paposo |
| 14 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 21 | Acopio Escuela Paposo |
| 13 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 28 | Acopio Escuela Paposo /Acopio T13 |
| 12 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 86 | Acopio T12 |
| 11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 108 | Acopio T11 |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 11 | Acopio PAIS |
| 10 | <i>Copiapoa humilis</i> | 51 | Acopio PAIS |
| | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 1 | Acopio PAIS |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 8 | Acopio PAIS |
| 9 | <i>Copiapoa humilis</i> | 25 | Acopio PAIS |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 3 | Acopio PAIS |
| 8 | <i>Copiapoa humilis</i> | 15 | Acopio PAIS |
| | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 3 | Acopio PAIS |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 2 | Acopio PAIS |
| | <i>Tillandsia geissei</i> | 1 | Relocalización in-situ |
| 6 | <i>Copiapoa humilis</i> | 6 | Acopio PAIS |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 5 | Acopio PAIS |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 6 | Acopio PAIS |
| 5 | - | - | - |
| 4 | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 1 | Acopio cercanías T4 |
| 3 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 1 | Acopio Escuela Paposo |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 1 | Acopio Escuela Paposo |
| Total individuos rescatados | | 476 | |

Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

4.3.2 Manejo de hongos en individuos rescatados

Con respecto a la observación por parte de la SMA sobre presencia de hongos en algunos de los ejemplares de *Copiapoa cinerea* dispuestos en la escuela Paposo, se aclara que esta es una situación esperable y común en el manejo y cultivo de cactáceas, la cual además no determinó una afectación

en el establecimiento y prendimiento en el número de ejemplares relocados para esta especie, afectación que implicó la pérdida de 19 ejemplares de los 476 rescatados lo que corresponde a cerca del 4% del total de individuos rescatados, tal como lo muestra la Tabla 7.

En este contexto, el número total de individuos de cactáceas rescatados solo registró un total de 19 muertos hasta el noveno monitoreo (antes de realizar la relocalización), de los cuales 13 corresponden a *Copiapoa humilis*, 3 a *Pyrrhocactus paucicostatus* y solo 3 a *Copiapoa cinerea* (ver Tabla 7), por lo cual, las especies que presentaban pudrición y su número de esquejes dañados no se relacionan con el número y especies que presentaron mortandad previa a la relocalización.

Tabla 7: Supervivencia de individuos rescatados y dispuestos en sombreaderos, previo a la relocalización.

| Sombreadero u acopio | Especie | Nº de ejemplares rescatados | Nº de ejemplares vivos | Nº de ejemplares muertos | % de supervivencia |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| Colegio Paposo | <i>Copiapoa cinerea</i> | 71 | 69 | 2 | 97,2 |
| | <i>Cumulopuntia sphaerica</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| PAIS | <i>Copiapoa cinerea</i> | 59 | 58 | 1 | 98,3 |
| | <i>Copiapoa humilis</i> | 97 | 84 | 13 | 86,6 |
| | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 4 | 4 | 0 | 100 |
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 29 | 26 | 3 | 89,7 |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 6 | 6 | 0 | 100 |
| T11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 108 | 108 | 0 | 100 |
| T12 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 86 | 86 | 0 | 100 |
| T13 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 13 | 13 | 0 | 100 |
| T4 | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| Total | | 476 | 455 | 19 | |

Fuente: elaboración propia.

En este contexto, Trevizán & Valtierra (2018¹) quienes evaluaron la propagación asexual (por esquejes) en condiciones controladas de otras dos especies chilenas de cactáceas: *Corryocactus brevistylus* y *Oreocereus leucotrichus*, señalan que en individuos bajo cultivo es común que raíces se vean infectadas de hongos u otros microorganismos que pueden provocar pudrición o aparición de enfermedades. De la misma forma Reyes (2008²) explica que un problema muy común en el manejo de plantas suculentas es la pudrición provocada por hongos y bacterias, lo cual se expresa comúnmente como manchas marrones o negruzcas en la base de los tallos. Los ejemplares (esquejes) con hongos de *C. cinerea* expuestos como medio de prueba en el informe de la SMA, presentan justamente manchas negras y pudrición en la base de los tallos donde se estaba desarrollando un nuevo sistema radicular.

¹ Trevizán, J & Valtierra, H. 2018. Evaluación de propagación asexual en dos especies de cactus: *Corryocactus brevistylus* K. Schum. y *Oreocereus leucotrichus* (Philippi) Wagenknecht, endémicos, pertenecientes al sector de precordillera de la XV región de Arica y Parinacota, Chile. *Idesia*. 36 (4): 109-120.

² Reyes, J. 2008. Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas. Manual práctico. Comisión Nacional Forestal. Gobierno federal de México. 110 pp.

Por otro lado, Reyes (2008) propone como solución a la afectación de hongos, realizar cortes de las partes dañadas o podridas utilizando un cuchillo limpio, con el fin de separar estas porciones dañadas de los individuos sanos y así evitar la propagación del daño. Estas mismas medidas fueron realizadas por el personal de BIOTA cada vez que se realizaron los monitoreos en los sombreaderos de los ejemplares rescatados, aplicando cortes a los individuos y sus esquejes que presentaran hongos o procesos de pudrición, además de la aplicación constante del fungicida Captan, tal como lo grafican la Fotografía 8 y Fotografía 9 respectivamente. Por su parte, el detalle de la cantidad de esquejes que presentaron hongos y pudrición durante los monitoreos de individuos rescatados se presenta en la Tabla 8.

Fotografía 8: Brazos de individuos rescatados de *C. cinerea* con cortes basales producto de la extracción de porciones con pudrición.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Fotografía 9: Aplicación de fungicida CAPTAN en individuos rescatados del sombradero colegio Paposo.



Fuente: Monitoreo 5 de ejemplares rescatados, marzo 2017.

Tabla 8: Detalle de brazos con proceso de pudrición, removidos durante los monitoreos realizados por especie.

| Sombreadero u acopio | Especie | Nº esquejes con pudrición/monitoreo | | | | | | Total |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 1º nov.'16 | 2º dic.'16 | 3º ene.'17 | 4º feb.'17 | 5º mar.'17 | 6º abr.'17 | |
| PAIS | <i>Copiapoa cinerea</i> | 51 | 40 | 46 | 26 | 47 | 9 | 219 |
| | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Escuela Paposo | <i>Copiapoa cinerea</i> | 15 | 31 | 49 | 13 | 32 | 16 | 156 |
| T13 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 9 | 10 | 22 | 4 | 8 | 24 | 77 |
| T12 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 6 | 26 | 49 | 4 | 80 | 18 | 183 |
| T11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 10 | 21 | 18 | 2 | 15 | 10 | 76 |
| Total | | 91 | 130 | 187 | 49 | 182 | 77 | 716 |

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Tabla 8, el número de brazos o esquejes que presentaron estado de pudrición al momento de realizar los monitoreos alcanza un total de 716, de los cuales 711 (99,3%) corresponden a *Copiapoa cinerea*, mientras que solamente 4 (0,5%) pertenecen a *Trichocereus*

deserticola y solo 1 (0,1%) a *Eulychnia iquiquensis*. A su vez, este elevado número de esquejes con pudrición no conllevó a que murieran por completo un número igual de individuos rescatados de *Copiapoa cinerea*.

Además de lo anterior Trevizán & Valtierra (2018) enfatizan que antes de plantar los individuos de cactáceas, las raíces de estos deben ser cuidadosamente podadas, secadas al aire y desinfectadas. Esto último también se cumplió antes de realizar la relocalización de los individuos rescatados de *Copiapoa cinerea*.

4.3.3 Se constata material de excavación en sombreadero

Relacionado a la mención de la SMA sobre el material de excavación (tierra, piedras y escombros) observado en el sombreadero T11 durante el monitoreo 6 de ejemplares rescatados, se aclara que esta situación fue corregida en el mismo momento en que se realizó dicho monitoreo, puesto que una de las actividades asociadas a todos los monitoreos realizados era la revisión y mantención estructural de los sombreaderos o sitios de acopio. En detalle, la depositación de materiales en el sombreadero T11 llegó a tapar parte del borde de la malla y algunos esquejes de individuos rescatados de *Copiapoa cinerea*. El detalle de lo anterior se puede observar en la Tabla 9 y en la Fotografía 10 y Fotografía 11.

Tabla 9: Detalle de individuos afectados por material de excavación, sombreadero T11.

| Sombreadero | Especie | N° Individuos | N° Individuos afectados | % individuos afectados | N° Individuos muertos |
|-------------|-------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| T11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 58 | 3 | 5,1% | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 10: Disposición de material de excavación que afectó el sombreadero de la T11



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Fotografía 11: Detalle de los 3 individuos rescatados y afectados por la disposición de material en el sombrero T11



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Como se aprecia en la Tabla 9, del total de 58 individuos de *Copiapoa cinerea* rescatados y dispuestos en el sombrero T11, solo 3 de estos fueron afectados por las depositaciones de materiales observados, lo cual no implicó la muerte de ninguno de estos. El problema fue corregido retirando el material de excavación que aplastaba parte de la malla (Fotografía 12 y Fotografía 13), además de realizar una limpieza y reubicación de los tres individuos que habían sido afectados (Fotografía 14). Estos últimos no presentaron pudrición ni heridas en los esquejes afectados, y como se mencionó con anterioridad no hubo mortalidad.

Fotografía 12: Proceso de retiro del material de excavación sobre el sombreadero T11.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Fotografía 13: Retiro total del material de excavación y alejamiento de los individuos afectados y cercanos, sombreadero T11.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

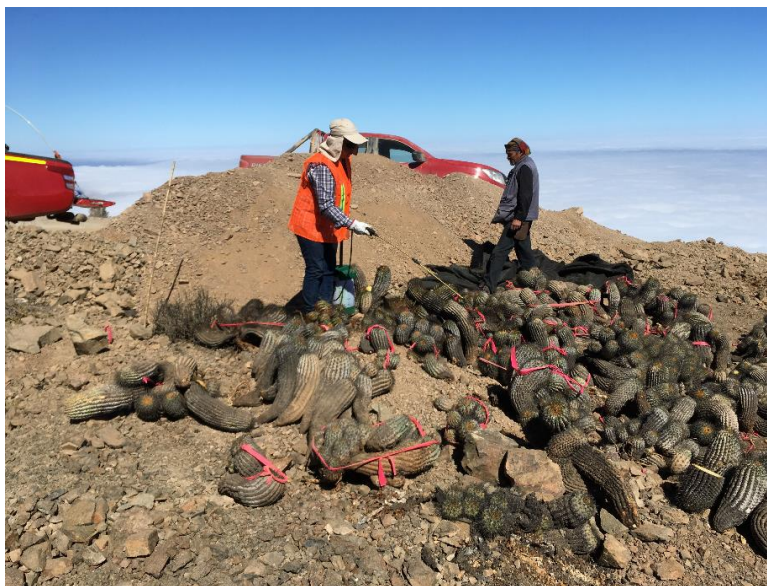
Fotografía 14: Reubicación de individuos afectados de Copiapoa cinerea alejados del depósito de materiales, sombreadero T11.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Posterior a reubicación de los individuos, se aplicó el sanitizante y germicida SANICITREX del Laboratorio Anasac a cada uno de los ejemplares dispuestos en el sombreadero T11, con el objetivo de reducir los ataques de agentes patógenos (Fotografía 15). Por último, se procedió a realizar la reposición de postes y se mejoró la posición y tensión de la malla, utilizando incluso el mismo acopio de materiales para lograr esto (Fotografía 16). De esta manera se pudo cubrir adecuadamente el área de interés protegiendo de mejor manera a los ejemplares de la radiación solar (Fotografía 17).

Fotografía 15: Aplicación de SANCITEX a ejemplares rescatados de C. cinerea en sombreadero T11.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

Fotografía 16: Estado del sombreadero T11 una vez reparado, utilizando el acopio para tensar la malla raschel.



Fuente: Informe monitoreo 6 de ejemplares rescatados y producción de plantas con germoplasma local, abril 2017.

Fotografía 17: Vista de frente del sombreadero T11 una vez reparado.



Fuente: Monitoreo 6 de ejemplares rescatados, abril 2017.

4.4 Estado actual de los individuos relocados

La generación de ejemplares a partir de la fragmentación de brazos, cabezuelas o raíces de los individuos rescatados permitió generar un número importante de nuevos ejemplares. Así, del total de 476 individuos rescatados, se generó un total de 829 ejemplares que fueron dispuestos en terreno, tal como lo detalla la Tabla 10.

De este modo, se aumentó el número de ejemplares a relocar y por ende mejorar la probabilidad de disponer en terreno la cantidad de ejemplares rescatados. En la Tabla 10 se presentan los antecedentes de los ejemplares relocados por especie, y se compara con los individuos rescatados, como se puede observar, para la totalidad de las especies se relocizó el 100% o más de los individuos rescatados.

Tabla 10: Antecedentes de número de individuos censados, rescatados y ejemplares relocados

| Especie | N° individuos rescatados | N° ejemplares relocados | % relocización respecto rescatados |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 337 | 533 | 158,2% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 97 | 191 | 196,9% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 5 | 38 | 760,0% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 29 | 41 | 141,4% |
| <i>Tillandsia geissei</i> | 1 | 1 | 100,0% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | 7 | 25 | 357,1% |
| Total general | 476 | 829 | 174,2% |

Fuente: elaboración propia en base Informe N°11, Informe Monitoreo N°8 e Monitoreo N°1 ejemplares replantados

Debido al gran número de ejemplares relocados (829), se optó desde el punto de vista metodológico realizar los monitoreos a una muestra representativa del número de ejemplares, en función de las diferentes especies y sitios de monitoreo, con el fin de facilitar la evaluación del total de individuos. Así, en cada sitio de relocación se realizaron las observaciones a una muestra correspondiente al 20% de los ejemplares relocados de cada especie.

Esta metodología se sustenta en la Guía de evaluación ambiental (SAG, 2010³), donde se establece que los planes de seguimiento que permiten velar por el buen resultado de los planes de mitigación, restauración o de compensación implementados, deben monitorear parámetros o variables, como el número de ejemplares rescatados, número de ejemplares relocados, georreferenciación de la o las áreas de trasplante y su representación cartográfica, porcentaje de prendimiento alcanzado, entre otras. Según la misma Guía de evaluación ambiental, lo importante radica en elegir bien las variables o parámetros a monitorear, junto la frecuencia y duración de este, con la finalidad de permitir evaluar la eficacia de la medida ambiental implementada.

Para el caso del Proyecto, el indicador de éxito de la medida establece la existencia de los tres indicadores definidos para dar por establecido a los ejemplares (entendiéndose esto como individuos

³ Servicio Agrícola Ganadero (SAG). 2010. Guía de evaluación Ambiental, Vegetación y flora terrestre. Ministerio de Agricultura. Chile, agosto 2010. 23pp

con presencia de raíces, crecimiento y un buen estado fitosanitario), por lo cual se han realizado las evaluaciones pertinentes a los indicadores raíces nuevas, crecimiento y estado fitosanitario sobre la muestra del 20% de los individuos relocalizados, pudiendo observar luego de 9 monitoreos ejecutados hasta abril de 2020, que cinco de las siete especies en análisis cumplen con el éxito de la medida, lo cual se expresa en un 75% de prendimiento esperado después de 2 años de realizada la relocalización, tal como lo detalla la Tabla 11. Sin perjuicio de lo anterior, el porcentaje de prendimiento establecido como indicador de éxito se basa en la totalidad de los ejemplares relocalizados, y el muestreo aplicado es sobre este universo o, de otra manera, es un muestreo sobre el total de los 829 ejemplares relocalizados y no sobre los 476 individuos rescatados.

Tabla 11: Estado de prendimiento actual de los ejemplares monitoreados según especie, al cabo de todos los monitoreos realizados.

| Especie | Cantidad de ejemplares relocalizados | Cantidad de ejemplares monitoreados | Cantidad de ejemplares con Prendimiento | Proporción con prendimiento [%] | Cantidad de ejemplares sin Prendimiento | Proporción sin prendimiento [%] |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 533 | 119 | 95 | 79,8% | 24 | 20,2% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 191 | 40 | 30 | 75,0% | 10 | 25,0% |
| <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 38 | 9 | 7 | 77,8% | 2 | 22,2% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 41 | 10 | 4 | 40,0% | 6 | 60,0% |
| <i>Tillandsia geissei</i> | 1 | 1 | 1 | 100,0% | 0 | 0,0% |
| <i>Trichocereus deserticola</i> | 25 | 7 | 6 | 85,7% | 1 | 14,3% |
| Total | 829 | 186 | 143 | 76,9% | 43 | 23,1% |

Fuente: elaboración propia en base a Monitoreo 9 Relocalización de Ejemplares Vegetales. Temporada Verano 2020 – Año 3.

5 Discusión

De acuerdo con los antecedentes expuestos en este documento, el rescate verificado fue en un porcentaje del 13,26% del total de individuos presentes en el área de influencia del proyecto, según se indicó en la DIA del Proyecto. Si bien se registró un aumento en alguna de las especies, también se registró una menor cantidad de rescates para algunas especies, todo lo anterior producto de la proyección en terreno de las obras y la implementación de un criterio precautorio al momento de materializar los rescates. Sin perjuicio de lo anterior, el aumento es de un 3,56% (128 individuos) verificado en las especies *Copiapoa cinerea*, *Copiapoa humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus*, a pesar de lo cual en todas ellas aún quedaría remanente en terreno más de un 75% de los individuos evaluados en la DIA.

En relación con el manejo implementado, para las especies de cactáceas la producción de nuevos ejemplares a partir de propagación vegetativa (fraccionamiento) permitió contar con un número muy

superior de entidades a relocalizar en terreno y compensar largamente los ejemplares muertos durante el proceso de acondicionamiento. Si bien la cantidad de fragmentos (brazos, cabezuelas o partes de individuos) afectados por pudrición o ataque de patógenos puede ser considerado elevado, o ser percibido visualmente como importante, los antecedentes provenientes del registro implementado muestran que esta pérdida no superó el 4% de los ejemplares de cactáceas rescatadas.

Respecto del logro del índice de éxito de la relocalización, para la mayoría de las especies de cactáceas se pudo llegar a su logro en los tres parámetros definidos, sin perjuicio que hay que tener en consideración que el porcentaje evaluado fue sobre el total de ejemplares relocalizados, el cual como se señaló, es mayor a los individuos rescatados.

De acuerdo con la evaluación presentada en abril 2020 (Monitoreo N°9) sólo para *Pyrhocactus paucicostatus* no se obtuvo el índice de éxito, ante lo cual se proponen las siguientes medidas correctivas.

5.1 Actividades para la reposición de ejemplares de *Pyrhocactus paucicostatus*

Dada la circunstancia de que no se ha alcanzado un porcentaje de éxito en el rescate y restablecimiento de *Pyrhocactus paucicostatus*, teniendo en consideración lo señalado anteriormente, es que a continuación se proponen las actividades tendientes a obtener ejemplares de esta especie que permitan la generación de nuevos ejemplares a disponer en terreno para lograr el índice de éxito establecido por el Proyecto.

Tal como está planteado en el PMB, ante la contingencia de no alcanzar los umbrales de éxito en el rescate de las especies amenazadas, la actividad propuesta es la producción de individuos a partir de germoplasma local, lo cual se puede realizar a partir de semillas o por reproducción vegetativa de los ejemplares sobrevivientes.

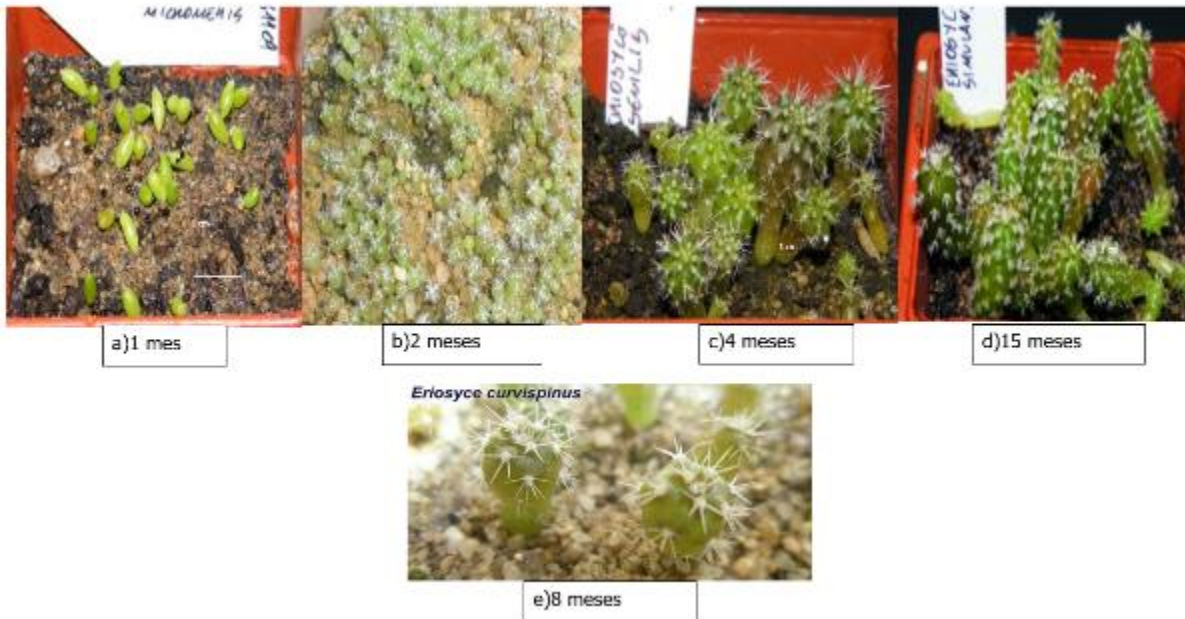
5.1.1 Reproducción a partir de semillas provenientes de individuos rescatados

Para esto se plantea que, durante la presente temporada, estimular la producción de semillas a partir de los individuos de *P. paucicostatus* que han sido reestablecidos, así como de algunos remantes en el área inmediatamente cercana a las áreas de emplazamiento del Proyecto, de modo tal de contar con una fuente de germoplasma local para generar un número más alto de individuos para el reemplazo de aquellos que se han muerto o extraviado en el proceso de rescate y restablecimiento.

Cabe destacar que no existen antecedentes respecto a esta especie y son escasos respecto a otras especies del grupo taxonómico a la cual ella pertenece, señalándose en términos generales que son de muy lento crecimiento, salvo aquellas especies de origen tropical. Junto con lo anterior, en contados casos, la germinación, el primer proceso de crecimiento, es fácil y exitoso generalmente en alta proporción, especialmente cuando se toman en consideración factores tales como humedad, temperatura y luminosidad.

Normalmente la germinación ocurre a las dos semanas de la siembra, especialmente si la humedad es constante; luego de un mes ya están completamente expandidos los pequeños cotiledones; las primeras areolas (espinas) se desarrollan a los dos meses de la germinación cuando las pequeñas plántulas alcanzan 0,5 cm de altura. A los cuatro meses de la germinación, las jóvenes plantas pueden alcanzar entre 1-2 cm. para llegar a los 2-3 cm. a los 15 meses, tal como se muestra en la Figura 1. Posteriormente este crecimiento en longitud disminuye, para comenzar a aumentar en diámetro a tasas de 0,5-1 cm/año, dependiendo de las condiciones de cultivo.

Figura 1: Simulación del proceso de crecimiento y desarrollo los primeros 15 meses posteriores a la germinación en especies del grupo *Pyrrhocactus* (= *Eriosyce*, *Thelocephala*, *Neoporteria*): a) *Thelocephala napina*; b) *Pyrrhocactus curvispinus*; c) *Neoporteria senilis*; d) *Pyrrhocactus simulans*; e) *Pyrrhocactus curvispinus*

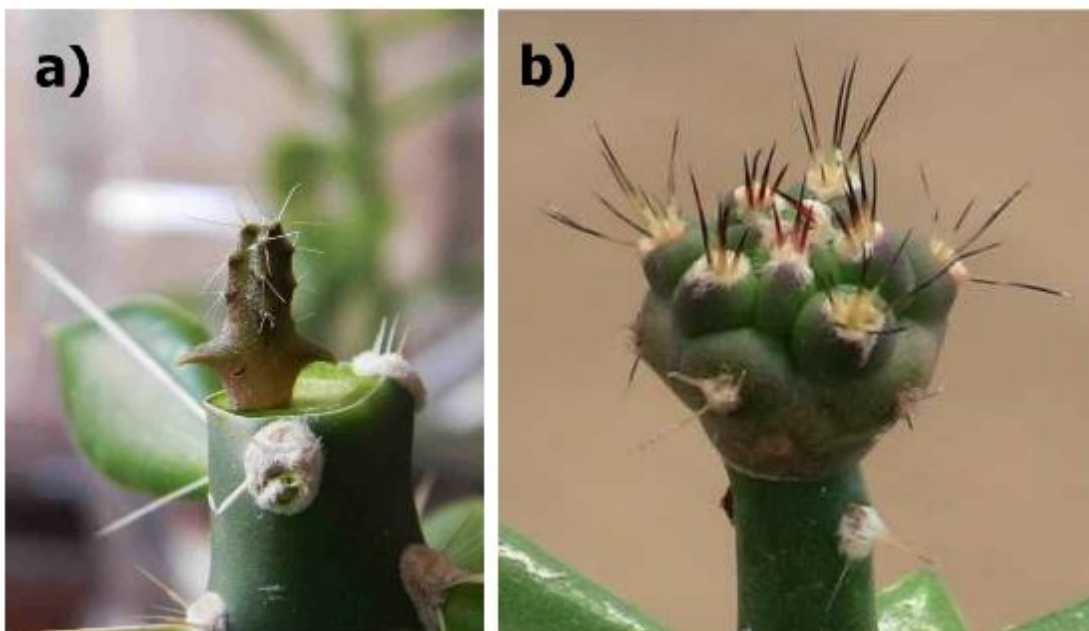


Fuente: Elaboración propia, basándose en imágenes del foro Eriosyce (<http://eriosyce.mforos.com/>)

5.1.2 Pruebas de aceleración de crecimiento mediante técnicas de injertación.

Dada el lento crecimiento, se espera que estos ejemplares producidos a partir de semillas no estén en condiciones de ser dispuestos en terreno antes de cinco (5) a seis (6) años, en el mejor de los casos, aplicando técnicas de manejo que impliquen un crecimiento continuo (temperatura, fertilización, iluminación, riego, control sanitario). Para disminuir, en parte, este periodo, se propone efectuar la aceleración de crecimiento mediante técnicas de micro injertación en patrones estimuladores, con lo cual el periodo de producción de individuos puede disminuirse en un tercio, es decir acortarse a 3-3,5 años. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de a) una plántula de aprox. 4 meses, injertada sobre *Pereskopsis sp.* y b) como estaría a los 8 meses en condiciones de crecimiento continuo.

Figura 2: Ejemplos de microinjertación de plántulas, procedentes de semillas, sobre *Pereskiaopsis* sp.



Fuente: a) <https://archivo.infojardin.com/tema/microinjerto-en-una-quiabentia.282850/>; b) <https://www.forocactus.com/viewtopic.php?t=5509>

5.1.3 Reproducción vegetativa

La técnica más empleada para la multiplicación de ejemplares en muchas de las especies de la familia *Cactaceae* es la técnica de la injertación, con la cual se promueve el crecimiento y la proliferación de brotes laterales, los cuales, al alcanzar un cierto tamaño, pueden ser extraídos y sometidos a enraizamiento para formar nuevos individuos.

Al respecto, se propone efectuar la extracción de brotes laterales en individuos que presenten más de un eje (ver ejemplo Figura 3), para injertarlos, inducir crecimiento y estimular la formación de brotes laterales que permitan, mediante su extracción, su multiplicación, injertándolos nuevamente para lograr individuos de tamaño apropiado para su instalación en los sectores asignados para ello. El periodo total estimado para este proceso es de 2 a 2,5 años.

Figura 3: Individuos de *P. paucicostatus* relocalizados donde se muestran brotes laterales (círculos amarillos), potenciales para multiplicación y reproducción mediante técnicas de injertación



Fuente: elaboración propia

6 Anexos

Anexo 1: Registro fotográfico delimitación de obras previo al inicio de la construcción

Fotografía 18: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T20, octubre 2016 (UTM E: 356359, UTM N: 7237102). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 19: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T19, octubre 2016 (UTM E: 356356, UTM N: 7236832). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



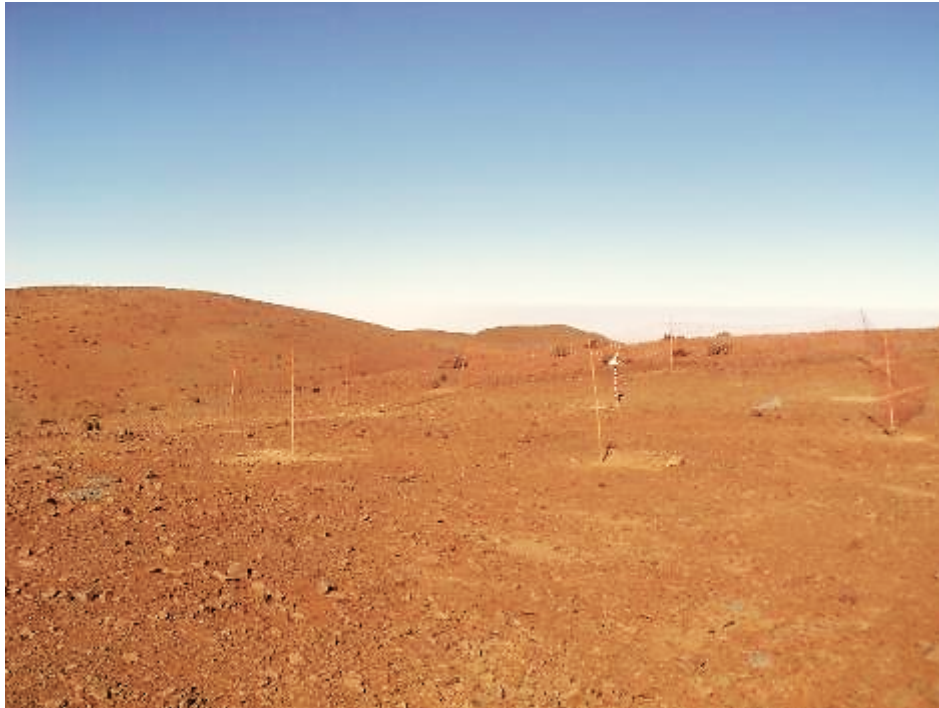
Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 20: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T19, octubre 2016 (UTM E: 356356, UTM N: 7236832). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 21: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T18, octubre 2016 (UTM E: 356349, UTM N: 7236488). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 22: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T18, octubre 2016 (UTM E: 356535, UTM N: 7236327). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 23: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T17, octubre 2016 (UTM E: 356342, UTM N: 7236114). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



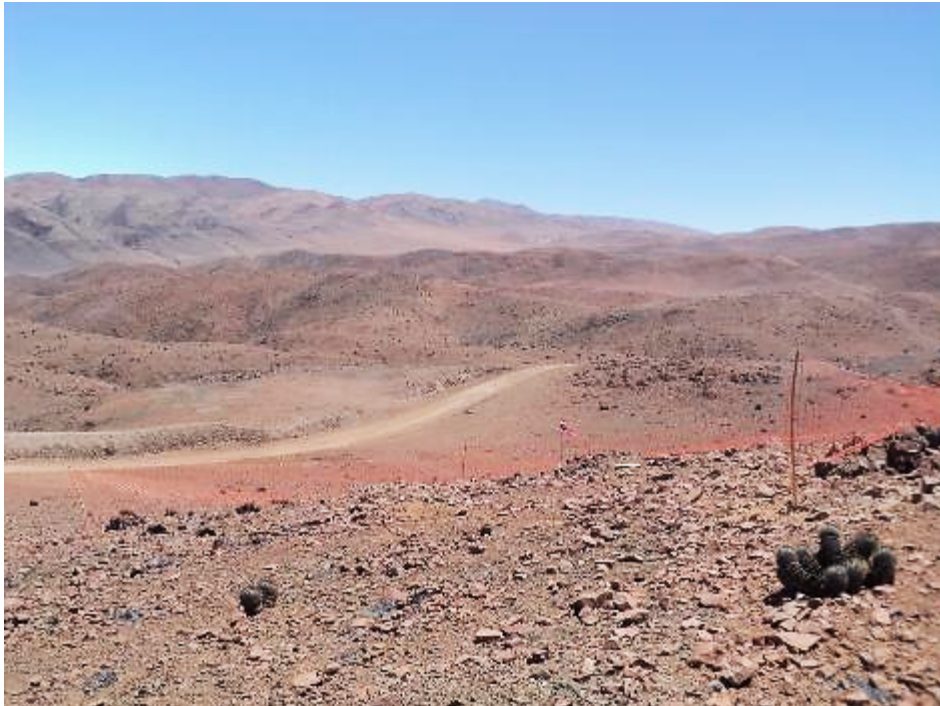
Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 24: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso modificado a torre, T17, octubre 2016 (UTM E: 356363, UTM N: 7236128). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 25: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T16, septiembre 2016 (UTM E: 356329, UTM N: 7235690). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 26: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T16, octubre 2016 (UTM E: 356328, UTM N: 7235691). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



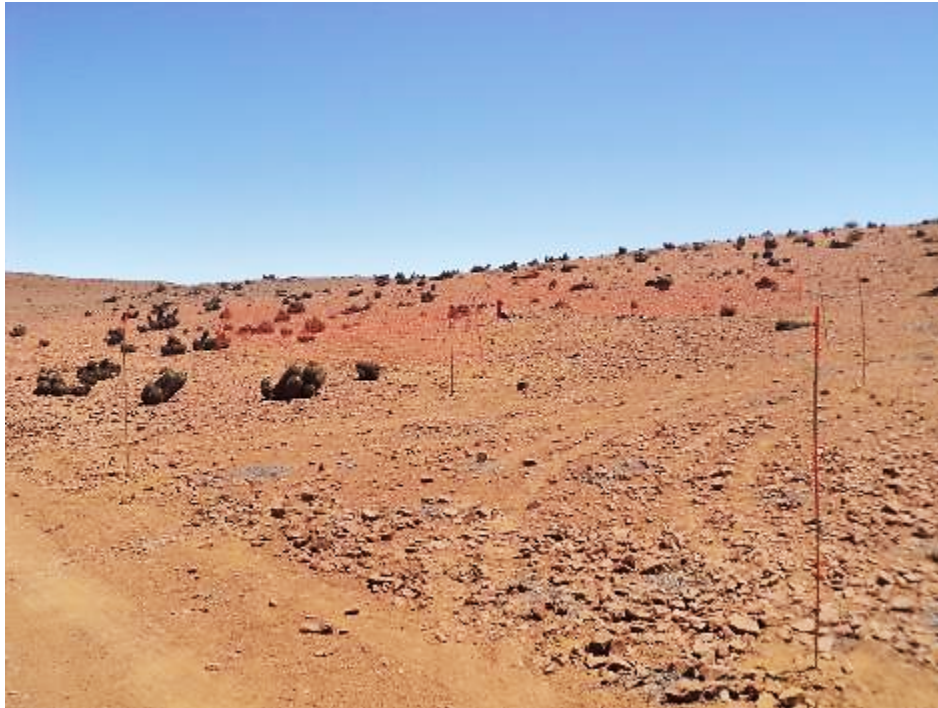
Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 27: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T15, octubre 2016 (UTM E: 356012, UTM N: 7235511). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 28: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T15, octubre 2016 (UTM E: 356022, UTM N: 7235504). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 29: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T14, octubre 2016 (UTM E: 355687, UTM N: 7235327). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



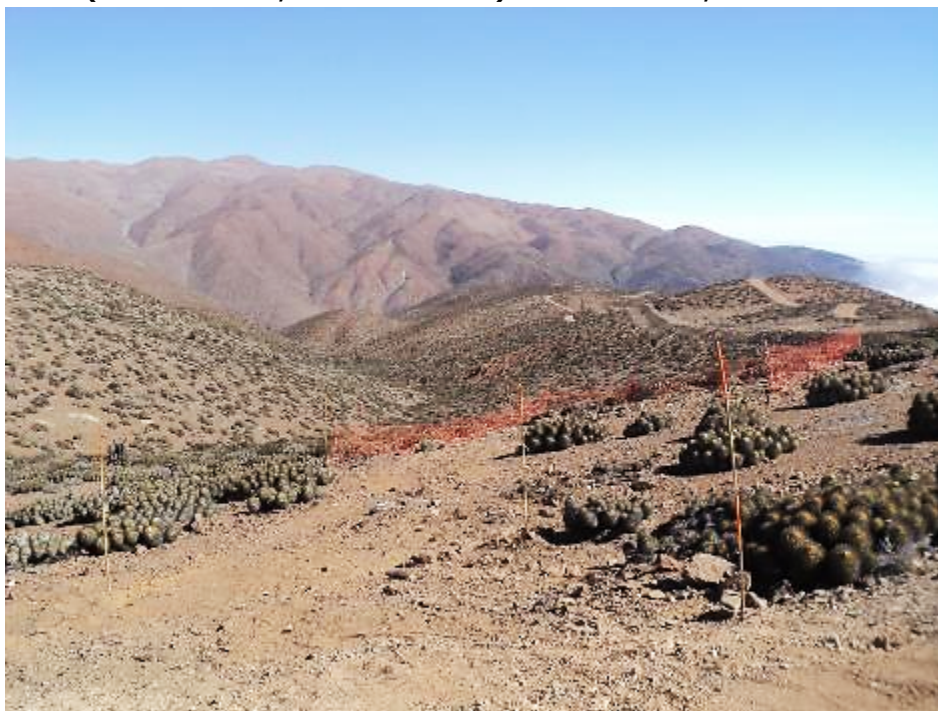
Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 30: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T14, octubre 2016 (UTM E: 355698, UTM N: 7235328). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 31: Delimitación de áreas de trabajo en base y camino de torre, T13, octubre 2016 (UTM E: 355132, UTM N: 7235015). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 32: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T12, octubre 2016 (UTM E: 355188, UTM N: 7234498). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 33: Acopio T12, liberación y delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso modificado a torre, T12, octubre 2016 (UTM E: 355188, UTM N: 7234498). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 34: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T11, septiembre 2016 (UTM E: 354960, UTM N: 7234256). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 35: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso modificado a torre, T11, octubre 2016 (UTM E: 354979, UTM N: 7234240). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 36: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T10, octubre 2016 (UTM E: 354797, UTM N: 7234098). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 37: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T10, octubre 2016 (UTM E: 354797, UTM N: 7234098). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 38: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T9, octubre 2016 (UTM E: 354668, UTM N: 7233967). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 39: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T9, octubre 2016 (UTM E: 354666, UTM N: 7233990). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 40: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T8, octubre 2016 (UTM E: 354612, UTM N: 7233974). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 41: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T8, octubre 2016 (UTM E: 354653, UTM N: 7233976). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 42: Ejemplar rescatado y relocalizado in-situ de *Tillandsia geissei* anteriormente ubicado en base de T8, septiembre 2016 (UTM E: 354601, UTM N: 7233937). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 43: Delimitación de áreas de trabajo en base torre T7, octubre 2016 (UTM E: 353868, UTM N: 7234069). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 44: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torre, T7, octubre 2016 (UTM E: 353874, UTM N: 7234072). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 45: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T6, octubre 2016 (UTM E: 353824, UTM N: 7234108). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 46: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T4, octubre 2016 (UTM E: 353097, UTM N: 7234747). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 47: Delimitación de áreas de trabajo en base torre, T3, octubre 2016 (UTM E: 352893, UTM N: 7234963). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Fotografía 48: Delimitación de áreas de trabajo en camino de acceso a torres T4 y T3 ya construido, octubre 2016 (UTM E: 352912, UTM N: 7234947). Datum WGS 84, UTM 19 Sur.



Fuente: Informe N°1 octubre 2016.

Anexo 2: Registro de individuos de especies de interés rescatados. Se detalla torre y coordenada de origen. Datum WGS 84, UTM 19 Sur.

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 1 | T17 | 1 | 356.526,6 | 7.236.077,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 2 | T17 | 2 | 356.513,2 | 7.236.079,5 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 3 | T17 | 3 | 356.503,9 | 7.236.085,2 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 4 | T17 | 4 | 356.503,9 | 7.236.085,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 5 | T17 | 5 | 356.499,8 | 7.236.087,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 6 | T17 | 6 | 356.499,5 | 7.236.092,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 7 | T17 | 7 | 356.497,2 | 7.236.092,5 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 8 | T17 | 8 | 356.497,6 | 7.236.093,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 9 | T17 | 9 | 356.497,1 | 7.236.094,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 10 | T17 | 10 | 356.494,1 | 7.236.095,5 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 11 | T17 | 11 | 356.494,7 | 7.236.095,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 12 | T17 | 12 | 356.497,2 | 7.236.096,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 13 | T17 | 13 | 356.497,6 | 7.236.096,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 14 | T17 | 14 | 356.495,7 | 7.236.098,2 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 15 | T17 | 15 | 356.495,3 | 7.236.098,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 16 | T17 | 16 | 356.495,4 | 7.236.098,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 17 | T17 | 17 | 356.495,6 | 7.236.100,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 18 | T17 | 18 | 356.332,2 | 7.236.104,5 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 19 | T17 | 19 | 356.341,3 | 7.236.105,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 20 | T17 | 20 | 356.487,5 | 7.236.106,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 21 | T17 | 21 | 356.342,7 | 7.236.106,6 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 22 | T17 | 22 | 356.489,3 | 7.236.106,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 23 | T17 | 23 | 356.342,0 | 7.236.107,4 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 24 | T17 | 24 | 356.487,9 | 7.236.108,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 25 | T17 | 25 | 356.475,8 | 7.236.108,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 26 | T17 | 26 | 356.330,9 | 7.236.109,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 27 | T17 | 27 | 356.345,6 | 7.236.109,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 28 | T17 | 28 | 356.340,9 | 7.236.111,6 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 29 | T17 | 29 | 356.343,5 | 7.236.111,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 30 | T17 | 30 | 356.472,2 | 7.236.112,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 31 | T17 | 31 | 356.336,5 | 7.236.113,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 32 | T17 | 32 | 356.344,7 | 7.236.113,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 33 | T17 | 33 | 356.345,5 | 7.236.113,2 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 34 | T17 | 34 | 356.475,7 | 7.236.114,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 35 | T17 | 35 | 356.335,0 | 7.236.117,4 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 36 | T17 | 36 | 356.350,5 | 7.236.117,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 37 | T17 | 37 | 356.473,9 | 7.236.117,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 38 | T17 | 38 | 356.330,7 | 7.236.118,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 39 | T17 | 39 | 356.464,9 | 7.236.119,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 40 | T17 | 40 | 356.335,5 | 7.236.119,4 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 41 | T17 | 41 | 356.335,4 | 7.236.119,7 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 42 | T17 | 42 | 356.342,1 | 7.236.120,6 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 43 | T17 | 43 | 356.342,1 | 7.236.121,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 44 | T17 | 44 | 356.338,4 | 7.236.122,8 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 45 | T17 | 45 | 356.357,8 | 7.236.123,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 46 | T17 | 46 | 356.464,5 | 7.236.123,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 47 | T17 | 47 | 356.356,3 | 7.236.124,2 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 48 | T17 | 48 | 356.354,7 | 7.236.124,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 49 | T17 | 49 | 356.354,4 | 7.236.125,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 50 | T17 | 50 | 356.360,7 | 7.236.127,4 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa cinerea | 51 | T17 | 51 | 356.457,6 | 7.236.127,4 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 52 | T17 | 52 | 356.360,6 | 7.236.127,5 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 53 | T17 | 53 | 356.458,4 | 7.236.128,1 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 54 | T17 | 54 | 356.455,6 | 7.236.128,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 55 | T17 | 55 | 356.454,8 | 7.236.129,0 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 56 | T17 | 56 | 356.362,9 | 7.236.129,1 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 57 | T17 | 57 | 356.372,2 | 7.236.131,3 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 58 | T17 | 58 | 356.371,9 | 7.236.131,9 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 59 | T17 | 59 | 356.373,5 | 7.236.132,2 | 356.316,0 | 7.235.831,0 | |
| Copiapoa cinerea | 60 | T16 | 1 | 356.333,6 | 7.235.691,0 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 61 | T16 | 2 | 356.330,0 | 7.235.691,2 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 62 | T16 | 3 | 356.334,0 | 7.235.691,2 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 63 | T16 | 4 | 356.325,5 | 7.235.692,8 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 64 | T16 | 5 | 356.329,8 | 7.235.694,6 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 65 | T16 | 6 | 356.335,7 | 7.235.694,7 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 66 | T16 | 7 | 356.334,0 | 7.235.695,2 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 67 | T16 | 8 | 356.334,0 | 7.235.695,2 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 68 | T16 | 9 | 356.331,1 | 7.235.695,3 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa cinerea | 69 | T16 | 10 | 356.333,9 | 7.235.695,3 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 70 | T16 | 11 | 356.335,1 | 7.235.696,7 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 71 | T16 | 12 | 356.328,2 | 7.235.696,9 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa cinerea | 72 | T16 | 13 | 356.329,7 | 7.235.697,0 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 73 | T16 | 14 | 356.331,2 | 7.235.699,1 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 74 | T16 | 15 | 356.331,3 | 7.235.700,5 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 75 | T16 | 16 | 356.335,3 | 7.235.692,7 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 76 | T16 | 17 | 356.335,7 | 7.235.692,9 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 77 | T16 | 18 | 356.324,3 | 7.235.693,8 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 78 | T16 | 19 | 356.336,7 | 7.235.694,7 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 79 | T16 | 20 | 356.332,1 | 7.235.701,1 | 356.305,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 80 | T15 | 1 | 356.009,4 | 7.235.502,3 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 81 | T15 | 2 | 356.006,4 | 7.235.502,9 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 82 | T15 | 3 | 356.007,8 | 7.235.503,3 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 83 | T15 | 4 | 356.005,6 | 7.235.503,5 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 84 | T15 | 5 | 356.006,5 | 7.235.503,5 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 85 | T15 | 6 | 356.007,9 | 7.235.503,8 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 86 | T15 | 7 | 356.011,5 | 7.235.503,9 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 87 | T15 | 8 | 356.006,5 | 7.235.507,2 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 88 | T15 | 9 | 356.011,4 | 7.235.507,5 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 89 | T15 | 10 | 356.005,7 | 7.235.508,1 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 90 | T15 | 11 | 356.002,6 | 7.235.509,8 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 91 | T15 | 12 | 356.004,5 | 7.235.510,0 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 92 | T15 | 13 | 356.005,1 | 7.235.510,8 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 93 | T15 | 14 | 356.007,0 | 7.235.512,7 | 356.301,0 | 7.235.820,0 | |
| Copiapoa cinerea | 94 | T14 | 1 | 355.685,9 | 7.235.315,6 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 95 | T14 | 2 | 355.683,8 | 7.235.317,0 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 96 | T14 | 3 | 355.686,4 | 7.235.317,2 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 97 | T14 | 4 | 355.683,7 | 7.235.317,2 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 98 | T14 | 5 | 355.683,8 | 7.235.317,7 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 99 | T14 | 6 | 355.689,1 | 7.235.318,2 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 100 | T14 | 7 | 355.682,7 | 7.235.318,9 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 101 | T14 | 8 | 355.693,8 | 7.235.319,0 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 102 | T14 | 9 | 355.685,5 | 7.235.319,8 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 103 | T14 | 10 | 355.682,9 | 7.235.320,3 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 104 | T14 | 11 | 355.684,4 | 7.235.320,3 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 105 | T14 | 12 | 355.686,0 | 7.235.320,6 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 106 | T14 | 13 | 355.689,4 | 7.235.321,4 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 107 | T14 | 14 | 355.684,5 | 7.235.321,7 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 108 | T14 | 15 | 355.684,0 | 7.235.322,4 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 109 | T14 | 16 | 355.684,4 | 7.235.322,6 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 110 | T14 | 17 | 355.687,6 | 7.235.322,9 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 111 | T14 | 18 | 355.686,1 | 7.235.323,7 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 112 | T14 | 19 | 355.690,6 | 7.235.324,1 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 113 | T14 | 20 | 355.690,0 | 7.235.324,6 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 114 | T14 | 21 | 355.689,2 | 7.235.325,0 | 356.307,0 | 7.235.827,0 | |
| Copiapoa cinerea | 115 | T13 | 1 | 355.130,0 | 7.234.989,0 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 116 | T13 | 2 | 355.131,4 | 7.234.989,7 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 117 | T13 | 3 | 355.128,6 | 7.234.990,1 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 118 | T13 | 4 | 355.130,3 | 7.234.990,7 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 119 | T13 | 5 | 355.125,6 | 7.234.991,0 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 120 | T13 | 6 | 355.132,8 | 7.234.991,4 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 121 | T13 | 7 | 355.124,6 | 7.234.991,5 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 122 | T13 | 8 | 355.135,0 | 7.234.992,2 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 123 | T13 | 9 | 355.130,0 | 7.234.992,6 | 355.202,0 | 7.235.058,0 | |
| Copiapoa cinerea | 124 | T13 | 10 | 355.123,8 | 7.234.993,1 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 125 | T13 | 11 | 355.126,3 | 7.234.993,1 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 126 | T13 | 12 | 355.131,8 | 7.234.993,5 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 127 | T13 | 13 | 355.126,0 | 7.234.993,7 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 128 | T13 | 14 | 355.133,7 | 7.234.993,9 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 129 | T13 | 15 | 355.132,6 | 7.234.994,1 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 130 | T13 | 16 | 355.130,9 | 7.234.994,2 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 131 | T13 | 17 | 355.130,5 | 7.234.994,4 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 132 | T13 | 18 | 355.135,6 | 7.234.994,5 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 133 | T13 | 19 | 355.128,2 | 7.234.994,8 | 355.168,0 | 7.235.035,0 | |
| Copiapoa cinerea | 134 | T13 | 20 | 355.134,6 | 7.234.995,5 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 135 | T13 | 21 | 355.129,2 | 7.234.995,6 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 136 | T13 | 22 | 355.131,4 | 7.234.995,7 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 137 | T13 | 23 | 355.126,3 | 7.234.996,2 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 138 | T13 | 24 | 355.130,1 | 7.234.999,1 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 139 | T13 | 25 | 355.127,1 | 7.234.999,2 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 140 | T13 | 26 | 355.130,0 | 7.235.015,2 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 141 | T13 | 27 | 355.130,4 | 7.235.015,5 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 142 | T13 | 28 | 355.128,6 | 7.235.015,8 | 355.149,0 | 7.235.039,0 | |
| Copiapoa cinerea | 143 | T12 | 1 | 355.189,4 | 7.234.496,1 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 144 | T12 | 2 | 355.189,4 | 7.234.497,3 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 145 | T12 | 3 | 355.187,7 | 7.234.497,5 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 146 | T12 | 4 | 355.192,1 | 7.234.498,8 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 147 | T12 | 5 | 355.187,6 | 7.234.498,9 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 148 | T12 | 6 | 355.190,1 | 7.234.499,4 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 149 | T12 | 7 | 355.191,5 | 7.234.499,9 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 150 | T12 | 8 | 355.189,5 | 7.234.500,2 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 151 | T12 | 9 | 355.193,6 | 7.234.500,8 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 152 | T12 | 10 | 355.192,9 | 7.234.502,3 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 153 | T12 | 11 | 355.191,9 | 7.234.503,2 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 154 | T12 | 12 | 355.189,0 | 7.234.503,8 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 155 | T12 | 13 | 355.193,4 | 7.234.504,5 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 156 | T12 | 14 | 355.194,5 | 7.234.505,2 | 355.156,0 | 7.234.411,0 | |
| Copiapoa cinerea | 157 | T12 | 15 | 355.194,2 | 7.234.509,0 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 158 | T12 | 16 | 355.191,4 | 7.234.509,5 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 159 | T12 | 17 | 355.188,1 | 7.234.510,0 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 160 | T12 | 18 | 355.189,6 | 7.234.510,7 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 161 | T12 | 19 | 355.197,3 | 7.234.511,2 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 162 | T12 | 20 | 355.194,1 | 7.234.511,2 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 163 | T12 | 21 | 355.189,9 | 7.234.511,5 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 164 | T12 | 22 | 355.188,2 | 7.234.512,3 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 165 | T12 | 23 | 355.189,9 | 7.234.512,5 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 166 | T12 | 24 | 355.194,3 | 7.234.512,6 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 167 | T12 | 25 | 355.189,4 | 7.234.513,4 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 168 | T12 | 26 | 355.193,4 | 7.234.514,6 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 169 | T12 | 27 | 355.188,8 | 7.234.514,8 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 170 | T12 | 28 | 355.188,2 | 7.234.515,0 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 171 | T12 | 29 | 355.187,7 | 7.234.515,2 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 172 | T12 | 30 | 355.194,6 | 7.234.515,2 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 173 | T12 | 31 | 355.197,6 | 7.234.515,5 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 174 | T12 | 32 | 355.189,2 | 7.234.515,9 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 175 | T12 | 33 | 355.188,3 | 7.234.516,3 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 176 | T12 | 34 | 355.195,9 | 7.234.516,5 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 177 | T12 | 35 | 355.198,7 | 7.234.516,6 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 178 | T12 | 36 | 355.196,1 | 7.234.516,9 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 179 | T12 | 37 | 355.197,4 | 7.234.517,3 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 180 | T12 | 38 | 355.190,0 | 7.234.517,7 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 181 | T12 | 39 | 355.191,0 | 7.234.518,8 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 182 | T12 | 40 | 355.193,2 | 7.234.519,3 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 183 | T12 | 41 | 355.193,9 | 7.234.520,9 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 184 | T12 | 42 | 355.195,1 | 7.234.525,4 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 185 | T12 | 43 | 355.190,0 | 7.234.506,6 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 186 | T12 | 44 | 355.187,5 | 7.234.507,0 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 187 | T12 | 45 | 355.185,6 | 7.234.508,1 | 355.159,0 | 7.234.457,0 | |
| Copiapoa cinerea | 188 | T12 | 46 | 355.185,0 | 7.234.508,5 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 189 | T12 | 47 | 355.188,8 | 7.234.508,6 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 190 | T12 | 48 | 355.188,2 | 7.234.509,1 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 191 | T12 | 49 | 355.186,6 | 7.234.511,1 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 192 | T12 | 50 | 355.187,0 | 7.234.496,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 193 | T12 | 51 | 355.187,0 | 7.234.494,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 194 | T12 | 52 | 355.189,0 | 7.234.493,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 195 | T12 | 53 | 355.189,0 | 7.234.491,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 196 | T12 | 54 | 355.185,0 | 7.234.492,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 197 | T12 | 55 | 355.184,0 | 7.234.491,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 198 | T12 | 56 | 355.185,0 | 7.234.490,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 199 | T12 | 57 | 355.186,0 | 7.234.490,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 200 | T12 | 58 | 355.187,0 | 7.234.490,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 201 | T12 | 59 | 355.183,0 | 7.234.486,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 202 | T12 | 60 | 355.184,0 | 7.234.484,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 203 | T12 | 61 | 355.181,0 | 7.234.485,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 204 | T12 | 62 | 355.181,0 | 7.234.484,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 205 | T12 | 63 | 355.186,0 | 7.234.487,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 206 | T12 | 64 | 355.180,0 | 7.234.482,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 207 | T12 | 65 | 355.180,0 | 7.234.480,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 208 | T12 | 66 | 355.185,0 | 7.234.482,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 209 | T12 | 67 | 355.184,0 | 7.234.480,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 210 | T12 | 68 | 355.184,0 | 7.234.478,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 211 | T12 | 69 | 355.183,0 | 7.234.478,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 212 | T12 | 70 | 355.180,0 | 7.234.477,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 213 | T12 | 71 | 355.182,0 | 7.234.476,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 214 | T12 | 72 | 355.178,0 | 7.234.473,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 215 | T12 | 73 | 355.178,0 | 7.234.472,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 216 | T12 | 74 | 355.180,0 | 7.234.474,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 217 | T12 | 75 | 355.182,0 | 7.234.473,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 218 | T12 | 76 | 355.180,0 | 7.234.471,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 219 | T12 | 77 | 355.177,0 | 7.234.470,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 220 | T12 | 78 | 355.180,0 | 7.234.469,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 221 | T12 | 79 | 355.181,0 | 7.234.469,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 222 | T12 | 80 | 355.180,0 | 7.234.467,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 223 | T12 | 81 | 355.176,0 | 7.234.465,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 224 | T12 | 82 | 355.176,0 | 7.234.463,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 225 | T12 | 83 | 355.178,0 | 7.234.462,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 226 | T12 | 84 | 355.177,0 | 7.234.459,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 227 | T12 | 85 | 355.175,0 | 7.234.458,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 228 | T12 | 86 | 355.176,0 | 7.234.454,0 | 355.164,0 | 7.234.445,0 | |
| Copiapoa cinerea | 229 | T11 | 1 | 354.988,2 | 7.234.233,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 230 | T11 | 2 | 354.996,2 | 7.234.234,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 231 | T11 | 3 | 354.984,5 | 7.234.235,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 232 | T11 | 4 | 354.976,4 | 7.234.236,2 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 233 | T11 | 5 | 354.974,6 | 7.234.236,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 234 | T11 | 6 | 354.981,7 | 7.234.236,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 235 | T11 | 7 | 354.966,7 | 7.234.241,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 236 | T11 | 8 | 354.967,2 | 7.234.242,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 237 | T11 | 9 | 354.967,7 | 7.234.242,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 238 | T11 | 10 | 354.966,5 | 7.234.242,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 239 | T11 | 11 | 354.965,3 | 7.234.243,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 240 | T11 | 12 | 354.963,7 | 7.234.243,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 241 | T11 | 13 | 354.963,6 | 7.234.244,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 242 | T11 | 14 | 354.965,0 | 7.234.245,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 243 | T11 | 15 | 354.959,8 | 7.234.246,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 244 | T11 | 16 | 354.965,3 | 7.234.246,2 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 245 | T11 | 17 | 354.964,6 | 7.234.246,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 246 | T11 | 18 | 354.962,1 | 7.234.246,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 247 | T11 | 19 | 354.960,1 | 7.234.246,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 248 | T11 | 20 | 354.954,9 | 7.234.246,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 249 | T11 | 21 | 354.952,8 | 7.234.246,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 250 | T11 | 22 | 354.955,5 | 7.234.246,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 251 | T11 | 23 | 354.952,6 | 7.234.246,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 252 | T11 | 24 | 354.961,8 | 7.234.247,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 253 | T11 | 25 | 354.959,6 | 7.234.247,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 254 | T11 | 26 | 354.963,7 | 7.234.247,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 255 | T11 | 27 | 354.963,3 | 7.234.247,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 256 | T11 | 28 | 354.959,0 | 7.234.247,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 257 | T11 | 29 | 354.957,6 | 7.234.247,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 258 | T11 | 30 | 354.953,4 | 7.234.247,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 259 | T11 | 31 | 354.954,9 | 7.234.248,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 260 | T11 | 32 | 354.955,6 | 7.234.248,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 261 | T11 | 33 | 354.957,9 | 7.234.248,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 262 | T11 | 34 | 354.960,6 | 7.234.249,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 263 | T11 | 35 | 354.951,5 | 7.234.249,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 264 | T11 | 36 | 354.957,5 | 7.234.249,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 265 | T11 | 37 | 354.950,3 | 7.234.249,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 266 | T11 | 38 | 354.954,1 | 7.234.249,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 267 | T11 | 39 | 354.956,2 | 7.234.249,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 268 | T11 | 40 | 354.954,3 | 7.234.249,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 269 | T11 | 41 | 354.958,3 | 7.234.250,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 270 | T11 | 42 | 354.959,1 | 7.234.250,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 271 | T11 | 43 | 354.958,4 | 7.234.250,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 272 | T11 | 44 | 354.960,1 | 7.234.250,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 273 | T11 | 45 | 354.960,6 | 7.234.251,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 274 | T11 | 46 | 354.957,4 | 7.234.251,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 275 | T11 | 47 | 354.951,6 | 7.234.251,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 276 | T11 | 48 | 354.948,8 | 7.234.251,2 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 277 | T11 | 49 | 354.950,5 | 7.234.251,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 278 | T11 | 50 | 354.951,2 | 7.234.251,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 279 | T11 | 51 | 354.956,9 | 7.234.251,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 280 | T11 | 52 | 354.953,3 | 7.234.251,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 281 | T11 | 53 | 354.950,6 | 7.234.252,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 282 | T11 | 54 | 354.954,7 | 7.234.252,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 283 | T11 | 55 | 354.951,3 | 7.234.252,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 284 | T11 | 56 | 354.956,9 | 7.234.253,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 285 | T11 | 57 | 354.959,7 | 7.234.253,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 286 | T11 | 58 | 354.958,7 | 7.234.253,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 287 | T11 | 59 | 354.955,3 | 7.234.253,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 288 | T11 | 60 | 354.954,1 | 7.234.253,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 289 | T11 | 61 | 354.955,7 | 7.234.254,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 290 | T11 | 62 | 354.958,8 | 7.234.254,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 291 | T11 | 63 | 354.953,0 | 7.234.254,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 292 | T11 | 64 | 354.945,6 | 7.234.254,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 293 | T11 | 65 | 354.957,2 | 7.234.254,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 294 | T11 | 66 | 354.950,2 | 7.234.255,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 295 | T11 | 67 | 354.955,3 | 7.234.255,1 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 296 | T11 | 68 | 354.957,6 | 7.234.255,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 297 | T11 | 69 | 354.946,6 | 7.234.255,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 298 | T11 | 70 | 354.950,6 | 7.234.255,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 299 | T11 | 71 | 354.955,7 | 7.234.255,6 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 300 | T11 | 72 | 354.951,2 | 7.234.255,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 301 | T11 | 73 | 354.957,4 | 7.234.255,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 302 | T11 | 74 | 354.947,0 | 7.234.255,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 303 | T11 | 75 | 354.953,5 | 7.234.256,2 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 304 | T11 | 76 | 354.952,8 | 7.234.256,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 305 | T11 | 77 | 354.952,2 | 7.234.256,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 306 | T11 | 78 | 354.954,0 | 7.234.256,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 307 | T11 | 79 | 354.957,5 | 7.234.256,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa cinerea | 308 | T11 | 80 | 354.945,3 | 7.234.256,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 309 | T11 | 81 | 354.945,1 | 7.234.256,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 310 | T11 | 82 | 354.950,7 | 7.234.256,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 311 | T11 | 83 | 354.956,5 | 7.234.256,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 312 | T11 | 84 | 354.953,2 | 7.234.257,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 313 | T11 | 85 | 354.953,0 | 7.234.257,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 314 | T11 | 86 | 354.953,6 | 7.234.257,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 315 | T11 | 87 | 354.954,2 | 7.234.257,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 316 | T11 | 88 | 354.955,3 | 7.234.258,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 317 | T11 | 89 | 354.956,1 | 7.234.258,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 318 | T11 | 90 | 354.949,8 | 7.234.258,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 319 | T11 | 91 | 354.950,7 | 7.234.258,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 320 | T11 | 92 | 354.950,9 | 7.234.258,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 321 | T11 | 93 | 354.947,8 | 7.234.259,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 322 | T11 | 94 | 354.955,4 | 7.234.259,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 323 | T11 | 95 | 354.950,1 | 7.234.259,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 324 | T11 | 96 | 354.950,9 | 7.234.260,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 325 | T11 | 97 | 354.950,3 | 7.234.260,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 326 | T11 | 98 | 354.950,4 | 7.234.260,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 327 | T11 | 99 | 354.951,2 | 7.234.261,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 328 | T11 | 100 | 354.951,3 | 7.234.261,7 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 329 | T11 | 101 | 354.952,2 | 7.234.262,4 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 330 | T11 | 102 | 354.951,9 | 7.234.262,9 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 331 | T11 | 103 | 354.958,8 | 7.234.256,5 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 332 | T11 | 104 | 354.959,2 | 7.234.257,2 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 333 | T11 | 105 | 354.957,2 | 7.234.259,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 334 | T11 | 106 | 354.957,1 | 7.234.260,0 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 335 | T11 | 107 | 354.955,6 | 7.234.261,8 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 336 | T11 | 108 | 354.954,0 | 7.234.263,3 | 355.042,0 | 7.234.234,0 | |
| Copiapoa cinerea | 337 | T3 | 1 | 352.920,4 | 7.234.941,7 | 353.316,0 | 7.234.674,0 | |
| Cumulopuntia sphaerica | 338 | T13 | 1 | 355.131,0 | 7.234.990,0 | 355.130,0 | 7.234.998,0 | |
| Copiapoa humilis | 339 | T10 | 1 | 354.796,5 | 7.234.084,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 340 | T10 | 2 | 354.798,1 | 7.234.085,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 341 | T10 | 3 | 354.797,0 | 7.234.085,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 342 | T10 | 4 | 354.798,7 | 7.234.086,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 343 | T10 | 5 | 354.798,9 | 7.234.086,5 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 344 | T10 | 6 | 354.793,9 | 7.234.087,7 | | | Muerto previo a relocalización |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa humilis | 345 | T10 | 7 | 354.799,8 | 7.234.087,9 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 346 | T10 | 8 | 354.800,7 | 7.234.088,3 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 347 | T10 | 9 | 354.792,8 | 7.234.088,4 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 348 | T10 | 10 | 354.798,1 | 7.234.089,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 349 | T10 | 11 | 354.794,3 | 7.234.089,6 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 350 | T10 | 12 | 354.800,7 | 7.234.090,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 351 | T10 | 13 | 354.800,5 | 7.234.090,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 352 | T10 | 14 | 354.801,8 | 7.234.090,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 353 | T10 | 15 | 354.794,5 | 7.234.090,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 354 | T10 | 16 | 354.792,9 | 7.234.090,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 355 | T10 | 17 | 354.793,6 | 7.234.091,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 356 | T10 | 18 | 354.792,7 | 7.234.091,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 357 | T10 | 19 | 354.802,3 | 7.234.091,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 358 | T10 | 20 | 354.794,4 | 7.234.091,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 359 | T10 | 21 | 354.790,8 | 7.234.091,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 360 | T10 | 22 | 354.794,4 | 7.234.091,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 361 | T10 | 23 | 354.797,2 | 7.234.091,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 362 | T10 | 24 | 354.799,9 | 7.234.091,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 363 | T10 | 25 | 354.792,3 | 7.234.092,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 364 | T10 | 26 | 354.797,0 | 7.234.092,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 365 | T10 | 27 | 354.794,3 | 7.234.092,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 366 | T10 | 28 | 354.801,2 | 7.234.093,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 367 | T10 | 29 | 354.792,7 | 7.234.093,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 368 | T10 | 30 | 354.798,1 | 7.234.093,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 369 | T10 | 31 | 354.793,3 | 7.234.094,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 370 | T10 | 32 | 354.793,3 | 7.234.094,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 371 | T10 | 33 | 354.800,6 | 7.234.094,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 372 | T10 | 34 | 354.797,8 | 7.234.094,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 373 | T10 | 35 | 354.791,8 | 7.234.095,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 374 | T10 | 36 | 354.798,2 | 7.234.095,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 375 | T10 | 37 | 354.797,3 | 7.234.096,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 376 | T10 | 38 | 354.791,4 | 7.234.096,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 377 | T10 | 39 | 354.792,2 | 7.234.096,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 378 | T10 | 40 | 354.792,2 | 7.234.096,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 379 | T10 | 41 | 354.792,0 | 7.234.102,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 380 | T10 | 42 | 354.790,3 | 7.234.104,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa humilis | 381 | T10 | 43 | 354.792,1 | 7.234.105,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 382 | T10 | 44 | 354.793,9 | 7.234.097,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 383 | T10 | 45 | 354.793,9 | 7.234.097,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 384 | T10 | 46 | 354.792,9 | 7.234.098,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 385 | T10 | 47 | 354.789,5 | 7.234.099,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 386 | T10 | 48 | 354.789,3 | 7.234.099,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 387 | T10 | 49 | 354.793,1 | 7.234.101,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 388 | T10 | 50 | 354.792,6 | 7.234.102,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 389 | T10 | 51 | 354.794,5 | 7.234.104,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 390 | T9 | 1 | 354.671,8 | 7.233.955,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 391 | T9 | 2 | 354.672,1 | 7.233.956,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 392 | T9 | 3 | 354.674,3 | 7.233.956,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 393 | T9 | 4 | 354.677,1 | 7.233.957,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 394 | T9 | 5 | 354.674,9 | 7.233.957,7 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 395 | T9 | 6 | 354.678,7 | 7.233.958,0 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 396 | T9 | 7 | 354.678,6 | 7.233.958,1 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 397 | T9 | 8 | 354.680,5 | 7.233.958,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 398 | T9 | 9 | 354.679,1 | 7.233.959,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 399 | T9 | 10 | 354.673,1 | 7.233.959,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 400 | T9 | 11 | 354.677,7 | 7.233.960,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 401 | T9 | 12 | 354.677,1 | 7.233.962,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 402 | T9 | 13 | 354.675,1 | 7.233.962,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 403 | T9 | 14 | 354.670,8 | 7.233.963,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 404 | T9 | 15 | 354.677,9 | 7.233.963,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 405 | T9 | 16 | 354.678,0 | 7.233.964,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 406 | T9 | 17 | 354.670,3 | 7.233.964,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 407 | T9 | 18 | 354.670,8 | 7.233.964,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 408 | T9 | 19 | 354.670,2 | 7.233.964,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 409 | T9 | 20 | 354.678,0 | 7.233.964,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 410 | T9 | 21 | 354.677,9 | 7.233.965,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 411 | T9 | 22 | 354.679,2 | 7.233.965,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 412 | T9 | 23 | 354.679,3 | 7.233.965,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 413 | T9 | 24 | 354.673,6 | 7.233.977,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 414 | T9 | 25 | 354.673,2 | 7.233.980,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 415 | T8 | 1 | 354.607,9 | 7.233.963,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 416 | T8 | 2 | 354.606,4 | 7.233.963,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 417 | T8 | 3 | 354.608,5 | 7.233.964,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Copiapoa humilis | 418 | T8 | 4 | 354.605,0 | 7.233.964,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 419 | T8 | 5 | 354.599,6 | 7.233.966,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 420 | T8 | 6 | 354.601,8 | 7.233.971,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 421 | T8 | 7 | 354.604,2 | 7.233.972,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 422 | T8 | 8 | 354.649,3 | 7.233.973,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 423 | T8 | 9 | 354.643,4 | 7.233.975,3 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 424 | T8 | 10 | 354.652,1 | 7.233.975,9 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 425 | T8 | 11 | 354.628,3 | 7.233.967,1 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 426 | T8 | 12 | 354.628,3 | 7.233.967,1 | | | Muerto previo a relocalización |
| Copiapoa humilis | 427 | T8 | 13 | 354.628,4 | 7.233.967,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 428 | T8 | 14 | 354.632,8 | 7.233.969,5 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 429 | T8 | 15 | 354.634,9 | 7.233.970,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 430 | T6 | 1 | 353.817,9 | 7.234.104,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 431 | T6 | 2 | 353.813,1 | 7.234.105,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 432 | T6 | 3 | 353.819,2 | 7.234.108,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 433 | T6 | 4 | 353.811,3 | 7.234.108,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 434 | T6 | 5 | 353.816,1 | 7.234.113,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Copiapoa humilis | 435 | T6 | 6 | 353.816,1 | 7.234.114,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Eulychnia iquiquensis | 570 | T10 | 1 | 354.794,5 | 7.234.088,4 | 353.333,0 | 7.234.682,0 | |
| Eulychnia iquiquensis | 571 | T8 | 2 | 354.608,3 | 7.233.963,7 | 353.340,0 | 7.234.706,0 | |
| Eulychnia iquiquensis | 572 | T8 | 3 | 354.599,2 | 7.233.966,3 | 353.340,0 | 7.234.706,0 | |
| Eulychnia iquiquensis | 573 | T8 | 4 | 354.607,1 | 7.233.970,8 | 353.340,0 | 7.234.706,0 | |
| Eulychnia iquiquensis | 574 | T4 | 5 | 353.337,0 | 7.234.692,7 | 353.340,0 | 7.234.706,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 575 | T11 | 1 | 354.967,7 | 7.234.240,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 576 | T11 | 2 | 354.969,3 | 7.234.240,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 577 | T11 | 3 | 354.964,0 | 7.234.246,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 578 | T11 | 4 | 354.957,9 | 7.234.247,4 | | | Muerto previo a relocalización |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 579 | T11 | 5 | 354.962,8 | 7.234.249,4 | | | Muerto previo a relocalización |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 580 | T11 | 6 | 354.946,5 | 7.234.253,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 581 | T11 | 7 | 354.948,1 | 7.234.260,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 582 | T11 | 8 | 354.955,6 | 7.234.260,6 | | | Muerto previo a relocalización |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 583 | T11 | 9 | 354.964,5 | 7.234.243,6 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 584 | T11 | 10 | 354.961,3 | 7.234.245,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 585 | T11 | 11 | 354.958,5 | 7.234.247,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 586 | T10 | 1 | 354.800,3 | 7.234.087,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 587 | T10 | 2 | 354.800,1 | 7.234.087,9 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 588 | T10 | 3 | 354.800,3 | 7.234.088,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 589 | T10 | 4 | 354.800,3 | 7.234.088,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 590 | T10 | 5 | 354.798,3 | 7.234.091,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 591 | T10 | 6 | 354.798,2 | 7.234.091,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 592 | T10 | 7 | 354.800,9 | 7.234.094,2 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 593 | T10 | 8 | 354.792,7 | 7.234.098,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 594 | T9 | 1 | 354.673,6 | 7.233.968,7 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 595 | T9 | 2 | 354.675,7 | 7.233.965,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 596 | T9 | 3 | 354.670,8 | 7.233.958,8 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 597 | T8 | 1 | 354.604,4 | 7.233.964,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 598 | T8 | 2 | 354.637,5 | 7.233.970,0 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 599 | T6 | 1 | 353.815,8 | 7.234.103,4 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 600 | T6 | 2 | 353.818,8 | 7.234.104,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 601 | T6 | 3 | 353.818,7 | 7.234.104,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |

| Especie | Correlativo | Torre origen | N° Individuo | Coordenadas Rescate | | Coordenadas relocalización | | Observación |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | | | UTM E | UTM N | UTM E | UTM N | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 602 | T6 | 4 | 353.817,9 | 7.234.104,3 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Pyrrhocactus paucicostatus | 603 | T6 | 5 | 353.819,0 | 7.234.108,1 | 354.652,0 | 7.233.983,0 | |
| Trichocereus deserticola | 604 | T6 | 1 | 353.819,8 | 7.234.107,5 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 605 | T6 | 2 | 353.820,7 | 7.234.108,0 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 606 | T6 | 3 | 353.819,6 | 7.234.108,8 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 607 | T6 | 4 | 353.821,0 | 7.234.109,6 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 608 | T6 | 5 | 353.812,9 | 7.234.111,3 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 609 | T6 | 6 | 353.819,9 | 7.234.111,3 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Trichocereus deserticola | 610 | T3 | 1 | 353.075,4 | 7.234.776,6 | 353.322,0 | 7.234.684,0 | |
| Tillandsia geissei | 611 | T8 | 1 | 354.598,7 | 7.233.966,7 | 354.601,0 | 7.233.937,0 | |



PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES



**Monitoreo 3 de ejemplares plantados producidos a través
de germoplasma local - Temporada Verano 2020**

RES. EX. 062/2016: Comisión de Evaluación de Antofagasta

Preparado por

BIOTA

Abril de 2020

INDICE

1 Control de documentos..... 1

2 Resumen 1

3 Introducción 2

4 Objetivos 3

 4.1 Objetivo general de la medida 3

 4.2 Objetivos específicos 3

5 Materiales y Métodos 3

 5.1 Área de trabajo..... 3

 5.2 Actividades en terreno..... 5

 5.2.1 Campaña de terreno..... 5

 5.2.2 Ejemplares a monitorear en los sitios de revegetación 6

 5.2.3 Supervivencia en ejemplares monitoreados y sus indicadores de éxito 6

 5.3 Actividades en gabinete..... 9

 5.3.1 Viverización y propagación de ejemplares de *Heliotropium taltalense* 9

 5.4 Registro fotográfico de las actividades en terreno 11

6 Resultados 11

 6.1 Resultados generales del tercer monitoreo 11

 6.1.1 Subsitio S3_2 13

 6.1.2 Subsitio S3_3 18

 6.2 Producción de ejemplares viverizados de *H. taltalense* 22

 6.3 Registro fotográfico de las actividades realizadas en terreno..... 23

7 Discusión de resultados 23

 7.1 Estado de los ejemplares plantados..... 23

 7.2 Experimentos de esquejes de *H. taltalense*..... 27

 7.3 Medidas y actividades futuras a programar 27

8 Conclusiones 28

9 Bibliografía..... 28

10 Anexos 29

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de las actividades realizadas en terreno durante el replante de ejemplares de *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense* en el sitio 3..... 29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los ejemplares plantados por especie y sitio de revegetación. 4

Tabla 2: Profesionales Biota encargados de realizar el monitoreo N°3 de ejemplares plantados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*. 5

Tabla 3: Detalle de los ejemplares monitoreados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*..... 6

| | |
|---|----|
| Tabla 4: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocizados, según el indicador de prendimiento crecimiento. | 7 |
| Tabla 5: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocizados, según el indicador estado fitosanitario. | 8 |
| Tabla 6: Experimentos de esquejes realizados para <i>H. taltalense</i> | 9 |
| Tabla 7: Resultados del total de ejemplares evaluados (21). Estado actual tercer monitoreo. | 12 |
| Tabla 8: Número de ejemplares plantados y monitoreados, según especie y ubicación en el sitio 3. | 12 |
| Tabla 9: Indicador crecimiento monitoreado en ejemplares plantados del sitio 3, subsitio 3_2. | 13 |
| Tabla 10: Indicador estado fitosanitario monitoreado en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_2. | 15 |
| Tabla 11: Indicador sobrevivencia para Monitoreo 3 en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 2. . | 17 |
| Tabla 12: Indicador crecimiento monitoreado en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3. | 18 |
| Tabla 13: Indicador estado fitosanitario en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3. | 20 |
| Tabla 14: Indicador sobrevivencia en el tercer monitoreo de ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3. | 21 |
| Tabla 15: Resultados experimentos de esquejes realizados con germoplasma local de <i>H. taltalense</i> | 22 |
| Tabla 16: Estado de prendimiento actual de los ejemplares monitoreados según especie, al cabo del tercer monitoreo realizado. | 26 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 1: Ubicación general del área de trabajo correspondiente al Sitio 3 de revegetación, localidad de Papos. | 4 |
| Figura 2: Detalle del sitio 3 y ubicación de subsitios de revegetación. | 5 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|----|
| Fotografía 1: Ejemplares monitoreados de <i>A. taltalensis</i> , evaluación de crecimiento, sitio 3. | 7 |
| Fotografía 2: Ejemplar de <i>A. taltalensis</i> en estado fitosanitario “malo” producto de la notoria necrosis en hojas, sitio 3. | 8 |
| Fotografía 3: Disposición de esquejes de <i>H. taltalense</i> , bandejas de enraizamiento, experimento N°2. | 11 |
| Fotografía 4: Ejemplar de <i>Atriplex taltalensis</i> con crecimiento de hojas, elongación de tallos y brotes de brácteas fructíferas, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. | 14 |
| Fotografía 5: Ejemplar de <i>Heliotropium taltalensis</i> con crecimiento de hojas, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. | 15 |
| Fotografía 6: Vigoroso ejemplar de <i>H. taltalense</i> en estado fitosanitario “bueno”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. | 16 |
| Fotografía 7: Ejemplar de <i>A. taltalensis</i> en estado fitosanitario “muerto”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. | 17 |

Fotografía 8: Ejemplar de *Atriplex taltalensis* con crecimiento de nuevas hojas, flores y brácteas fructíferas, monitoreo3, sitio 3, subsitio S3_3. 19

Fotografía 9: Ejemplar de *Heliotropium taltalense* con crecimiento de hojas y elongación de tallo, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3. 19

Fotografía 10: Ejemplar de *H. taltalense* en estado fitosanitario “muerto”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3..... 20

Fotografía 11: Ejemplar de *A. taltalensis* en estado fitosanitario “bueno”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3..... 21

Fotografía 12: Esquejes de *H. taltalense* con buen estado fitosanitario y crecimiento. 23

Fotografía 13: Evaluación de crecimiento en tallos de un ejemplar de *A. taltalensis*, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2..... 29

Fotografía 14: Evaluación de estado fitosanitario, en un ejemplar de *A. taltalensis* con notorio vigor y crecimiento, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. 30

Fotografía 15: Ejemplar de *Heliotropium taltalense*, vivo y en buen estado fitosanitario, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. 30

Fotografía 16: Vista general de ejemplares plantados, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2. 31

Fotografía 17: Evaluación de estado fitosanitario, en un ejemplar de *A. taltalensis*, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3..... 31

Fotografía 18: Vista general de ejemplares plantados, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3. 32

Fotografía 19: Ensayos de esquejes con rama delgada y AIB (200 ppm), experimento 1, julio 2019. 32

Fotografía 20: Ensayo de esquejes con ramas leñosas gruesas y AIB (200 ppm) x 24 hrs, experimento 1, ensayo 5. Se observa la nula presencia de brotes foliares, agosto 2019. 33

Fotografía 21: Esquejes del experimento 1 presentando ataque de hongos, lo que posteriormente generó la mortandad de estos ejemplares, agosto 2019..... 33

Fotografía 22: Esqueje muerto de rama leñosa delgada, experimento 1. Se observa la nula aparición de raíces en la base de los esquejes, julio 2019. 34

Fotografía 23: Instalación de experimento de esquejes utilizando brotes apicales y AIB (200 ppm) x 24 hrs, experimento 2, ensayo 1, septiembre 2019. 34

Fotografía 24: Bandeja para esquejes, experimento 2, ensayo 2, septiembre 2019 35

Fotografía 25: Diferentes esquejes revisados del experimento 2, buscando la presencia de raíces, septiembre 2019. a: Esqueje de rama de brote apical con presencia de sistema radical adherido al sustrato, ensayo 1, b: Esqueje de rama leñosa delgada sin presencia de raíces, ensayo 4..... 35

Fotografía 26: Esquejes enraizados y establecidos, trasplantados a macetas más grandes, experimento 2, octubre 2019. 36

Fotografía 27: Los 40 Esquejes enraizados y establecidos del experimento 2, diciembre 2019. 36

Fotografía 28: Los 40 Esquejes enraizados y establecidos del experimento 2, marzo 2020. 37

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Detalle de resultados en el segundo y tercer monitoreo para el indicador crecimiento, en ejemplares plantados de *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*. 24

Gráfico 2: Detalle de resultados del segundo y tercer monitoreo para el indicador estado fitosanitario en ejemplares plantados, especies *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*. 25

Gráfico 3: Detalle de resultados del segundo y tercer monitoreo para el indicador sobrevivencia en ejemplares plantados, especies *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*. 26

1 Control de documentos

| | Empresa | Responsable | Fecha |
|---------------|--|------------------------|------------|
| Preparado por | Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda. | Gustavo Girón Á (GGA). | Abril 2020 |
| Revisado por | | | |
| Aprobado por | | | |

2 Resumen

El presente documento corresponde a la entrega de resultados del tercer monitoreo asociado al replante de ejemplares de flora producidos a partir de germoplasma local, los que guardan relación con Proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" cuyo titular es Sistemas de Transmisión del Sur S.A.

El Proyecto se sometió al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y fue calificado favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA). De este modo, para dar cumplimiento con su considerando **8.3**, el cual compromete la viverización y producción de individuos a través de germoplasma local para la especie *Atriplex taltalensis*, es que se presentan los resultados de las actividades del tercer monitoreo de ejemplares de flora plantados, producidos a través de germoplasma local de ejemplares presentes en sectores del proyecto. Por su parte, los sitios de revegetación donde se realizó el replante de ejemplares, fueron presentados a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Antofagasta, y aprobados por la misma con fecha 21 de agosto de 2017, dando de este modo cumplimiento al considerando **8.4** de la RCA en relación con la selección de los sitios de revegetación y relocalización. Finalmente, para dar cumplimiento al considerando **8.7** de la RCA, la cual exige proponer medidas para la especie *Heliotropium taltalense*, se entregan en este informe los resultados del también tercer monitoreo de ejemplares plantados para esta especie. Estas medidas fueron acogidas por la Dirección Regional Antofagasta del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) mediante Ord.Nº 67/2017 del 19 de enero de 2017.

Los resultados expuestos en este informe se obtuvieron de las actividades realizadas en terreno durante marzo de 2020, enfocadas a monitorear por tercera vez el estado de las especies objetivo, cuyos ejemplares fueron producidos en vivero en las dependencias de Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda. (BIOTA), ubicados en la ciudad de Santiago. Se entregan además los antecedentes respecto de cómo se realizó la viverización y propagación de ejemplares a través de germoplasma local para nuevos ejemplares de *H. taltalense* actualmente en crecimiento en las dependencias de BIOTA.

Los ejemplares plantados y monitoreados en los sitios de revegetación corresponden a un total de 21 individuos, de los cuales 15 corresponden a la especie *Atriplex taltalensis* y 6 a *Heliotropium taltalense*, la sobrevivencia en este segundo monitoreo es de 17 ejemplares (81%), mientras que la mortandad se dio en 4 ejemplares (19%).

Por otra parte, en la propagación de *Heliotropium taltalense* se verificó que los esquejes enraizados y establecidos alcanzan a un total de 40, todos obtenidos en el segundo experimento de propagación.

3 Introducción

El presente documento corresponde a la entrega de resultados del tercer monitoreo de ejemplares plantados de las especies *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*, los cuales fueron producidos a partir de germoplasma local. Esta medida está asociada al proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (en adelante el Proyecto), cuyo titular es Sistemas de Transmisión del Sur S.A. (en adelante el Titular). El proyecto consiste en la habilitación de un paño de 220 kV en la subestación Paposo, propiedad de Transelec, y en la construcción y operación de la Subestación Paranal 220/66 kV adyacente a ésta, propiedad de Sistema de Transmisión del Sur S.A. Adicionalmente, se construirá la subestación Armazones 66/23 kV, distante 49 km de la subestación Paranal, junto con la línea de transmisión 1 x 66 kV que conectará ambas subestaciones. Finalmente, se proporcionará suministro eléctrico, mediante dos líneas de 23 kV, para el funcionamiento de las instalaciones de los complejos astronómicos Observatorio Paranal (en operación) y Observatorio Armazones (en construcción).

La actividad de monitoreo se enmarca en las medidas propuestas en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto, que fue calificada favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA). Específicamente se debe dar cumplimiento al considerando 8.3 que establece medidas para la viverización y producción de 10 ejemplares de *Atriplex taltalensis* a partir de recolección de germoplasma local.

Por otro lado, se incluye la producción de 27 ejemplares de la especie *Heliotropium taltalense*, para dar cumplimiento al considerando 8.7 de la RCA, la cual fue acogida por la Dirección Regional Antofagasta del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) mediante Ord.Nº 67/2017 del 19 de enero de 2017.

Los replantes se desarrollan en los sitios de revegetación que dan cumplimiento al considerando 8.4, los cuales fueron presentados a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Antofagasta, y aprobados por la misma con fecha 21 de agosto de 2017.

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda. es la empresa mandatada por la compañía Sistema de Transmisión del Sur S.A. para ejecutar las medidas y es la responsable de la implementación de éstas en el área de Paposo.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general de la medida

El considerando 8.3 de la RCA tiene por objetivo la viverización y producción de individuos de *Atriplex taltalensis* a partir de germoplasma local.

Por su parte, en el caso de la especie *Heliotropium taltalense* el requerimiento de viverización y producción a partir de germoplasma local se desprende de las medidas establecidas en el considerando 8.7 de la RCA y que fueron aprobadas por el SAG región de Antofagasta mediante Ord.Nº 67/2017 del 19 de enero de 2017.

4.2 Objetivos específicos

- Realizar el tercer monitoreo asociado al replante de los ejemplares de *A. taltalensis* y *H. taltalense* producidos a través de germoplasma local.
- Realizar la evaluación de los indicadores que determinan el prendimiento de los ejemplares plantados.
- Entregar un registro fotográfico de las actividades realizadas durante la presente campaña de terreno.
- Entregar resultados asociados a nuevos experimentos de viverización y propagación de ejemplares de la especie *Heliotropium taltalense*.
- Proponer medidas de mejoramiento, o correctivas si fuese el caso, de modo de alcanzar el indicador de éxito de la medida.

5 Materiales y Métodos

5.1 Área de trabajo

El área de plantación donde se dispusieron los ejemplares evaluados en este tercer monitoreo se ubica en la región de Antofagasta, comuna de Taltal, aproximadamente a unos 2 km al noreste de la localidad de Paposo. La plantación de los ejemplares de *A. taltalensis* y *H. taltalense* se realizó en el denominado "sitio 3", utilizando 2 subsitios de revegetación (S3_2 y S3_3). Cabe recalcar que los sitios de revegetación fueron presentados y aprobados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Antofagasta con fecha 21 de agosto de 2017.

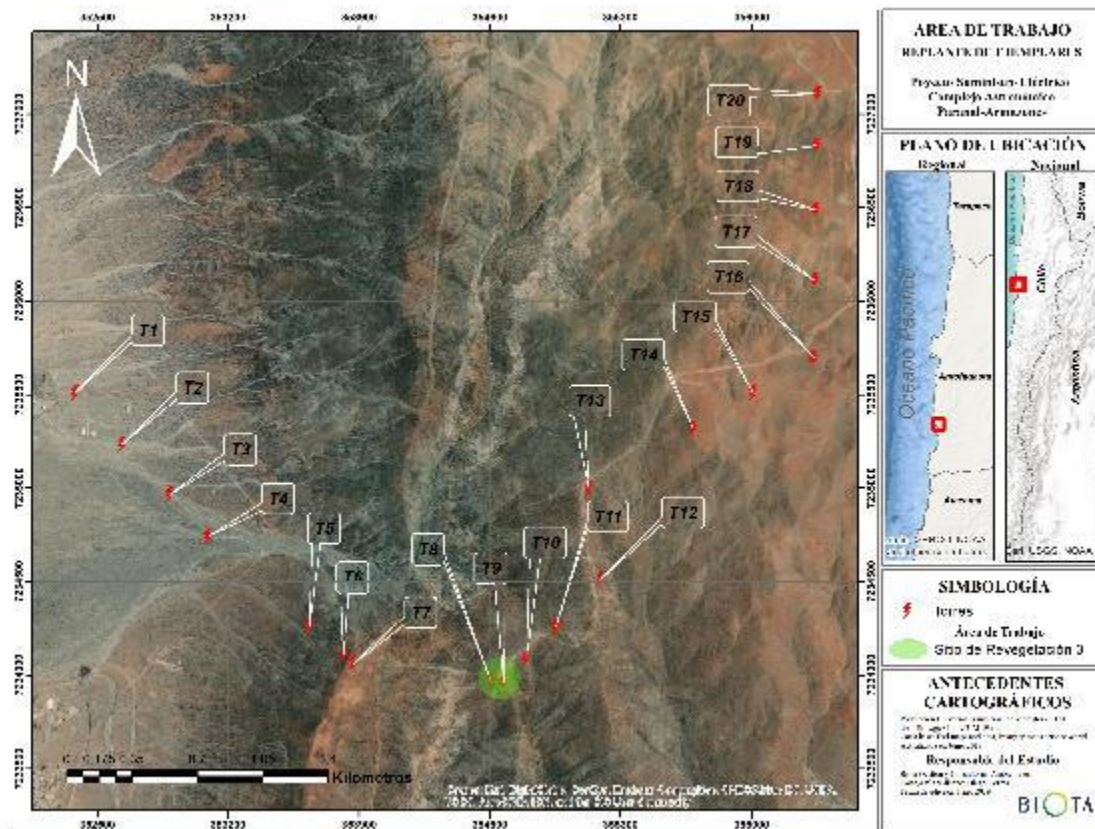
La ubicación detallada de los sitios y los subsitios de revegetación se presenta en la Tabla 1 y se muestran en forma general en la Figura 1 y en detalle en la Figura 2.

Tabla 1: Detalle de los ejemplares plantados por especie y sitio de revegetación.

| Sitio | Torre asociada | Especies replantadas | UTM E [m] | UTM N [m] |
|-------|----------------|--------------------------------|-----------|-----------|
| S3 | 9 | <i>Atriplex taltalensis</i> | 354.695 | 7.233.971 |
| | | <i>Heliotropium taltalense</i> | | |

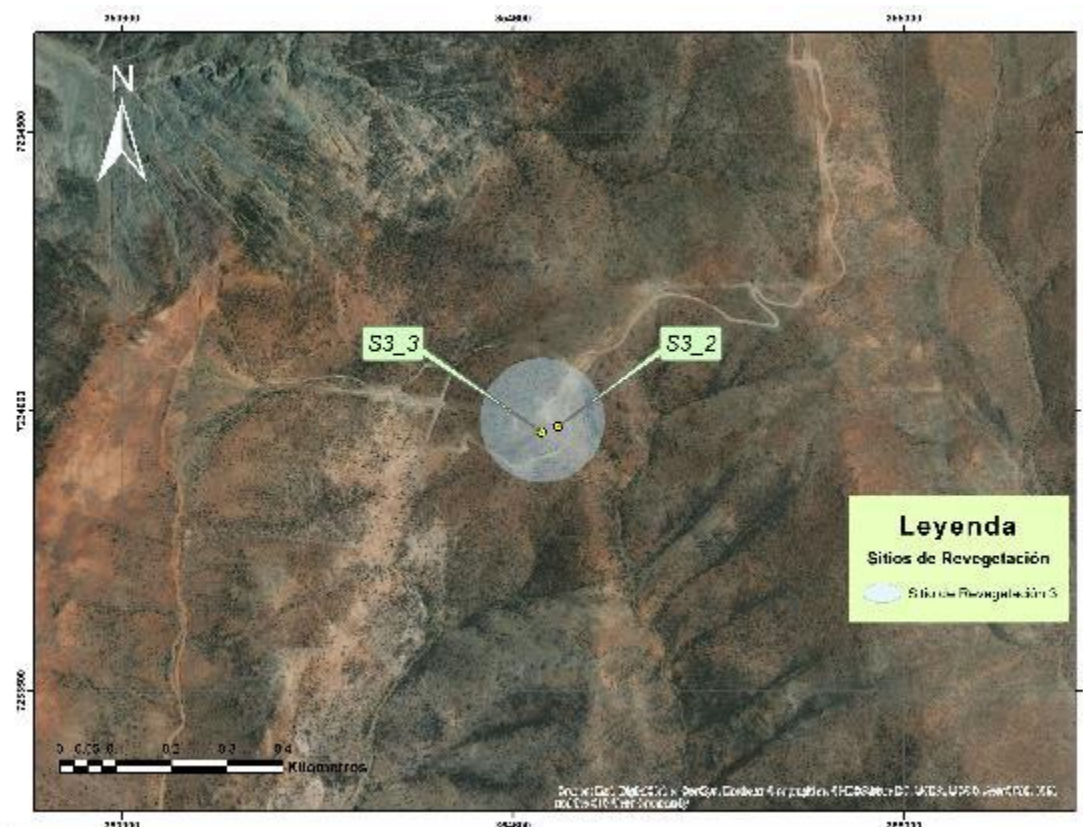
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Ubicación general del área de trabajo correspondiente al Sitio 3 de revegetación, localidad de Paposo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2: Detalle del sitio 3 y ubicación de subsitios de revegetación.



Fuente: Elaboración propia.

Las actividades desarrolladas en el invernadero se realizaron de las dependencias de BIOTA, ubicadas en la comuna de Providencia, región Metropolitana.

5.2 Actividades en terreno

5.2.1 Campaña de terreno

Las actividades que se desarrollaron en el presente monitoreo se ejecutaron entre los días 10 y 11 de marzo del 2020. El equipo de trabajo que realizó las actividades se detalla a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2: Profesionales Biota encargados de realizar el monitoreo N°3 de ejemplares plantados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*.

| Profesional | Cargo |
|--------------|---------------------|
| Diego Correa | Jefe de terreno |
| Paola Díaz | Ayudante de terreno |

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Ejemplares a monitorear en los sitios de revegetación

Los individuos monitoreados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*, corresponden plantas obtenidas a partir de esquejes de ejemplares del área de influencia del proyecto. Cada ejemplar plantado en terreno se encuentra identificado con un código en etiquetas dispuestas en terreno, con la finalidad de darle continuidad y trazabilidad a los monitoreos según observaciones a cada ejemplar.

En específico, en el considerando 8.3 de la RCA del Proyecto se estableció el replante de 10 ejemplares de *Atriplex taltalensis*. También se comprometió el replante de 27 ejemplares de *Heliotropium taltalense*, a raíz de las medidas propuestas por el Titular para dar cumplimiento al considerando 8.7 de la RCA. Cabe señalar que, el número de ejemplares plantados en la campaña de junio de 2019 es menor a los comprometidos debido a dificultades en la producción de ejemplares de *H. taltalense*. No obstante, esta diferencia ya ha sido abordada y los individuos necesarios para cumplir con el número de ejemplares a plantar están en desarrollo en el vivero en las dependencias de BIOTA, de modo de ser instalados en la campaña de monitoreo (Nº4) planeada para otoño de 2020. El número de individuos actualmente en terreno se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Detalle de los ejemplares monitoreados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*.

| Sitio | Torre Asociada | Superficie requerida [m ²] | Especie | Individuos por plantar (según RCA) | Individuos plantados (monitoreados) |
|-------|----------------|--|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 3 | 9 | 50 | <i>Atriplex taltalensis</i> | 10 | 15 |
| | | | <i>Heliotropium taltalense</i> | 27 | 6 |

Fuente: Elaboración propia.

A l ejemplares plantados se les monitorea de forma trimestral y estacional, procurando verificar el estado en que se encuentran y su prendimiento.

5.2.3 Sobrevivencia en ejemplares monitoreados y sus indicadores de éxito

Para establecer el prendimiento de los ejemplares plantados, se considera su sobrevivencia en el transcurso de monitoreos durante 2 años. Junto a lo anterior, se considera la evaluación de tres indicadores de prendimiento: vigor vegetativo (expresado en crecimiento), estado fitosanitario y sobrevivencia de los ejemplares. Se establece entonces que la medida es exitosa, una vez que exista un prendimiento igual o mayor al 75% de los ejemplares plantados, al cabo de 2 años posteriores a la plantación de éstos.

A continuación, se describen y categorizan en detalle cada uno de los indicadores considerados.

5.2.3.1 Crecimiento o vigor vegetal

El monitoreo de este indicador fue abordado realizando observaciones completas de las partes aéreas de los ejemplares relocados, considerando como crecimiento la elongación de partes existentes y

la aparición de nuevas estructuras vegetativas como brotes de tallos y hojas, además de estructuras reproductivas como flores y frutos (Fotografía 1). El detalle de los parámetros utilizados para el indicador de crecimiento se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocados, según el indicador de prendimiento crecimiento.

| Indicador | Categoría | Alcance |
|-------------|-----------|--|
| Crecimiento | Si | Presencia de crecimiento o aparición de nuevas estructuras aéreas como hojas, tallos, flores o frutos. |
| | No | Sin presencia de crecimiento o aparición de nuevas estructuras. |

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1: Ejemplares monitoreados de *A. taltalensis*, evaluación de crecimiento, sitio 3.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.2 Estado fitosanitario

En relación con la evaluación del indicador "estado fitosanitario", se realizan observaciones a las estructuras aéreas de los ejemplares plantados, buscando indicios de ataques de agentes patógenos, pudrimiento de cuerpos, exudaciones, coloraciones anómalas (Fotografía 2), necrosis de tejido, entre otros. El detalle de los parámetros y categorías utilizadas para realizar el monitoreo de este indicador se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocalizados, según el indicador estado fitosanitario.

| Indicador | Categoría | Alcance |
|----------------------|-----------|--|
| Estado fitosanitario | Bueno | Presencia de debilidad, necrosis, coloraciones anómalas, presencia de heridas contaminadas, etc. (inferior o hasta un 15% del cuerpo del individuo). Sin presencia (signos o síntomas) de plagas o enfermedades. Vigor normal, color normal. |
| | Regular | Con alguna evidencia de coloración anómala (inferior o hasta el 50% del cuerpo del individuo). Con presencia de exudaciones. Con presencia de plagas como conchuelas, pulgones u otras (inferior o hasta el 50% del cuerpo del individuo). |
| | Malo | Presencia muy notoria de coloración anómala (en más de un 50% del individuo). Presencia de necrosis. Con problemas serios de plagas o enfermedades (en más de un 50% del individuo). |
| | Muerto | No hay parámetros. |

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2: Ejemplar de *A. taltalensis* en estado fitosanitario “malo” producto de la notoria necrosis en hojas, sitio 3.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.3 Sobrevivencia de ejemplares plantados

La sobrevivencia de los ejemplares se obtendrá a partir de la proporción de vivos y muertos. Cabe destacar que el ejemplar se considerará establecido o con prendimiento, si este se encuentra con vida al cabo de realizar los monitoreos correspondientes, durante un periodo de 2 años.

5.3 Actividades en gabinete

5.3.1 Viverización y propagación de ejemplares de *Heliotropium taltalense*

Con la finalidad de lograr producir los 21 ejemplares restantes que exige el considerando 8.7 de la RCA para cumplir con los 27 ejemplares plantados de *H. taltalense*, se realizaron dos experimentos de propagación vegetativa de ejemplares de esta especie, utilizando la técnica de esquejes. Lo anterior, dado que los experimentos implementados para la producción de plantas a partir de semillas no tuvieron éxito.

Estos experimentos de esquejes en la especie *H. taltalense* se realizaron en las dependencias de BIOTA durante julio y septiembre de 2019, para lo cual se llevaron a cabo recolecciones de ramas de ejemplares de la especie durante las campañas en que se monitoreaba a los ejemplares de cactáceas relocalizadas. El material recolectado fue etiquetado, guardado en bolsas y mantenido en “cooler”, para posteriormente ser llevadas a las dependencias de BIOTA en Santiago y así realizar los ensayos de esquejes en invernadero. Los sectores donde se colectaron las ramas fueron elegidos en función del estado fenológico que presentaban los diferentes individuos de las especies en cuestión, buscando estados vegetativos como también reproductivos.

Para el montaje de los ensayos como tal, se extrajeron estacas de las ramas colectadas, a las cuales se les redujo la proporción de hojas con el fin de reducir la pérdida de agua. Los esquejes fueron dispuestos en bandejas con sistema de camas calientes y con sustrato compuesto por partes iguales de turba y perlita (1:1).

Se realizaron dos experimentos, el primero en julio 2019 donde se probaron doce tratamientos, combinando la lignificación del material vegetal y distintas concentraciones de hormona enraizante (ácido giberélico) con un total de 168 estacas. El segundo ensayo se realizó en septiembre 2019, donde se probaron cinco tratamientos en un total de 271 esquejes. El detalle de ambos experimentos se presenta en la Tabla 6.

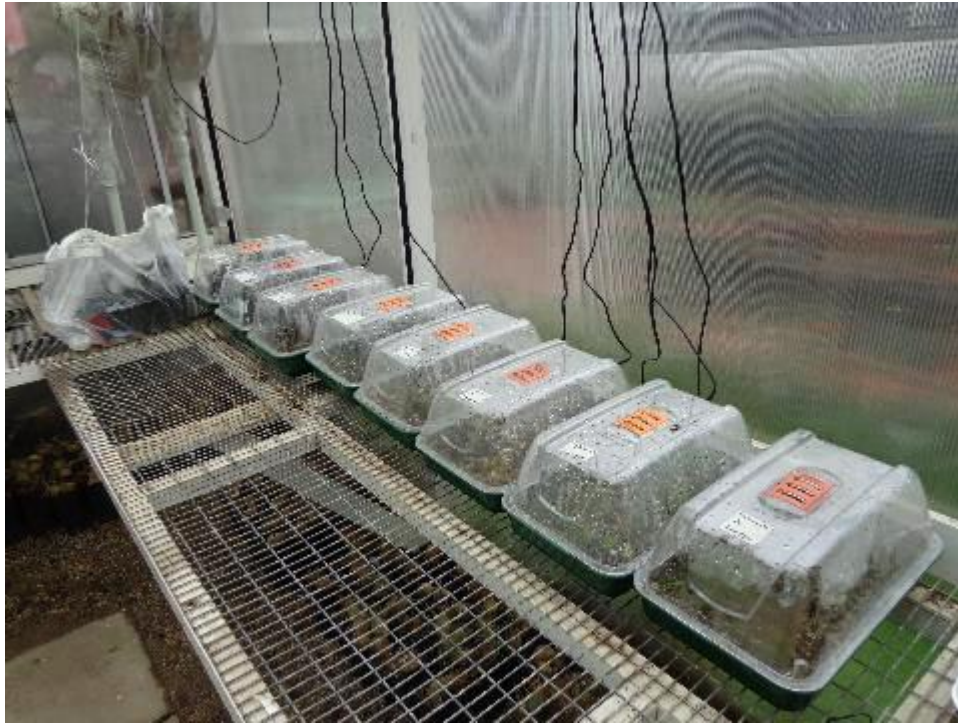
Tabla 6: Experimentos de esquejes realizados para *H. taltalense*.

| Experimento | Tratamiento | Descripción Tratamiento | Tipo de rama | Nº esquejes |
|----------------|-------------|---|-----------------|-------------|
| 1 - Julio 2019 | 1 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 200 ppm x 24 hrs. | Ramas herbáceas | 14 |
| | 2 | Remojo en agua x 24 hrs, sin aplicación de AIB. | Ramas herbáceas | 14 |

| Experimento | Tratamiento | Descripción Tratamiento | Tipo de rama | N° esquejes | |
|----------------------------|----------------------------|---|---|-----------------|------------|
| | 3 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 200 ppm x 24 hrs. | Ramas leñosas delgadas | 14 | |
| | 4 | Remojo en agua x 24 hrs, sin aplicación de AIB. | Ramas leñosas delgadas | 14 | |
| | 5 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 200 ppm x 24 hrs. | Ramas leñosas gruesas | 14 | |
| | 6 | Remojo en agua x 24 hrs, sin aplicación de AIB. | Ramas leñosas gruesas | 14 | |
| | 7 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 2.000 ppm x 3 seg. | Ramas herbáceas | 14 | |
| | 8 | Remojo en agua x 3 seg, sin aplicación de AIB. | Ramas herbáceas | 14 | |
| | 9 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 2.000 ppm x 3 seg. | Ramas leñosas delgadas | 14 | |
| | 10 | Remojo en agua x 3 seg, sin aplicación de AIB. | Ramas leñosas delgadas | 14 | |
| | 11 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 2.000 ppm x 3 seg. | Ramas leñosas gruesas | 14 | |
| | 12 | Remojo en agua x 3 seg, sin aplicación de AIB. | Ramas leñosas gruesas | 14 | |
| | Total Experimento 1 | | | | 168 |
| | 2 - Septiembre 2019 | 1 | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 200 PPM x 24 horas. | Brotes apicales | 59 |
| 2 | | Aplicación de enraizante "Clonex" (Ácido indolbutírico 0,3%). | Brotes apicales | 73 | |
| 3 | | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 2.000 PPM x 3 seg. | Ramas leñosas gruesas | 59 | |
| 4 | | Aplicación de enraizante "Clonex" (Ácido indolbutírico 0,3%). | Ramas leñosas delgadas | 54 | |
| 5 | | Aplicación de Ácido indolbutírico (AIB) 2.000 PPM x 3 seg. | Ramas leñosas delgadas | 26 | |
| Total Experimento 2 | | | | 271 | |
| Total general | | | | 439 | |

Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones ambientales del invernadero siempre se mantuvieron estables (tipo ambiente), con un promedio de temperatura alrededor de 20°C y fotoperiodo controlado de 16 horas luz y 8 horas oscuridad. Los esquejes fueron instalados en bandejas de enraizamiento o "camas calientes" a una temperatura promedio de 22°C. La instalación del ensayo se muestra en la Fotografía 3.

Fotografía 3: Disposición de esquejes de *H. taltalense*, bandejas de enraizamiento, experimento N°2.

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Registro fotográfico de las actividades en terreno

Se realizó un registro fotográfico de las actividades relacionadas al monitoreo 3 de los ejemplares plantados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*, en el sitio de revegetación. Las fotos se muestran en el Anexo 1.

6 Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos durante el tercer monitoreo de ejemplares plantados de las especies *A. taltalensis* y *H. taltalense*, dando cuenta del avance alcanzado hasta la fecha en la implementación de esta medida. Los resultados se entregan según sitio y subsitio de revegetación, detallando las especies y los diferentes indicadores de prendimiento (crecimiento, estado fitosanitario y sobrevivencia). También se exponen los resultados obtenidos en los experimentos de propagación a través de esquejes para ejemplares de la especie *H. taltalense*.

6.1 Resultados generales del tercer monitoreo

Se monitorearon en su totalidad los 21 ejemplares plantados en el sitio 3 durante esta tercera evaluación. Los 21 ejemplares evaluados presentaron diferentes estados de prendimiento en función de cada indicador. En este contexto, para el indicador crecimiento, 17 ejemplares si poseen

crecimiento, mientras que el estado fitosanitario se presenta con 16 ejemplares en buen estado, 1 en mal estado y 4 en estado muerto (Tabla 7).

Tabla 7: Resultados del total de ejemplares evaluados (21). Estado actual tercer monitoreo.

| Indicador de prendimiento | Detalle general del total de ejemplares monitoreados |
|---------------------------|--|
| Crecimiento | 17 con crecimiento (81%); 4 sin crecimiento (19%) |
| Estado fitosanitario | 16 en buen estado (76,2%); 1 en mal estado (4,8%); 4 muertos (19%) |
| Sobrevivencia | 17 vivos (81%) y 4 muertos (19%) |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 también expone que el estado actual de sobrevivencia del total de ejemplares evaluados llega a un 81% (17 ejemplares), mientras que un 19% (4 ejemplares) se encuentran muertos.

De los 21 ejemplares plantados y monitoreados, 15 corresponden a la especie *A. taltalensis*. Lo anterior corresponde a un número que supera lo establecido por la RCA, dado que se contó con más individuos, buscando aumentar las posibilidades de establecimiento a los 10 ejemplares exigidos por la Autoridad para esta especie.

Por su lado, para *H. taltalense* solo se monitorearon los 6 ejemplares plantados, quedando aún pendiente la plantación de 21 ejemplares (total de 27 comprometidos). Esto último se debe a la dificultad que se tuvo inicialmente para producir ejemplares de esta especie a través del germoplasma local. Actualmente los experimentos de producción entregan buenos resultados en cuanto a la propagación vegetativa de *H. taltalense*, lo cual permitirá replantar los ejemplares faltantes en el sitio 3.

El detalle de la cantidad de ejemplares plantados y monitoreados en la presente tercera campaña a terreno según especie y ubicación en los subsitios del Sitio 3, se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8: Número de ejemplares plantados y monitoreados, según especie y ubicación en el sitio 3.

| Subsitio | Cantidad de ejemplares de <i>A. taltalensis</i> | Cantidad de ejemplares de <i>H. taltalense</i> | Total | UTM E [m] | UTM N [m] |
|--------------|---|--|-----------|-----------|-----------|
| S3_2 | 10 | 3 | 13 | 354.681 | 7.233.973 |
| S3_3 | 5 | 3 | 8 | 354.652 | 7.233.963 |
| Total | 15 | 6 | 21 | | |

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1 Subsitio S3_2

6.1.1.1 Crecimiento

Se presentan a continuación los resultados referentes al crecimiento o vigor vegetal en los ejemplares evaluados de este subsitio (Tabla 9).

Tabla 9: Indicador crecimiento monitoreado en ejemplares plantados del sitio 3, subsitio 3_2.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Monitoreo 1 | | Monitoreo 2 | | Monitoreo 3 | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | Con crecimiento | Sin crecimiento | Con crecimiento | Sin crecimiento | Con crecimiento | Sin crecimiento |
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 10 | 5 | 5 | 8 | 2 | 8 | 2 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Total | 13 | 8 | 5 | 11 | 2 | 11 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 podemos observar que la especie que presenta más ejemplares con crecimiento corresponde a *Atriplex taltalensis*, con 8 ejemplares de un total de 10 monitoreados (Fotografía 4). Si bien *H. taltalense* solo presenta 3 ejemplares con crecimiento, cabe señalar que estos representan el total de ejemplares monitoreados actualmente para esta especie en el subsitio 2.

Fotografía 4: Ejemplar de *Atriplex taltalensis* con crecimiento de hojas, elongación de tallos y brotes de brácteas fructíferas, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

El crecimiento o vigor vegetal se expresó en elongaciones de tallos y brotes de nuevas hojas, tanto para *Atriplex taltalensis* como para *Heliotropium taltalense* (Fotografía 5). De la misma forma y también para ambas especies se observó crecimiento de estructuras reproductivas como flores y frutos, pero sobre todo en *A. taltalensis* se observó una numerosa presencia de brácteas fructíferas (Fotografía 4).

Fotografía 5: Ejemplar de *Heliotropium taltalensis* con crecimiento de hojas, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.1.2 Estado fitosanitario

En relación con el indicador estado fitosanitario y las categorías que presentan los ejemplares plantados del subsitio 2, los resultados se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10: Indicador estado fitosanitario monitoreado en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_2.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Monitoreo 1 | | | | Monitoreo 2 | | | | Monitoreo 3 | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | | B | R | M | Mu | B | R | M | Mu | B | R | M | Mu |
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 10 | 3 | 3 | 3 | 1 | 7 | 0 | 1 | 2 | 7 | 0 | 1 | 2 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 13 | 6 | 3 | 3 | 1 | 10 | 0 | 1 | 2 | 10 | 0 | 1 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Observamos en la Tabla 10 que la mayoría de los ejemplares monitoreados presenta un buen estado fitosanitario, no obstante, también están presentes ejemplares con el resto de las categorías. De un total de 10 ejemplares monitoreados de *A. taltalensis*, 7 ejemplares se encontraban en estado “bueno”, 1 en “mal estado” y solo 2 “muertos”. Por su parte, *H. taltalense* presentó todos los ejemplares (3) en buen estado (Fotografía 6). Este es el mismo resultado obtenido en la anterior evaluación (segundo monitoreo).

Fotografía 6: Vigoroso ejemplar de *H. taltalense* en estado fitosanitario “bueno”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al ejemplar de *A. taltalensis* clasificado en estado fitosanitario malo, se observa la desecación de hojas y tallos en casi un 85% del cuerpo original del individuo. No se observaron exudaciones o ataques de patógenos en estos ejemplares. Los ejemplares muertos por su parte presentan una desecación total en las ramas y hojas (Fotografía 7).

Fotografía 7: Ejemplar de *A. taltalensis* en estado fitosanitario “muerto”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.1.3 Sobrevivencia

Este indicador del prendimiento de los ejemplares plantados presentó los siguientes resultados (Tabla 11).

Tabla 11: Indicador sobrevivencia para Monitoreo 3 en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 2.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Cantidad de ejemplares con sobrevivencia | Proporción de sobrevivencia [%] | Muertos |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|----------|
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 10 | 8 | 80% | 2 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 3 | 100% | 0 |
| Total | 13 | 11 | 84,6% | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa en la Tabla 11, la sobrevivencia de los ejemplares presentes en este sitio alcanza el 80% en *Atriplex taltalensis* (8 ejemplares vivos de 10 evaluados), mientras que en *Heliotropium taltalense* la sobrevivencia es del 100% (3 ejemplares vivos de 3 evaluados), dejando un total general para este subsitio de 84,6% de sobrevivencia (11 ejemplares vivos). Solo se registró

2 ejemplares muertos, lo que se presenta como un escenario favorable en cuanto al estado actual de los ejemplares plantados.

6.1.2 Subsitio S3_3

6.1.2.1 Crecimiento

Los resultados obtenidos muestran que el indicador crecimiento en el subsitio 3 se ve favorable, considerando que un número no menor de ejemplares presenta la aparición o elongación de nuevas estructuras. La cantidad de ejemplares monitoreados con y sin crecimiento se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Indicador crecimiento monitoreado en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Monitoreo 1 | | Monitoreo 2 | | Monitoreo 3 | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | Con crecimiento | Sin crecimiento | Con crecimiento | Sin crecimiento | Con crecimiento | Sin crecimiento |
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 5 | 3 | 2 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Total | 8 | 4 | 4 | 6 | 2 | 6 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Según lo presentado en la Tabla 12 podemos observar que la especie que más tiene ejemplares con crecimiento corresponde a *Atriplex taltalensis* con 5 ejemplares de un total de 5 monitoreados (Fotografía 8), mientras que *H. taltalense* solo presenta 1 ejemplar con crecimiento, de un total de 3 evaluados (Fotografía 9). Lo anterior da un total general, a la fecha, de 6 ejemplares con crecimiento y 2 sin crecimiento en el subsitio S3_3.

Fotografía 8: Ejemplar de *Atriplex taltalensis* con crecimiento de nuevas hojas, flores y brácteas fructíferas, monitoreo3, sitio 3, subsitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 9: Ejemplar de *Heliotropium taltalense* con crecimiento de hojas y elongación de tallo, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.2 Estado fitosanitario

En la Tabla 13 se presenta el detalle del estado fitosanitario que presentaron los ejemplares en el subsitio 3.

Tabla 13: Indicador estado fitosanitario en ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Monitoreo 1 | | | | Monitoreo 2 | | | | Monitoreo 3 | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|
| | | B | R | M | Mu | B | R | M | Mu | B | R | M | Mu |
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Total | 8 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Según lo expuesto en la Tabla 13, la mayoría de los ejemplares monitoreados en la actualidad presenta buen estado fitosanitario. De esta forma la especie *A. taltalensis*, con un total de 5 ejemplares monitoreados, presenta a todos en estado "bueno" (Fotografía 11), sin presentar ninguna otra categoría. En *H. taltalense*, donde se monitorea un total de 3 ejemplares, solo 1 de éstos presentó un buen estado fitosanitario, mientras que los 2 restantes se encontraban muertos (Fotografía 10).

Fotografía 10: Ejemplar de *H. taltalense* en estado fitosanitario "muerto", monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

El ejemplar de *A. taltalensis* que se clasificó en estado fitosanitario “regular” durante el monitoreo 2, y que presentaba clorosis en hojas y tallos en diferentes grados, en el actual monitoreo mejoró su condición y vigor llegando al estado fitosanitario bueno. No se observaron exudaciones o ataques de patógenos en estos ejemplares. Por otro lado, el único ejemplar vivo y en buen estado de *H. taltalense* para este subsitio, se encontraba creciendo con gran vigor y sin complicaciones.

Fotografía 11: Ejemplar de *A. taltalensis* en estado fitosanitario “bueno”, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.3 Sobrevivencia

La sobrevivencia que presentan los ejemplares evaluados en el subsitio 3, durante el tercer monitoreo se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14: Indicador sobrevivencia en el tercer monitoreo de ejemplares plantados, sitio 3, subsitio 3_3.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Cantidad de ejemplares con sobrevivencia | Proporción de sobrevivencia [%] | Muertos |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|----------|
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 5 | 5 | 100% | 0 |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 3 | 1 | 33,3% | 2 |
| Total | 8 | 6 | 75% | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 14, la sobrevivencia de los ejemplares presentes en este sitio llega al 100% en el caso de la especie *Atriplex taltalensis* (5 ejemplares vivos de 5 evaluados),

mientras que en el caso de *Heliotropium taltalense* la sobrevivencia es de un 33,3% (1 ejemplar vivo de 3 evaluados). En cuanto la mortandad, solo se registran 2 ejemplares, los que corresponden exclusivamente a la especie *H. taltalense*.

6.2 Producción de ejemplares viverizados de *H. taltalense*

Los diferentes tratamientos de cada experimento fueron constantemente monitoreados para revisar el enraizamiento de los esquejes. Los resultados obtenidos en cada experimento se presentan a continuación en la Tabla 15.

Tabla 15: Resultados experimentos de esquejes realizados con germoplasma local de *H. taltalense*.

| Experimento | Fecha inicio | Tratamiento | N° esquejes dispuestos | N° esquejes enraizados | N° esquejes vivos | N° esquejes vivos [%] |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 | Julio 2019 | 1 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 2 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 3 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 4 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 5 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 6 | 14 | 0 | 0 | 0% |
| | | 7 | 28 | 0 | 0 | 0% |
| | | 8 | 28 | 0 | 0 | 0% |
| | | 9 | 28 | 0 | 0 | 0% |
| Total experimento 1 | | | 168 | 0 | 0 | 0% |
| 2 | Septiembre 2019 | 1 | 59 | 36 | 30 | 50,8% |
| | | 2 | 73 | 13 | 9 | 12,3% |
| | | 3 | 59 | 0 | 0 | 0% |
| | | 4 | 54 | 0 | 0 | 0% |
| | | 5 | 26 | 12 | 1 | 3,8% |
| | | Total experimento 2 | | | 271 | 61 |

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver en la Tabla 15 que en el primer experimento no se obtuvieron resultados satisfactorios, en tanto que en el segundo, sólo para tres tratamientos se consiguieron obtener esquejes enraizados.

En relación con los tratamientos implementados, el que registró mayor éxito fue la aplicación de Ácido indolbutírico a 200 PPM x 24 hrs en esquejes provenientes de brotes apicales, con el cual se obtuvo un enraizamiento del 61% (36 esquejes de 59), seguido por el tratamiento con AIB a 2.000 PPM por 3 segundos en estacas de ramas leñosas delgadas con un 46,2% de éxito (12 esquejes de 26); y en tercer lugar el tratamiento de aplicación del producto comercial en gel "Clonex" (AIB al 0,3%) en esquejes provenientes de brotes apicales con un 17,8% (13 esquejes de 73).

Luego de enraizados los esquejes, se han registrado mortalidad en los tres tratamientos, siendo el que mismo tratamiento de AIB 200 PPMx 24 hrs en esquejes de brotes apicales, el que registra mejor sobrevivencia tal como lo muestra la Tabla 15.

Los 40 esquejes enraizados del experimento 2 presentan un sano y vigoroso sistema radical, y fueron trasplantados a macetas de mayor tamaño durante octubre de 2019. Se mantienen actualmente con riego, fertilización, condiciones ambientales controladas y monitoreo constante. Lo anterior a llevado a que estos ejemplares presenten en la actualidad un crecimiento considerable, expresado en elongación de tallo, nuevas hojas y hasta aparición de flores (Fotografía 12).

Fotografía 12: Esquejes de *H. taltalense* con buen estado fitosanitario y crecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

6.3 Registro fotográfico de las actividades realizadas en terreno

El registro fotográfico que muestra el detalle de las actividades realizadas en terreno durante el tercer monitoreo de los ejemplares plantados de *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense* se presentan en el Anexo 1.

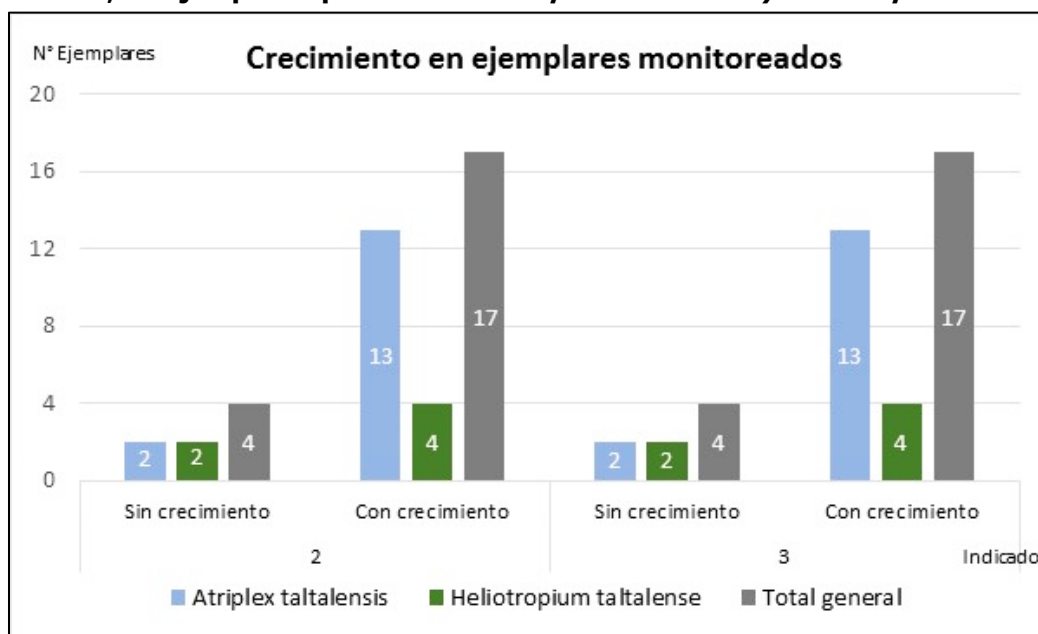
7 Discusión de resultados

7.1 Estado de los ejemplares plantados

En relación al estado general que presentan los 21 ejemplares plantados, hasta la fecha se han registrado solo 4 ejemplares muertos (19%) y 17 vivos (81% de sobrevivencia). No obstante, las evaluaciones de crecimiento (vigor) y estado fitosanitario, muestran resultados variados para cada especie.

En relación con el indicador “crecimiento”, al comparar los resultados entre los monitoreos 2 y 3, podemos señalar que tanto para *A. taltalensis* como para *H. taltalense* no se presentaron cambios en el número de ejemplares con crecimiento. La primera especie sigue presentando 13 ejemplares con crecimiento (86,7%), mientras que *H. taltalense*, se mantiene con los 4 (66,7% de crecimiento) ejemplares con crecimiento que ya se habían registrado en el monitoreo 1 (Gráfico 1). Los ejemplares con crecimiento se mantienen vigorosos y con crecimiento activo y con tendencias a seguir mejorando

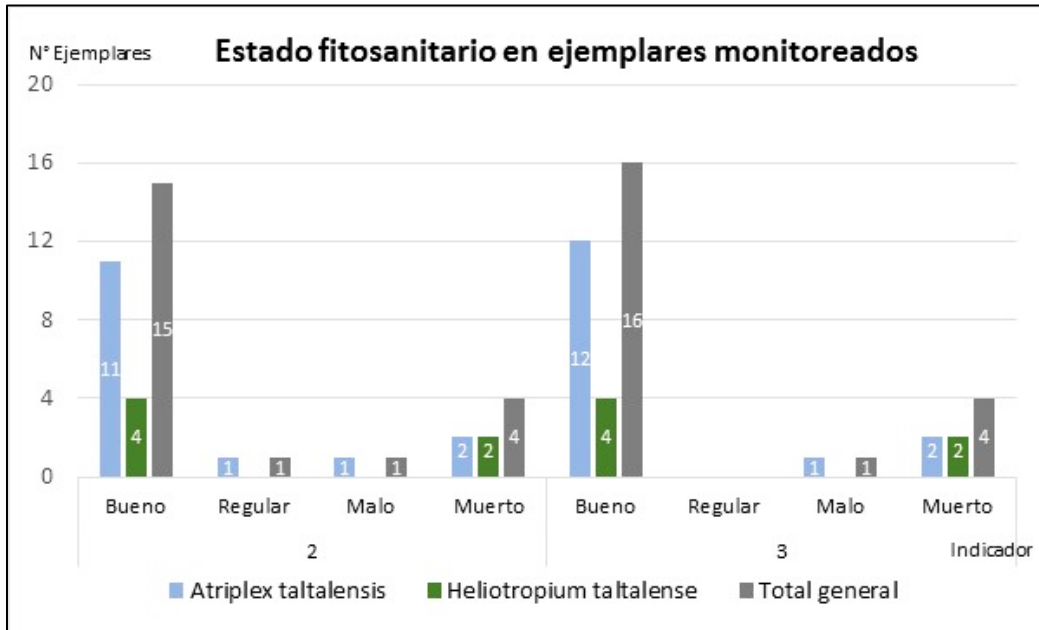
Gráfico 1: Detalle de resultados en el segundo y tercer monitoreo para el indicador crecimiento, en ejemplares plantados de *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al indicador “estado fitosanitario”, *A. taltalensis* presenta ejemplares en las categorías “bueno”, “malo” y “muerto”, mientras que *H. taltalense* presentó ejemplares en estado “bueno” o “muerto”. Hay que señalar que el único cambio que se dio entre el segundo y el tercer monitoreo para este indicador fue el aumento de 1 ejemplar en buen estado fitosanitario para la especie *A. taltalensis*, el cual anteriormente (monitoreo 2) se encontraba en estado regular. De esta forma *A. taltalensis* alcanza los 12 ejemplares en buen estado (80%), mientras que *H. taltalense* mantuvo en el actual monitoreo los 4 ejemplares en buen estado (66,6%) que se registraron desde el monitoreo 1 (Gráfico 2). Ambas especies presentan ejemplares muertos, teniendo *Heliotropium taltalense* y *Atriplex taltalensis* 2 ejemplares cada una. De esta forma la primera especie presenta un 33,3% de mortandad en sus ejemplares plantados, mientras que *A. taltalensis* presenta solo un 13,3% de mortandad.

Gráfico 2: Detalle de resultados del segundo y tercer monitoreo para el indicador estado fitosanitario en ejemplares plantados, especies *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*.

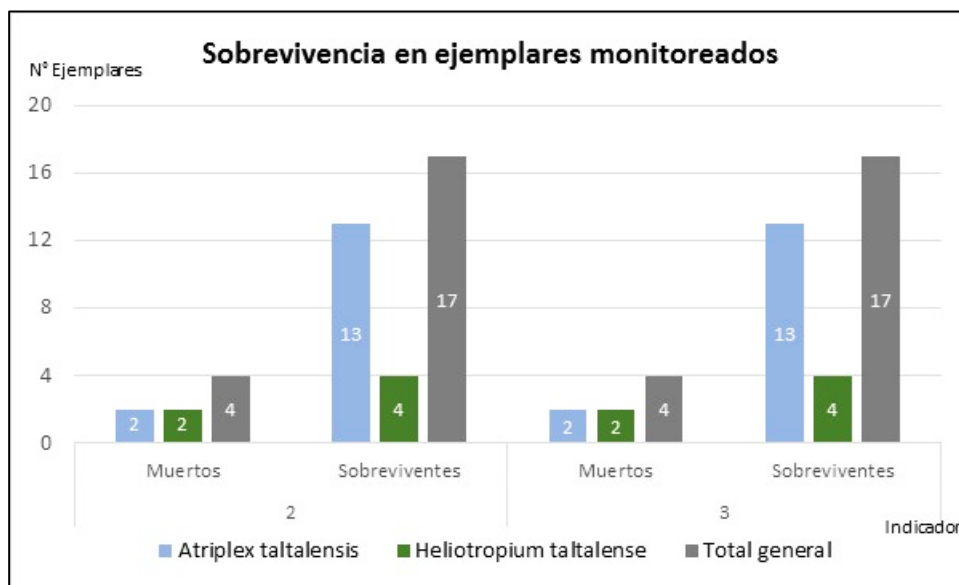


Fuente: Elaboración propia.

Si bien los ejemplares de ambas especies presentaban más sequedad y menos vigor que en la anterior evaluación, esto se debe a los cambios fenológicos que tienen las especies producto de la variabilidad en las condiciones ambientales estacionales del año. Lo anterior no desencadena un problema en las buenas condiciones fitosanitarias que presentan los ejemplares de *A. taltalensis* y *H. taltalense*, observándose en iguales condiciones que los ejemplares naturales de estas especies presentes en los alrededores del sitio de replante 3.

En relación con la “sobrevivencia” como importante indicador de prendimiento, al comparar el segundo y tercer monitoreo, no se observan cambios (al igual que lo visto para el indicador crecimiento), por lo cual se mantienen los 17 ejemplares vivos totales (81% de sobrevivencia). De esta forma *Atriplex taltalensis* sigue presentando 13 ejemplares vivos, mientras que *Heliotropium taltalense* mantiene los mismos 2 ejemplares muertos del monitoreo 1 (Gráfico 3).

Gráfico 3: Detalle de resultados del segundo y tercer monitoreo para el indicador sobrevivencia en ejemplares plantados, especies *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense*.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, si nos referimos al prendimiento actual de los ejemplares, el cual está determinado por la sobrevivencia evaluada, podemos aseverar que, actualmente, *Atriplex taltalensis* posee 86,7% de prendimiento, mientras que *Heliotropium taltalense* posee un 66,7% (Tabla 16).

Tabla 16: Estado de prendimiento actual de los ejemplares monitoreados según especie, al cabo del tercer monitoreo realizado.

| Especie | Cantidad de ejemplares monitoreados | Cantidad de ejemplares con Prendimiento | Proporción con prendimiento [%] | Cantidad de ejemplares sin Prendimiento | Proporción sin prendimiento [%] |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| <i>Atriplex taltalensis</i> | 15 | 13 | 86,7% | 2 | 13,3% |
| <i>Heliotropium taltalense</i> | 6 | 4 | 66,7% | 2 | 33,3% |
| Total | 21 | 17 | | 4 | |

Fuente: Elaboración propia.

Que *A. taltalensis* posea mayor sobrevivencia que *H. taltalense* se hace muy razonable considerando que, en general, las especies del género *Atriplex* son consideradas resistentes a condiciones adversas, tales como pueden ser, la sequía, el frío y el calor, además de poseer una elevada tolerancia a suelos salinos (Chávez, 2009).

Por otro lado, las posibles causas de la afectación que sufrieron algunos ejemplares, los cuales se expresaron en clorosis y desecación de hojas y tallos, además de la muerte de los 4 individuos, se deben al estrés post-trasplante de los ejemplares plantados en el sitio 3. Reginato (2009), según su

experiencia con frutales plantados, expone que el replante puede responder con síntomas inespecíficos que se traducen en una disminución generalizada del vigor de las plantas, lo cual se expresa en el poco o nulo crecimiento de los individuos; los frutales presentaban anomalías principalmente en la parte aérea, con pobre desarrollo de ésta, menor número de brotes, entrenudos cortos, hojas pequeñas y clorosis foliares, los cuales no necesariamente provocaron muerte, sin embargo, todos estos síntomas también fueron observados en los ejemplares plantados de *A. taltalensis* y *H. taltalense*.

Posiblemente el sistema radical en los ejemplares muertos y en mal estado no logra realizar intercambio de agua y nutrientes con el sustrato, puesto que el trasplante de estos ejemplares puede generar daños mecánicos en el sistema radical (que trae consigo un estrés por pérdida de raíces y desbalance hídrico), haciendo a estos ejemplares plantados vulnerables a factores ambientales adversos (Caballero *et al*, 2005). Por otro lado, los camellones de concentración de escorrentía superficial elaborados en la campaña de replante de ejemplares no presentaban indicios de escorrentía, por lo que se puede establecer que los individuos han recibido poco riego.

Finalmente, independiente del número de ejemplares que hayan presentado mortandad, en ambas especies se observa un establecimiento en el estado y vigor de los ejemplares plantados, en comparación a lo observado en el monitoreo 2. Se logró apreciar mucho más vigor en el crecimiento de hojas y frutos, lo que trajo consigo un mejoramiento en las condiciones fitosanitarias de algunos ejemplares de *A. taltalensis*.

7.2 Experimentos de esquejes de *H. taltalense*

Como se apreció en la Tabla 15, el segundo experimento fue notoriamente más exitoso que el experimento 1 (40 esquejes vivos en el experimento 2 y 0 en el experimento 1). En este contexto, se puede inferir que el factor determinante en los tratamientos de cada ensayo es, junto con la necesidad de aplicar hormona enraizante, es el tipo de material vegetal, donde material menos lignificado presenta mejor respuesta que los otros tipos de tejidos.

7.3 Medidas y actividades futuras a programar

En cuanto al cumplimiento de las medidas, para *H. taltalense* se han replantado 6 de los 27 ejemplares exigidos según el considerando 8.7 de la RCA, quedando aun 21 individuos que producir y replantar. Estos ejemplares ya se encuentran producidos y en desarrollo en las instalaciones de BIOTA, solo esperando darles mayor tiempo para que crezcan y de esta forma asegurar el establecimiento de estos al momento de realizar el replante en una época más favorable, la cual se estima realizar en otoño del presente año.

Se considera seguir realizando futuros monitoreos a todos los ejemplares plantados y a los próximos a replantar.

8 Conclusiones

Las actividades en el tercer monitoreo de ejemplares plantados producidos en vivero se efectuaron exitosamente para las especies *Atriplex taltalensis* y *H. taltalense*, pudiendo trabajar normalmente en el sitio establecido, llegando a evaluar el total de 21 ejemplares (*A. taltalensis* con 15 individuos, y *H. taltalense* con 6 ejemplares).

En términos generales, los ejemplares evaluados de las diferentes especies presentaron indicadores de prendimiento positivos, destacando la sobrevivencia de gran parte de ellos, específicamente en un 86,7% (13 ejemplares) para *A. taltalensis* y en un 66,7% (4 ejemplares) para *H. taltalense*. En general para ambas especies los ejemplares vivos presentaban crecimiento y un buen estado fitosanitario, evidenciando vigor en el establecimiento de estos.

En relación con los experimentos para la propagación de *Heliotropium taltalense*, el tratamiento que ha obtenido mejores resultados a la fecha es la propagación vegetativa con aplicación de AIB a 200 PPM por 24 hrs en esquejes provenientes de material sin lignificación o brotes apicales, registrándose un 61% de generación de raíces y que a la fecha registra un 50,8% (30 de 59) de individuos vivos. A lo anterior, se suman los tratamientos con AIB a 2.000 PPM por 3 segundos en estacas de ramas leñosas delgadas con un 46,2% de éxito (12 esquejes de 26), y el con aplicación del producto comercial en gel "Clonex" (AIB al 0,3%) en esquejes provenientes de brotes apicales con un 17,8% (13 esquejes de 73). A partir de estos resultados, se cuenta con 40 individuos de *Heliotropium taltalense* en crecimiento los cuales se dispondrán en terreno en otoño, los que sumados a los 4 ejemplares activos de la especie en terreno, permitirán cumplir el compromiso de replantar 27 individuos.

9 Bibliografía

Caballero, M., Alcalá, C., Chacalo, H., Santos, T & C, Cossio. 2005. Crecimiento y estrés post-trasplante de árboles de pino en suelo salino urbano. Revista Chapingo, Serie Horticultura, Vol 11, N°1. [En línea] <<http://www.redalyc.org/pdf/609/60912502007.pdf>> [Consulta: 02 de julio de 2019].

Chávez, B. 2009. Producción de plantines de tres especies de *Atriplex* en condiciones de vivero en la comuna de Amachuma provincia Murillo. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Bolivia. [En línea] <<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5314/TD-1394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 12 de septiembre de 2019].

Regintao, G. 2009. La replantación de frutales, ensayos controlados en Chile. Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N°13. [En línea] <<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120296/LIBRO-frutales.pdf?sequence=1>> [Consulta: 16 de marzo de 2019].

10 Anexos

Anexo 1: Registro de las actividades realizadas en terreno durante el replante de ejemplares de *Atriplex taltalensis* y *Heliotropium taltalense* en el sitio 3.

Fotografía 13: Evaluación de crecimiento en tallos de un ejemplar de *A. taltalensis*, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 14: Evaluación de estado fitosanitario, en un ejemplar de *A. taltalensis* con notorio vigor y crecimiento, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 15: Ejemplar de *Heliotropium taltalense*, vivo y en buen estado fitosanitario, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 16: Vista general de ejemplares plantados, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_2.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 17: Evaluación de estado fitosanitario, en un ejemplar de *A. taltalensis*, monitoreo 3, sitio 3, subsitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 18: Vista general de ejemplares plantados, monitoreo 3, sitio 3, sub sitio S3_3.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 19: Ensayos de esquejes con rama delgada y AIB (200 ppm), experimento 1, julio 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 20: Ensayo de esquejes con ramas leñosas gruesas y AIB (200 ppm) x 24 hrs, experimento 1, ensayo 5. Se observa la nula presencia de brotes foliares, agosto 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 21: Esquejes del experimento 1 presentando ataque de hongos, lo que posteriormente generó la mortandad de estos ejemplares, agosto 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 22: Esqueje muerto de rama leñosa delgada, experimento 1. Se observa la nula aparición de raíces en la base de los esquejes, julio 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 23: Instalación de experimento de esquejes utilizando brotes apicales y AIB (200 ppm) x 24 hrs, experimento 2, ensayo 1, septiembre 2019.



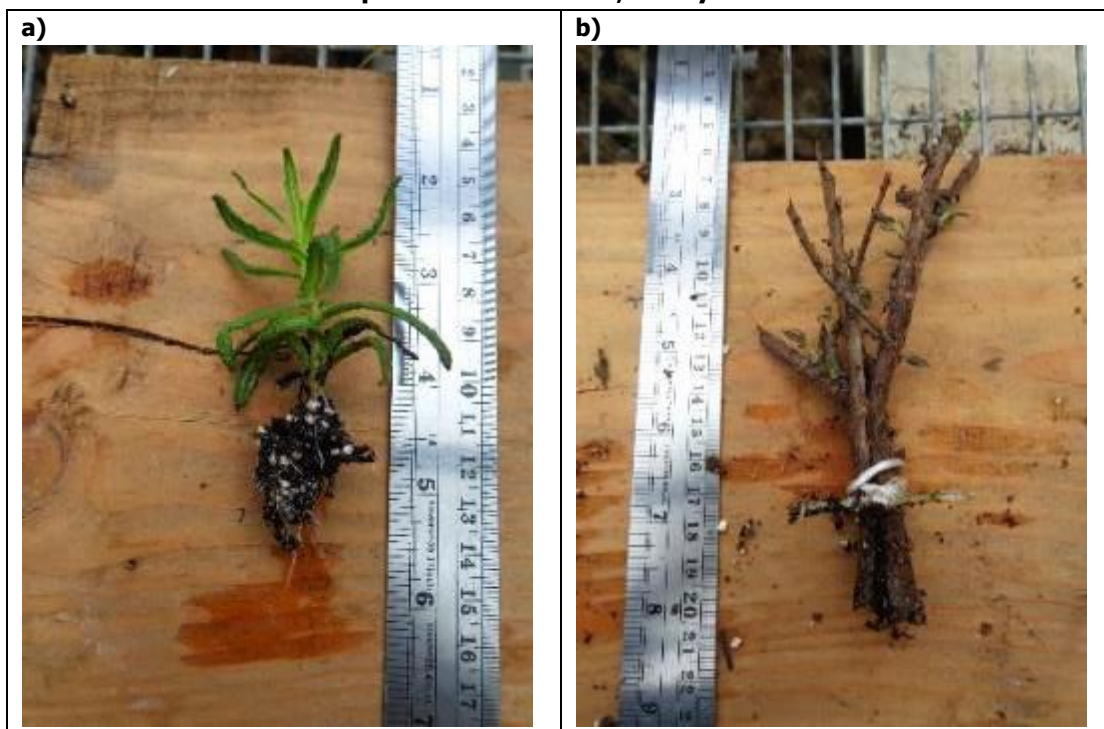
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 24: Bandeja para esquejes, experimento 2, ensayo 2, septiembre 2019



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 25: Diferentes esquejes revisados del experimento 2, buscando la presencia de raíces, septiembre 2019. a: Esqueje de rama de brote apical con presencia de sistema radical adherido al sustrato, ensayo 1, b: Esqueje de rama leñosa delgada sin presencia de raíces, ensayo 4.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 26: Esquejes enraizados y establecidos, trasplantados a macetas más grandes, experimento 2, octubre 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 27: Los 40 Esquejes enraizados y establecidos del experimento 2, diciembre 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 28: Los 40 Esquejes enraizados y establecidos del experimento 2, marzo 2020.



Fuente: Elaboración propia.



Plan de Enriquecimiento
PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO
ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES



Proceso ROL F-026-2020 SMA

Elaborada por:

BIOTA

Agosto 2020

Contenidos

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Introducción | 1 |
| 2 | Objetivos | 1 |
| 3 | Especies y número de individuos para el enriquecimiento | 2 |
| 4 | Fuente de germoplasma y propagación | 4 |
| 4.1 | Reproducción vegetativa | 5 |
| 5 | Manejo de ejemplares en vivero | 7 |
| 5.1 | Manejo de esquejes..... | 7 |
| 6 | Sitios de enriquecimiento y actividades de revegetación | 10 |
| 6.1 | Época y estándar de plantación | 11 |
| 7 | Seguimiento e indicadores de éxito..... | 11 |
| 8 | Informes de seguimiento ambiental de la medida | 12 |

1 Introducción

El presente Plan de Enriquecimiento (PdE) entrega los antecedentes y medidas a implementar para las especies intervenidas y/o afectadas en el área de influencia del proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (en adelante el Proyecto) según el procedimiento sancionatorio ROL F-026-2020 SMA, de modo de volver al cumplimiento ambiental.

Como parte de PdE se consideraron las especies y sus ejemplares, que fueron rescatados adicionalmente en relación con lo declarado en la evaluación ambiental del Proyecto, que fue calificada favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA N°62/2016), aquellos afectados por el manejo biológico en el proceso de acondicionamiento, los afectados producto de la delimitación de las zonas de trabajo y los de las especies que no hayan presentado el prendimiento mínimo del 75% de los individuos relocalizados.

Junto con lo anterior, las actividades y medidas establecidas en el presente PdE consideraron como referencia el Plan de Manejo Biológico (PMB) y las obligaciones que constan en la evaluación ambiental establecidas en la RCA N°62/2016.

2 Objetivos

El objetivo del plan de enriquecimiento es establecer las medidas y actividades para atender debidamente los efectos asociados a las especies intervenidas y/o afectadas en el área de influencia del proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" según el procedimiento sancionatorio ROL F-026-2020 SMA, de modo de volver al cumplimiento ambiental.

Los objetivos específicos son:

- Establecer el número de ejemplares por especie a producir, plantar y establecer en terreno.
- Definir la fuente y protocolos de propagación de germoplasma para la producción de los ejemplares necesarios.
- Definir y detallar las actividades de manejo de los ejemplares producidos para su adecuado desarrollo y condición para ser dispuestos en terreno.
- Proponer los sectores de revegetación de acuerdo con la distribución original de los ejemplares afectados por el proyecto.
- Definir y detallar las actividades de seguimiento ambiental de los ejemplares dispuestos en los sectores de enriquecimiento, señalando los parámetros de éxito para cada una de las etapas del presente plan de enriquecimiento.

3 Especies y número de individuos para el enriquecimiento

En relación con el número y ejemplares por especie a considerar en el presente PdE, se han considerado las siguientes fuentes:

1. Número de ejemplares adicionales intervenidos en comparación a lo comprometido en la evaluación ambiental (RCA 62/2016) (ECOS Chile 2020₁).
2. Número de ejemplares afectados por el manejo biológico en el proceso de acondicionamiento (ECOS Chile 2020₂).
3. Número de ejemplares afectados producto de la delimitación de las zonas de trabajo (BIOTA 2020₃).
4. Número de ejemplares de las especies que no hayan presentado el prendimiento mínimo del 75% de los individuos relocalizados (ECOS Chile 2020₄).

Del total de las especies evaluadas, las que presentan afectación por parte del Proyecto son tres: *Copiapoa cinerea*, clasificada en categoría de "Casi Amenazada" (NT - DS 33/2011 MMA), *Copiapoa humilis*, clasificada en categoría de "Vulnerable" (VU - DS 19/2012 MMA) y *Pyrrhocactus paucicostatus*, clasificada en categoría de "Casi Amenazada" (NT - DS 13/2013 MMA).

En relación con el número de ejemplares adicionales intervenidos por el Proyecto, se evalúa en 128 el número de individuos entre las tres especies rescatados adicionalmente por parte del Proyecto. El detalle del número de ejemplares por especie se presenta en la Tabla 2.

En relación con la afectación por el manejo biológico, en la Tabla 1 se presenta el registro de ejemplares muertos en los sectores de acondicionamiento, donde se observa una afectación de un 4% del total de los ejemplares rescatados.

Tabla 1: Supervivencia de individuos rescatados y dispuestos en sombreaderos, previo a la relocalización.

| Sombreadero u acopio | Especie | Nº de ejemplares rescatados | Nº de ejemplares vivos | Nº de ejemplares muertos | % de supervivencia |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| Colegio Paposo | <i>Copiapoa cinerea</i> | 71 | 69 | 2 | 97,2 |
| | <i>Cumulopuntia sphaerica</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| PAIS | <i>Copiapoa cinerea</i> | 59 | 58 | 1 | 98,3 |
| | <i>Copiapoa humilis</i> | 97 | 84 | 13 | 86,6 |
| | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 4 | 4 | 0 | 100 |

¹ Tabla 5 documento ECOS Chile. 2020. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO N°1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A. RES. EX. N°1/ ROL F-026-2020. Junio 2020

² Tabla 8 documento ECOS Chile. 2020. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO N°1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A. RES. EX. N°1/ ROL F-026-2020. Junio 2020

³ Tabla 8 documento: BIOTA. 2020. Informe Técnico Cargos Res. Ex. N°1 / ROL F-026-2020. PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES. Junio 2020

⁴ A partir de % prendimiento Tabla 10 documento ECOS Chile. 2020. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO N°1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A. RES. EX. N°1/ ROL F-026-2020. Junio 2020

| Sombreadero u acopio | Especie | N° de ejemplares rescatados | N° de ejemplares vivos | N° de ejemplares muertos | % de sobrevivencia |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 29 | 26 | 3 | 89,7 |
| | <i>Trichocereus deserticola</i> | 6 | 6 | 0 | 100 |
| T11 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 108 | 108 | 0 | 100 |
| T12 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 86 | 86 | 0 | 100 |
| T13 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 13 | 13 | 0 | 100 |
| T4 | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | 1 | 1 | 0 | 100 |
| Total | | 476 | 457 | 19 | 96,0 |

Fuente: elaboración propia.

Dado el nivel de afectación por esta causa, se considera aumentar al doble el número de ejemplares por cada especie a producir y disponer en terreno, de modo que lograr una mayor densidad de plantación en los sitios de enriquecimiento y cumplir el objetivo de este plan. De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 2 se presenta el número de individuos a producir por especie a raíz de esta fuente de afectación.

En relación con los individuos afectados por la inadecuada delimitación de las zonas de trabajo, tal como se señaló en BIOTA (2020a⁵), se afectaron sólo tres (3) individuos de *Copiapoa cinerea*. Sin embargo, se contempla aumentar al doble el número de ejemplares a producir y disponer en terreno de la especie por este concepto, de modo que, al igual que en el caso anterior, lograr una mayor densidad de plantación en los sitios de enriquecimiento y cumplir el objetivo de este plan.

Finalmente, en relación con *Pyrrhocactus paucicostatus*, especie que no logró el prendimiento mínimo establecido en el PMB, se considera la producción y disposición en terreno de 25 individuos, de modo de compensar el total de ejemplares rescatados originalmente por el Proyecto y cubrir la diferencia de individuos no establecidos (BIOTA 2020b⁶).

Considerando lo anterior, en la Tabla 2 se presenta el número de ejemplares por especie a producir y disponer en terreno, indicando el número de individuos considerados por las fuentes de afectación antes detalladas.

⁵ BIOTA. 2020a. Informe Técnico Cargos Res. Ex. N°1 / ROL F-026-2020. PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES. Junio 2020

⁶ BIOTA. 2020b. Monitoreo 9 Relocalización de ejemplares Vegetales Temporada Verano 2020 – Año 3. Rex. Ex. 62/2016 Comisión de Evaluación Antofagasta. Proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones. Abril 2020.

Tabla 2: Número de ejemplares a considerar en el PdE en base a fuente de afectación

| Especie | Estado de Conservación * | Fuente de afectación | | | | Subtotal |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|
| | | Por rescate adicional | Por manejo biológico | Por delimitación zonas de trabajo | Por mal prendimiento | |
| <i>Copiapoa cinerea</i> | NT | 102 | 6 | 3 | -- | 114 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | VU | 14 | 26 | -- | -- | 40 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | NT | 12 | 6 | -- | 25 | 43 |
| TOTAL | | 128 | 38 | 6 | 25 | 197 |

* VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazada

Fuente: elaboración propia a partir de:

Junto con lo anterior, se hace necesario considerar el porcentaje de prendimiento reportado en los monitoreos de flora relocalizada por el Proyecto BIOTA (2020b⁷), de este modo, se busca cubrir eventuales pérdidas de individuos en base a la experiencia generada para cada una de las especies del presente PdE. Por otro lado, y con el objeto de generar un efecto positivo para las especies del PdE, se considera un 40% de sobreproducción de ejemplares por especie a disponer en terreno. La Tabla 3 presenta el total de plantas a disponer en terreno considerando las fuentes adicionales antes señaladas.

Tabla 3: Número de ejemplares a plantar para el PdE

| Especie | Cantidad por afectación | Porcentaje mortalidad* | Subtotal | Total a plantar (incluye 40% compensación) |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------|--|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 114 | 20,2% | 137 | 192 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 40 | 25,0% | 50 | 70 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 43 | 60,0% | 69 | 96 |
| TOTAL | 197 | | 256 | 358 |

* Tabla 10 documento ECOS Chile. 2020. ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO N°1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A. RES. EX. N°1/ ROL F-026-2020. Junio 2020

Fuente: elaboración propia

4 Fuente de germoplasma y propagación

Para la generación del germoplasma que permitirá la producción de los ejemplares, en la composición de las especies establecidas como meta a disponer en terreno definida en la Tabla 3, se considera como primer fuente la aplicación de reproducción vegetativa mediante explantes, fragmentos o esquejes provenientes de los ejemplares relocalizados por el proyecto en los cuales se verifique la presencia de al menos tres (3) ejes, brazos o cabezuelas. En segunda instancia, en el caso que no se cuente con un número adecuado de esquejes, se contempla la colecta de fragmentos de individuos creciendo naturalmente dentro del área de influencia del Proyecto, que cuenten con un buen estado

⁷ BIOTA. 2020b. Monitoreo 9 Relocalización de ejemplares Vegetales Temporada Verano 2020 – Año 3. Rex. Ex. 62/2016 Comisión de Evaluación Antofagasta. Proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones. Abril 2020.

sanitario y en los cuales se verifique igualmente la presencia de al menos tres (3) ejes, brazos o cabezuelas.

A continuación, se presenta el detalle de los métodos indicados para la colecta y propagación de germoplasma.

4.1 Reproducción vegetativa

Tal como se señaló anteriormente, se contempla efectuar la extracción de brotes laterales, esquejes, brazos o explantes en individuos que presenten más de tres ejes o brazos. Ejemplos de este tipo de material se muestra en las Fotografía 1, Fotografía 2 y Fotografía 3. Del mismo modo, se contempla la colecta de material en ejemplares relocados que hayan generado este tipo de estructuras y, en segunda prioridad, ejemplares que se han establecido naturalmente en el área de influencia del Proyecto.

En todos los casos, se registrará la coordenada de origen del explante y se le asignará un número identificador el que se asociará a una base de datos donde se relacionará con la descripción de la especie correspondiente, coordenadas (UTM Datum WGS84 H19S) del ejemplar de origen y número de esqueje, si es que se extrae más de un esqueje del individuo de origen. El identificador señalado se adosará mediante una etiqueta permanente a cada explante o brazo rescatado.

Fotografía 1: Ejemplar de *Copiapoa cinerea*, se destacan los brazos propuestos a rescatar para generar nuevos ejemplares



Fuente: Biota 2020

Fotografía 2: Ejemplar de *C. humilis* con crecimiento (brote de 3 nuevos cladodios), monitoreo 9, sitio 3.



Fuente: BIOTA 2020.

Fotografía 3: Individuos de *P. paucicostatus* relocalizados donde se muestran brotes laterales (círculos amarillos), potenciales para multiplicación y reproducción mediante técnicas de injertación



Fuente: BIOTA 2020

Para la extracción de los explantes, se utilizarán herramientas de corte (cuchillos, cortacartón o similares) en buen estado de modo de realizar cortes limpios en los individuos de origen. Una vez realizado el corte, se aplicará una pasta fungicida sellante en el corte del individuo de origen y gel enraizante en el esqueje rescatado.

5 Manejo de ejemplares en vivero

Para las medidas de manejo de los ejemplares se ha utilizado como referencia lo dispuesto en el Plan de Manejo Biológico y las obligaciones que constan en la evaluación ambiental establecidas en la RCA N°62/2016. Sin perjuicio de lo anterior, se incluyen medidas complementarias producto de la experiencia generada por el Proyecto en la actividad de rescate y relocalización.

Para el proceso de aclimatación se contempla utilizar las instalaciones de BIOTA, de modo que los ejemplares a generar cuenten con cuidados y seguimiento de su desarrollo de manera permanente. El área de acondicionamiento será una instalación cerrada, con condiciones ambientales controladas, con mesones adecuados para mantener en altura los esquejes y ejemplares generados, control de temperatura y radiación (sombreadero de 70%). En cualquier caso, el acceso a las instalaciones estará disponible si la Autoridad estima conveniente o requiera revisar el estado de los individuos y verificar el manejo implementado en ellos.

Los ejemplares que se generen mantendrán su identificador y etiquetado proveniente de la colecta de germoplasma de terreno, y se mantendrá el expediente actualizado de dicho ejemplar en la base de datos.

5.1 Manejo de esquejes

Los esquejes rescatados de terreno, y una vez en el sitio de aclimatación, se les realizará un corte de limpieza mediante un corte limpio en el punto de inserción del brazo o cabezuela, tal como lo grafica la Fotografía 4.

Fotografía 4: Esquejes de *Copiapoa cinerea* con corte de limpieza en la base



Fuente: BIOTA 2017

En el PMB del Proyecto no se contempló la aplicación de productos como fungicidas o enraizantes. Sin embargo, a partir de los resultados del ensayo de enraizamiento reportado en los informes de marzo y abril de 2017, asociados al monitoreo de rescate de ejemplares del Proyecto, se considera la aplicación del producto CLONEX desarrollado por Growth Technology Ltd.⁸, que corresponde a un producto comercial en base a un gel que permite el sellado del tejido cortado y entrega las hormonas enraizantes necesarias para promover el desarrollo de las células meristemáticas de la raíz y las vitaminas para proteger el delicado tejido de las nuevas raíces. En la experiencia citada, se registró generación de nuevas raíces al cabo de 1 mes de aplicado el producto, tal como lo muestra la Fotografía 5.

⁸ <https://www.hydrodynamicsintl.com/product/clonex-rooting-gel/>

Fotografía 5: Generación de raíces al cabo de 1 mes en ejemplar de *C. cinerea* con aplicación de CLONEX (abril 2017, Informe monitoreo 6).



Fuente: BIOTA 2017.

Los esquejes rescatados serán dispuestos en posición vertical en los mesones en el sitio de acondicionamiento, hasta que se verifique el desarrollo de raíces secundarias.

Durante el tiempo de generación de nuevos ejemplares a partir de esquejes, se contempla el siguiente protocolo de manejo sanitario:

- Retiro y eliminación de fragmentos o ejemplares con presencia de pudrición o ataque severo de gusanos.
- Aplicación preventiva de insecticida (por ejemplo, Dimetoato) y fungicida (por ejemplo, Captan) durante el período de residencia en el sitio de aclimatación.

Para que los nuevos ejemplares sean llevados a terreno, se establece como criterio que deben contar con nuevas raíces activas y un buen estado sanitario. Para lo anterior, se estima un tiempo de residencia de 7 a 8 meses en el sitio de acondicionamiento, en base a la experiencia generada por el Proyecto en la actividad de rescate y relocalización.

Cabe aclarar que los ejemplares que se llevarán a terreno, y puntualmente para el caso de *Copiapoa cinerea*, dado que provendrán en su mayoría de esquejes, tendrán un volumen y número de ejes muy menor que los ejemplares de establecimiento natural que se observan en el área de influencia del Proyecto. Sin perjuicio de ello, la verificación del establecimiento de estos ejemplares considera el desarrollo de nuevas estructuras (espinas, areolas) como indicadores de crecimiento y el estado sanitario general (turgor equivalente con los individuos naturales similares de la misma especie).

6 Sitios de enriquecimiento y actividades de revegetación

En la definición de los sitios de enriquecimiento se tomó en consideración las torres de origen de las especies intervenidas por el Proyecto. Esta información se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Origen y número de ejemplares a plantar por especie

| Especie | Ejemplares por plantar | Torres de origen |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 192 | T11, T12, T13, T16, T17 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 70 | T8, T9, T10 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 96 | T6, T8, T9, T11 |
| TOTAL | 358 | |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, se proponen cuatro sitios; dos para *Copiapoa cinerea*, uno para *Copiapoa humilis* y uno para *Pyrrhocactus paucicostatus*. En los sitios propuestos, se considera un polígono referencial, donde las superficies específicas a utilizar serán establecidas finalmente previo informe de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), región de Antofagasta, según lo indicado en la Res.Ex. N°3/ROL F-026-2020 SMA. La coordenada referencial del centroide del polígono envolvente propuesto para cada sitio de enriquecimiento se presentan en la Tabla 5, y se grafican en la Figura 1.

Tabla 5: Sitios de enriquecimiento por especies y coordenada (UTM WGS84 H19S) referencial del centroide el polígono propuesto.

| Sitio de enriquecimiento | Especie | UTM N | UTM E |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------|---------|
| Sitio 1 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 7.234.949 | 355.090 |
| Sitio 2 | <i>Copiapoa cinerea</i> | 7.234.218 | 354.825 |
| Sitio 3 | <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 7.234.034 | 354.674 |
| Sitio 4 | <i>Copiapoa humilis</i> | 7.233.923 | 354.636 |

Fuente: elaboración propia

Figura 1: Polígonos envolventes de los sitios de enriquecimiento propuestos por especie

Fuente: elaboración propia

6.1 Época y estándar de plantación

Con el objeto de maximizar el establecimiento de los ejemplares a disponer en terreno, se establece que la plantación se realizará a partir de mediados de otoño o durante todo el invierno.

En la disposición de los individuos, esto se instalarán en casillas o puntos de plantación con sustrato no compactado y en buen drenaje. Para el caso de *C. humilis* y *P. paucicostatus*, se considera la disposición junto a otros ejemplares vegetales de especies de mayor tamaño, o de rocas dispuestas para ello, de modo que sirvan de abrigo o nodriza.

Todos los ejemplares dispuestos en terreno serán etiquetados y, en dicha etiqueta, se indicará un identificador, el cual estará asociado a una base de datos donde se registrará la coordenada de origen del germoplasma que originó dicho individuo, el tipo de reproducción que le dio origen y la coordenada de plantación dentro del sitio de enriquecimiento donde se disponga.

7 Seguimiento e indicadores de éxito

En la definición del seguimiento e indicadores de éxito del presente plan de enriquecimiento se ha considerado como referencia el Plan de Manejo Biológico (PMB) y las obligaciones que constan en la evaluación ambiental establecidas en la RCA N°62/2016.

De acuerdo con lo anterior, se mantiene el indicador de éxito para el establecimiento de los ejemplares a plantar en los sitios de enriquecimiento. Así, se establece como indicador de prendimiento para los ejemplares, que el individuo evaluado presente un sistema radical en desarrollo, es decir que cuente con la generación de nuevas raíces, que esté en buen estado sanitario

y tenga registro de actividad vegetativa (crecimiento). En caso de que presente sólo algunos de estos atributos, el ejemplar seguirá siendo monitoreado y no será considerado como establecido hasta que registre en conjunto los tres elementos de evaluación.

Se considerará que un grupo o paño de ejemplares relocalizados tiene éxito, si se verifica el prendimiento de un mínimo de 75% de los ejemplares rescatados al cabo de dos años de realizadas las labores de relocalización o disposición final en terreno. En la Tabla 6 se presentan las metas para el cumplimiento del indicador de éxito de la relocalización, en lo referente al número mínimo de ejemplares a establecer en terreno.

Tabla 6: Metas de prendimiento a partir de los ejemplares a plantar e índice de éxito definido

| Especie | A plantar | Índice éxito (75%) |
|-----------------------------------|------------|--------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 192 | 144 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 70 | 53 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 96 | 72 |
| TOTAL | 358 | 269 |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con lo señalado en la Tabla 6, al cumplir con el índice de éxito definido, lo cual constituye la condición mínima para considerar que los ejemplares de las especies están establecidos, se estaría generando una ganancia de 72 nuevos individuos entre las tres especies, respecto del número de ejemplares afectados, esto genera el establecimiento en terreno de un 36,6% más de individuos respecto del número de ejemplares afectados por el Proyecto. El detalle de la ganancia mínima esperada por el PdE por especie se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7: Ganancia mínima esperada por el PdE respecto de los ejemplares afectados

| Especie | Afectación | A plantar | Mínimo ejemplares establecidos (75%) | Ganancia mínima de ejemplares | Ganancia mínima esperada (%) |
|-----------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 114 | 192 | 144 | 30 | 26,2% |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 40 | 70 | 53 | 13 | 31,3% |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 43 | 96 | 72 | 29 | 68,0% |
| TOTAL | 197 | 358 | 269 | 72 | 36,4% |

Fuente: elaboración propia

8 Informes de seguimiento ambiental de la medida

En relación con los monitoreos al establecimiento de los individuos, durante el primer año se consideran monitoreos trimestrales (4 al año), y para el segundo año monitoreos semestrales (2 al año), donde se evaluará la evolución de todos los ejemplares plantados durante los dos primeros años donde se espera alcanzar el índice de éxito definido. De acuerdo con lo anterior, en cada campaña de monitoreo se realizará un censo evaluando los parámetros de prendimiento en la

totalidad de los ejemplares dispuestos en terreno. La metodología mediante la cual se realizará este censo es la misma descrita en el documento "Metodología a Utilizar en los Monitoreos. Proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones".

Los resultados de los monitoreos serán consignados en seis (6) informes asociados a cada campaña de terreno, es decir, cuatro (4) el primer año y dos (2) el segundo. La estructura y formato de dichos informes será de acuerdo con la Resolución SMA N° 223/2015, adjuntando en cada caso, la base de datos de los ejemplares actualizada a la fecha de la campaña de monitoreo que se reporte.

En caso de que no se verifique el indicador de éxito, se repondrán los ejemplares muertos a partir de ejemplares disponibles en el sitio de acondicionamiento, de modo de llegar al porcentaje de éxito establecido. Estos nuevos ejemplares serán etiquetados de acuerdo con lo definido en el punto 6.1 de este documento.



Metodología a Utilizar en los Monitoreos
PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO
ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES



Proceso ROL F-026-2020 SMA

Elaborada por:

BIOTA

Agosto 2020

Contenidos

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Antecedentes | 1 |
| 2 | Ejemplares relocados a monitorear en el censo y área de trabajo | 1 |
| 3 | Parámetros a evaluar e indicador de éxito para ejemplares relocados | 3 |
| 3.1 | Aparición de raíces nuevas | 4 |
| 3.2 | Crecimiento | 5 |
| 3.3 | Estado fitosanitario..... | 6 |
| 4 | Informes de seguimiento ambiental | 7 |

1 Antecedentes

El presente documento corresponde a una propuesta de plan de monitoreo de los individuos relocados y verificar su estado, vinculado al procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente, sobre la construcción y operación del proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones, en la Región de Antofagasta y su Resolución de Calificación Ambiental RCA 62/2016.

En específico, la metodología de monitoreo se asocia con el hecho infraccional N° 1, que queda definido por "*Titular no da cumplimiento a las obligaciones de rescate, manejo biológico, delimitación de ejemplares remanentes y relocalización de especies de flora y cactáceas en categoría de conservación, en cuanto:*

1.1 *Procede a la intervención de un número considerablemente mayor de ejemplares de especies en categoría de conservación, en comparación a los individuos catastrados en la evaluación ambiental.*

1.2 *Ejecuta un manejo biológico inadecuado de ejemplares rescatados y reubicados en viveros y sombreaderos: (1.2.1) No realiza registro adecuado de individuos rescatados, y, (1.2.2) Se constata material de excavación sobre sombreaderos, hongos en ejemplares, unidades depositadas sobre el suelo desnudo, disposición desordenada de especies (apiladas) e individuos sin protección adecuada en sombreaderos.*

1.3 *Deficiente delimitación de ejemplares remanentes durante la etapa de construcción.*

1.4 *No logra el prendimiento del 75% de todos los ejemplares de especies en categoría de conservación y posteriormente no acredita el inicio del plan de acción para la reposición de ejemplares por germoplasma local.*

Al respecto de lo anterior, y con la finalidad de volver al cumplimiento, se propone desarrollar un censo para realizar una evaluación al total de ejemplares relocados en base a lo presentado en el marco del procedimiento sancionatorio, los que alcanzan un número de 941 individuos que serán monitoreados en su totalidad durante la campaña a terreno.

2 Ejemplares relocados a monitorear en el censo y área de trabajo

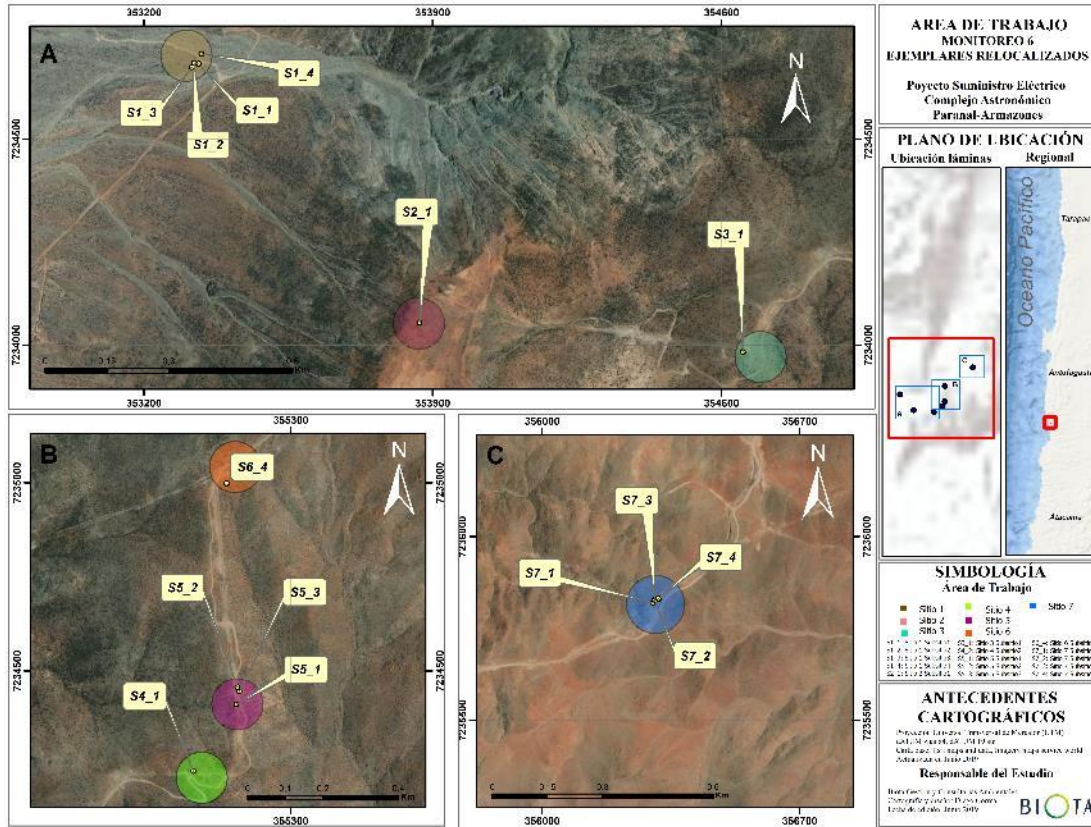
Las especies que serán evaluadas corresponden a: *Copiapoa cinerea* (533 individuos relocados), *Copiapoa humilis* (191), *Conanthera campanulata* (111), *Cumulopuntia sphaerica* (1), *Eulychnia iquiquensis* (38), *Pyrrhocactus paucicostatus* (41), *Tillandsia geissei* (1) y *Trichocereus deserticola* (25), las cuales están presentes en los siete sitios de relocalización, que a su vez contienen un total 18 subsitios (Tabla 1). Cabe señalar que los sitios de relocalización se ubican en la región de Antofagasta, comuna de Taltal, aproximadamente a unos 2 km al noreste de la localidad de Paposo y fueron presentados y aprobados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) región de Antofagasta con fecha 21 de agosto de 2017 (Figura 1).

Tabla 1: Detalle de los ejemplares relocados por especie, lugar del rescate y sitio/subsitió de relocación.

| Sitio/Subsitió de relocación | Lugar del rescate | Especie objetivo [cantidad de ejemplares] | | | | | | | Totales [cantidad de ejemplares] | |
|---|-------------------|---|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | <i>Copiapoa cinerea</i> | <i>Copiapoa humilis</i> | <i>Cumulopuntia sphaerica</i> | <i>Conanthera campanulata</i> | <i>Eulychnia iquiquensis</i> | <i>Pyrrhocactus pausicostatus</i> | <i>Tillandsia geissei</i> | | <i>Trichocereus deserticola</i> |
| S1 | | 2 | - | - | - | 38 | - | - | 25 | 65 |
| S1_1 | Torre 10 | - | - | - | - | 18 | - | - | - | 18 |
| S1_2 | Torre 6 | - | - | - | - | - | - | - | 23 | 23 |
| S1_3 | Torre 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | 4 |
| S1_4 | Torre 3 / Torre 4 | - | - | - | - | 20 | - | - | - | 20 |
| S2 | | - | - | - | 111 | - | - | - | - | 111 |
| S2_1 | Torre 7 | - | - | - | 111 | - | - | - | - | 111 |
| S3 | | - | 191 | - | - | - | 41 | 1 | - | 233 |
| S3_1 | Torre 10 | - | 110 | - | - | - | 10 | - | - | 120 |
| | Torre 11 | - | - | - | - | - | 16 | - | - | 16 |
| | Torre 6 | - | 3 | - | - | - | 5 | - | - | 8 |
| | Torre 8 | - | 13 | - | - | - | - | 1 | - | 13 |
| | Torre 9 | - | 65 | - | - | - | 10 | - | - | 75 |
| S4 | | 277 | - | - | - | - | - | - | - | 277 |
| S4_1 | Torre 11 | 277 | - | - | - | - | - | - | - | 277 |
| S5 | | 87 | - | - | - | - | - | - | - | 87 |
| S5_1 | Torre 12 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | 14 |
| S5_2 | | 32 | - | - | - | - | - | - | - | 32 |
| S5_3 | | 41 | - | - | - | - | - | - | - | 41 |
| S6 | | 47 | - | 1 | - | - | - | - | - | 48 |
| S6_1 | Torre 13 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | 16 |
| S6_2 | | 17 | - | - | - | - | - | - | - | 17 |
| S6_4 | | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| S6_3 | | 14 | - | - | - | - | - | - | - | 14 |
| S7 | | 120 | - | - | - | - | - | - | - | 120 |
| S7_1 | Torre 15 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | 12 |
| S7_2 | Torre 16 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | 15 |
| S7_3 | Torre 14 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | 22 |
| S7_4 | Torre 17 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | 71 |
| Totales [cantidad de ejemplares] | | 533 | 191 | 1 | 111 | 38 | 41 | 1 | 25 | 941 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Área de trabajo correspondiente a los sitios de relocación en la localidad de Paposo.



Fuente: Elaboración propia.

Algunos de los individuos a monitorear, como en el caso de la especie *Copiapoa cinerea*, poseen mas de un brazo o esqueje (grupo de ejemplares), los cuales también serán evaluados durante el monitoreo a realizar.

Cada individuo a monitorear se identificará según su número (código) de etiqueta y luego evaluado en función de tres indicadores de prendimiento, además de un registro fotográfico. Posteriormente la información recopilada por cada individuo evaluado será digitada y asociada a una base de datos con el fin de analizar de forma eficiente y clara el prendimiento de las especies monitoreadas en el censo.

3 Parámetros a evaluar e indicador de éxito para ejemplares relocados

El indicador de éxito para los individuos relocados está definido en el considerando 8.2 de RCA 62/2016, en el que se indica específicamente que un mínimo del 75% de los individuos rescatados y relocados, al cabo de dos años, deben cumplir con 3 indicadores para considerarlos como ejemplares “establecidos”. Junto con lo anterior, los parámetros para establecer el prendimiento serán los mismos definidos en el Plan de Manejo Biológico (PMB) de la RCA 62/2016, donde se señala que, cada individuo evaluado presentase un sistema radical en desarrollo (nuevas raíces), que esté

en buen estado sanitario y que tenga registro de actividad vegetativa (crecimiento). A continuación, se describen y categorizan en detalle cada uno de estos indicadores.

3.1 Aparición de raíces nuevas

Consiste en realizar observaciones en las bases de los ejemplares rescatados con el fin de verificar la aparición de nuevas raíces, que permitan a los ejemplares generar un sistema radical para la absorción de nutrientes, agua y sujeción en el sustrato. Para su evaluación se establecen dos categorías, tal como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2: Detalle de los parámetros para monitorear individuos relocados, según el indicador de prendimiento "raíces nuevas".

| Indicador | Categoría | Alcance |
|---------------|-----------|---------------------------|
| Raíces nuevas | Si | Raíces en crecimiento |
| | No | Sin raíces en crecimiento |

Fuente: Elaboración propia.

En terreno la evaluación de los individuos debe realizarse de las siguientes formas, según la especie relocada:

- Se evaluará cada brazo o esquejes que conforme a un individuo relocado.
- Para el caso específico de las especies *Copiapoa humilis* y *Pyrrhocactus paucicostatus*, las cuales fueron enterradas completamente con sustrato en su porción basal (debido a que la mayoría presentaba raíces activas al momento de la relocación), los ejemplares serán cuidadosamente desenterrados para realizar las observaciones correspondientes.
- La especie *Conanthera campanulata*, cuyos cormos (estructura de reserva) fueron enterrados completamente bajo tierra, serán observados solamente en su porción aérea, con el fin de no afectar a los ejemplares que ya presentaban enraizamiento en los monitoreos anteriores.
- Para el caso de las especies *Copiapoa cinerea*, *Cumulopuntia sphaerica*, *Eulychnia iquiquensis* y *Trichocereus deserticola*, que fueron sobrepuestas de forma vertical y sujetas con piedras, los ejemplares serán levantados de sus montículos y posteriormente monitoreadas (Fotografía 1).
- Los individuos que fueron monitoreados anteriormente y que ya presentan prendimiento (poseen raíces), no serán desenterrados con el fin de no afectar su proceso de establecimiento.

Fotografía 1: Detalle de revisión de "raíces nuevas" en ejemplares de *E. iquiquensis*, Sitio 1.



Fuente: Monitoreo 5 Relocalización de ejemplares Vegetales, marzo 2019.

3.2 Crecimiento

Este indicador de prendimiento será evaluado realizando observaciones completas de las partes aéreas de los individuos relocalizados, considerando como crecimiento la aparición de nuevas estructuras vegetativas (brotes de nuevos cuerpos o cladodios, y espinas u hojas en el caso de *Conanthera campanulata*), como también de tipo reproductivas como flores y frutos (Fotografía 2). Al igual que con el indicador "raíces nuevas" la observación de crecimiento se hará en todos los bazos o esquejes que conformen a un individuo relocalizado.

El detalle de los parámetros a utilizar para el indicador de crecimiento se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocalizados, según el indicador de prendimiento "crecimiento".

| Indicador | Categoría | Alcance |
|-------------|-----------|---|
| Crecimiento | Si | Presencia de crecimiento o aparición de nuevas estructuras aéreas como hojas, cladodios (nuevos brazos en cactáceas), espinas, flores o frutos. |
| | No | Sin presencia de crecimiento o aparición de nuevas estructuras. |

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2: Evaluación de "crecimiento" en individuo de *Copiapoa cinerea* con aparición de nuevos cladodios, sitio 4.



Fuente: Monitoreo 6 Relocalización de ejemplares Vegetales, junio 2019.

3.3 Estado fitosanitario

En relación con el indicador de prendimiento "estado fitosanitario", se llevarán a cabo observaciones a los individuos relocalizados tanto de sus estructuras aéreas como en sus sistemas radicales, con la finalidad de buscar indicios de ataques de agentes patógenos, pudrimiento de cuerpos, exudaciones, coloraciones anómalas, necrosis de tejido, entre otros (Fotografía 3). Como ya se mencionó en los anteriores indicadores, se evaluarán la totalidad de esquejes o brazos que conformen a un individuo relocalizado. El detalle de los parámetros utilizados para realizar el monitoreo de este indicador se detalla a continuación (Tabla 4).

Tabla 4: Detalle de los parámetros para monitorear los ejemplares relocalizados, según el indicador "estado fitosanitario".

| Indicador | Categoría | Parámetros |
|----------------------|-----------|--|
| Estado fitosanitario | Bueno | Sin presencia de debilidad, necrosis, coloraciones anómalas, heridas contaminadas, etc. Sin presencia (signos o síntomas) de plagas o enfermedades. Vigor normal, color normal. |
| | Regular | Con alguna evidencia de coloración anómala (inferior al 50% del cuerpo del individuo). Con presencia de exudaciones. Con presencia de plagas como conchuelas, pulgones u otras (inferior al 50% del cuerpo del individuo). |

| Indicador | Categoría | Parámetros |
|-----------|-----------|--|
| | Malo | Presencia muy notoria de coloración anómala (en más de un 50% del individuo). Presencia de necrosis. Con problemas serios de plagas o enfermedades (en más de un 50% del individuo). |
| | Muerto | No hay parámetros. |

Fuente: Elaboración propia.

Se pretende, además, realizar una mantención en todos los individuos presentes en los sitios de relocalización (incluyendo los anteriormente monitoreados). Lo anterior comprende el corte y extracción de brazos muertos o en proceso de pudrición, y limpieza de las porciones sanas (en los casos que corresponda).

Fotografía 3: Revisión de "estado fitosanitario" en individuo relocalizado de *Copiapoa humilis*, sitio 3.



Fuente: Monitoreo 3 Relocalización de ejemplares Vegetales, septiembre 2018.

4 Informes de seguimiento ambiental

Los resultados del censo y las actividades indicadas en el presente documento serán consignadas en un informe acorde con la estructura y formato de la Resolución SMA N° 223/2015.

ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES - CARGO N°2

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL SUR S.A.

RESOLUCIÓN EXENTA N°1/ ROL F-026-2020

Agosto, 2020



Ecos Chile

ECOS Environmental Compliance Services

La Concepción 322, of.1201. Providencia, Santiago.
contacto@ecos-chile.com / www.ecos-chile.com

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2 | OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA | 5 |
| 3 | POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES | 7 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 7 |
| 4.1 | Perturbación controlada | 7 |
| 4.2 | Reptiles | 8 |
| 4.3 | Micromamíferos..... | 8 |
| 5 | MATERIALES Y MÉTODOS | 9 |
| 5.1 | Fundamentación de la metodología utilizada | 9 |
| 5.2 | Actividades | 9 |
| 5.2.1 | Revisión de Información: | 9 |
| 5.2.2 | Análisis comparativo de la Información..... | 10 |
| a) | En función de la evolución de los parámetros riqueza y abundancia de micromamíferos y reptiles..... | 10 |
| 6 | RESULTADOS..... | 11 |
| 6.1 | Sub Hecho 2.1 “perturbación controlada” | 11 |
| 6.1.1 | Informe de Fiscalización y Plan de Monitoreo Biológico..... | 11 |
| 6.1.2 | Análisis de reptiles y micromamíferos descrita en línea de base del proyecto | 13 |
| 6.1.3 | Análisis de reptiles y micromamíferos descrita en los informes de seguimiento biológico del proyecto..... | 16 |
| 6.2 | Sub Hecho 2.2 “seguimiento de micromamíferos y reptiles” | 19 |
| 6.2.1 | Informe de Fiscalización, Plan de Monitoreo Biológico e Informes de Seguimiento Biológico | 19 |
| 6.2.2 | Desarrollo de actividades seguimiento biológico | 20 |
| 6.2.3 | Análisis comparativo de Riqueza y Abundancia..... | 22 |
| a) | Reptiles | 22 |
| b) | Micromamíferos..... | 26 |



| | | |
|----|---|----|
| 7 | DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES | 29 |
| 8 | CONCLUSIONES | 30 |
| 9 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 31 |
| 10 | ANEXOS | 31 |

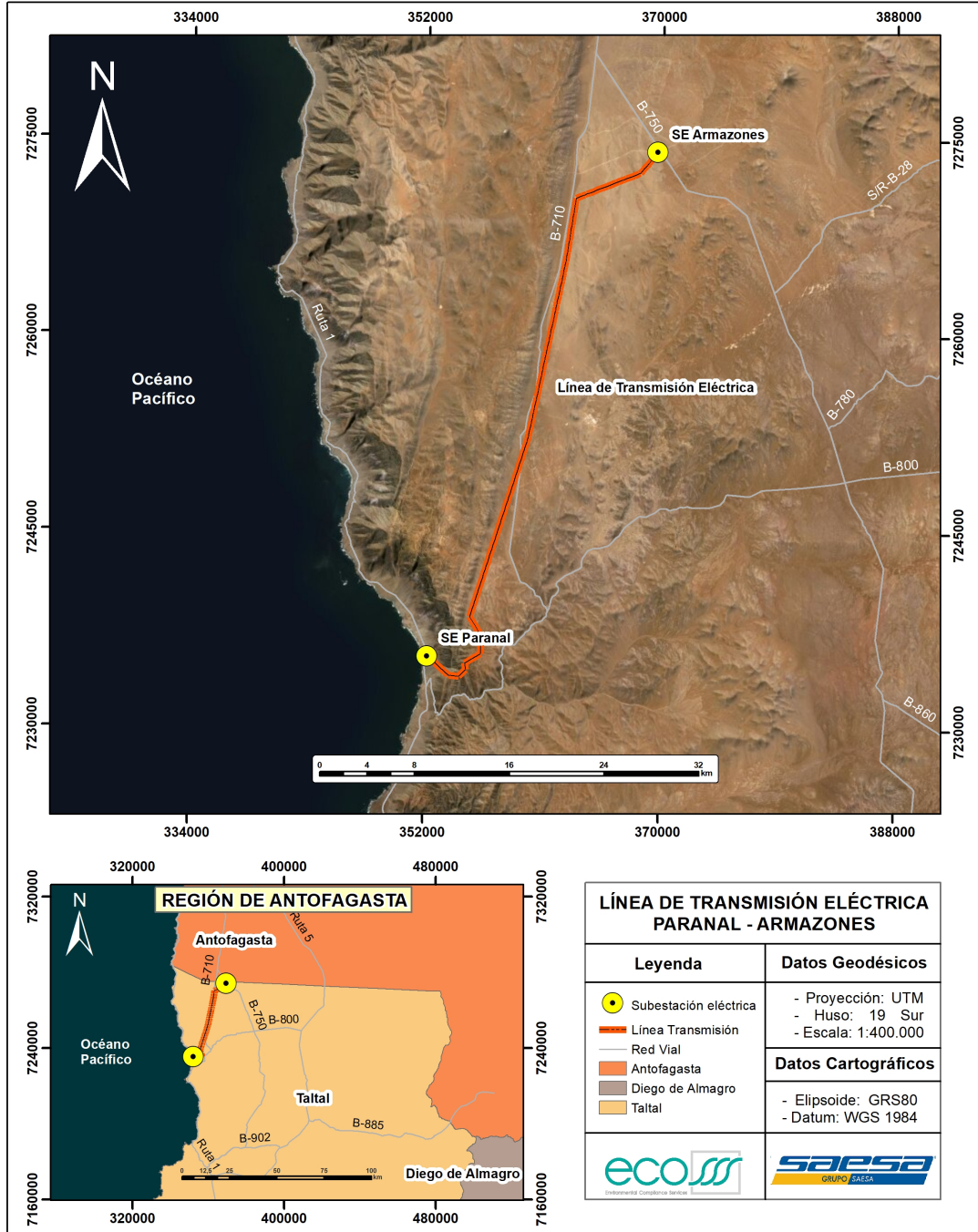
1 INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados al **Cargo N°2** del procedimiento sancionatorio Res. Ex. N°1/ Rol F-026-2020, iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) contra el Sistema de Transmisión del Sur S.A., por hechos considerados constitutivos de infracción asociados a la construcción y operación de las subestaciones Paranal 220/66 KV y Armazones 66/23 KV, que además contempla la construcción de una línea de transmisión 1x66 KV, de longitud de 49 km, que conecta ambas subestaciones.

El Cargo N°2 imputa incumplimientos asociados a la implementación de medidas vinculadas a la alteración/pérdida de fauna silvestre, en el proyecto de propiedad del Titular: *“Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal- Armazones “*, asociado a la RCA N° 62/2016 aprobada por el Sistema de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta.

La Figura 1 muestra la ubicación geográfica del Proyecto.

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la clasificación de gravedad, el **Cargo N° 2** contenido en la Res. Ex. N° 1/ Rol F-026-2020 fue calificado como grave, en conformidad con lo dispuesto en la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA. Siendo el hecho considerado constitutivo de infracción el siguiente:

“En cuanto a la implementación de medidas vinculadas a la alteración/pérdida de fauna silvestre, el titular:

2.1 No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico.

2.2 No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles.

Para analizar los potenciales efectos ambientales del cargo imputado, se revisa el objeto de protección de la exigencia infringida y los antecedentes de cumplimiento de ésta.

En base a lo anterior, la presente minuta se centrará en evaluar los posibles efectos asociados a la implementación parcial de la medida de perturbación controlada y a no realizar el seguimiento de micromamíferos y reptiles, para cuantificar su magnitud en el caso que corresponda.

2 OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección de la exigencia es necesario la revisión de las condiciones, normas y/o medidas que se estiman infringidas, las que acuerdo a la Res. Ex. N° 1/ Rol F-026-2020, corresponden a las siguientes:

Respecto a la RCA N°62/2016, Considerando 5.2, establece:

“(…) Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda en el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad.

En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio el Medio Ambiente, Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria”.

En cuanto a lo dispuesto en el “Plan de Monitoreo Biológico” Anexo VIII de la Adenda Complementaria de la Evaluación Ambiental del proyecto, en éste se indica:

“Sección 1.1 Perturbación Controlada: Micromamíferos y reptiles. (fase de construcción) “(...) se propone que la perturbación se realice 3 días previos a la ejecución de la obra y que esta se repita durante los días siguientes. La perturbación será realizada en cuadrillas de cuatro personas idóneas (carrera a fin) con corroborada experiencia (...)”.

“A continuación Tabla 2 presenta resumen de la ejecución de esta actividad” (Obra, detalle de obras, aplicación medida (días previos), repetición, distancia a recorrer, personal por obra, grupos objetivo, horario de ejecución)”.

“Sección 1.2 sobre “Seguimiento” (fase de construcción)

Reptiles: letra a) “(...) la evaluación de reptiles se llevará a cabo mediante la aplicación de transectos de ancho y largo fijo denominado Método de Muestreo en Transectos. En dicho transecto, todo individuo observado dentro del área (600 m²) definida por tres (3) metros a cada lado y un largo aproximado de cien (100) metros, será registrado (...)”

“Micromamíferos: letra b) “Se establecerán ocho estaciones de muestreo cubriendo de forma representativa los distintos ambientes presentes en la zona de estudio. Cada una de las estaciones se encontrará constituida por dos transectos de 10 trampas tipo Sherman, dispuestas a una distancia de aproximadamente 10 m entre ellas. En la Tabla 4 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones (...)”.

“Se entregará a la Autoridad competente un reporte semestral y, completado el año, se entregará un informe que dé cuenta el resultado final de esta metodología”.

En conformidad a los antecedentes anteriormente expuestos, se deduce que el objeto de protección para fines de análisis de la presente minuta corresponde al **componente ambiental fauna (micromamíferos y reptiles)**, variable sobre la cual se analizarán los potenciales efectos dada la implementación parcial de las exigencias establecidas precedentemente.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando el hecho infraccional levantado por la autoridad mediante el Cargo N°2, la determinación de los potenciales efectos a consecuencia de la realización de la perturbación controlada de reptiles y micromamíferos en forma diferente a lo indicado en el Plan de Monitoreo Biológico, y el no haber presentado los informes de seguimiento ambiental respectivos, se hará a nivel de especies (reptiles y micromamíferos) en la zona de intervención del proyecto.

En este sentido, **la hipótesis a testear** en el marco del procedimiento sancionatorio es si:

“Dada la implementación parcial de medidas vinculadas a la perturbación controlada de micromamíferos y reptiles y la falta de seguimiento respectivo, se ocasionó una afectación sobre estos en la etapa de construcción del proyecto, reflejándose en una disminución de los parámetros poblacionales respecto de la línea de base”.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Perturbación controlada

De acuerdo con lo señalado en el artículo 98 del Decreto Supremo N°40/2012 (RSEIA) del Ministerio del Medio Ambiente, se entiende por medidas de mitigación como aquellas que **“(...) tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución (...)”**. Esta definición es aplicable a varios procedimientos conocidos, entre ellas la perturbación controlada (objeto del presente análisis).

En este sentido, el documento “Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales en Fauna Silvestre”, elaborado por la División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento de Gestión Ambiental del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de diciembre del 2004, establece que la **perturbación controlada** tiene por finalidad promover el desplazamiento de las especies por sus propios medios, es decir, el traslado activo propio de los ejemplares de fauna a sectores que no serán intervenidos por el proyecto, dejando o permitiendo vías de escape hacia áreas contiguas favorables. Asimismo, indica que esta medida podría ser aplicada para **mitigar los impactos sobre reptiles y micromamíferos** que generan los proyectos lineales y proyectos areales de pequeño tamaño o que

presenten un frente de avance lento respecto del desplazamiento de la especie, que debe ser mayor a la velocidad de avance de las obras.

En el mismo sentido, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en su “Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos” del año 2012, señala que: **“La medida de perturbación tiene por objetivo promover el desplazamiento de la fauna silvestre por sus propios medios, desde el área cuyo terreno se acondiciona, hacia sectores no intervenidos por el proyecto”**.

En cuanto a la metodología de aplicación, en la práctica, la perturbación controlada consiste en remover en forma manual refugios (vegetación arbustiva, rocas y piedras) de las especies de interés previo al inicio de las actividades de despeje de vegetación o de movimiento de tierras, evitando así la intervención de maquinaria (SAG, 2004).

4.2 Reptiles

El SAG en su “Guía Técnica para implementar Medidas de Rescate/ Relocalización y Perturbación Controlada” del año 2014, define que los reptiles, son similares a los anfibios, por su tamaño pequeño y su condición ectoterma. Asimismo, cuentan con ámbitos de hogar reducidos y menor capacidad para desplazarse. No obstante, los reptiles poseen una amplia capacidad ecológica, permitiéndoles habitar diversos ambientes a lo largo del territorio nacional.

En cuanto a la aplicación práctica de medidas de mitigación del tipo perturbación controlada en reptiles, diversos autores (SAG 2012; Sullivan *et al.* 2014) señalan que para ello se debe considerar el remover y retirar en forma manual rocas, troncos, vegetación y todo aquello que pueda servir como refugio potencial para los individuos, 1-5 días antes del inicio de las actividades del proyecto, para conceder un margen de tiempo de escape y evitar también la recolonización del área intervenida o el regreso de los animales.

4.3 Micromamíferos

Conforme a las diversas formas de vida que exhiben los mamíferos de tamaño pequeño o micromamíferos, se ha diferenciado entre micromamíferos de hábitos cursoriales y fosoriales (SAG, 2012). Se entiende por micromamíferos cursoriales aquellos vertebrados terrestres que habitan superficialmente, mientras que los fosoriales son micromamíferos subterráneos.

En la literatura los micromamíferos cursoriales son reconocidos como aquellos que constituyen un grupo que presenta un grado de movilidad intermedio, ya que su pequeño tamaño les impide efectuar grandes desplazamientos, pero su

metabolismo les permite realizar movimientos que en algunos casos pueden extenderse por cientos de metros (McNab 1963, Mace & Harvey 1983). Gran parte de estas especies presentan hábitos nocturnos y por tanto pasan la mayor parte del tiempo del día en sus madrigueras.

En cuanto a la aplicación de medidas de mitigación, del tipo perturbación controlada en micromamíferos, el SAG en su "Guía Técnica para implementar Medidas de Rescate/Relocalización y Perturbación Controlada" del año 2014, plantea que el procedimiento consiste en modificar el ambiente donde viven ejemplares de una determinada especie, habitualmente a través de la remoción manual de vegetación y piedras, de forma tal que los animales no lo reconozcan como un hábitat adecuado y se muevan hacia otros sectores con recursos de mayor calidad.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Fundamentación de la metodología utilizada

Para identificar los eventuales efectos sobre el objeto de protección, se realizará un análisis de información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar sí, como resultado del procedimiento de perturbación controlada distinto a lo establecido en la RCA y la falta de remisión de información de monitoreo, las poblaciones de reptiles y micromamíferos presentes en el área del proyecto evidencian cambios en los parámetros de riqueza, abundancia relativa y densidad respecto de la línea de base, según corresponda.

5.2 Actividades

Para lograr lo establecido en el párrafo precedente se realizaron las siguientes actividades:

5.2.1 Revisión de Información:

- a) Informe de fiscalización de la SMA en visita a terreno realizada con fecha 23 de mayo de 2017.
- b) Plan de monitoreo Biológico del proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones (2016).
- c) Informe final de rescate de especies y demarcación de áreas de trabajo del proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones (Biota, 2016).

- d) Línea de Base de Fauna Silvestre del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones, específicamente relacionado con los reptiles y microfauna, realizado en febrero 2015.
- e) Revisión de los Informes de Seguimiento Biológico de Fauna Silvestre realizados en; diciembre de 2017, marzo de 2018, junio de 2018 y agosto de 2018 por Aracno Inc. SpA.

5.2.2 Análisis comparativo de la Información

- a) En función de la evolución de los parámetros riqueza y abundancia de micromamíferos y reptiles.

En concreto, la determinación de efectos se encuentra sujeta a la cuantificación de las especies posiblemente afectadas por las actividades señaladas en cada sub hecho de la Res. Ex. N°1/ ROL F-026-2020, cargo N°2, atendiendo la metodología señalada en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología de cuantificación de efectos

| Sub Hechos | Cuantificación de Efectos |
|--|---|
| <p>Sub Hecho 2.1</p> <p>No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico.</p> | <p>A partir de lo anterior, se realizará un análisis comparativo, entre lo caracterizado en la línea de base y los informes de monitoreo disponibles, en función de los parámetros comparables.</p> <p>Lo anterior con la finalidad de determinar si hubo cambios en las poblaciones de reptiles y micromamíferos, en la zona de emplazamiento del proyecto, atribuibles al hecho infraccional.</p> |
| <p>Sub Hecho 2.2</p> <p>No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles.</p> | |

Fuente: Elaboración propia.

6 RESULTADOS

6.1 Sub Hecho 2.1 “perturbación controlada”

6.1.1 Informe de Fiscalización y Plan de Monitoreo Biológico

De la revisión del informe de fiscalización ambiental de la SMA, DFZ-2017-659-II-RCA-IA, de fecha 23 de mayo de 2017, la Superintendencia de Medio Ambiente realizó una fiscalización en terreno con el fin de realizar un levantamiento del estado de cumplimiento del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” en su fase de construcción.

En este informe se realiza la siguiente observación:

“No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico”.

Esta observación se asocia al considerando 5.2, de la RCA N°62/2016, en relación con:

“(…) Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda en el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad”.

A su vez, se relaciona con lo señalado en el Plan de Monitoreo Biológico Anexo VIII de la Adenda Complementaria de la Evaluación Ambiental:

“Sección 1.1 Perturbación Controlada: Micromamíferos y reptiles. (fase de construcción) “(…) se propone que la perturbación se realice 3 días previos a la ejecución de la obra y que esta se repita durante los días siguientes. La perturbación será realizada en cuadrillas de cuatro personas idóneas (carrera a fin) con corroborada experiencia (...)”.

En la Tabla 2 se presenta en detalle la metodología planteada para la ejecución de las actividades asociadas a la perturbación controlada en la etapa de construcción del proyecto.

Tabla 2. Detalle perturbación controlada del proyecto

| Obras | Detalle de obras | Aplicación medida (días previos) | Repetición (días) | Distancia a recorrer (m) | Personal por obra | Grupo Objetivo | Horario de ejecución |
|---------|---|----------------------------------|-------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|---|
| Torres | Torres de 1 a 14 (Vegetación presente) | 3 | 2 | 30 m radiales para Torres y 30 m lineales para Caminos | Al menos 4 especialistas en Fauna | Reptiles Micromamíferos | Entre las 11 y 16 hrs para el caso de Reptiles y entre las 9 a las 18 horas para micromamíferos |
| Caminos | Caminos nuevos y mejoras a caminos existentes que se encuentren bajo los 1.100 m.s.n.m. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a Plan de Monitoreo Biológico Anexo VIII de la Adenda Complementaria.

Adicionalmente, durante la inspección ambiental del 23 de mayo del 2017, se solicitó documentación al titular, el cual remitió el documento denominado "Informe Final de Rescate de Especies y Demarcación de áreas de Trabajo", con el fin de verificar la ejecución de la medida comprometida. De acuerdo con lo expuesto en el informe, en su acápite 2.5, se indica que:

"En esta tercera campaña de terreno, junto con realizar la delimitación de obras, se recorrieron nuevamente todas las bases de las torres y caminos de acceso, verificando el retiro de las especies vegetales de interés y volteando rocas de modo de perturbar las condiciones de cada sitio de modo de promover el desplazamiento controlado de la fauna que pudiera permanecer. Con esta perturbación (retiro de cubierta vegetal y volteo de rocas) se considera la modificación puntual de este hábitat y así evitar el repoblamiento de la fauna previo a la construcción".

Conforme a lo anterior, la SMA determinó que si bien en dicho reporte se informa que se voltearon rocas para promover el desplazamiento de ejemplares de fauna que pudieran permanecer, el informe no proporcionó detalles de la metodología aplicada en la perturbación controlada que permitan analizar si dicha actividad se ajustó a lo definido por RCA.

6.1.2 Análisis de reptiles y micromamíferos descrita en línea de base del proyecto

La Línea de Base de Fauna silvestre del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” RCA N°64/2016, consideró una revisión bibliográfica y dos campañas de terreno. La primera campaña fue realizada entre 15 y 17 de septiembre del 2014 y la segunda, entre los días 25 de febrero al 03 de marzo del 2015.

A continuación, se presentan los datos analizados (estado de conservación, origen, riqueza y abundancia) respecto a reptiles y micromamíferos relevados durante dicha actividad.

a) Reptiles

En base a la revisión bibliográfica presentado en la evaluación ambiental se cuenta con un listado, que contiene el detalle de las especies potenciales a registrar en el área de estudio Tabla 3.

En este sentido, existen 10 especies potenciales de reptiles, 9 de ellas son especies nativas y 1 endémica (*Callopistes maculatus*). Con relación a su categoría de conservación, de acuerdo con el D.S N°5/1998, 4 son catalogadas como Raras (R) entre ellas; *Tachymenis peruviana*, *Liolaemus atacamensis*, *Liolaemus bisignatus* y *Liolaemus platei*, 4 se encuentran Vulnerables (VU) entre ellas; *Phyllodactylus gerrhopygus*, *Callopistes maculatus* *Liolaemus nigromaculatus* y *Microlophus atacamensis*. Respecto al D.S N°52/2014, hay 2 especies catalogadas como de Preocupación Menor (LC) la *Homonota gaudichaudi* y *Microlophus quadrivittatus*.

Tabla 3. Especies de reptiles potenciales a registrar en el área de estudio

| Orden | Familia | Especie | Origen | Categoría Conservación | Referencia | P 1 | P 2 | P 3 | P 4 |
|----------|--------------|-----------------------------------|----------|------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| Squamata | Colubridae | <i>Tachymenis peruviana</i> | Nativa | R | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | | |
| | Gekkonidae | <i>Homonota gaudichaudil</i> | Nativa | LC | DS 52/2014 MMA | x | x | | |
| | | <i>Phyllodactylus gerrhopygus</i> | Nativa | VU | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | | |
| | Teiidae | <i>Callopistes maculatus</i> | Endémica | VU | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | | X |
| | Tropiduridae | <i>Liolaemus atacamensis</i> | Nativa | R | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | | |
| | | <i>Liolaemus bisignatus</i> | Nativa | R | DS 5/1998 MINAGRI | | | | X |

| Orden | Familia | Especie | Origen | Categoría Conservación | Referencia | P 1 | P 2 | P 3 | P 4 |
|-------|---------|-----------------------------------|--------|------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | <i>Liolaemus nigromaculatus</i> | Nativa | VU | DS 5/1998 MINAGRI | | | x | X |
| | | <i>Liolaemus platei</i> | Nativa | R | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | x | X |
| | | <i>Microlophus atacamensis</i> | Nativa | VU | DS 5/1998 MINAGRI | x | x | | |
| | | <i>Microlophus quadrivittatus</i> | Nativa | LC | DS 52/2014 MMA | | | x | X |

Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base Fauna Anexo VIII. Declaración de Impacto Ambiental "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones", 2015.

Respecto a las campañas de terreno de la línea base, en ellas se identificaron tres especies, *Liolaemus platei*, *Liolaemus atacamensis* y *Callopistes maculatus*. En cuanto a la abundancia relativa de las especies mencionadas, en la primera campaña (invierno 2014), el mayor porcentaje corresponde a *Liolaemus atacamensis* (60%) luego le sigue *Liolaemus platei* (30%) y finalmente *Callopistes maculatus* (10%). En la segunda campaña de terreno (verano 2015) solo se registraron 3 individuos de la especie *Liolaemus platei*.

A continuación, en la Tabla 4 se muestra las especies y las cantidades por transecto de monitoreo detectadas durante las actividades de Línea de base.

Tabla 4. Especies reptiles registradas en el área de estudio por transecto

| Especie | Campaña N°1 (invierno-2014) | | | | | | | | Campaña N°2 (verano-2015) | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|---------------------------|-------|-------|--------|---------------------|
| | Rep_1 | Rep_2 | Rep_3 | Rep_4 | Rep_5 | Rep_6 | Rep_7 | Abundancia Relativa | Rep_8 | Rep_9 | ep_10 | Rep_11 | Abundancia Relativa |
| <i>Liolaemus platei</i> | - | 1 | 1 | - | - | - | - | 30% | 1 | 2 | - | - | 33% |
| <i>Liolaemus atacamensis</i> | - | - | 1 | 2 | 1 | 1 | - | 60% | - | - | - | - | 0 |
| <i>Callopistes maculatus</i> | - | - | - | - | 1 | - | - | 10% | - | - | - | - | 0 |

Fuente: Línea Base Fauna Anexo VIII. Declaración de Impacto Ambiental "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones", 2015.

b) Micromamíferos

Para micromamíferos, en la Línea de Base, se realizó una campaña de terreno entre los días 25 de febrero al 03 de marzo del 2015.

Respecto a las especies potenciales a registrar en el área de estudio (ver Tabla 5) se identificaron cuatro especies: *Oligoryzomys longicaudatus* (Ratón de cola larga), *Phyllotis darwini* (Lauchón orejudo de Darwin), *Abrothrix olivaceus* (Ratoncito oliváceo), *Phyllotis magister* (Ratón orejudo grande), todas de origen nativo. En cuanto a la categoría de conservación, todas estas especies aún no han sido evaluadas por algún cuerpo normativo, información verificada a través del listado de especies (actualizado a enero del 2020) del Reglamento para Clasificar Especies (RCE) del MMA.

Tabla 5. Especies de micromamíferos potenciales presentes en el área de estudio

| Familia | Nombre científico | Nombre común | Origen | Categoría de conservación |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|
| Cricetidae | <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> | Ratón de cola larga | Nativa | No evaluada |
| Cricetidae | <i>Phyllotis darwini</i> | Lauchón orejudo de Darwin | Nativa | No evaluada |
| Cricetidae | <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratoncito oliváceo | Nativa | No evaluada |
| Cricetidae | <i>Phyllotis magister</i> | Ratón orejudo grande | Nativa | No evaluada |

Fuente: Elaboración propia en base a Línea De Base micromamíferos Anexo I de la Línea Base Fauna Anexo VIII. Declaración de Impacto Ambiental “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones”, 2015.

En cuanto a la campaña de muestreo de la Línea de Base, solo se identificó la presencia de una especie de micromamífero correspondiente a *Phyllotis darwini* (ratón orejudo de Darwin). De ella se registraron 18 individuos distribuidos entre las ocho estaciones para el área asociada a la línea de transmisión del proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico (ver Tabla 6).

Tabla 6. Registro *Phyllotis darwini* en el área de estudio.

| Estación | Nº individuos |
|-------------------------|---------------|
| E01 | sc* |
| E02 | 2 |
| E03 | 2 |
| E04 | 11 |
| E05 | 3 |
| E06 | Sc |
| E07 | Sc |
| E08 | Sc |
| Total individuos | 18 |

Fuente: Elaboración propia en base a Línea De Base micromamíferos Anexo I de la Línea Base Fauna Anexo VIII. Declaración de Impacto Ambiental “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones”, 2015. *sc = sin captura.

Dos aspectos de importancia señalados en las conclusiones de la línea de base son:

- Que la exigua riqueza de especies registrada en el área del proyecto era de esperar, debido a la baja disponibilidad del recurso hídrico, el cual finalmente determina la disponibilidad de alimento para gran parte de la fauna presente en las zonas desérticas y semidesérticas del norte de Chile (Lima *et al.*, 1999).
- Respecto de la única especie registrada (*Phyllotis darwini*), constituye una especie frecuente en los ecosistemas xéricos, alcanzando mayores densidades durante los meses de primavera-verano (Iriarte *et al.*, 1989).

6.1.3 Análisis de reptiles y micromamíferos descrita en los informes de seguimiento biológico del proyecto

En el marco de lo establecido en el Anexo VIII de la Adenda Complementaria de la DIA titulado “Plan de Monitoreo Biológico”, se establece en el capítulo 1, Fase de Construcción, Subtítulo 1.3, Seguimiento, donde se indica:

(...) una vez ejecutada la actividad, se propone realizar un monitoreo en las distintas estaciones del año (4 monitoreos) (Torres-Mura 2014). Los monitoreos serán realizados por especialistas en Fauna y enfocarán tanto la metodología como el esfuerzo de muestreo en obtener los siguientes parámetros poblacionales y de comunidades:

- *Riqueza (número de especies)*
- *Abundancia relativa*
- *Densidad (ind/m²) (...)*”.

Por lo anteriormente expuesto, para este análisis se utiliza los informes de seguimiento biológico para el componente fauna, concretamente para reptiles y micromamíferos, desarrollados por la consultora Aracno SpA, en base a cuatro campañas de monitoreo, realizados durante diciembre del 2017 y agosto del 2018, cuyo detalle se presenta en la Tabla 7, y se explica en el acápite 6.2 del presente documento.

Tabla 7. Informes de seguimiento biológico

| Monitoreo | Fecha de las campañas |
|-------------|---|
| Monitoreo 1 | Primavera 11 y 15 de diciembre del 2017 |
| Monitoreo 2 | Verano 19 al 22 de marzo 2018 |

| Monitoreo | Fecha de las campañas |
|-------------|-------------------------------------|
| Monitoreo 3 | Otoño 14 al 18 de junio 2018 |
| Monitoreo 4 | Invierno 20 al 24 de agosto 2018 |

Fuente: Elaboración propia

Al respecto de lo anterior, los resultados del reporte de seguimiento evidenciaron lo siguiente:

a) Reptiles

- Las especies de reptiles observadas en las cuatro campañas estacionales corresponden a *Liolaemus platei*, *Homonota gadichaudii* y *Callopiastes maculatus*.
- En cuanto a los estados de conservación de las especies observadas, *Liolaemus platei* y *Homonota gadichaudii* son especies endémicas y en categoría de conservación como “preocupación menor”, mientras que *Callopiastes maculatus* es una especie endémica y catalogada como “casi amenazada”.
- En invierno y verano son las estaciones donde existe mayor abundancia de reptiles.
- La mayor diversidad se observa en primavera e invierno, con valores de dominancia bajos y una alta equitatividad, lo que indica que la distribución de la riqueza y abundancia de las especies es homogénea.

El detalle de las especies de reptiles registrados en cada campaña se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Especies de reptiles registrados en las áreas de influencia en las cuatro campañas de monitoreo

| TAXON | N. común | Est. Conser. | Origen | 2017 | | 2018 | | Total | *Ai% |
|-------------------------------|--------------------|--------------|--------|-----------|--------|-------|----------|-----------|------|
| | | | | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | LC | e | 16 | 8 | 4 | 16 | 44 | 85 |
| Familia Teiidae | | | | | | | | | |
| <i>Callopiastes maculatus</i> | Iguana chilena | NT | e | 4 | | | 2 | 6 | 12 |
| Familia Gekkonidae | | | | | | | | | |

| TAXON | N. común | Est. Conser. | Origen | 2017 | 2018 | | | Total | *Ai% |
|-----------------------|------------------------------|--------------|--------|-----------|--------|-------|----------|-------|------|
| | | | | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | | |
| Homonota guadichaudii | Salamanqueja del norte chico | LC | e | | | | 2 | 2 | 4 |

Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico (diciembre 2017 a agosto del 2018). *Ai%=abundancia relativa.

a) Micromamíferos

- Las especies de micromamíferos observadas en las cuatro campañas estacionales corresponden a *Abrothrix olivaceus* (origen nativo) y *Phyllotys Darwini* (origen endémico), es decir una Riqueza de dos especies.
- En relación con la mayor abundancia, ésta se registra en la estación de otoño, con un 85% asociado a la especie *Phyllotys Darwini*.
- Respecto a los estados de conservación, tanto el *Abrothrix olivaceus* como el *Phyllotys darwini*, aún no se encuentran clasificados.

El detalle de las especies de micromamíferos registrados en cada campaña se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Especies de micromamíferos registrados en las áreas de influencia en las cuatro campañas de monitoreo

| TAXON | N. común | Est. Conser. | Origen | 2017 | 2018 | | | total | *Ai% |
|---------------------------|-------------------------|--------------|--------|-----------|--------|-------|----------|-------|------|
| | | | | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | | |
| Clase Mammalia | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | |
| Abrothrix olivaceus | Ratón olivaceo | S/C | n | 11 | 1 | 6 | 8 | 26 | 23 |
| Phyllotys darwini | Ratón orejudo de Darwin | S/C | e | 15 | 16 | 34 | 20 | 85 | 77 |

Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico (diciembre 2017 a agosto del 2018). *Ai%=abundancia relativa

6.2 Sub Hecho 2.2 “seguimiento de micromamíferos y reptiles”

Si bien este sub hecho se basa en que la Superintendencia del Medio Ambiente no contaba al momento de la formulación de cargos con registros de la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental, se debe indicar que, efectivamente se realizaron campañas para el monitoreo de micromamíferos y reptiles durante diciembre del 2017 hasta agosto del 2018 de acuerdo con los criterios, metodologías y periodicidad establecida en el “Plan de Monitoreo Biológico”. Dicho lo anterior, tales informes son adjuntados a la presente minuta con el propósito de analizar el comportamiento de este tipo de fauna (ver Anexo 1).

6.2.1 Informe de Fiscalización, Plan de Monitoreo Biológico e Informes de Seguimiento Biológico

Con fecha 23 de mayo de 2017, la Superintendencia de Medio Ambiente realizó una fiscalización en terreno con el fin de realizar un levantamiento del estado de cumplimiento del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” en su fase de construcción. Lo anterior quedó plasmado en el informe de fiscalización ambiental de la SMA, DFZ-2017-659-II-RCA-IA

En este informe se realiza la siguiente constatación:

- No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles

El detalle del hallazgo vinculado a este sub hecho menciona que:

“no se presentaron los informes de seguimiento biológico, además no se informó sobre la localización de las áreas en las que se aplicó la medida, ni se indicó si se realizaron actividades de este tipo durante la etapa de construcción. De esta manera, no es posible evaluar el éxito de la medida, ya que no se entregaron resultados de mediciones de parámetros poblacionales, tales como riqueza, abundancia relativa y densidad”.

Esta observación se asocia en concreto a lo dispuesto en el “Plan de Monitoreo Biológico” Anexo VIII de la Adenda Complementaria de la Evaluación Ambiental, vinculado al seguimiento (sección 1.3) de la perturbación controlada efectuada en la fase previa a la construcción del proyecto.

A modo de contexto, el Seguimiento trata esencialmente los siguientes puntos:

- Realización de 4 monitoreos en distintas estaciones.
- Análisis de parámetros; riqueza (número de especies), abundancia relativa y densidad (ind/m²).

- o Descripción de la metodología de muestreo para especies reptiles y micromamíferos.

6.2.2 Desarrollo de actividades seguimiento biológico

Respecto a los informes de seguimiento biológico, el proyecto cuenta con 4 informes, los cuales fueron realizados en forma posterior a la actividad de inspección, siendo realizados durante diciembre del 2017 hasta agosto del 2018 por la consultora especializada en fauna Aracnos SpA. Cada informe aborda el monitoreo de reptiles y micromamíferos de acuerdo con la metodología planteada por el Plan de Monitoreo Biológico antes mencionado, considerando los parámetros de riqueza (número de especies), abundancia relativa y densidad (ind/m²).

Cabe mencionar que los informes de monitoreo cumplen con los contenidos establecidos por el Artículo N°15 de la Resolución SMA N°223/2015 que Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental.

A continuación, en la Tabla 10 se detalla el desarrollo de las actividades de seguimiento biológico de reptiles y micromamíferos, correspondiente a cuatro campañas de monitoreo efectuadas entre diciembre del 2017 hasta agosto del 2018.

Tabla 10. Desarrollo de actividades seguimiento biológico (diciembre del 2017 hasta agosto del 2018)

| Fecha monitoreo | Puntos de muestreo | Parámetros analizados | Conclusiones |
|---|--|--|---|
| 11 y 15 de diciembre del 2017 Primavera | 11 sitios para reptiles. 8 puntos para micromamíferos. En concordancia con lo dispuesto en el Plan de Monitoreo Biológico. | Riqueza (número de especies, Abundancia relativa y Densidad (ind/m ²)) | <ul style="list-style-type: none"> Las especies de reptiles observados corresponden a <i>Liolaemus platei</i> y <i>Callopistes maculatus</i> con una abundancia relativa de 80% y 20% respectivamente ambas endémicas. Por su parte en micromamíferos se observa a <i>Abrothrix olivaceus</i> y <i>Phyllotys darwini</i> con una abundancia relativa de 42% y 58% respectivamente, siendo <i>A. olivaceus</i> una especie nativa y <i>Phyllotys darwini</i> endémica. Respecto a los estados de conservación, solo los herpetozoos están en los listados de especies en categoría de conservación, estando <i>Liolaemus platei</i> como "preocupación menor" y <i>Callopistes maculatus</i> en categoría de "casi amenazada". |

| Fecha monitoreo | Puntos de muestreo | Parámetros analizados | Conclusiones |
|---|---|---|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado. |
| 19 al 22 de marzo 2018 Verano | <p>11 sitios para reptiles. 8 puntos para micromamíferos. En concordancia con lo dispuesto en el Plan de Monitoreo Biológico.</p> | <p>Riqueza (número de especies, Abundancia relativa y Densidad (ind/m²))</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La especie de reptil observada corresponde a <i>Liolaemus platei</i> con una abundancia relativa del 100%. Por su parte en micromamíferos se observa a <i>Abrothrix olivaceus</i> y <i>Phyllotys darwini</i> con una abundancia relativa de 6% y 94% respectivamente. • Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado. |
| 14 al 18 de junio 2018. Otoño | <p>11 sitios para reptiles. 8 puntos para micromamíferos. En concordancia con lo dispuesto en el Plan de Monitoreo Biológico.</p> | <p>Riqueza (número de especies, Abundancia relativa y Densidad (ind/m²))</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La especie de reptil observada corresponde a <i>Liolaemus platei</i> con una abundancia relativa del 100%. Por su parte en micromamíferos se observa a <i>Abrothrix olivaceus</i> y <i>Phyllotys darwini</i> con una abundancia relativa de 15% y 85% respectivamente. • Comparativamente con el seguimiento anterior se observó un aumento en la abundancia de micromamíferos y por el contrario una disminución de reptiles. • Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado. |
| 20 al 24 de agosto 2018. Invierno | <p>11 sitios para reptiles. 8 puntos para micromamíferos. En concordancia con lo dispuesto en el Plan de Monitoreo Biológico.</p> | <p>Riqueza (número de especies, Abundancia relativa y Densidad (ind/m²))</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Las especies de reptil observadas corresponden a <i>Liolaemus platei</i>, <i>Homonota gadichaudii</i> y <i>Callopistes maculatus</i> con una abundancia relativa 80%, 10% y 10% respectivamente. En micromamíferos se observa a <i>Abrothrix olivaceus</i> y <i>Phyllotys darwini</i> con una abundancia relativa de 29% y 71% respectivamente. • Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto las abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado. Respecto al análisis anual, primavera e invierno correspondería a las estaciones más diversas y con mejores valores de homogeneidad de riqueza y abundancia. |

Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico.

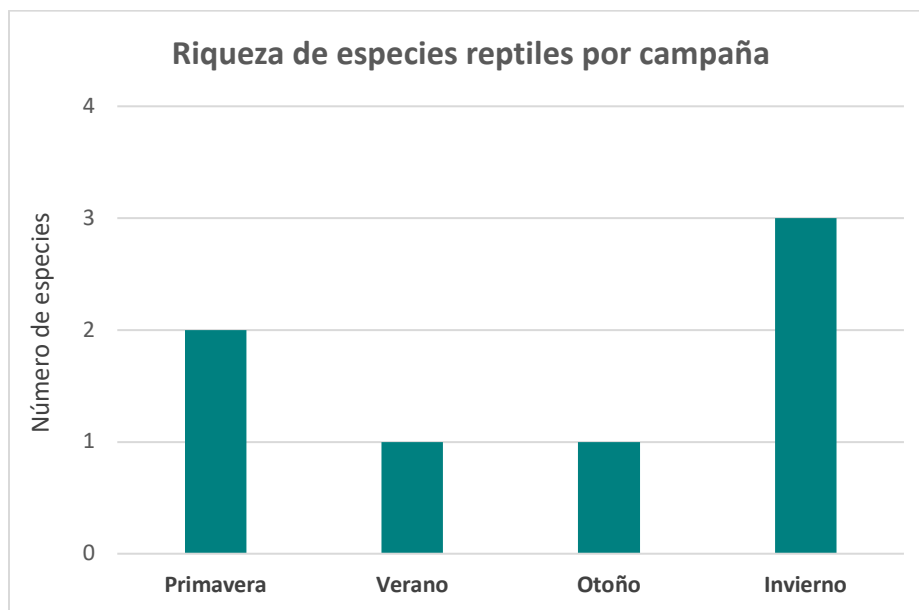
6.2.3 Análisis comparativo de Riqueza y Abundancia

En el presente acápite se abordan dos análisis comparativos relativos a la riqueza y abundancia, separados por Reptiles y Micromamíferos. Estos análisis dan cuenta de la comparación entre los resultados de las campañas de monitoreo y el contraste estacional relativo a la Línea de Base.

a) Reptiles

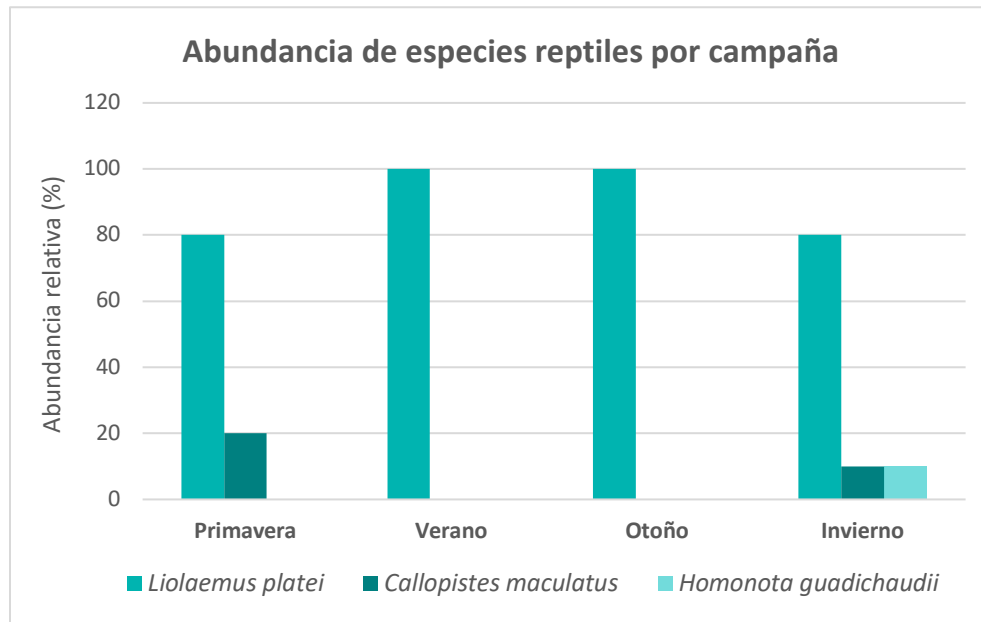
En cuanto a los resultados de las campañas de monitoreo muestran que, en las estaciones de primavera e invierno, existe mayor diversidad de especies reptiles (*Liolaemus platei*, *Callopistes maculatus* y *Homonota guadichaudii*), lo cual se traduce en mejores valores de riqueza (R=3) y abundancia (*Liolaemus platei* 80%). Mientras que en verano y otoño solo se avistaron *Liolaemus platei*, dado lo anterior la abundancia es de un 100%. La distribución estacional de los valores de riqueza y abundancia de especies reptiles se muestran en las Figura 2 y Figura 3.

Figura 2. Riqueza de especies reptiles entre diferentes campañas de monitoreo



Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico.

Figura 3. Abundancia de especies reptiles entre diferentes campañas de monitoreo



Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico.

Por otro lado, como resultado del contraste de los parámetros de riqueza y abundancia abordados tanto en la línea de base como en los informes de monitoreo, correspondiente a la época de invierno y verano, es posible indicar que:

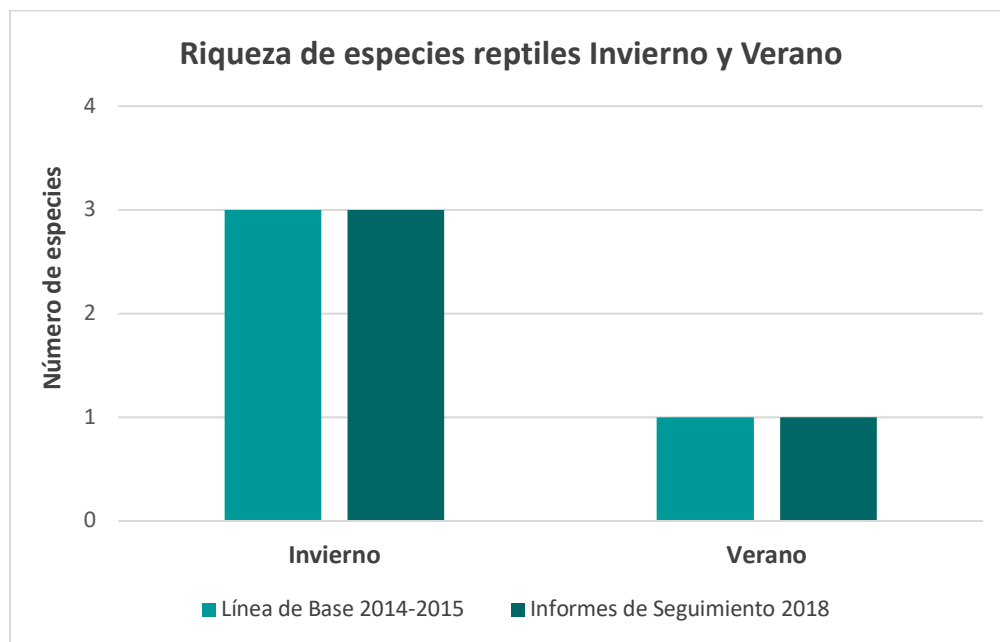
- En época invernal la riqueza es similar ($R=3$), pues en la Línea de Base se detectó la presencia de tres especies; *Liolaemus platei*, *Callopistes maculatus* y *Liolaemus atacamensis*, mientras que en el informe de seguimiento se registraron; *Liolaemus platei*, *Callopistes maculatus* y *Homonota guadichaudii*, esta última no fue levantada en la Línea de Base, incluso se encuentra en categoría de conservación como “preocupación menor”. Sin perjuicio de lo anterior, esta misma se encuentra en el registro de especies potenciales a detectar en el área del proyecto presentada en la Tabla 3. (Ver Figura 4).
- En cuanto a la abundancia relativa, es posible indicar que para la especie *Liolaemus platei* en el informe de seguimiento registra mayor abundancia (80%) en comparación a lo presentado en la Línea Base (30%), mientras que para la *Callopistes maculatus* la abundancia se mantiene igual, es decir un 10% (ver Figura 5).

- Para la época estival, los parámetros de riqueza (R=1) y abundancia (100%) son similares en ambos documentos, y están asociados a la especie *Liolaemus platei*. Sin embargo, el número de individuos (8) es mayor para el año 2018. Para mayor detalle ver Figura 6.

Conforme a lo expuesto en los párrafos precedentes es posible mencionar que, los parámetros poblacionales y de comunidades; riqueza y abundancia relativa, asociados a los informes de monitoreo presentan un comportamiento similar e incluso favorable respecto a lo manifestado en la Línea Base de Fauna Silvestre.

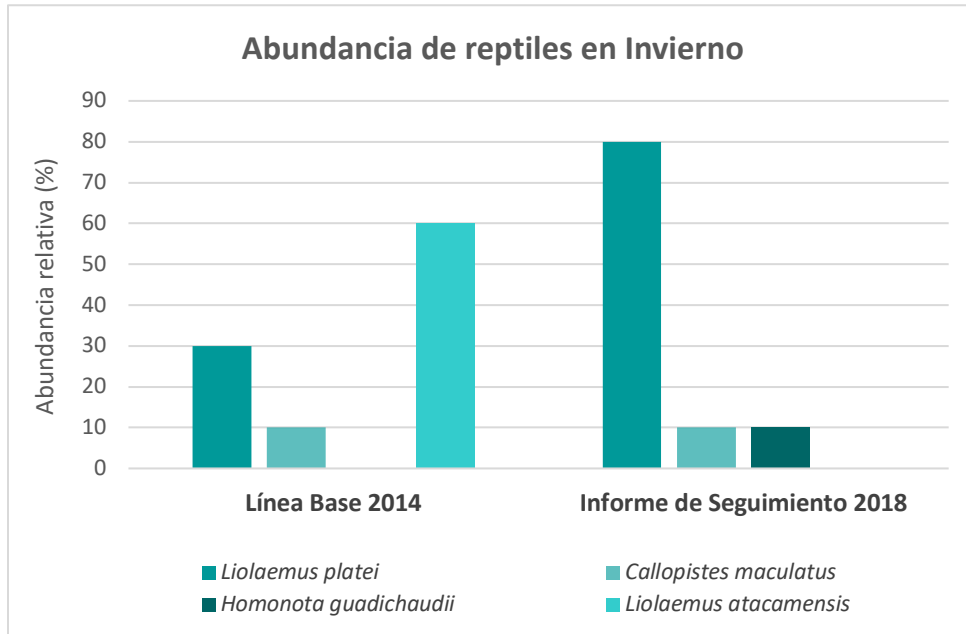
En la Tabla 11 se muestra el consolidado de los resultados de las especies de reptiles registradas en Línea de base e informes de seguimiento biológico.

Figura 4. Comparación de riqueza de especies reptiles en invierno y verano



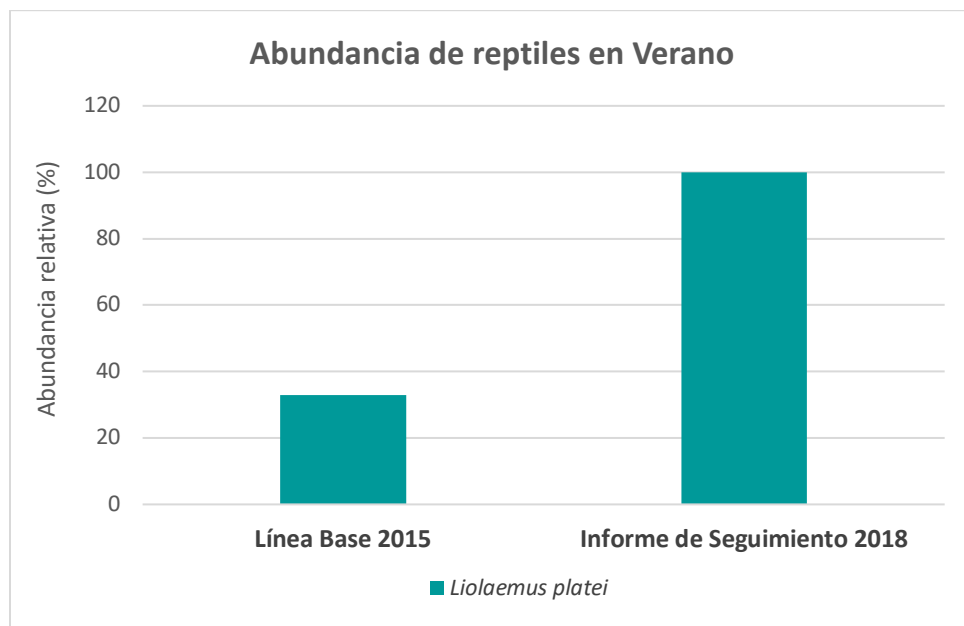
Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

Figura 5. Comparación de abundancia de especies reptiles en invierno



Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

Figura 6. Comparación abundancia de especies reptiles en verano



Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

Tabla 11. Especies reptiles registradas en línea de base e informes de seguimiento

| TAXON | N. común | Línea Base | | Informe de seguimiento | |
|------------------------------|------------------------------|------------|--------|------------------------|----------|
| | | 2014 | 2015 | 2018 | |
| | | Invierno | Verano | Verano | Invierno |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | 2 | 3 | 8 | 16 |
| <i>Callopietes maculatus</i> | Iguana chilena | 1 | - | - | 2 |
| <i>Homonota guadichaudii</i> | Salamanqueja del norte chico | - | - | - | 2 |
| <i>Liolaemus atacamensis</i> | Lagartija de Atacama | 5 | - | - | - |

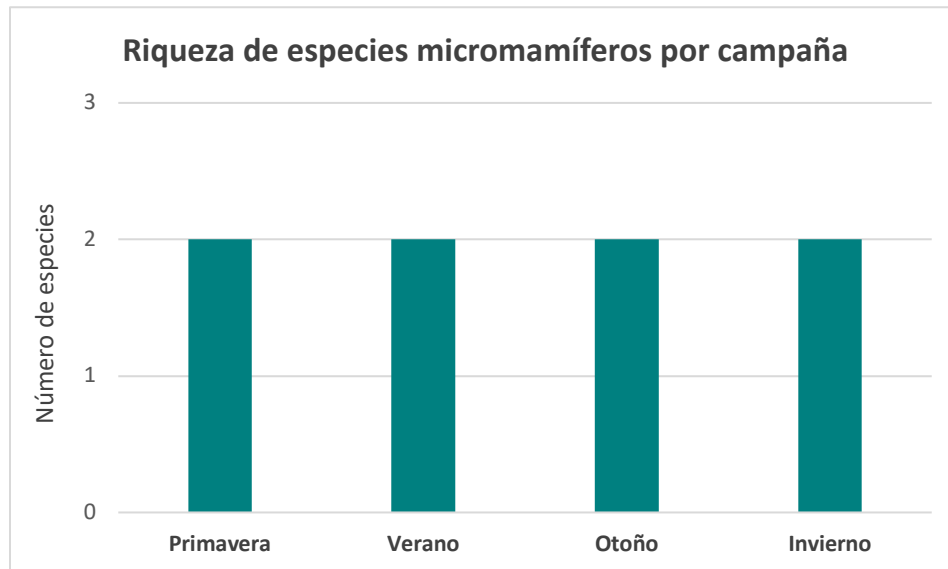
Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

b) Micromamíferos

En cuanto a la comparación de los resultados entre las campañas de monitoreo de micromamíferos es posible indicar que durante todo el periodo la diversidad de especies ha sido la misma, pues únicamente se avistaron dos especies la *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotis darwini*, evidenciándose valores de riqueza (R=2) y abundancia homogénea. La distribución estacional de los valores de riqueza y abundancia de especies de micromamíferos se muestran en las Figura 7 y Figura 8.

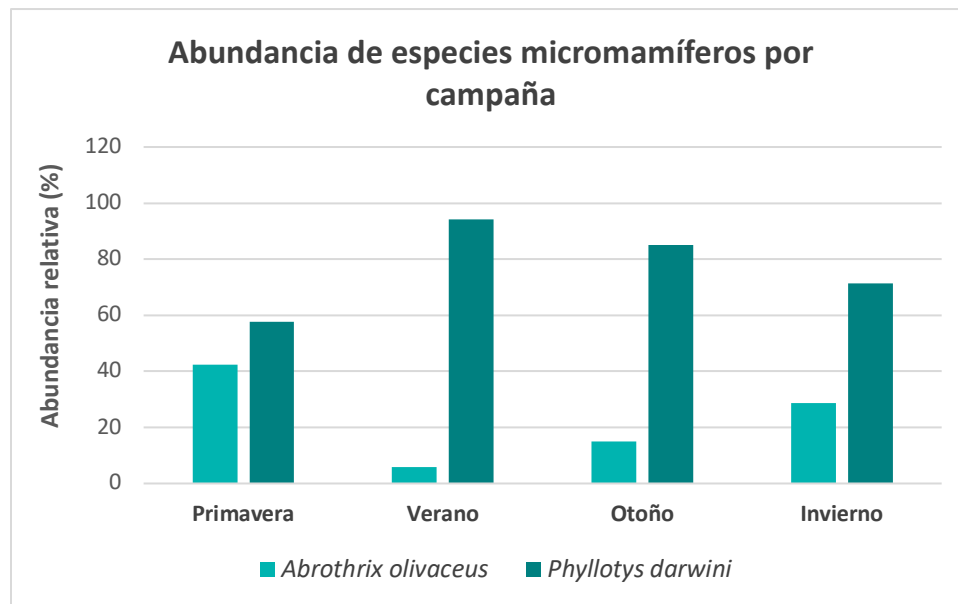
Cabe destacar que las especies de reptiles y micromamíferos detectadas en los informes de monitoreo biológico forman parte del listado de especies potenciales a registrar presentado en la Línea Base del proyecto.

Figura 7. Riqueza de especies micromamíferos entre diferentes campañas de monitoreo



Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico.

Figura 8. Abundancia de especies micromamíferos entre diferentes campañas de monitoreo



Fuente: Elaboración propia en base a Informes de seguimiento biológico.

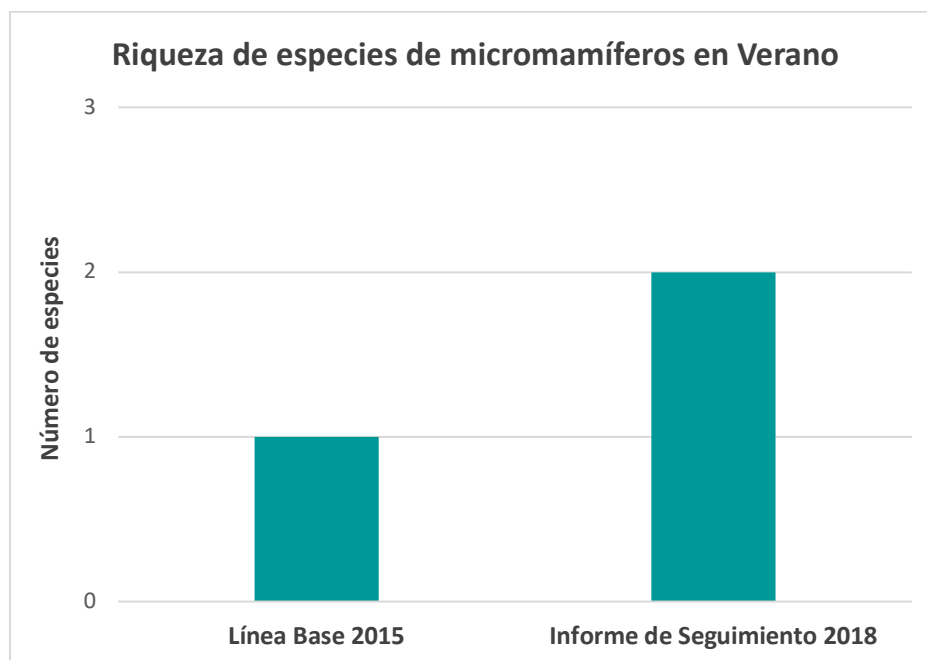
Por otra parte, como resultado del contraste de los parámetros de riqueza y abundancia de micromamíferos abordados tanto en la línea de base como en los informes de monitoreo correspondiente a la época de verano, es posible indicar que:

- En época estival la riqueza en el año 2018 es mayor ($R=2$) que lo registrado en el 2015 ($R=1$). Para el 2018 se detectaron dos especies: *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*, mientras que para el 2015 solo se avistó *Phyllotys darwini* (ver Figura 9).
- En cuanto a la abundancia relativa, durante el verano del 2015 se registra un 100% de abundancia asociada a la especie *Phyllotys darwini*. Mientras que para el 2018 la abundancia relativa se distribuye entre el *Abrothrix olivaceus* (6%) y el *Phyllotys darwini* (94%) ver Figura 10.

A la luz de lo anteriormente expuesto, es posible indicar que los parámetros de riqueza y abundancia vinculados a los informes de monitoreo se mantienen similares incluso más favorables respecto a lo manifestado en la Línea Base de Fauna Silvestre.

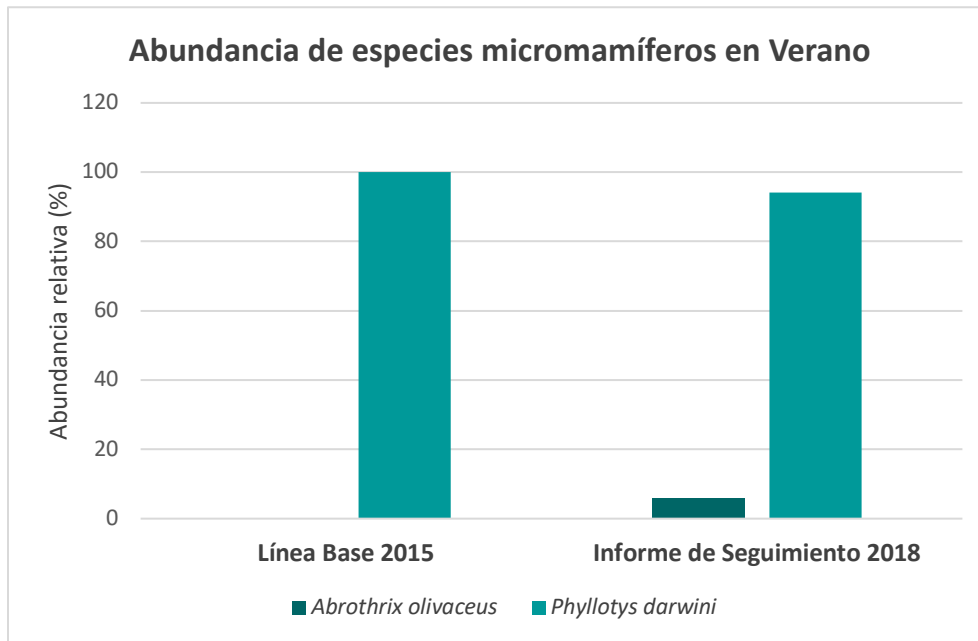
En la Tabla 12 se muestra el consolidado de los resultados de las especies de reptiles registradas en Línea de base e informes de seguimiento biológico.

Figura 9. Comparación de riqueza de especies micromamíferos en verano



Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

Figura 10. Comparación de abundancia de especies micromamíferos en verano



Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

Tabla 12. Especies micromamíferos registradas en línea de base e informes de seguimiento

| TAXON | N. común | Línea Base | Informe de seguimiento |
|----------------------------|-------------------------|------------|------------------------|
| | | 2015 | 2018 |
| | | Verano | Verano |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | - | 1 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwin | 18 | 16 |

Fuente: Elaboración propia en base a Línea Base e Informes de seguimiento biológico.

7 DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Para determinar la existencia o no de posibles efectos ambientales asociados a los hechos infraccionales, se realizó una revisión de información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar si, a través de un análisis comparativo, se produjo una afectación a la componente ambiental fauna, como resultado de las actividades de perturbación controladas y sus seguimientos asociados.

Sobre la base de los resultados antes expuestos, es posible determinar que la realización de la perturbación controlada de micromamíferos y reptiles en la forma efectuada en la etapa de construcción, así como no haber remitido los informes de seguimiento ambiental a la SMA, no generaron un efecto sobre las poblaciones de reptiles y micromamíferos en base a los resultados comparativos, tal como se detalla en las secciones precedentes.

8 CONCLUSIONES

De conformidad a lo expuesto en los acápites anteriores, el análisis efectuado permite concluir que, si bien se implementó en forma diferente la medida de perturbación controlada, así como también no se remitieron los informes de seguimiento, los resultados de las actividades de seguimiento ambiental realizados entre diciembre de 2017 y agosto de 2018, permiten concluir que no se generó un efecto adverso sobre las poblaciones de reptiles y micromamíferos asociadas a las obras de construcción del proyecto.

Lo anterior permite rechazar la hipótesis de generación de efectos, como resultados de los hechos infraccionales analizados.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mace, G.M., y Paul H. Harvey. 1983. Energetic constraints on home-range size. *American Naturalist*. 121: 120-132.
- McNab B K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *American Naturalist* 97:133-40.
- Ministerio del Medio Ambiente, D.S. N° 40 de 2012. Reglamento del Sistema de evaluación de impacto ambiental.
- Ministerio del Medio Ambiente. R.E N°223/2015. Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, (2004) Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales en Fauna Silvestre. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Subdepartamento de Gestión Ambiental. Santiago de Chile. 180 pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2012. Guía de Evaluación Ambiental: componente fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero de Chile. 22p.
- TORRES, JUAN; RIVEROS, EDVIN; ESCOBAR, VÍCTOR. 2014. Guía técnica para implementar medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 47 pp.
- Sullivan, B.K., Nowak, E.M. & Kwiatkowski, M. a., 2014. Problems with mitigation translocation of herpetofauna. *Conservation Biology* 17:217-224.
- Servicio de Evaluación Ambiental, 2012. "Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos"

10 ANEXOS

- Anexo 1: Informes de Seguimiento Biológico, correspondientes a las campañas primavera, verano, otoño e invierno.

COMPROBANTE DE REMISIÓN DE ANTECEDENTES RESPECTO DE LAS CONDICIONES, COMPROMISOS Y MEDIDAS ESTABLECIDAS EN LAS RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente informa a Ud. que se ha recibido mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental la siguiente información:

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Proyecto: | SUMINISTRO ELECTRICO COMPLEJO ASTRONOMICO PARANAL - ARMAZONES | | |
| Titular: | SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A | | |
| Resolución Exenta N°: | 0062 | Organismo: | Comisión de Evaluación Ambiental |
| Año: | 2016 | Región: | Región de Antofagasta |
| Considerando: | 5.2 y Plan de Monitoreo Biológico | Condiciones, compromisos o medidas de la RCA: | Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria. |

| | |
|----------------------------------|---|
| Tipo de informe: | Seguimiento Ambiental |
| Nombre del informe: | Informes Compromisos Fauna - Seguimiento de fauna – Verano 2018 |
| Los documentos recibidos: | - 2018-03-21 Seguimiento Paranal Verano 2018.pdf |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Frecuencia | Trimestral |
| Alcance del Informe de | Biodiversidad |



Cod: 97038

Fecha: 23-06-2020 16:21:17



El presente certificado únicamente da cuenta de la recepción de la información reportada en el Sistema de Seguimiento Ambiental, cuya integridad y veracidad es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto.



Aracno Inc. SpA
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Y AMBIENTALES

PREPARADO POR

Plan de Seguimiento Biológico

Proyecto Suministro Eléctrico Complejo
Astronómico Paranal – Armazones”.

Para
Sistema de Transmisión del Sur S.A.

Diciembre 2017



Foto: Cristian Saavedra.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. RESUMEN | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 3. OBJETIVOS | 5 |
| 3.1. Objetivo General | 5 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 4. METODOLOGÍA | 6 |
| 4.1. Áreas y periodo de estudio | 6 |
| 4.2. Técnicas de registro por taxa | 7 |
| 4.2.1. Reptiles | 7 |
| 4.2.2. Micromamíferos | 7 |
| 4.3. Estados de conservación | 8 |
| 4.4. Tipos de Ambientes | 8 |
| 4.5. Estadísticos | 9 |
| 4.5.1. Densidad | 9 |
| 4.5.2. Abundancia relativa | 10 |
| 4.5.3. Parámetros comunales | 10 |
| 4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos | 10 |
| 5. RESULTADOS | 11 |
| 5.1. Fauna | 11 |
| 5.1.1. Reptiles | 11 |
| 5.1.2. Micromamíferos | 12 |
| 5.1.3. Parámetros poblacionales | 13 |
| 6. DISCUSIÓN | 16 |
| 6.1. Estados de conservación y Legislación | 16 |
| 6.2. Seguimiento estacional | 16 |
| 7. CONCLUSIÓN | 17 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 17 |
| 8.1. General | 17 |
| 8.2. Reptiles | 18 |
| 8.3. Mamíferos | 19 |
| ANEXO | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M). | 8 |
| Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio. | 9 |
| Figura 3. Especies de reptiles registrados. a) lagartija de Plate. b) iguana chilena. | 12 |
| Figura 4. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón oliváceo. b) raton orejudo de Darwin. | 13 |
| Figura 5. Abundancia relativa para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos. | 14 |
| Figura 6. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Primavera 2017. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D). | 15 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles. | 6 |
| Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos. | 6 |
| Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia. | 11 |
| Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman. | 12 |

1. RESUMEN

Durante el primer seguimiento biológico del proyecto en estación de primavera, se registran dos especies de reptiles *Liolaemus platei* y *Callopistes maculatus* con una abundancia relativa de 80% y 20% respectivamente ambas endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 42% y 58% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica. *Liolaemus platei* esta clasificado como “preocupación menor” y *Callopistes maculatus* en categoría de “casi amenazada” dentro de los listados de especies en categoría de conservación.

2. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” de Sistema de Transmisión del Sur S.A., se realiza el seguimiento ambiental del componente fauna, y específicamente de reptiles y micromamíferos asociados al área de influencia del proyecto. Lo anterior es para dar cumplimiento a lo mencionado en la RCA N° 0062/2016, Antofagasta, numeral 5.2 indicando que “Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Shennan por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente. Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria.”

Este seguimiento es realizado por Aracno Inc S.p.A., y corresponde al catastro de la estación de Primavera del 2017. Para ello, se efectúa un muestreo en las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria y que corresponden a la sección entre las torres 1 y 14 del proyecto. Durante este seguimiento se tiene como fauna objetivo reptiles y micromamíferos, los que serán catastrados mediante transectos y trampas de captura *in vivo*, respectivamente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar y determinar las especies de reptiles y micromamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto, entre las torres 1 a la 14.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de reptiles y micromamíferos presente en el área de influencia del proyecto.
- Determinar preferencias de hábitat de las especies registradas.
- Informar del estatus de conservación de las especies de reptiles y micromamíferos presentes en las áreas de estudio mediante la bibliografía y legislación vigente.

4. METODOLOGÍA

4.1. Áreas y periodo de estudio

La campaña se realizó el 11 y 15 de diciembre del 2017. En la zona de estudio comprendida entre la torre 1 (352363 E, 7235709 S) como límite Oeste, hasta la torre 14 (355451 E, 7235309 S) como límite Este. Se inspeccionaron todas las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria (Tabla 1 y 2). A lo largo de la zona de estudio se muestreó en 11 sitios para reptiles y en 8 puntos para micromamíferos (Figura 1). Las coordenadas son listadas en la Tabla 1 y 2, y fueron registradas mediante GPS-Garmin S62 (WGS84)

Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles.

| Transecto | E | N |
|-----------|---------|-----------|
| R1 | 352.363 | 7.235.709 |
| R2 | 352.757 | 7.235.454 |
| R3 | 352.947 | 7.235.145 |
| R4 | 353.123 | 7.234.908 |
| R5 | 353.349 | 7.234.569 |
| R6 | 353.537 | 7.234.488 |
| R7 | 353.827 | 7.234.080 |
| R8 | 354.604 | 7.233.931 |
| R9 | 354.837 | 7.234.115 |
| R10 | 355.232 | 7.234.506 |
| R11 | 355.451 | 7.235.309 |

Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos.

| Sherman | E | N |
|---------|---------|-----------|
| M1 | 352.909 | 7.234.884 |
| M2 | 353.200 | 7.234.709 |
| M3 | 353.343 | 7.234.539 |
| M4 | 353.826 | 7.234.096 |
| M5 | 354.623 | 7.233.962 |
| M6 | 354.831 | 7.234.081 |
| M7 | 355.240 | 7.234.537 |
| M8 | 355.163 | 7.234.930 |

4.2. Técnicas de registro por taxa

4.2.1. Reptiles

Para estudiar la diversidad de reptiles presentes en el área de estudio, se recorrió cada transecto de muestreo en busca de signos de su presencia, específicamente guaridas y heces. La búsqueda de individuos se realizó mediante transectos de 100 m de longitud por 6 m de ancho (R1 - R11, ver Figuras 1 y Tabla 1). Las actividades fueron iniciadas preferentemente temprano en la mañana ya que estos corresponden a los horarios en que presentan mayores niveles de actividad, aunque se realizaron prospecciones a distintas horas del día con el fin de maximizar la probabilidad de observación de los individuos (Garín & Lobos, 2008). Para su identificación se utiliza literatura especializada: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Mella (2005), Núñez y Jaksic (1992), Knapp et al. (2007), Núñez 1991, Núñez et al. (1997), Valencia & Veloso (1981), Veloso & Navarro (1988), Vidal & Labra (2008), Demangel (2016).

4.2.2. Micromamíferos

Para el estudio de micro-mamíferos (Rodentia) en el área de interés, se utilizó un total de 160 trampas Sherman en 11 sitios de estudio durante 2 noches de muestreo; 20 trampas por cada transecto de muestreo distanciadas cada 10 m (M1 - M8, ver Figuras 1, y Tabla 2). La ejecución de este tipo de muestreo contó con la respectiva autorización emitida por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), resolución N° 515/2017 de la Región de Antofagasta, para captura de fauna silvestre (Anexo I).

La identificación de mamíferos se efectuó mediante literatura especializada: Campos 1986, Iriarte 2008, Mann 1978, Muñoz-Pedrerros 2008, Muñoz-Pedrerros & Yáñez 2000, Millar & Rottman 1976.

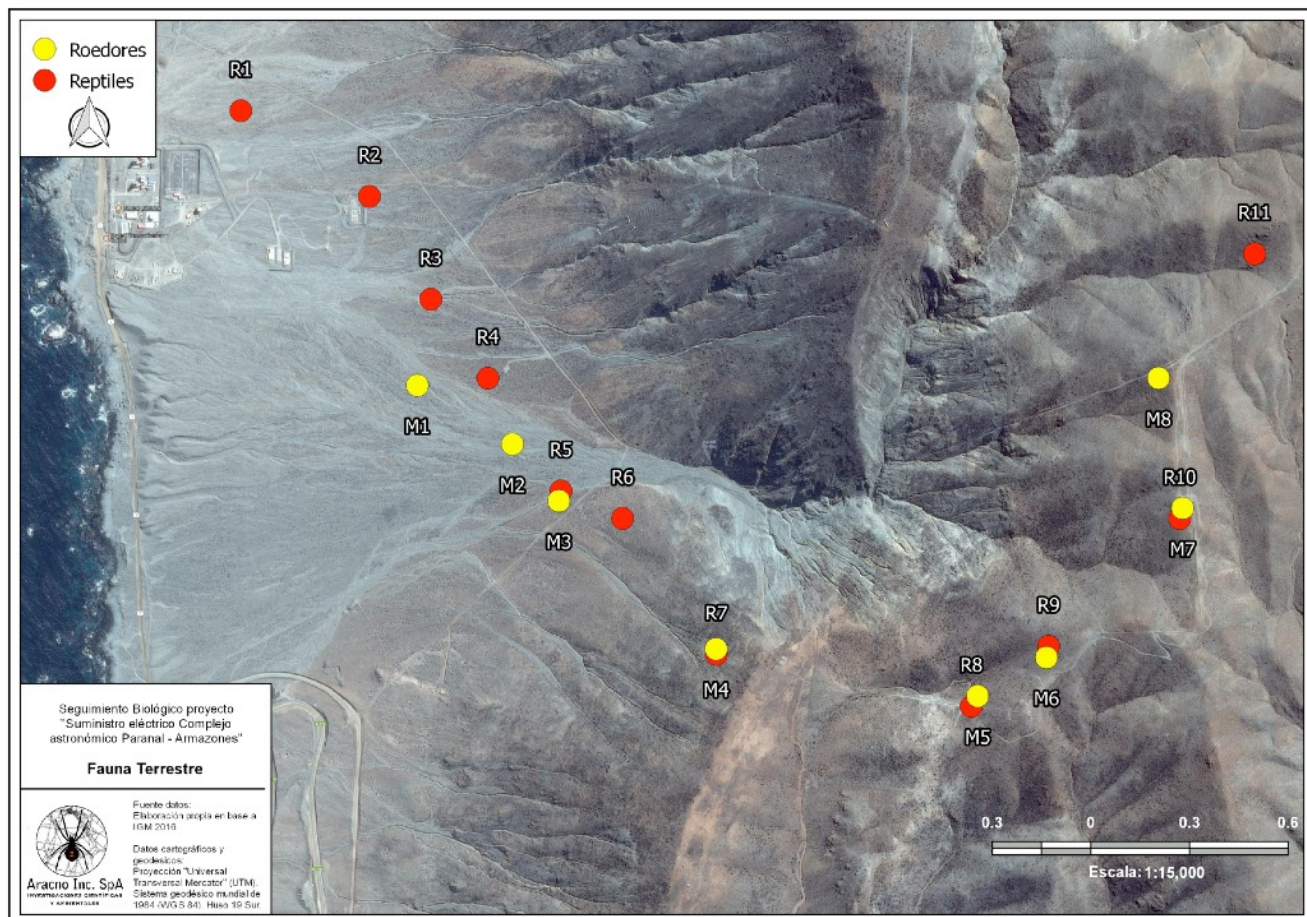


Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M).

4.3. Estados de conservación

Se entregan las distribuciones geográficas de las especies registradas y la categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile (RCE 2017).

4.4. Tipos de Ambientes

La identificación de los tipos de ambientes presentes en el área de influencia, se realizó mediante una caracterización de la zona, tomando en consideración las formaciones vegetacionales existentes en

el lugar, la cobertura aproximada de cada formación, y más importante aún, su relación con la disponibilidad de microhábitats potenciales para la fauna de vertebrados terrestres (no necesariamente coincidiendo con la COT). En base a esta información para el área de influencia se identificó un ambiente, el que se describen a continuación:

Matorral con Suculentas: esta formación vegetal está conformada por especies suculentas y arbustivas con una cobertura que puede ir desde escasa a densa según el sector (Figura 2). Como especies dominantes *Copiapoa cinerea*, *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia iquiquensis*, *Suaeda foliosa* y *Cristaria intergerrima*, y especies acompañantes *Nolana* sp., *Proustia* sp.



Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio.

4.5. Estadísticos

4.5.1. Densidad

La densidad de individuos, para metodologías de transectos reptiles, es expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) se determinó de la siguiente manera:

$$D = (N / L a) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea
N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto
L: longitud del transecto expresada en metros
a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

4.5.2. Abundancia relativa

La abundancia relativa, es la expresión de la abundancia de una especie en relación a otra en magnitud (SEA, 2015). En este caso se expresa como el número de individuos de una especie, en función al total de individuos registrados para todas las especies. Para este cálculo, se incluirán las especies cuyos registros se realizaron mediante la observación directa (transectos). El cálculo de la abundancia absoluta se indica a continuación:

$$A_i\% = (n / N) \times 100$$

Donde,

n: número de individuos de un taxón.

N: número total de individuos.

4.5.3. Parámetros comunales

Para medir los parámetros de diversidad biológica se calcula el índice de Shannon – Weaver (H'), (Shannon & Weaver, 1948). Para establecer la similitud entre la abundancia y riqueza de especies dentro de una muestra se utiliza Equitatividad, y para determinar si un grupo faunístico está influenciando en el sistema ecológico se calcula la Dominancia (D=1-índice de Simpson) (Simpson 1949).

4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos

El índice de densidad relativa (Calhoun 1959) se utiliza para la metodología de trapeo de micromamíferos. Este índice se expresa como el número de capturas por 100 trampas-noche y se describe a continuación:

$$IDR = N^{\circ} \text{ Ind.} / \text{Esfuerzo de captura} * 100$$

Donde:

N° Ind.: Número de ejemplares capturados.

Esfuerzo de captura= N° de trampas* N° de Noches activas.

5. RESULTADOS

5.1. Fauna

En esta campaña (primavera) se registró un total de cuatro especies, correspondiendo a dos especies de reptiles, con una abundancia de 20 individuos y dos especies de micromamíferos silvestres con una abundancia de 26 ejemplares. De las especies registradas, dos se encuentran en algún estatus de conservación, correspondiendo a los herpetozoos (Tabla 3 y figura 2). A continuación un detalle de los registros detectados en esta campaña de terreno.

5.1.1. Reptiles

Se observaron dos especies de reptiles, en el ambiente de Matorral con Suculentas. *Liolaemus platei* y *Callopistes maculatus*, ambas especies endémica, ambas en categoría de conservación como “preocupación menor” y “casi amenazada”. En la Tabla 3 se muestran las especies observadas en el área de estudio, en conjunto con la abundancia bruta, relativa, y densidad.

Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | | | | Total | Dens | Ai% |
|------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|------|-------|
| | | | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | | | |
| Clase Reptilia | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Squamata | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | II-IV | LC | e | | 1 | 2 | 2 | 2 | | 1 | 2 | 6 | | | 16 | 38,1 | 80,00 |
| Familia Teiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Callopistes maculatus</i> | Iguana chilena | II-VII | NT | e | | | | | 2 | | | | | 2 | | 4 | 33,3 | 20,00 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | 20 | | | |

LC = Preocupación menor

NT = Casi amenazada

e = endémica

n = nativa

Ai% = Abundancia relativa



Figura 3. Especies de reptiles registrados. a) lagartija de Plate. b) iguana chilena.

5.1.2. Micromamíferos

Se observan dos especies de micromamíferos, siendo uno nativos, y el otro endémico. En la tabla 4 y figura 4 se indican los registros de cada una de estas especies, en conjunto con la densidad bruta, relativa y densidad. Ninguno de los micromamíferos observados está en categoría de conservación (tabla 4).

Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Dens. | Ai% | |
|----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-----|-------|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | | |
| Clase Mammalia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | XV-XI | S/C | n | | | 4 | 3 | | | | 1 | 3 | 11 | 3,1 | 42,31 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwin | II-VIII | S/C | e | 4 | 3 | 3 | | 2 | 1 | | | 2 | 15 | 4,2 | 57,69 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 26 | | | |

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Dens. | Ai% |
|-------|----------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-----|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | |

S/C = Sin clasificación e= endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa



Figura 4. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón orejudo de Darwin. b) ratón oliváceo.

5.1.3. Parámetros poblacionales

La estimación de diversidad se enfoca en la comparación en los diferentes puntos de muestreo. En la figura 5 se muestra la abundancia relativa para cada uno de los puntos de muestreo y en la figura 6, los parámetros poblacionales. Se observa en la figura 6a y 6d los resultados del índice de diversidad de Shannon – Weaver (H'), el que nos muestra una mayor diversidad que el transecto 5 en reptiles y el transecto 3 y 8 para micromamíferos; y los demás transectos presentan valores considerablemente mas bajos lo que indicaría que existe una baja riqueza y abundancia en ambos grupos faunísticos, a su vez con mayor dominancia (fig. 6b y 6e) y por ende una baja equitatividad (fig. 6c y 6f) y ambos análisis con una mayor cantidad de incertidumbre, dado a la magnitud de las barras de error.

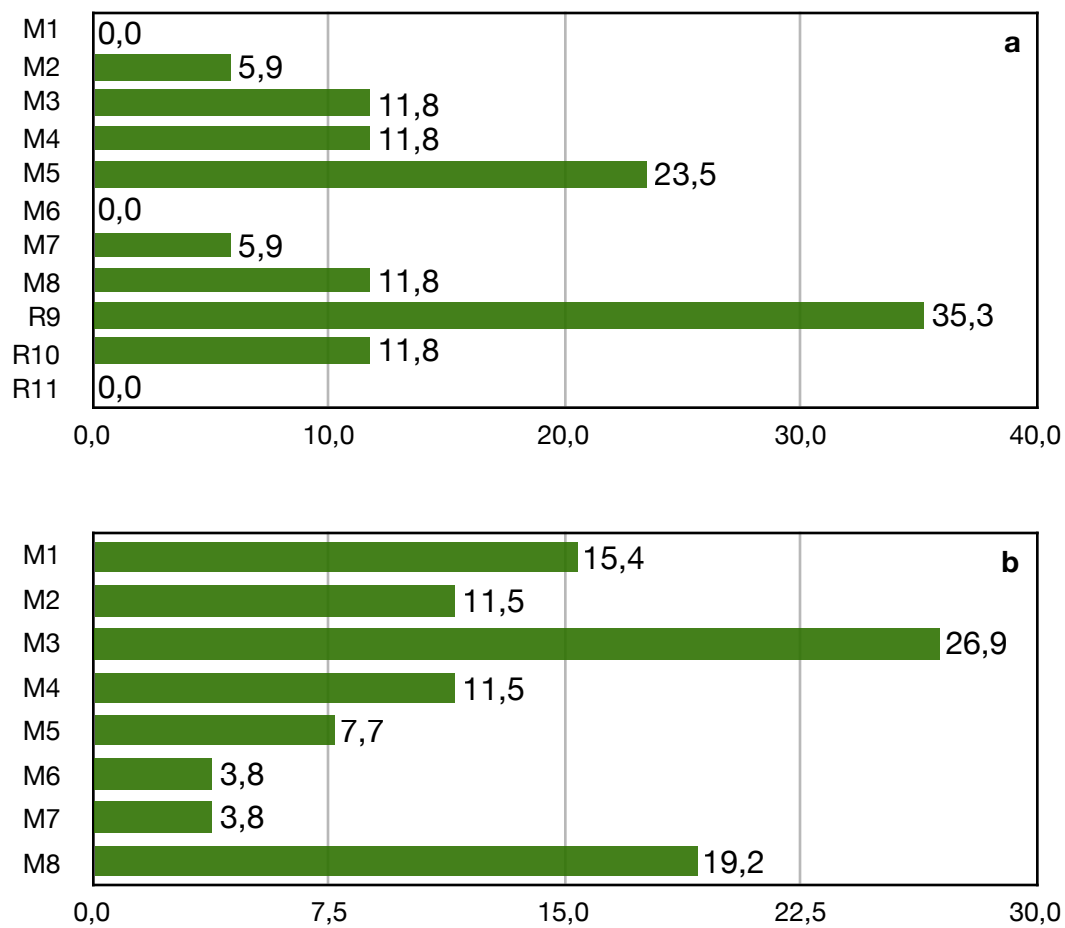


Figura 5. Abundancia relativa para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos.

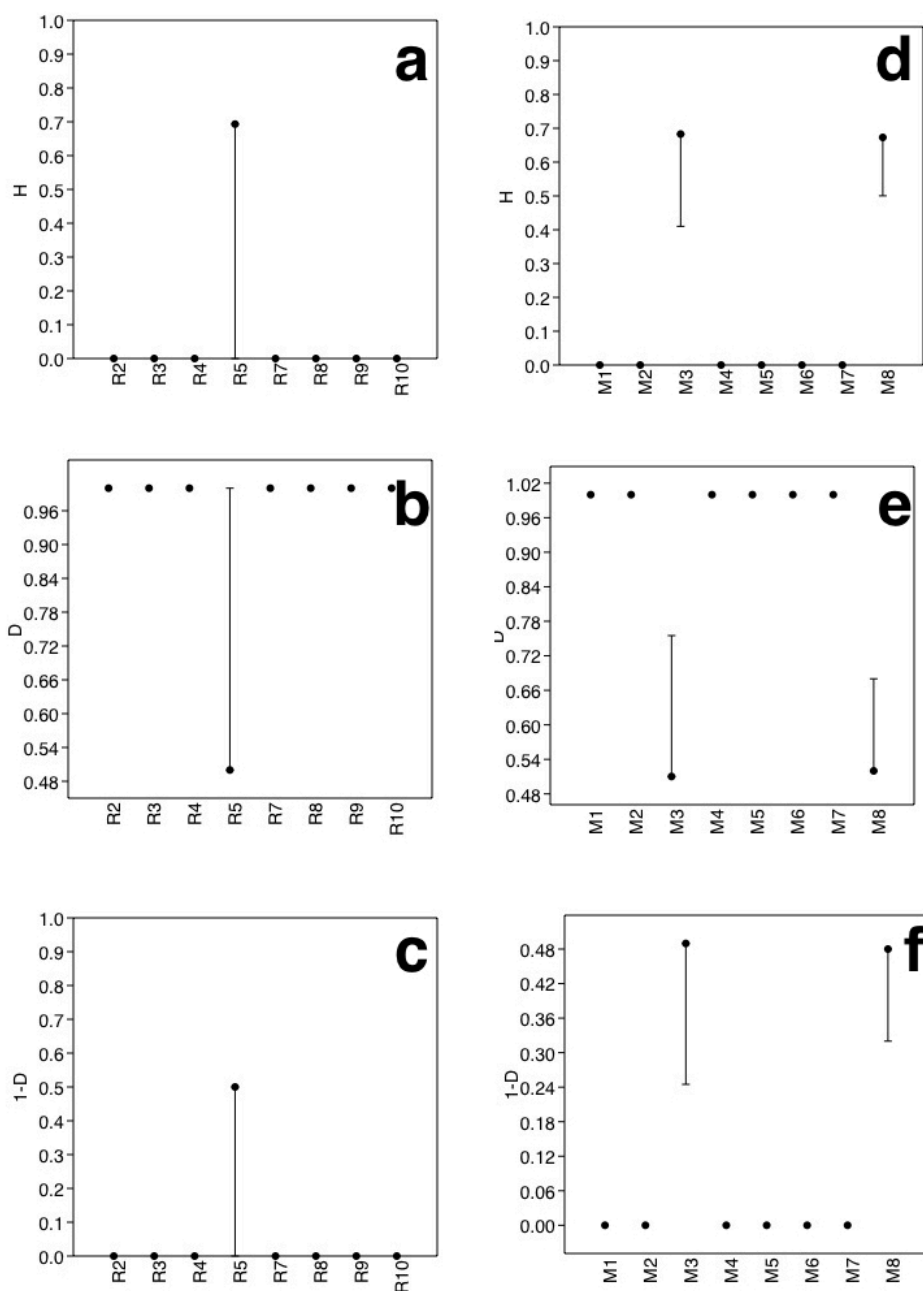


Figura 6. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Primavera 2017. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D).

6. DISCUSIÓN

6.1. Estados de conservación y Legislación

De acuerdo a la normativa vigente de las especies en categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998 y sus modificaciones), y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile, y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país, siendo inclusivo lo citado por Glade (1993) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se observaron en este seguimiento solo dos especies en categoría de conservación, las que corresponden a *Liolaemus platei* y *Callopistes maculatus* catalogadas como “preocupación menor” y “casi amenazada” respectivamente.

6.2. Seguimiento estacional

Este corresponde al primer seguimiento biológico del proyecto. Se han identificado un total de cuatro especies de los grupos faunísticos objetivos (reptiles y micromamíferos), asociados al sector de estudio. Se registro un total de 46 individuos, 20 reptiles pertenecientes a dos especies *Liolaemus platei* y *Callopistes maculatus* y 26 micromamíferos también de dos especies *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*.

Ahora bien, al analizar la diversidad (H'), se observa que existen algunos puntos con mayor diversidad, pero que la tendencia en la mayoría de las zonas de muestreo es una baja diversidad con altas dominancia y baja equitatividad. Esto es explicado por en primera instancia por que se esta evaluando solo dos grupos faunísticos (reptiles y micromamíferos), por lo tanto limita al análisis de diversidad a entregar una adecuada medida del lugar, es por ello que el índice de diversidad solo puede ser considerado como referencial. En segundo lugar, es sabido que la diversidad de fauna en la región es pobre y su abundancia baja, lo que afecta aun más las medidas poblacionales realizadas.

En relación a la fauna registrada en este primer monitoreo biológico, se registran dos de las tres especies potenciales de micromamíferos posibles de encontrar en el área de influencia y dos de las tres especies de reptiles informadas en la DIA. Cabe destacar que el seguimiento esta limitado a una sección de la línea de transmisión lo que también podría influencias en la riqueza y abundancia obtenida. A pesar de ello las abundancia obtenidas para las especies registradas son proporcionalmente similares a lo reportado en el estudio de linea de base del proyecto.

Por lo anteriormente dicho, estos datos nos permitirían indicar que la ejecución del proyecto no ha causado un impacto significativo a la fauna de vagilidad limitada, y que las medidas de mitigación realizadas durante la construcción del proyecto fueron adecuadas. Por otra parte, nuestros datos también darían evidencia de una efectiva recolonización en aquellas zonas donde se realizaron las medidas de mitigación. De igual modo se hace necesario realizar seguimientos posteriores que permitan corroborar estos supuestos y así mismo evaluar adecuadamente la fauna de herpetozoos y micromamíferos.

7. CONCLUSIÓN

Se registra la fauna objetivo, reptiles y micromamíferos, con dos especies cada uno de los taxa. Las especies de reptiles observados corresponden a *Liolaemus platei* y *Callopistes maculatus* con una abundancia relativa de 80% y 20% respectivamente ambas endémicas. Por su parte en micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 42% y 58% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica.

Respecto a los estados de conservación, solo los herpetozoos están en los listados de especies en categoría de conservación, estando *Liolaemus platei* como “preocupación menor” y *Callopistes maculatus* en categoría de “casi amenazada”.

Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. General

- Contreras L. C. & J. C. Torres-Mura. 2009. Biogeografía de mamíferos terrestres en Chile. Pp. 305-314, in : Mamíferos de Chile (A. Muñoz-Pedreros y J. Yáñez, eds). Ediciones CEA. Valdivia, Chile.
- Corn P. S. & B. R. Bury. 1990, Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p
- Dytham, C. 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. 3rd ed. Blackwell Publishing. USA. 320 pp.

- Glade A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, 65 p.
- Manly, B. J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 3th ed. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton, Fl. USA. 455 pp.
- Osgood, W.H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30:1-268.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Diciembre de 2004, 180 p.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2011. Legislación sobre la fauna silvestre. Ley de Caza y su reglamento. Gobierno de Chile. Octava edición 98 pp.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2015. Reglamento de la Ley de Caza, Decreto Supremo N° 5, 7 de Diciembre de 1998. 110 pp.
- , Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Ediciones Gráfica Metropolitana. Santiago, Chile. 98 pp.
- SEA, Servicio de Evaluación Ambiental. 2017. Guía para la descripción del área de influencia SEIA. Ediciones Designio. Santiago, Chile. 48 pp.
- Simonetti, J.; Kalin-Arroyo, M.; Spotorno, A. & Losada, E (Eds). 1995. biodiversidad de Chile. CONICYT. Santiago. 364 p.
- Sutherland, W. 1996. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press.
- RCE, 2017. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE) desde Decreto Supremo N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. procesos 1° al 13°.

8.2. Reptiles

- Demanguel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile. 619 pg.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.
- Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile. 31: 49-124.
- Garin, CF & GA Lobos. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. En: VIDAL, MA & A Labra. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlag Chile, Santiago, Chile. pp. 51-72.
- Mella, J.E. 2005. Guía de Campo. Reptiles de Chile: Zona Central. Centro de Ecología Aplicada. Chile. 147 pp.


- Núñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.
- Núñez, H. & Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicaciones Ocasionales del Museo Nacional de la Historia Natural, Chile 59:7–486.
- Valencia, J. & Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente. 5 (1-2): 5-14.
- Veloso, A. & Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.
- Vidal, M. & Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp

8.3. Mamíferos

- Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 424 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.
- Muñoz - Pedreros & J Yáñez 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.
- Muñoz - Pedreros, A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 112 p.
- Miller, S.D. & Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

ANEXO

26/09/2017
ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849



RESOLUCIÓN EXENTA N°:515/2017

AUTORIZA AL SR. PAULO NICOLÁS VALLEJOS GARRIDO LA CAPTURA DE PHYLLOTIS DARWINI, OLIGORYZOMYS LONGICAUDATUS, ABROTHRIX OLIVACEUS, PHYLLOTIS MAGISTER CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).

Antofagasta, 25/ 09/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha 12 de Septiembre de 2017; la Ley N° 18.755 de 1988, Establece Normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero, Deroga la Ley N° 16.640 y Otras Disposiciones; la Ley N° 19.473 de 1996 Sustituye Texto de la Ley N° 4.601, sobre Caza y artículo 609 del Código Civil; el D.S. N° 5 de 1998, del Ministerio de Agricultura, y sus Modificaciones; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Resolución Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013, la Resolución N° 150 del 16 de Febrero de 2015 todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 062/2016.

CONSIDERANDO:

1. Que para ejecución del proyecto "Suministro eléctrico Complejo Astronómico Paranal-Armazones", el Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, solicita permiso de captura con fines de Investigación, para dar cumplimiento a lo indicados en la RCA N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. La carta del titular del proyecto aludido "STS Grupo SAETA", en que encomienda a la Consultora "Aracno Inc. S.p.A." ejecutar la actividad comprometida en la RCA 062/2016, adendas y/o pronunciamientos especiales, según corresponda.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, RUT N° 17.861.836-9, con domicilio en Pje. Coronel Seguel #140, sector Collao, ciudad de Concepción, Región del Biobío, la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, bajo las condiciones de la presente Resolución, para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución de Calificación ambiental N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. Se autoriza la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, indicadas en el "Anexo I. Informe LB micromamíferos. Numeral 2.2" y "Adenda complementaria 1: Anexo VIII Plan de Monitoreo Biológico", por medio de trampas Sherman indicado en "Adenda complementaria 1: Anexo Plan de Monitoreo Biológico. Numeral 1.3b", desde la fecha de esta resolución hasta el 26 de Septiembre de 2018.

Tabla N°1. Georeferenciación del sitio de captura (coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso 19S).

| Sitio de captura | |
|------------------|---------|
| E | N |
| 352909 | 7234884 |
| 353200 | 7234709 |
| 353343 | 7234539 |
| 353826 | 7234096 |

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849> 1/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

| | |
|--------|---------|
| 354623 | 7233962 |
| 354831 | 7234081 |
| 355240 | 7234537 |
| 355163 | 7234930 |

3. En caso de captura de ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas como perjudiciales o dañinas, según el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza, estos no podrán ser devueltos al medio.

En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Antofagasta.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del titular de esta resolución, Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, la participación de:

Milenko Aguilera Ardiles, RUT N° 10.981.036-3.
Daniela Lazo Cancino, RUT N° 17.615.068-8.
Felipe Vera Fricke, RUT N° 13.951.873-k.
Leopoldo Alvarez Gómez, RUT N° 13.246.470-7.
Juan Guerrero Aravena, RUT N° 17.054.073-5.

El titular de esta Resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados.

La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso, de realizarse fuera de ellas.

6. En forma previa a la captura, con al menos 10 días hábiles de anticipación, el titular de esta Resolución, deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Antofagasta, al mail de la Encargada de R.N.R. carolina.elizalde@sag.gob.cl y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos del uso de trampas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.

7. Una vez concluidas las actividades de terreno, el titular de esta Resolución, deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la división de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

8. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y ANÓTESE

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

2/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

ANGÉLICA GENOVEVA VIVALLO VIVALLO
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE
ANTOFAGASTA SERVICIO AGRÍCOLA Y
GANADERO

Anexos

| Nombre | Tipo | Archivo | Copias | Hojas |
|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|
| Formulario de solicitud | Digital | | | |
| Carta mandante STS Grupo SAESA | Digital | | | |

CEM/MPR/MLC

Distribución:

- Sandra Guisel Becerra Diaz - Oficina de Partes y OIRS Unidad Técnica Gestión y Finanzas - Or.II
- Marisol Andrea Paez Rivera - Encargada Unidad Jurídica Región de Antofagasta - Or.II
- Belko Leonardo Caqueo Molina - Profesional Protección RNR (IFC) Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Sergio Gonzalo Estay Cerda - Jefe (S) Oficina Sectorial Antofagasta - Or.II
- Claudio Antonio Cárdenas Catalán - Jefe (S) División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Or.OC
- Alonso Herman Soto Jimenez - Profesional Departamento de Comunicaciones y Participación Ciudadana - Or.OC
- Marielly López Castillo - Profesional Protección RNR Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Carolina Elizalde Martín - Jefe Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Paulo Nicolás Vallejos Garrido - Investigador Líder Aracno Inc S.p.A.

Región de Antofagasta Servicio Agrícola y Ganadero - Coquimbo 842



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección

url <http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/DA1B9F64F34F0E079F69AE72245558B855833976>

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

3/3



Aracno Inc. SpA
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Y AMBIENTALES

PREPARADO POR

Plan de Seguimiento Biológico

Proyecto Suministro Eléctrico Complejo
Astronómico Paranal – Armazones”.

Para
Sistema de Transmisión del Sur S.A.

Marzo 2018



Foto: Cristian Saavedra.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. RESUMEN | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 3. OBJETIVOS | 5 |
| 3.1. Objetivo General | 5 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 4. METODOLOGÍA | 6 |
| 4.1. Áreas y periodo de estudio | 6 |
| 4.2. Técnicas de registro por taxa | 7 |
| 4.2.1. Reptiles | 7 |
| 4.2.2. Micromamíferos | 7 |
| 4.3. Estados de conservación | 8 |
| 4.4. Tipos de Ambientes | 8 |
| 4.5. Estadísticos | 9 |
| 4.5.1. Densidad | 9 |
| 4.5.2. Abundancia relativa | 10 |
| 4.5.3. Parámetros comunales | 10 |
| 4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos | 10 |
| 5. RESULTADOS | 11 |
| 5.1. Fauna | 11 |
| 5.1.1. Reptiles | 11 |
| 5.1.2. Micromamíferos | 12 |
| 5.1.3. Parámetros poblacionales | 13 |
| 6. DISCUSIÓN | 16 |
| 6.1. Estados de conservación y Legislación | 16 |
| 6.2. Seguimiento estacional | 16 |
| 7. CONCLUSIÓN | 17 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 17 |
| 8.1. General | 17 |
| 8.2. Reptiles | 18 |
| 8.3. Mamíferos | 19 |
| ANEXO | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M). | 8 |
| Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio. | 9 |
| Figura 3. Especies de reptiles registrados. a) lagartija de Plate. b) iguana chilena. | 12 |
| Figura 4. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón oliváceo. b) raton orejudo de Darwin. | 13 |
| Figura 5. Abundancia relativa para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos. | 14 |
| Figura 6. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Primavera 2017. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D). | 15 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles. | 6 |
| Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos. | 7 |
| Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia. | 11 |
| Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman. | 12 |

1. RESUMEN

Durante el primer seguimiento biológico del proyecto en estación de verano, se registra una especie de reptil *Liolaemus platei* con una abundancia relativa 100%, especie endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 6% y 94% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica. *Liolaemus platei* esta clasificado como “preocupación menor” dentro de los listados de especies en categoría de conservación.

2. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” de Sistema de transmisión del Sur S.A., se realiza el seguimiento ambiental del componente fauna, y específicamente de reptiles y micromamíferos asociados al área de influencia del proyecto. Lo anterior es para dar cumplimiento a lo mencionado en la RCA N° 0062/2016, Antofagasta, numeral 5.2 indicando que “Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente. Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria.”

Este seguimiento es realizado por Aracno Inc S.p.A., y corresponde al catastro de la estación de Verano 2018. Para ello, se efectúa un muestreo en las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria y que corresponden a la sección entre las torres 1 y 14 del proyecto. Durante este seguimiento se tiene como fauna objetivo reptiles y micromamíferos, los que serán catastrados mediante transectos y trampas de captura *in vivo*, respectivamente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar y determinar las especies de reptiles y micromamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto, entre las torres 1 a la 14.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de reptiles y micromamíferos presente en el área de influencia del proyecto.
- Determinar preferencias de hábitat de las especies registradas.
- Informar del estatus de conservación de las especies de reptiles y micromamíferos presentes en las áreas de estudio mediante la bibliografía y legislación vigente.

4. METODOLOGÍA

4.1. Áreas y periodo de estudio

La campaña se realizó el 19 al 22 de Marzo 2018. En la zona de estudio comprendida entre la torre 1 (352363 E, 7235709 S) como límite Oeste, hasta la torre 14 (355451 E, 7235309 S) como límite Este. Se inspeccionaron todas las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria (Tabla 1 y 2). A lo largo de la zona de estudio se muestreó en 11 sitios para reptiles y en 8 puntos para micromamíferos (Figura 1). Las coordenadas son listadas en la Tabla 1 y 2, y fueron registradas mediante GPS-Garmin S62 (WGS84)

Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles.

| Transecto | E | N |
|-----------|---------|-----------|
| R1 | 352.363 | 7.235.709 |
| R2 | 352.757 | 7.235.454 |
| R3 | 352.947 | 7.235.145 |
| R4 | 353.123 | 7.234.908 |
| R5 | 353.349 | 7.234.569 |
| R6 | 353.537 | 7.234.488 |
| R7 | 353.827 | 7.234.080 |
| R8 | 354.604 | 7.233.931 |
| R9 | 354.837 | 7.234.115 |
| R10 | 355.232 | 7.234.506 |
| R11 | 355.451 | 7.235.309 |

Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos.

| Sherman | E | N |
|---------|---------|-----------|
| M1 | 352.909 | 7.234.884 |
| M2 | 353.200 | 7.234.709 |
| M3 | 353.343 | 7.234.539 |
| M4 | 353.826 | 7.234.096 |
| M5 | 354.623 | 7.233.962 |
| M6 | 354.831 | 7.234.081 |
| M7 | 355.240 | 7.234.537 |
| M8 | 355.163 | 7.234.930 |

4.2. Técnicas de registro por taxa

4.2.1. Reptiles

Para estudiar la diversidad de reptiles presentes en el área de estudio, se recorrió cada transecto de muestreo en busca de signos de su presencia, específicamente guaridas y heces. La búsqueda de individuos se realizó mediante transectos de 100 m de longitud por 6 m de ancho (R1 - R11, ver Figuras 1 y Tabla 1). Las actividades fueron iniciadas preferentemente temprano en la mañana ya que estos corresponden a los horarios en que presentan mayores niveles de actividad, aunque se realizaron prospecciones a distintas horas del día con el fin de maximizar la probabilidad de observación de los individuos (Garín & Lobos, 2008). Para su identificación se utiliza literatura especializada: Cej (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Mella (2005), Núñez y Jaksic (1992), Knapp et al. (2007), Núñez 1991, Núñez et al. (1997), Valencia & Veloso (1981), Veloso & Navarro (1988), Vidal & Labra (2008), Demangel (2016).

4.2.2. Micromamíferos

Para el estudio de micro-mamíferos (Rodentia) en el área de interés, se utilizó un total de 160 trampas Sherman en 11 sitios de estudio durante 2 noches de muestreo; 20 trampas por cada transecto de muestreo distanciadas cada 10 m (M1 - M8, ver Figuras 1, y Tabla 2). La ejecución de este tipo de muestreo contó con la respectiva autorización emitida por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), resolución N° 515/2017 de la Región de Antofagasta, para captura de fauna silvestre (Anexo I).

La identificación de mamíferos se efectuó mediante literatura especializada: Campos 1986, Iriarte 2008, Mann 1978, Muñoz-Pedreros 2008, Muñoz-Pedreros & Yáñez 2000, Millar & Rottman 1976.

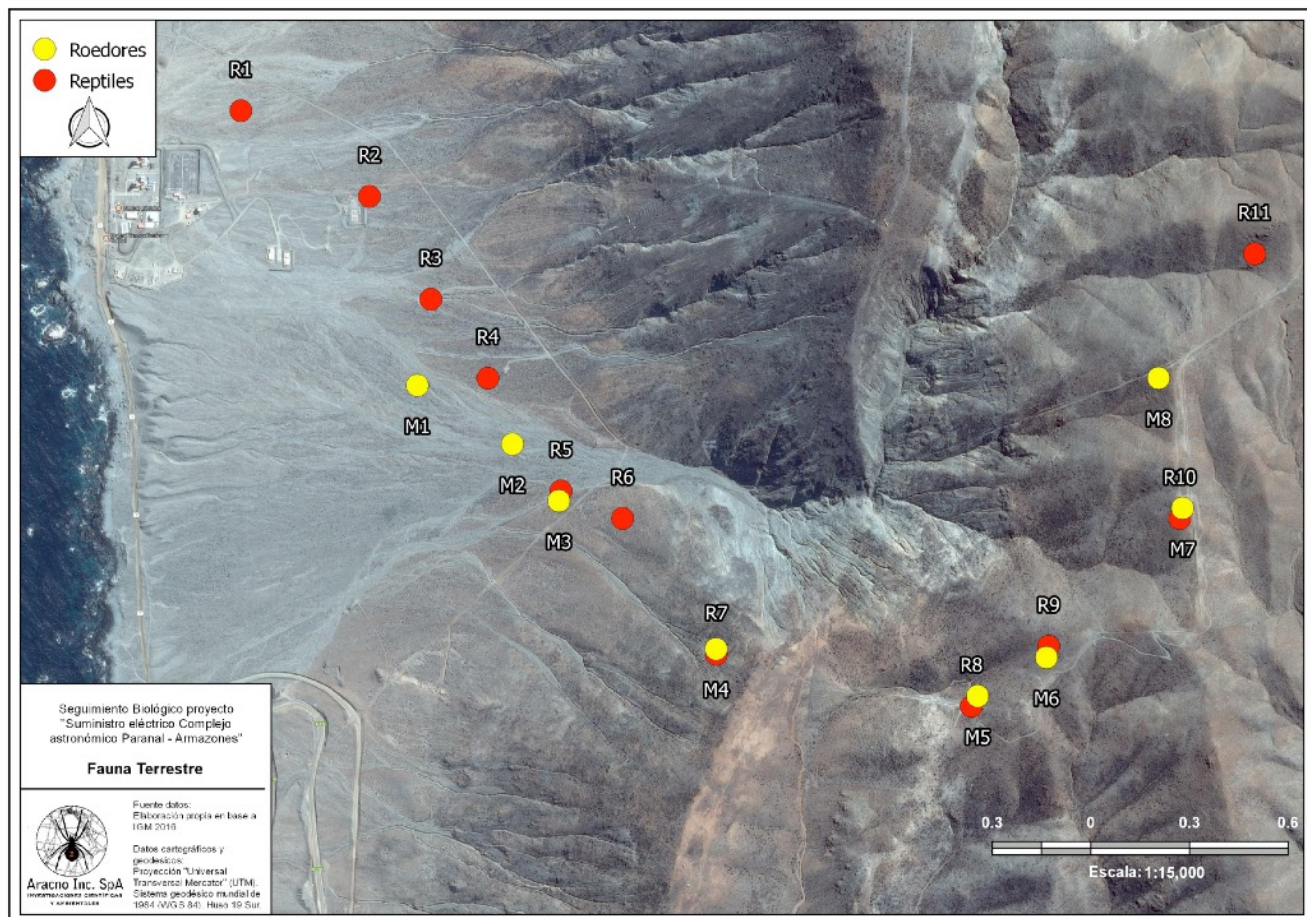


Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M).

4.3. Estados de conservación

Se entregan las distribuciones geográficas de las especies registradas y la categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile (RCE 2017).

4.4. Tipos de Ambientes

La identificación de los tipos de ambientes presentes en el área de influencia, se realizó mediante una caracterización de la zona, tomando en consideración las formaciones vegetacionales existentes en

el lugar, la cobertura aproximada de cada formación, y más importante aún, su relación con la disponibilidad de microhábitats potenciales para la fauna de vertebrados terrestres (no necesariamente coincidiendo con la COT). En base a esta información para el área de influencia se identificó un ambiente, el que se describen a continuación:

Matorral con Suculentas: esta formación vegetal está conformada por especies suculentas y arbustivas con una cobertura que puede ir desde escasa a densa según el sector (Figura 2). Como especies dominantes *Copiapoa cinerea*, *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia iquiquensis*, *Suaeda foliosa* y *Cristaria intergerrima*, y especies acompañantes *Nolana* sp., *Proustia* sp.



Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio.

4.5. Estadísticos

4.5.1. Densidad

La densidad de individuos, para metodologías de transectos reptiles, es expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) se determinó de la siguiente manera:

$$D = (N / L a) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea
N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto
L: longitud del transecto expresada en metros
a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

4.5.2. Abundancia relativa

La abundancia relativa, es la expresión de la abundancia de una especie en relación a otra en magnitud (SEA, 2015). En este caso se expresa como el número de individuos de una especie, en función al total de individuos registrados para todas las especies. Para este cálculo, se incluirán las especies cuyos registros se realizaron mediante la observación directa (transectos). El cálculo de la abundancia absoluta se indica a continuación:

$$Ai\% = (n / N) \times 100$$

Donde,

n: número de individuos de un taxón.
N: número total de individuos.

4.5.3. Parámetros comunales

Para medir los parámetros de diversidad biológica se calcula el índice de Shannon – Weaver (H'), (Shannon & Weaver, 1948). Para establecer la similitud entre la abundancia y riqueza de especies dentro de una muestra se utiliza Equitatividad, y para determinar si un grupo faunístico está influenciando en el sistema ecológico se calcula la Dominancia (D=1-índice de Simpson) (Simpson 1949).

4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos

El índice de densidad relativa (Calhoum 1959) se utiliza para la metodología de trampeo de micromamíferos. Este índice se expresa como el número de capturas por 100 trampas-noche y se describe a continuación:

$$IDR = N^{\circ} \text{ Ind.} / \text{Esfuerzo de captura} * 100$$

Donde:

N° Ind.: Número de ejemplares capturados.
Esfuerzo de captura= N° de trampas* N° de Noches activas.

5. RESULTADOS

5.1. Fauna

En esta campaña (Verano) se registró un total de tres especies, correspondiendo a un especie de reptil, con una abundancia de 8 individuos y dos especies de micromamíferos silvestres con una abundancia de 17 ejemplares. De las especies registradas, dos se encuentran en algún estatus de conservación, correspondiendo a los herpetozoos (Tabla 3 y figura 2). A continuación un detalle de los registros detectados en esta campaña de terreno.

5.1.1. Reptiles

Se observó una especie de reptil, en el ambiente de Matorral con Suculentas. *Liolaemus platei*, especie endémica, en categoría de conservación como “preocupación menor” y “casi amenazada”. En la Tabla 3 se muestra la especies observada en el área de estudio, en conjunto con la abundancia bruta, relativa, y densidad.

Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | | | | Total | Dens | Ai% | |
|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|------|------|--------|
| | | | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | | | | |
| Clase Reptilia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Squamata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | II-IV | LC | e | | | 1 | 2 | 1 | | | | 2 | 2 | | | 8 | 26,7 | 100,00 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | |

LC = Preocupación menor

NT = Casi amenazada; e = endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa



Figura 3. Especies de reptiles registrados. a y b) lagartija de Plate.

5.1.2. Micromamíferos

Se observan dos especies de micromamíferos, siendo uno nativos, y el otro endémico. En la tabla 4 y figura 4 se indican los registros de cada una de estas especies, en conjunto con la densidad bruta, relativa y densidad. Ninguno de los micromamíferos observados está en categoría de conservación (tabla 4).

Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Dens. | AI% | |
|----------------|----------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-----|--|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | | |
| Clase Mammalia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | | | | | | | | |

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Dens. | Ai% | | |
|----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-----|-------|------|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | XV_XI | S/C | n | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0,3 | 5,88 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwin | II-VIII | S/C | e | | 1 | 1 | | | | 12 | | 2 | 16 | 4,4 | 94,12 | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | 17 | | | |

S/C = Sin clasificación e= endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa



Figura 4. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón orejudo de Darwin. b) ratón oliváceo.

5.1.3. Parámetros poblacionales

La estimación de diversidad se enfoca en la comparación en los diferentes puntos de muestreo. En la figura 5 se muestra la abundancia relativa para cada uno de los puntos de muestreo y en la figura 6, los parámetros poblacionales. Se observa en la figura 6a y 6d los resultados del índice de diversidad

de Shannon – Weaver (H'), el que nos muestra una mayor diversidad que el transecto 5 en reptiles y el transecto 3 y 8 para micromamíferos; y los demás transectos presentan valores considerablemente mas bajos lo que indicaría que existe una baja riqueza y abundancia en ambos grupos faunísticos, a su vez con mayor dominancia (fig. 6b y 6e) y por ende una baja equitatividad (fig. 6c y 6f) y ambos análisis con una mayor cantidad de incertidumbre, dado a la magnitud de las barras de error.

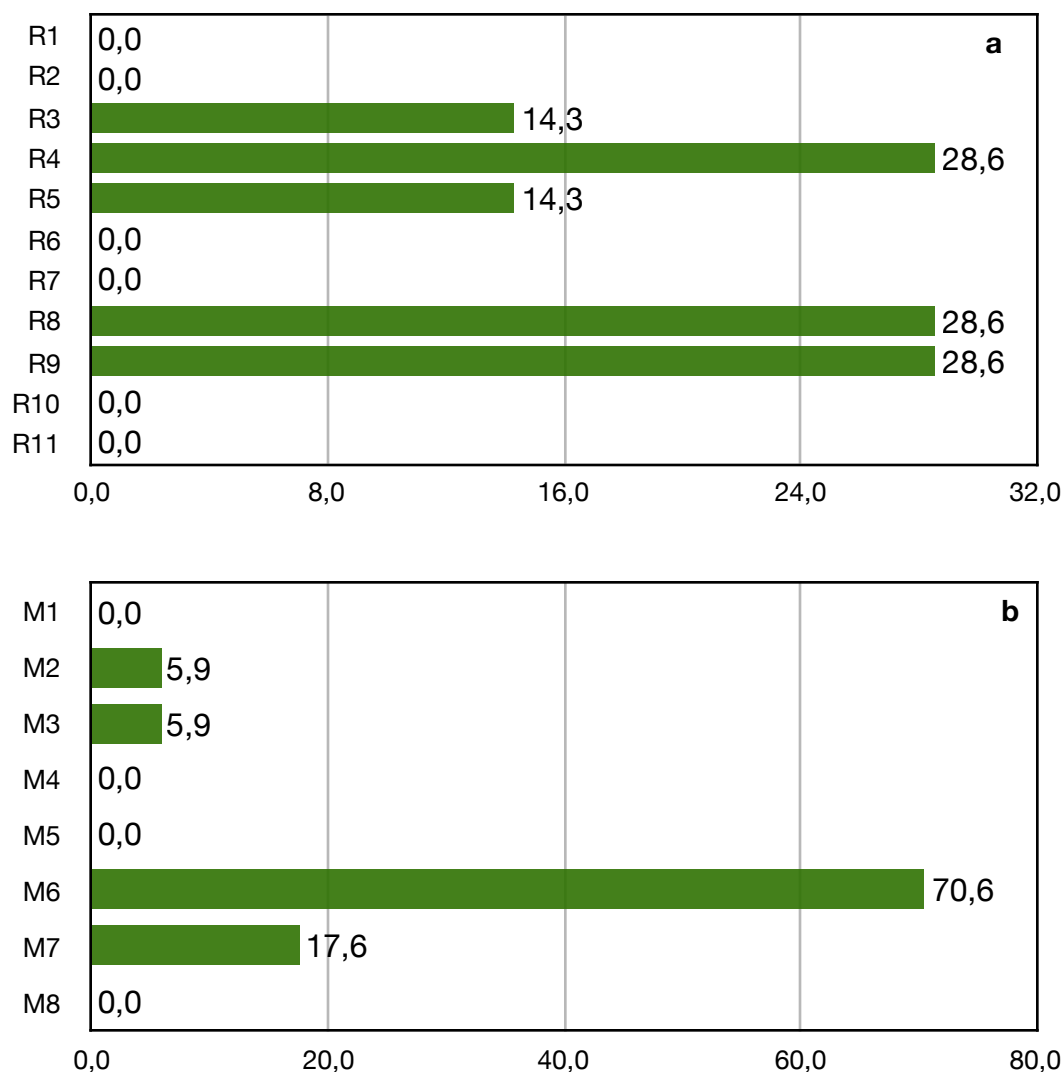


Figura 5. Abundancia relativa para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos.

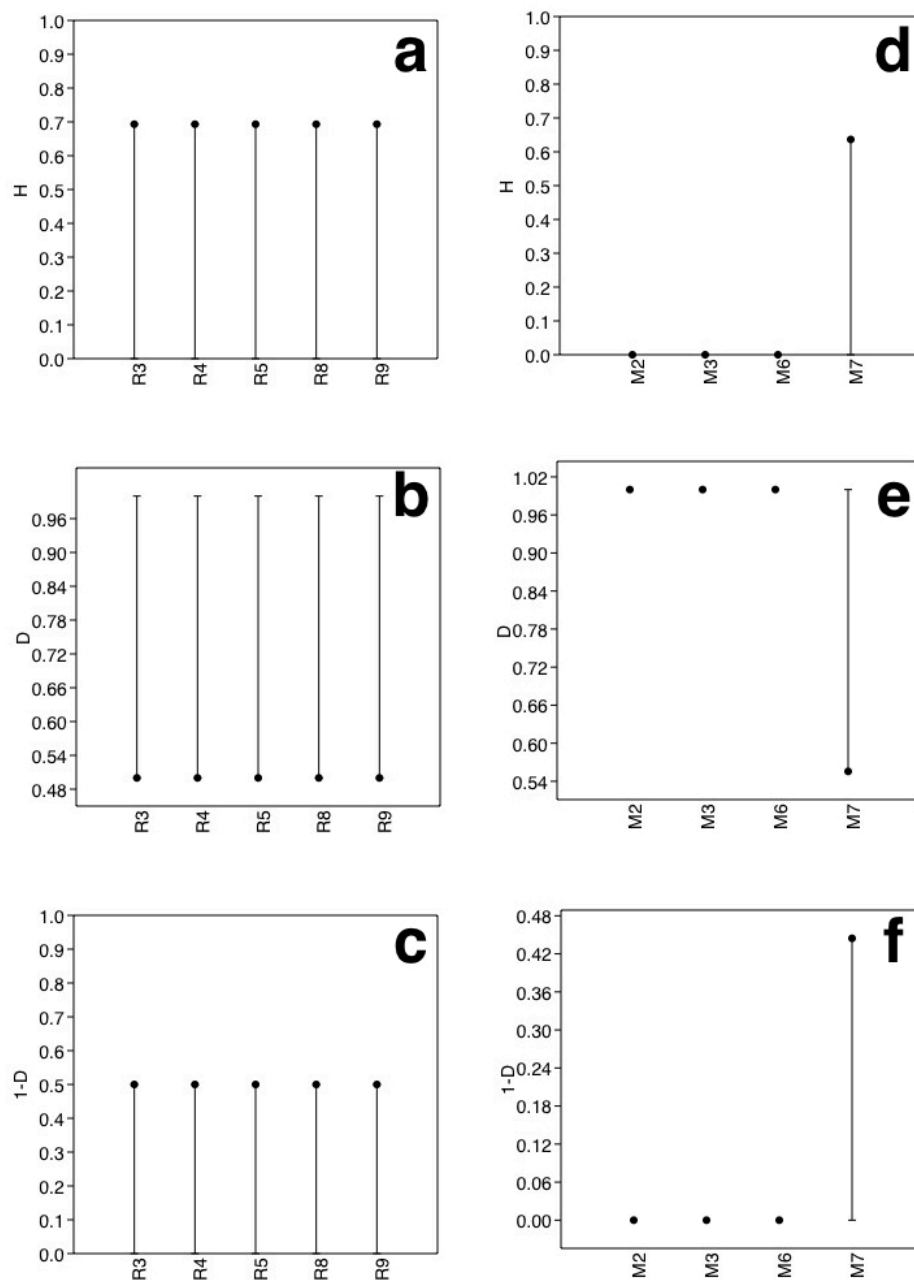


Figura 6. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Primavera 2017. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D).

6. DISCUSIÓN

6.1. Estados de conservación y Legislación

De acuerdo a la normativa vigente de las especies en categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998 y sus modificaciones), y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile, y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país, siendo inclusivo lo citado por Glade (1993) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se observaron en este seguimiento solo una especie en categoría de conservación, la que corresponde a *Liolaemus platei* catalogada como “preocupación menor”.

6.2. Seguimiento estacional

Este corresponde al segundo seguimiento biológico del proyecto. Se han identificado un total de tres especies de los grupos faunísticos objetivos (reptiles y micromamíferos), asociados al sector de estudio. Se registró un total de 17 individuos, 8 reptiles pertenecientes a *Liolaemus platei* y 17 micromamíferos también de dos especies *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*.

Ahora bien, al analizar la diversidad (H'), se observa que existen algunos puntos con mayor diversidad, pero que la tendencia en la mayoría de las zonas de muestreo es una baja diversidad con altas dominancia y baja equitatividad. Esto es explicado por en primera instancia por que se está evaluando solo dos grupos faunísticos (reptiles y micromamíferos), por lo tanto limita al análisis de diversidad a entregar una adecuada medida del lugar, es por ello que el índice de diversidad solo puede ser considerado como referencial. En segundo lugar, es sabido que la diversidad de fauna en la región es pobre y su abundancia baja, lo que afecta aun más las medidas poblacionales realizadas.

En relación a la fauna registrada en el monitoreo biológico de verano, se registran dos de las tres especies potenciales de micromamíferos posibles de encontrar en el área de influencia y solo una de las tres especies de reptiles informadas en la DIA. Cabe destacar que el seguimiento está limitado a una sección de la línea de transmisión lo que también podría influenciar en la riqueza y abundancia obtenida. A pesar de ello las abundancias obtenidas para las especies registradas son proporcionalmente similares a lo reportado en el estudio de línea de base del proyecto. Ahora bien, comparativamente con la estación anterior, se observó una disminución en la abundancia y riqueza de la fauna objetivo, y esto puede estar dado por la disminución natural de las especies posterior al periodo de reproducción.

Por lo anteriormente dicho, estos datos nos permitirían indicar que la ejecución del proyecto no ha causado un impacto significativo a la fauna de vagilidad limitada, y que las medidas de mitigación realizadas durante la construcción del proyecto fueron adecuadas. Por otra parte, nuestros datos también darían evidencia de una efectiva recolonización en aquellas zonas donde se realizaron las medidas de mitigación. De igual modo se hace necesario realizar seguimientos posteriores que permitan corroborar estos supuestos y así mismo evaluar adecuadamente la fauna de herpetozoos y micromamíferos.

7. CONCLUSIÓN

Se registra la fauna objetivo, reptiles y micromamíferos. La especie de reptil observada corresponde a *Liolaemus platei* con una abundancia relativa del 100%, especie endémicas. Por su parte en micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 6% y 94% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica.

Respecto a los estados de conservación, solo los herpetozoos están en los listados de especies en categoría de conservación, estando *Liolaemus platei* como “preocupación menor”.

Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. General

- Contreras L. C. & J. C. Torres-Mura. 2009. Biogeografía de mamíferos terrestres en Chile. Pp. 305-314, in : Mamíferos de Chile (A. Muñoz-Pedreros y J. Yáñez, eds). Ediciones CEA. Valdivia, Chile.
- Corn P. S. & B. R. Bury. 1990, Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p
- Dytham, C. 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. 3rd ed. Blackwell Publishing. USA. 320 pp.

- Glade A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, 65 p.
- Manly, B. J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 3th ed. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton, Fl. USA. 455 pp.
- Osgood, W.H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30:1-268.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Diciembre de 2004, 180 p.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2011. Legislación sobre la fauna silvestre. Ley de Caza y su reglamento. Gobierno de Chile. Octava edición 98 pp.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2015. Reglamento de la Ley de Caza, Decreto Supremo N° 5, 7 de Diciembre de 1998. 110 pp.
- , Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Ediciones Gráfica Metropolitana. Santiago, Chile. 98 pp.
- SEA, Servicio de Evaluación Ambiental. 2017. Guía para la descripción del área de influencia SEIA. Ediciones Designio. Santiago, Chile. 48 pp.
- Simonetti, J.; Kalin-Arroyo, M.; Spotorno, A. & Losada, E (Eds). 1995. biodiversidad de Chile. CONICYT. Santiago. 364 p.
- Sutherland, W. 1996. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press.
- RCE, 2017. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE) desde Decreto Supremo N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. procesos 1° al 13°.

8.2. Reptiles

- Demanguel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile. 619 pg.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.
- Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile. 31: 49-124.
- Garin, CF & GA Lobos. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. En: VIDAL, MA & A Labra. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlag Chile, Santiago, Chile. pp. 51-72.
- Mella, J.E. 2005. Guía de Campo. Reptiles de Chile: Zona Central. Centro de Ecología Aplicada. Chile. 147 pp.


- Núñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.
- Núñez, H. & Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicaciones Ocasionales del Museo Nacional de la Historia Natural, Chile 59:7–486.
- Valencia, J. & Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente. 5 (1-2): 5-14.
- Veloso, A. & Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.
- Vidal, M. & Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp

8.3. Mamíferos

- Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 424 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.
- Muñoz - Pedreros & J Yáñez 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.
- Muñoz - Pedreros, A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 112 p.
- Miller, S.D. & Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

ANEXO

26/09/2017
ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849



RESOLUCIÓN EXENTA N°:515/2017

AUTORIZA AL SR. PAULO NICOLÁS VALLEJOS GARRIDO LA CAPTURA DE PHYLLOTIS DARWINI, OLIGORYZOMYS LONGICAUDATUS, ABROTHRIX OLIVACEUS, PHYLLOTIS MAGISTER CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).

Antofagasta, 25/ 09/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha 12 de Septiembre de 2017; la Ley N° 18.755 de 1988, Establece Normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero, Deroga la Ley N° 16.640 y Otras Disposiciones; la Ley N° 19.473 de 1996 Sustituye Texto de la Ley N° 4.601, sobre Caza y artículo 609 del Código Civil; el D.S. N° 5 de 1998, del Ministerio de Agricultura, y sus Modificaciones; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Resolución Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013, la Resolución N° 150 del 16 de Febrero de 2015 todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 062/2016.

CONSIDERANDO:

1. Que para ejecución del proyecto "Suministro eléctrico Complejo Astronómico Paranal-Armazones", el Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, solicita permiso de captura con fines de Investigación, para dar cumplimiento a lo indicados en la RCA N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. La carta del titular del proyecto aludido "STS Grupo SAETA", en que encomienda a la Consultora "Aracno Inc. S.p.A." ejecutar la actividad comprometida en la RCA 062/2016, adendas y/o pronunciamientos especiales, según corresponda.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, RUT N° 17.861.836-9, con domicilio en Pje. Coronel Seguel #140, sector Collao, ciudad de Concepción, Región del Biobío, la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, bajo las condiciones de la presente Resolución, para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución de Calificación ambiental N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. Se autoriza la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, indicadas en el "Anexo I. Informe LB micromamíferos. Numeral 2.2" y "Adenda complementaria 1: Anexo VIII Plan de Monitoreo Biológico", por medio de trampas Sherman indicado en "Adenda complementaria 1: Anexo Plan de Monitoreo Biológico. Numeral 1.3b", desde la fecha de esta resolución hasta el 26 de Septiembre de 2018.

Tabla N°1. Georeferenciación del sitio de captura (coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso 19S).

| Sitio de captura | |
|------------------|---------|
| E | N |
| 352909 | 7234884 |
| 353200 | 7234709 |
| 353343 | 7234539 |
| 353826 | 7234096 |

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849> 1/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

| | |
|--------|---------|
| 354623 | 7233962 |
| 354831 | 7234081 |
| 355240 | 7234537 |
| 355163 | 7234930 |

3. En caso de captura de ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas como perjudiciales o dañinas, según el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza, estos no podrán ser devueltos al medio.

En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Antofagasta.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del titular de esta resolución, Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, la participación de:

Milenko Aguilera Ardiles, RUT N° 10.981.036-3.
Daniela Lazo Cancino, RUT N° 17.615.068-8.
Felipe Vera Fricke, RUT N° 13.951.873-k.
Leopoldo Alvarez Gómez, RUT N° 13.246.470-7.
Juan Guerrero Aravena, RUT N° 17.054.073-5.

El titular de esta Resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados.

La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso, de realizarse fuera de ellas.

6. En forma previa a la captura, con al menos 10 días hábiles de anticipación, el titular de esta Resolución, deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Antofagasta, al mail de la Encargada de R.N.R. carolina.elizalde@sag.gob.cl y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos del uso de trampas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.

7. Una vez concluidas las actividades de terreno, el titular de esta Resolución, deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la división de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

8. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y ANÓTESE

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

2/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

ANGÉLICA GENOVEVA VIVALLO VIVALLO
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE
ANTOFAGASTA SERVICIO AGRÍCOLA Y
GANADERO

Anexos

| Nombre | Tipo | Archivo | Copias | Hojas |
|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|
| Formulario de solicitud | Digital | | | |
| Carta mandante STS Grupo SAESA | Digital | | | |

CEM/MPR/MLC

Distribución:

- Sandra Guisel Becerra Diaz - Oficina de Partes y OIRS Unidad Técnica Gestión y Finanzas - Or.II
- Marisol Andrea Paez Rivera - Encargada Unidad Jurídica Región de Antofagasta - Or.II
- Belko Leonardo Caqueo Molina - Profesional Protección RNR (IFC) Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Sergio Gonzalo Estay Cerda - Jefe (S) Oficina Sectorial Antofagasta - Or.II
- Claudio Antonio Cárdenas Catalán - Jefe (S) División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Or.OC
- Alonso Herman Soto Jimenez - Profesional Departamento de Comunicaciones y Participación Ciudadana - Or.OC
- Marielly López Castillo - Profesional Protección RNR Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Carolina Elizalde Martín - Jefe Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Paulo Nicolás Vallejos Garrido - Investigador Líder Aracno Inc S.p.A.

Región de Antofagasta Servicio Agrícola y Ganadero - Coquimbo 842



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección

url <http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/DA1B9F64F34F0E079F69AE72245558B855833976>

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

3/3

COMPROBANTE DE REMISIÓN DE ANTECEDENTES RESPECTO DE LAS CONDICIONES, COMPROMISOS Y MEDIDAS ESTABLECIDAS EN LAS RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente informa a Ud. que se ha recibido mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental la siguiente información:

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Proyecto: | SUMINISTRO ELECTRICO COMPLEJO ASTRONOMICO PARANAL - ARMAZONES | | |
| Titular: | SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A | | |
| Resolución Exenta N°: | 0062 | Organismo: | Comisión de Evaluación Ambiental |
| Año: | 2016 | Región: | Región de Antofagasta |
| Considerando: | 5.2 y Plan de Monitoreo Biológico | Condiciones, compromisos o medidas de la RCA: | Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria. |

| | |
|----------------------------------|--|
| Tipo de informe: | Seguimiento Ambiental |
| Nombre del informe: | Informes Compromisos Fauna - Seguimiento de fauna – Otoño 2018 |
| Los documentos recibidos: | - 2018-06-14 Seguimiento Paranál otoño 2018.pdf |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Frecuencia | Trimestral |
| Alcance del Informe de | Biodiversidad |



Cod: 97039

Fecha: 23-06-2020 16:25:40



El presente certificado únicamente da cuenta de la recepción de la información reportada en el Sistema de Seguimiento Ambiental, cuya integridad y veracidad es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto.



Aracno Inc. SpA
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Y AMBIENTALES

PREPARADO POR

Plan de Seguimiento Biológico

“Proyecto Suministro Eléctrico Complejo
Astronómico Paranal – Armazones”
Otoño

Para
Sistema de Transmisión del Sur S.A.

Junio 2018



Foto: Cristian Saavedra.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. RESUMEN | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 3. OBJETIVOS | 5 |
| 3.1. Objetivo General | 5 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 4. METODOLOGÍA | 6 |
| 4.1. Áreas y periodo de estudio | 6 |
| 4.2. Técnicas de registro por taxa | 7 |
| 4.2.1. Reptiles | 7 |
| 4.2.2. Micromamíferos | 7 |
| 4.3. Estados de conservación | 8 |
| 4.4. Tipos de Ambientes | 8 |
| 4.5. Estadísticos | 9 |
| 4.5.1. Densidad | 9 |
| 4.5.2. Abundancia relativa | 10 |
| 4.5.3. Parámetros comunales | 10 |
| 4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos | 10 |
| 5. RESULTADOS | 11 |
| 5.1. Fauna | 11 |
| 5.1.1. Reptiles | 11 |
| 5.1.2. Micromamíferos | 12 |
| 5.1.3. Parámetros poblacionales | 14 |
| 6. DISCUSIÓN | 16 |
| 6.1. Estados de conservación y Legislación | 16 |
| 6.2. Seguimiento estacional | 16 |
| 7. CONCLUSIÓN | 17 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 17 |
| 8.1. General | 17 |
| 8.2. Reptiles | 18 |
| 8.3. Mamíferos | 19 |
| ANEXO | 20 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M). | 8 |
| Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio. | 9 |
| Figura 3. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón oliváceo. b) raton orejudo de Darwin. | 13 |
| Figura 4. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos. | 14 |
| Figura 5. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Otoño 2018. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D). | 15 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles. | 6 |
| Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos. | 7 |
| Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia. | 11 |
| Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman. | 12 |

1. RESUMEN

Durante el tercer seguimiento biológico del proyecto en estación de Otoño, se registra una especie de reptil *Liolaemus platei* con una abundancia relativa 100%, especie endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 15% y 85% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica. *Liolaemus platei* esta clasificado como “preocupación menor” dentro de los listados de especies en categoría de conservación.

2. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” de Sistema de transmisión del Sur S.A., se realiza el seguimiento ambiental del componente fauna, y específicamente de reptiles y micromamíferos asociados al área de influencia del proyecto. Lo anterior es para dar cumplimiento a lo mencionado en la RCA N° 0062/2016, Antofagasta, numeral 5.2 indicando que “Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente. Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria.”

Este seguimiento es realizado por Aracno Inc S.p.A., y corresponde al catastro de la estación de Otoño 2018. Para ello, se efectúa un muestreo en las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria y que corresponden a la sección entre las torres 1 y 14 del proyecto. Durante este seguimiento se tiene como fauna objetivo reptiles y micromamíferos, los que serán catastrados mediante transectos y trampas de captura in vivo, respectivamente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar y determinar las especies de reptiles y micromamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto, entre las torres 1 a la 14.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de reptiles y micromamíferos presente en el área de influencia del proyecto.
- Determinar preferencias de hábitat de las especies registradas.
- Informar del estatus de conservación de las especies de reptiles y micromamíferos presentes en las áreas de estudio mediante la bibliografía y legislación vigente.

4. METODOLOGÍA

4.1. Áreas y periodo de estudio

La campaña se realizó el 14 al 18 de Junio 2018. En la zona de estudio comprendida entre la torre 1 (352363 E, 7235709 S) como límite Oeste, hasta la torre 14 (355451 E, 7235309 S) como límite Este. Se inspeccionaron todas las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria (Tabla 1 y 2). A lo largo de la zona de estudio se muestreó en 11 sitios para reptiles y en 8 puntos para micromamíferos (Figura 1). Las coordenadas son listadas en la Tabla 1 y 2, y fueron registradas mediante GPS-Garmin S62 (WGS84)

Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles.

| Transecto | E | N |
|-----------|---------|-----------|
| R1 | 352.363 | 7.235.709 |
| R2 | 352.757 | 7.235.454 |
| R3 | 352.947 | 7.235.145 |
| R4 | 353.123 | 7.234.908 |
| R5 | 353.349 | 7.234.569 |
| R6 | 353.537 | 7.234.488 |
| R7 | 353.827 | 7.234.080 |
| R8 | 354.604 | 7.233.931 |
| R9 | 354.837 | 7.234.115 |
| R10 | 355.232 | 7.234.506 |
| R11 | 355.451 | 7.235.309 |

Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos.

| Sherman | E | N |
|---------|---------|-----------|
| M1 | 352.909 | 7.234.884 |
| M2 | 353.200 | 7.234.709 |
| M3 | 353.343 | 7.234.539 |
| M4 | 353.826 | 7.234.096 |
| M5 | 354.623 | 7.233.962 |
| M6 | 354.831 | 7.234.081 |
| M7 | 355.240 | 7.234.537 |
| M8 | 355.163 | 7.234.930 |

4.2. Técnicas de registro por taxa

4.2.1. Reptiles

Para estudiar la diversidad de reptiles presentes en el área de estudio, se recorrió cada transecto de muestreo en busca de signos de su presencia, específicamente guaridas y heces. La búsqueda de individuos se realizó mediante transectos de 100 m de longitud por 6 m de ancho (R1 - R11, ver Figuras 1 y Tabla 1). Las actividades fueron iniciadas preferentemente temprano en la mañana ya que estos corresponden a los horarios en que presentan mayores niveles de actividad, aunque se realizaron prospecciones a distintas horas del día con el fin de maximizar la probabilidad de observación de los individuos (Garín & Lobos, 2008). Para su identificación se utiliza literatura especializada: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Mella (2005), Núñez y Jaksic (1992), Knapp et al. (2007), Núñez 1991, Núñez et al. (1997), Valencia & Veloso (1981), Veloso & Navarro (1988), Vidal & Labra (2008), Demangel (2016).

4.2.2. Micromamíferos

Para el estudio de micro-mamíferos (Rodentia) en el área de interés, se utilizó un total de 160 trampas Sherman en 11 sitios de estudio durante 2 noches de muestreo; 20 trampas por cada transecto de muestreo distanciadas cada 10 m (M1 - M8, ver Figuras 1, y Tabla 2). La ejecución de este tipo de muestreo contó con la respectiva autorización emitida por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), resolución N° 515/2017 de la Región de Antofagasta, para captura de fauna silvestre (Anexo I).

La identificación de mamíferos se efectuó mediante literatura especializada: Campos 1986, Iriarte 2008, Mann 1978, Muñoz-Pedrerros 2008, Muñoz-Pedrerros & Yáñez 2000, Millar & Rottman 1976.

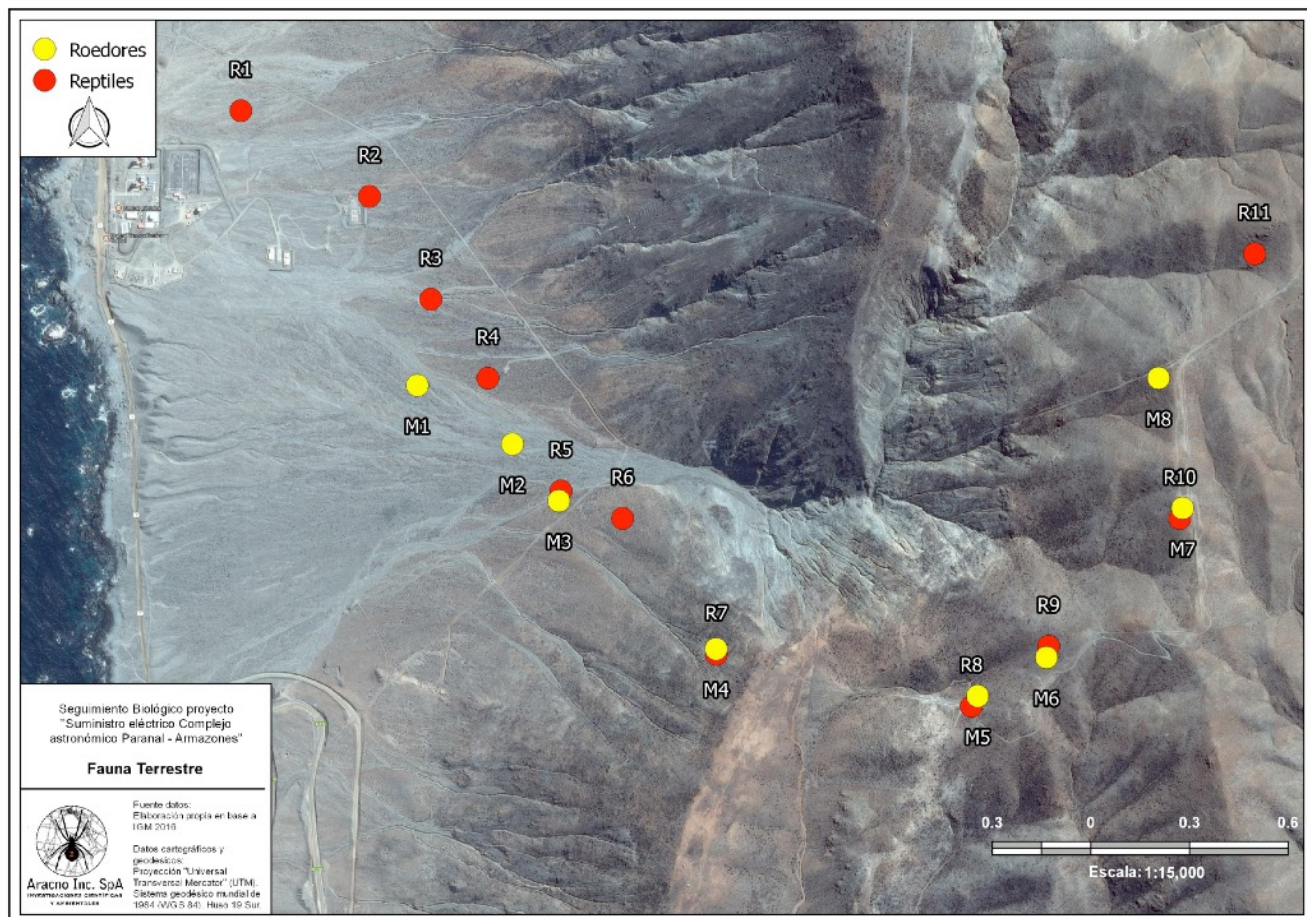


Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M).

4.3. Estados de conservación

Se entregan las distribuciones geográficas de las especies registradas y la categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile (RCE 2017).

4.4. Tipos de Ambientes

La identificación de los tipos de ambientes presentes en el área de influencia, se realizó mediante una caracterización de la zona, tomando en consideración las formaciones vegetacionales existentes en

el lugar, la cobertura aproximada de cada formación, y más importante aún, su relación con la disponibilidad de microhábitats potenciales para la fauna de vertebrados terrestres (no necesariamente coincidiendo con la COT). En base a esta información para el área de influencia se identificó un ambiente, el que se describen a continuación:

Matorral con Suculentas: esta formación vegetal está conformada por especies suculentas y arbustivas con una cobertura que puede ir desde escasa a densa según el sector (Figura 2). Como especies dominantes *Copiapoa cinerea*, *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia iquiquensis*, *Suaeda foliosa* y *Cristaria intergerrima*, y especies acompañantes *Nolana* sp., *Proustia* sp.



Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio.

4.5. Estadísticos

4.5.1. Densidad

La densidad de individuos, para metodologías de transectos reptiles, es expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) se determinó de la siguiente manera:

$$D = (N / L a) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea

N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto

L: longitud del transecto expresada en metros

a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

4.5.2. Abundancia relativa

La abundancia relativa, es la expresión de la abundancia de una especie en relación a otra en magnitud (SEA, 2015). En este caso se expresa como el número de individuos de una especie, en función al total de individuos registrados para todas las especies. Para este cálculo, se incluirán las especies cuyos registros se realizaron mediante la observación directa (transectos). El cálculo de la abundancia absoluta se indica a continuación:

$$A_i\% = (n / N) \times 100$$

Donde,

n: número de individuos de un taxón.

N: número total de individuos.

4.5.3. Parámetros comunales

Para medir los parámetros de diversidad biológica se calcula el índice de Shannon – Weaver (H'), (Shannon & Weaver, 1948). Para establecer la similitud entre la abundancia y riqueza de especies dentro de una muestra se utiliza Equitatividad, y para determinar si un grupo faunístico está influenciando en el sistema ecológico se calcula la Dominancia (D=1-índice de Simpson) (Simpson 1949).

4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos

El índice de densidad relativa (Calhoun 1959) se utiliza para la metodología de trapeo de micromamíferos. Este índice se expresa como el número de capturas por 100 trampas-noche y se describe a continuación:

$$IDR = N^{\circ} \text{ Ind.} / \text{Esfuerzo de captura} * 100$$

Donde:

N° Ind.: Número de ejemplares capturados.

Esfuerzo de captura= N° de trampas* N° de Noches activas.

5. RESULTADOS

5.1. Fauna

En esta campaña (Otoño) se registró un total de tres especies, correspondiendo a un especie de reptil, con una abundancia de 4 individuos y dos especies de micromamíferos silvestres con una abundancia de 40 ejemplares. De las especies registradas, dos se encuentran en algún estatus de conservación, correspondiendo a los herpetozoos (Tabla 3 y figura 2). A continuación un detalle de los registros detectados en esta campaña de terreno.

5.1.1. Reptiles

Se observó una especie de reptil, en el ambiente de Matorral con Suculentas. *Liolaemus platei*, especie endémica, en categoría de conservación como “preocupación menor” y “casi amenazada”. En la Tabla 3 se muestra la especies observada en el área de estudio, en conjunto con la abundancia bruta, relativa, y densidad.

Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | | | | | TOTAL | Densidad | Ai% | |
|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|--|-------|----------|------|--------|
| | | | | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | | | | | |
| Clase Reptilia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Squamata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | II-IV | LC | e | | | | 2 | | | | | | | 1 | | 1 | 4 | 22,2 | 100,00 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | 4 | | |

LC = Preocupación menor

NT = Casi amenazada

e = endémica

n = nativa

Ai% = Abundancia relativa

5.1.2. Micromamíferos

Se observan dos especies de micromamíferos, siendo uno nativos, y el otro endémico. En la tabla 4 y figura 3 se indican los registros de cada una de estas especies, en conjunto con la densidad bruta, relativa y densidad. Ninguno de los micromamíferos observados está en categoría de conservación (tabla 4).

Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Densidad | Ai% | |
|----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|----------|-------|-------|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | | |
| Clase Mammalia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | XV_XI | S/C | n | | | | | | 2 | 2 | 2 | | 6 | 1,7 | 15,00 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwin | II-VIII | S/C | e | 4 | 4 | 8 | | 10 | 2 | 2 | 4 | 34 | 9,4 | 85,00 | |
| Total | | | | | | | | | | | | | 40 | | | |

S/C = Sin clasificación e= endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa



Figura 3. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón orejado de Darwin. b) ratón oliváceo.

5.1.3. Parámetros poblacionales

La estimación de diversidad se enfoca en la comparación en los diferentes puntos de muestreo. En la figura 4 se muestra la abundancia relativa para cada uno de los puntos de muestreo y en la figura 5, los parámetros poblacionales. Se observa en la figura 5a y 5d los resultados del índice de diversidad de Shannon – Weaver (H'), el que nos muestra una diversidad homogénea en todos los transectos donde se registraron reptiles, mientras que en el transecto 7 para micromamíferos se observa la mayor diversidad; y los demás transectos presentan valores considerablemente mas bajos lo que indicaría que existe una baja riqueza y abundancia en ambos grupos faunísticos, a su vez con mayor dominancia (fig. 5b y 5e) y por ende una baja equitatividad (fig. 5c y 5f) y ambos análisis con una mayor cantidad de incertidumbre, dado a la magnitud de las barras de error.

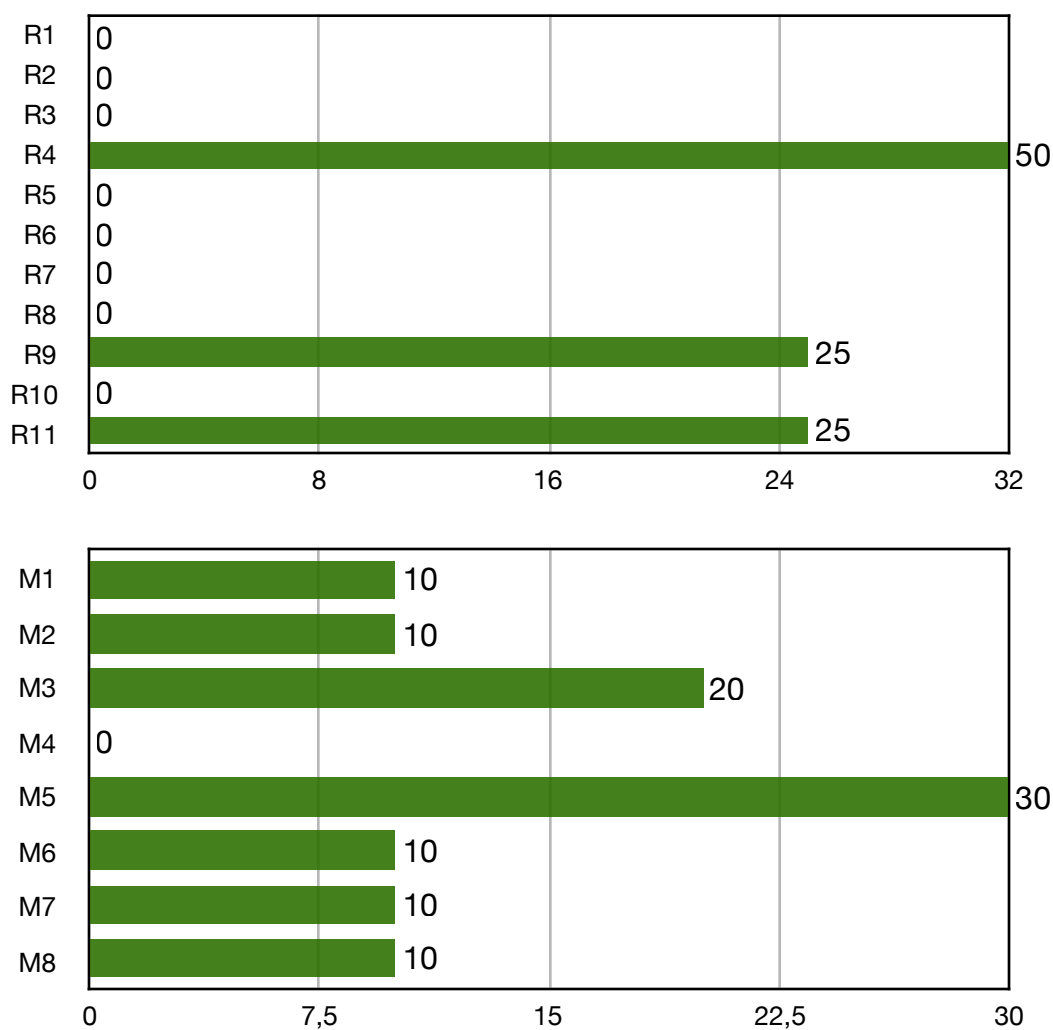


Figura 4. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos.

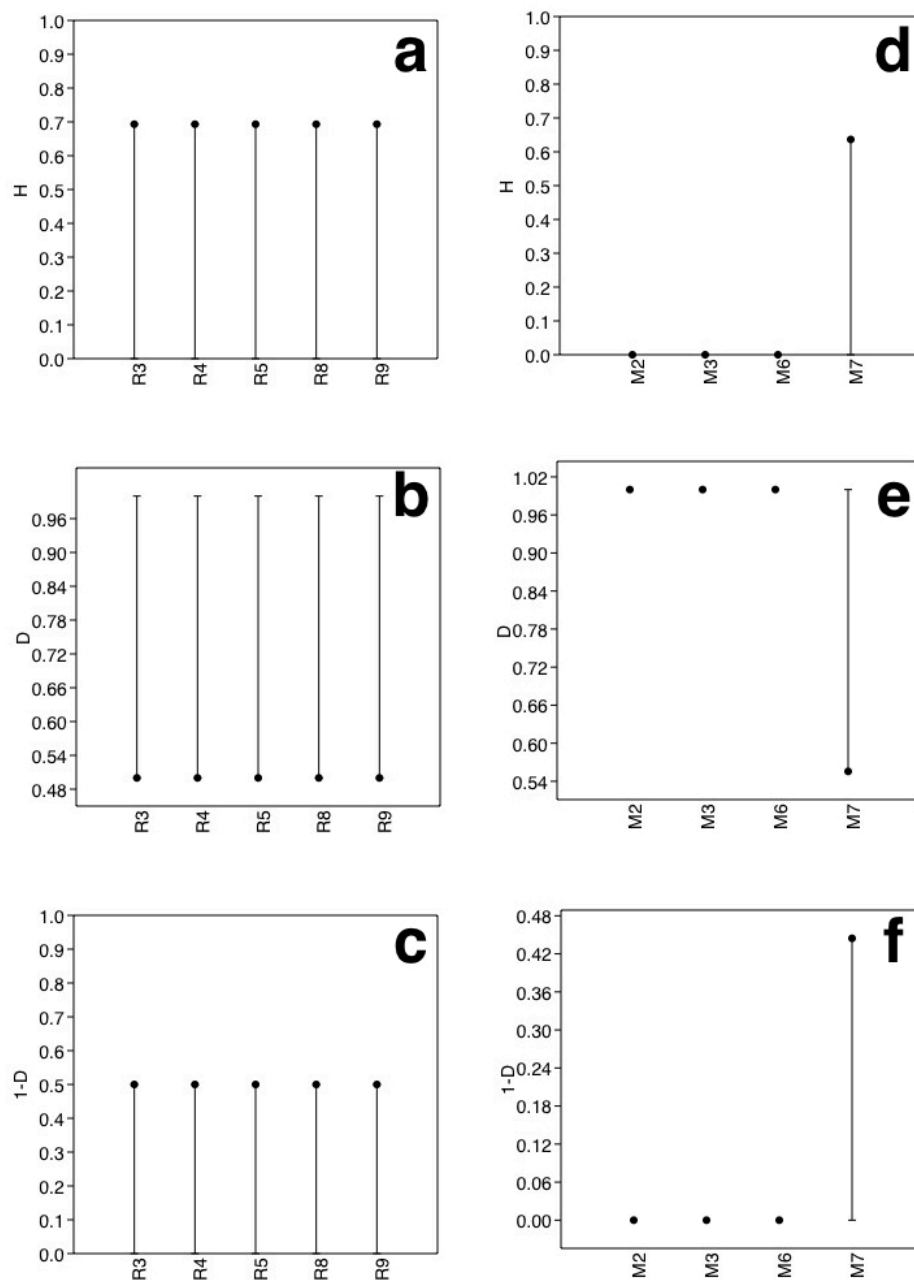


Figura 5. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de Otoño 2018. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D).

6. DISCUSIÓN

6.1. Estados de conservación y Legislación

De acuerdo a la normativa vigente de las especies en categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998 y sus modificaciones), y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile, y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país, siendo inclusivo lo citado por Glade (1993) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se observaron en este seguimiento solo una especie en categoría de conservación, la que corresponde a *Liolaemus platei* catalogada como “preocupación menor”.

6.2. Seguimiento estacional

Este corresponde al tercer seguimiento biológico del proyecto. Se han identificado un total de tres especies de los grupos faunísticos objetivos (reptiles y micromamíferos), asociados al sector de estudio. Se registro un total de 44 individuos, 4 reptiles pertenecientes a *Liolaemus platei* y 40 micromamíferos de dos especies *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*.

Ahora bien, al analizar la diversidad (H'), se observa que existen algunos puntos con mayor diversidad, pero que la tendencia en la mayoría de las zonas de muestreo es una baja diversidad con altas dominancia y baja equitatividad. Esto es explicado por en primera instancia por que se esta evaluando solo dos grupos faunísticos (reptiles y micromamíferos), por lo tanto limita al análisis de diversidad a entregar una adecuada medida del lugar, es por ello que el índice de diversidad solo puede ser considerado como referencial. En segundo lugar, es sabido que la diversidad de fauna en la región es pobre y su abundancia baja, lo que afecta aun más las medidas poblacionales realizadas.

En relación a la fauna registrada en el monitoreo biológico de otoño, se registran dos de las tres especies potenciales de micromamíferos posibles de encontrar en el área de influencia y solo una de las tres especies de reptiles informadas en la DIA. Cabe destacar que el seguimiento esta limitado a una sección de la línea de transmisión lo que también podría influencias en la riqueza y abundancia obtenida. A pesar de ello las abundancia obtenidas para las especies registradas son proporcionalmente similares a lo reportado en el estudio de línea de base del proyecto y a los monitoreos previos. Ahora bien, comparativamente con la estación anterior, se observó una disminución en la abundancia y riqueza de la fauna objetivo, y esto puede estar dado por la disminución natural de las especies posterior al periodo de reproducción y al periodo de la estación (otoño).

Por lo anteriormente dicho, estos datos nos permitirían indicar que la ejecución del proyecto no ha causado un impacto significativo a la fauna de vagilidad limitada, y que las medidas de mitigación realizadas durante la construcción del proyecto fueron adecuadas. Por otra parte, nuestros datos también darían evidencia de una efectiva recolonización en aquellas zonas donde se realizaron las medidas de mitigación. De igual modo se hace necesario realizar seguimientos posteriores que permitan corroborar estos supuestos y así mismo evaluar adecuadamente la fauna de herpetozoos y micromamíferos.

7. CONCLUSIÓN

Se registra la fauna objetivo, reptiles y micromamíferos. La especie de reptil observada corresponde a *Liolaemus platei* con una abundancia relativa del 100%, especie endémica. Por su parte en micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 15% y 85% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *Phyllotys darwini* endémica.

Respecto a los estados de conservación, solo los herpetozoos están en los listados de especies en categoría de conservación, estando *Liolaemus platei* como “preocupación menor”.

Comparativamente con el seguimiento anterior se observó un aumento en la abundancia de micromamíferos y por el contrario una disminución de reptiles. Para el caso de los reptiles, la disminución de la abundancia en temporada de otoño, es esperable.

Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto la abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. General

Contreras L. C. & J. C. Torres-Mura. 2009. Biogeografía de mamíferos terrestres en Chile. Pp. 305-314, in : Mamíferos de Chile (A. Muñoz-Pedreros y J. Yáñez, eds). Ediciones CEA. Valdivia, Chile.

- Corn P. S. & B. R. Bury. 1990, Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p
- Dytham, C. 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. 3rd ed. Blackwell Publishing. USA. 320 pp.
- Glade A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, 65 p.
- Manly, B. J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 3th ed. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton, Fl. USA. 455 pp.
- Osgood, W.H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30:1-268.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Diciembre de 2004, 180 p.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2011. Legislación sobre la fauna silvestre. Ley de Caza y su reglamento. Gobierno de Chile. Octava edición 98 pp.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2015. Reglamento de la Ley de Caza, Decreto Supremo N° 5, 7 de Diciembre de 1998. 110 pp.
- , Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Ediciones Gráfica Metropolitana. Santiago, Chile. 98 pp.
- SEA, Servicio de Evaluación Ambiental. 2017. Guía para la descripción del área de influencia SEIA. Ediciones Designio. Santiago, Chile. 48 pp.
- Simonetti, J.; Kalin-Arroyo, M.; Spotorno, A. & Losada, E (Eds). 1995. biodiversidad de Chile. CONICYT. Santiago. 364 p.
- Sutherland, W. 1996. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press.
- RCE, 2017. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE) desde Decreto Supremo N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. procesos 1° al 13°.

8.2. Reptiles

- Demanguel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile. 619 pg.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.


- Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile. 31: 49-124.
- Garin, CF & GA Lobos. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. En: VIDAL, MA & A Labra. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlag Chile, Santiago, Chile. pp. 51-72.
- Mella, J.E. 2005. Guía de Campo. Reptiles de Chile: Zona Central. Centro de Ecología Aplicada. Chile. 147 pp.
- Núñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.
- Núñez, H. & Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicaciones Ocasionales del Museo Nacional de la Historia Natural, Chile 59:7-486.
- Valencia, J. & Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente. 5 (1-2): 5-14.
- Veloso, A. & Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.
- Vidal, M. & Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp

8.3. Mamíferos

- Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 424 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.
- Muñoz - Pedreros & J Yáñez 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.
- Muñoz - Pedreros, A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 112 p.
- Miller, S.D. & Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

ANEXO

26/09/2017
ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849



RESOLUCIÓN EXENTA N°:515/2017

AUTORIZA AL SR. PAULO NICOLÁS VALLEJOS GARRIDO LA CAPTURA DE PHYLLOTIS DARWINI, OLIGORYZOMYS LONGICAUDATUS, ABROTHRIX OLIVACEUS, PHYLLOTIS MAGISTER CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).

Antofagasta, 25/ 09/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha 12 de Septiembre de 2017; la Ley N° 18.755 de 1988, Establece Normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero, Deroga la Ley N° 16.640 y Otras Disposiciones; la Ley N° 19.473 de 1996 Sustituye Texto de la Ley N° 4.601, sobre Caza y artículo 609 del Código Civil; el D.S. N° 5 de 1998, del Ministerio de Agricultura, y sus Modificaciones; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Resolución Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013, la Resolución N° 150 del 16 de Febrero de 2015 todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 062/2016.

CONSIDERANDO:

1. Que para ejecución del proyecto "Suministro eléctrico Complejo Astronómico Paranal-Armazones", el Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, solicita permiso de captura con fines de Investigación, para dar cumplimiento a lo indicados en la RCA N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. La carta del titular del proyecto aludido "STS Grupo SAETA", en que encomienda a la Consultora "Aracno Inc. S.p.A." ejecutar la actividad comprometida en la RCA 062/2016, adendas y/o pronunciamientos especiales, según corresponda.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, RUT N° 17.861.836-9, con domicilio en Pje. Coronel Seguel #140, sector Collao, ciudad de Concepción, Región del Biobío, la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, bajo las condiciones de la presente Resolución, para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución de Calificación ambiental N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. Se autoriza la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, indicadas en el "Anexo I. Informe LB micromamíferos. Numeral 2.2" y "Adenda complementaria 1: Anexo VIII Plan de Monitoreo Biológico", por medio de trampas Sherman indicado en "Adenda complementaria 1: Anexo Plan de Monitoreo Biológico. Numeral 1.3b", desde la fecha de esta resolución hasta el 26 de Septiembre de 2018.

Tabla N°1. Georeferenciación del sitio de captura (coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso 19S).

| Sitio de captura | |
|------------------|---------|
| E | N |
| 352909 | 7234884 |
| 353200 | 7234709 |
| 353343 | 7234539 |
| 353826 | 7234096 |

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849> 1/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

| | |
|--------|---------|
| 354623 | 7233962 |
| 354831 | 7234081 |
| 355240 | 7234537 |
| 355163 | 7234930 |

3. En caso de captura de ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas como perjudiciales o dañinas, según el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza, estos no podrán ser devueltos al medio.

En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Antofagasta.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del titular de esta resolución, Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, la participación de:

Milenko Aguilera Ardiles, RUT N° 10.981.036-3.
Daniela Lazo Cancino, RUT N° 17.615.068-8.
Felipe Vera Fricke, RUT N° 13.951.873-k.
Leopoldo Alvarez Gómez, RUT N° 13.246.470-7.
Juan Guerrero Aravena, RUT N° 17.054.073-5.

El titular de esta Resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados.

La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso, de realizarse fuera de ellas.

6. En forma previa a la captura, con al menos 10 días hábiles de anticipación, el titular de esta Resolución, deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Antofagasta, al mail de la Encargada de R.N.R. carolina.elizalde@sag.gob.cl y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos del uso de trampas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.

7. Una vez concluidas las actividades de terreno, el titular de esta Resolución, deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la división de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

8. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y ANÓTESE

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

2/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

ANGÉLICA GENOVEVA VIVALLO VIVALLO
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE
ANTOFAGASTA SERVICIO AGRÍCOLA Y
GANADERO

Anexos

| Nombre | Tipo | Archivo | Copias | Hojas |
|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|
| Formulario de solicitud | Digital | | | |
| Carta mandante STS Grupo SAESA | Digital | | | |

CEM/MPR/MLC

Distribución:

- Sandra Guisel Becerra Diaz - Oficina de Partes y OIRS Unidad Técnica Gestión y Finanzas - Or.II
- Marisol Andrea Paez Rivera - Encargada Unidad Jurídica Región de Antofagasta - Or.II
- Belko Leonardo Caqueo Molina - Profesional Protección RNR (IFC) Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Sergio Gonzalo Estay Cerda - Jefe (S) Oficina Sectorial Antofagasta - Or.II
- Claudio Antonio Cárdenas Catalán - Jefe (S) División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Or.OC
- Alonso Herman Soto Jimenez - Profesional Departamento de Comunicaciones y Participación Ciudadana - Or.OC
- Marielly López Castillo - Profesional Protección RNR Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Carolina Elizalde Martín - Jefe Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Paulo Nicolás Vallejos Garrido - Investigador Líder Aracno Inc S.p.A.

Región de Antofagasta Servicio Agrícola y Ganadero - Coquimbo 842



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección

url <http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/DA1B9F64F34F0E079F69AE72245558B855833976>

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

3/3

COMPROBANTE DE REMISIÓN DE ANTECEDENTES RESPECTO DE LAS CONDICIONES, COMPROMISOS Y MEDIDAS ESTABLECIDAS EN LAS RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente informa a Ud. que se ha recibido mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental la siguiente información:

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Proyecto: | SUMINISTRO ELECTRICO COMPLEJO ASTRONOMICO PARANAL - ARMAZONES | | |
| Titular: | SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A | | |
| Resolución Exenta N°: | 0062 | Organismo: | Comisión de Evaluación Ambiental |
| Año: | 2016 | Región: | Región de Antofagasta |
| Considerando: | 5.2 y Plan de Monitoreo Biológico | Condiciones, compromisos o medidas de la RCA: | Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria. |

| | |
|----------------------------------|--|
| Tipo de informe: | Seguimiento Ambiental |
| Nombre del informe: | Informes Compromisos Fauna - Seguimiento de fauna – Primavera 2017 |
| Los documentos recibidos: | - 2017-12-15 Seguimiento Paranál Primavera 2017.pdf |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Frecuencia | Trimestral |
| Alcance del Informe de | Biodiversidad |



Cod: 97036

Fecha: 23-06-2020 16:16:22



El presente certificado únicamente da cuenta de la recepción de la información reportada en el Sistema de Seguimiento Ambiental, cuya integridad y veracidad es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto.



Aracno Inc. SpA
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Y AMBIENTALES

PREPARADO POR

Plan de Seguimiento Biológico

“Proyecto Suministro Eléctrico Complejo
Astronómico Paranal – Armazones”
Consolidado anual

Para
Sistema de Transmisión del Sur S.A.

Agosto 2018



Foto: Cristian Saavedra.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. RESUMEN | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 3. OBJETIVOS | 6 |
| 3.1. Objetivo General | 6 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 6 |
| 4. METODOLOGÍA | 6 |
| 4.1. Áreas y periodo de estudio | 6 |
| 4.2. Técnicas de registro por taxa | 7 |
| 4.2.1. Reptiles | 7 |
| 4.2.2. Micromamíferos | 8 |
| 4.3. Estados de conservación | 9 |
| 4.4. Tipos de Ambientes | 9 |
| 4.5. Estadísticos | 10 |
| 4.5.1. Densidad | 10 |
| 4.5.2. Abundancia relativa | 10 |
| 4.5.3. Parámetros comunales | 10 |
| 4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos | 11 |
| 5. RESULTADOS | 12 |
| 5.1. Fauna invierno | 12 |
| 5.1.1. Reptiles invierno | 12 |
| 5.1.2. Micromamíferos otoño | 13 |
| 5.1.3. Parámetros poblacionales invierno | 14 |
| 5.2. Fauna consolidado | 17 |
| 5.2.1. Reptiles | 17 |
| 5.2.2. Micromamíferos | 17 |
| 5.2.3. Parámetros poblacionales | 18 |
| 6. DISCUSIÓN | 21 |
| 6.1. Estados de conservación y Legislación | 21 |
| 6.2. Seguimiento estacional | 21 |
| 6.3. Seguimiento anual | 22 |
| 7. CONCLUSIÓN | 22 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 24 |
| 8.1. General | 24 |
| 8.2. Reptiles | 25 |
| 8.3. Mamíferos | 25 |
| ANEXO | 27 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M). | 8 |
| Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio. | 9 |
| Figura 3. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón oliváceo. b) raton orejudo de Darwin. | 14 |
| Figura 4. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos. | 15 |
| Figura 5. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de invierno 2018. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D). | 16 |
| Figura 6. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en las cuatro estaciones. a) reptiles. b) micromamíferos. | 19 |
| Figura 7. Parámetros comunales en las cuatro estaciones. a) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b) dominancia (D). c) equitatividad (1-D). | 20 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles. | 6 |
| Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos. | 7 |
| Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia. | 12 |
| Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman. | 13 |
| Tabla 5. Especies de reptiles observados en el área de influencia en las cuatro campañas. | 17 |
| Tabla 6. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia en las cuatro campañas. | 18 |

1. RESUMEN

Durante el cuarto seguimiento biológico del proyecto en estación de Invierno, se registra tres especies de reptil, *Liolaemus platei*, *Homonota gaudichaudii* y *Callopistes maculatus* con una abundancia relativa 80%, 10% y 10% respectivamente, todas especies endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 29% y 71% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *P. darwini* endémica. *Liolaemus platei* está clasificado como “preocupación menor” dentro de los listados de especies en categoría de conservación.

Adicionalmente se presentarán los análisis consolidados que incluyen las cuatro estaciones de muestreo, informando parámetros poblacionales comparativos para cada estación.

2. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones” de Sistema de transmisión del Sur S.A., se realiza el seguimiento ambiental del componente fauna, y específicamente de reptiles y micromamíferos asociados al área de influencia del proyecto. Lo anterior es para dar cumplimiento a lo mencionado en la RCA N° 0062/2016, Antofagasta, numeral 5.2 indicando que “Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción, con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente. Mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria.”

Este seguimiento es realizado por Aracno Inc S.p.A., y corresponde al catastro de la estación de Invierno 2018. Para ello, se efectúa un muestreo en las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria y que corresponden a la sección entre las torres 1 y 14 del proyecto. Durante este seguimiento se tiene como fauna objetivo reptiles y micromamíferos, los que serán catastrados mediante transectos y trampas de captura in vivo, respectivamente.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar y determinar las especies de reptiles y micromamíferos que habitan en el área de influencia del proyecto, entre las torres 1 a la 14.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de reptiles y micromamíferos presente en el área de influencia del proyecto.
- Determinar preferencias de hábitat de las especies registradas.
- Informar del estatus de conservación de las especies de reptiles y micromamíferos presentes en las áreas de estudio mediante la bibliografía y legislación vigente.

4. METODOLOGÍA

4.1. Áreas y periodo de estudio

La campaña se realizó el 20 al 24 de Agosto 2018. En la zona de estudio comprendida entre la torre 1 (352363 E, 7235709 S) como límite Oeste, hasta la torre 14 (355451 E, 7235309 S) como límite Este. Se inspeccionaron todas las coordenadas indicadas en el anexo VII de la Adenda Complementaria (Tabla 1 y 2). A lo largo de la zona de estudio se muestreó en 11 sitios para reptiles y en 8 puntos para micromamíferos (Figura 1). Las coordenadas son listadas en la Tabla 1 y 2, y fueron registradas mediante GPS-Garmin S62 (WGS84)

Tabla 1. Coordenadas de muestreo para reptiles.

| Transecto | E | N |
|-----------|---------|-----------|
| R1 | 352.363 | 7.235.709 |
| R2 | 352.757 | 7.235.454 |
| R3 | 352.947 | 7.235.145 |
| R4 | 353.123 | 7.234.908 |
| R5 | 353.349 | 7.234.569 |
| R6 | 353.537 | 7.234.488 |
| R7 | 353.827 | 7.234.080 |

| Transecto | E | N |
|-----------|---------|-----------|
| R8 | 354.604 | 7.233.931 |
| R9 | 354.837 | 7.234.115 |
| R10 | 355.232 | 7.234.506 |
| R11 | 355.451 | 7.235.309 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Coordenadas de muestreo para micromamíferos.

| Sherman | E | N |
|---------|---------|-----------|
| M1 | 352.909 | 7.234.884 |
| M2 | 353.200 | 7.234.709 |
| M3 | 353.343 | 7.234.539 |
| M4 | 353.826 | 7.234.096 |
| M5 | 354.623 | 7.233.962 |
| M6 | 354.831 | 7.234.081 |
| M7 | 355.240 | 7.234.537 |
| M8 | 355.163 | 7.234.930 |

Fuente: elaboración propia

4.2. Técnicas de registro por taxa

4.2.1. Reptiles

Para estudiar la diversidad de reptiles presentes en el área de estudio, se recorrió cada transecto de muestreo en busca de signos de su presencia, específicamente guaridas y heces. La búsqueda de individuos se realizó mediante transectos de 100 m de longitud por 6 m de ancho (R1 - R11, ver Figuras 1 y Tabla 1). Las actividades fueron iniciadas preferentemente temprano en la mañana ya que estos corresponden a los horarios en que presentan mayores niveles de actividad, aunque se realizaron prospecciones a distintas horas del día con el fin de maximizar la probabilidad de observación de los individuos (Garín & Lobos, 2008). Para su identificación se utiliza literatura especializada: Ceí (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Mella (2005), Núñez y Jaksic (1992), Knapp et al. (2007), Núñez 1991, Núñez et al. (1997), Valencia & Veloso (1981), Veloso & Navarro (1988), Vidal & Labra (2008), Demangel (2016).

4.2.2. Micromamíferos

Para el estudio de micro-mamíferos (Rodentia) en el área de interés, se utilizó un total de 160 trampas Sherman en 8 sitios de estudio durante 2 noches de muestreo; 20 trampas por cada transecto de muestreo distanciadas cada 10 m (M1 - M8, ver Figuras 1, y Tabla 2). La ejecución de este tipo de muestreo contó con la respectiva autorización emitida por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), resolución N° 515/2017 de la Región de Antofagasta, para captura de fauna silvestre (Anexo I).

La identificación de mamíferos se efectuó mediante literatura especializada: Campos 1986, Iriarte 2008, Mann 1978, Muñoz-Pedrerros 2008, Muñoz-Pedrerros & Yáñez 2000, Millar & Rottman 1976.

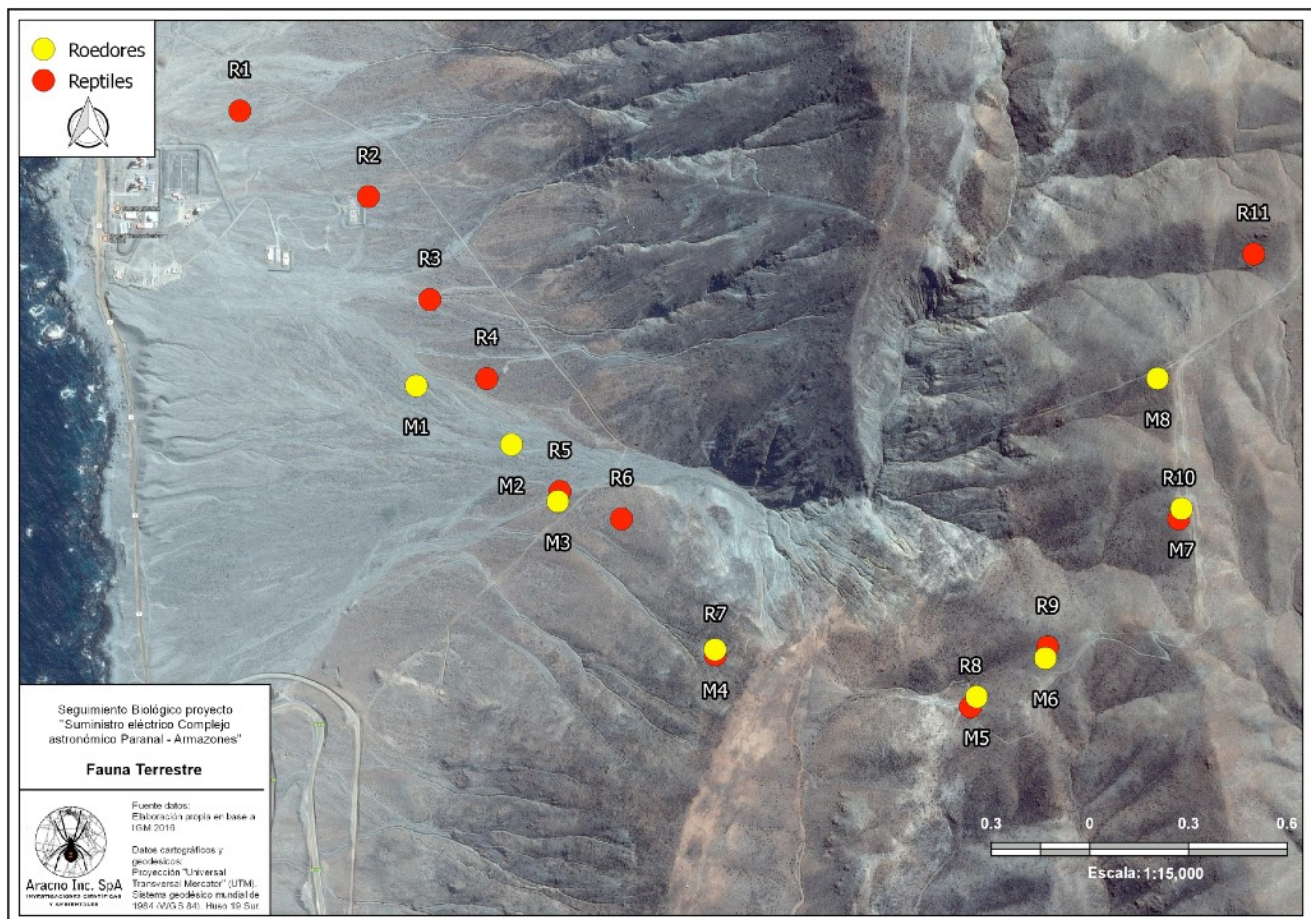


Figura 1. Inicio de transectos de seguimiento de reptiles (R) y micromamíferos (M).

4.3. Estados de conservación

Se entregan las distribuciones geográficas de las especies registradas y la categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998) y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile (RCE 2017).

4.4. Tipos de Ambientes

La identificación de los tipos de ambientes presentes en el área de influencia, se realizó mediante una caracterización de la zona, tomando en consideración las formaciones vegetacionales existentes en el lugar, la cobertura aproximada de cada formación, y más importante aún, su relación con la disponibilidad de microhábitats potenciales para la fauna de vertebrados terrestres (no necesariamente coincidiendo con la COT). En base a esta información para el área de influencia se identificó un ambiente, el que se describen a continuación:

Matorral con Suculentas: esta formación vegetal está conformada por especies suculentas y arbustivas con una cobertura que puede ir desde escasa a densa según el sector (Figura 2). Como especies dominantes *Copiapoa cinerea*, *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia iquiquensis*, *Suaeda foliosa* y *Cristaria intergerrima*, y especies acompañantes *Nolana* sp., *Proustia* sp.



Figura 2. Ambiente predominante en el área de estudio.

4.5. Estadísticos

4.5.1. Densidad

La densidad de individuos, para metodologías de transectos reptiles, es expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) se determinó de la siguiente manera:

$$D = (N / L a) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea

N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto

L: longitud del transecto expresada en metros

a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

4.5.2. Abundancia relativa

La abundancia relativa, es la expresión de la abundancia de una especie en relación a otra en magnitud (SEA, 2015). En este caso se expresa como el número de individuos de una especie, en función al total de individuos registrados para todas las especies. Para este cálculo, se incluirán las especies cuyos registros se realizaron mediante la observación directa (transectos). El cálculo de la abundancia absoluta se indica a continuación:

$$Ai\% = (n / N) \times 100$$

Donde,

n: número de individuos de un taxón.

N: número total de individuos.

4.5.3. Parámetros comunales

Para medir los parámetros de diversidad biológica se calcula el índice de Shannon – Weaver (H'), (Shannon & Weaver, 1948). Para establecer la similitud entre la abundancia y riqueza de especies dentro de una muestra se utiliza Equitatividad, y para determinar si un grupo faunístico está influenciando en el sistema ecológico se calcula la Dominancia (D=1-índice de Simpson) (Simpson 1949).

4.5.4. Índice de Densidad Relativa (IDR) para Micromamíferos

El índice de densidad relativa (Calhoun 1959) se utiliza para la metodología de trapeo de micromamíferos. Este índice se expresa como el número de capturas por 100 trampas-noche y se describe a continuación:

$$\text{IDR} = \text{N}^\circ \text{ Ind.} / \text{Esfuerzo de captura} * 100$$

Donde:

Nº Ind.: Número de ejemplares capturados.

Esfuerzo de captura= Nº de trampas* Nº de Noches activas.

5. RESULTADOS

5.1. Fauna invierno

En esta campaña (Invierno) se registró un total de cinco especies, correspondiendo a tres especies de reptil, con una abundancia de 20 individuos y dos especies de micromamíferos silvestres con una abundancia de 28 ejemplares. De las especies registradas, dos se encuentran en algún estatus de conservación, correspondiendo a los herpetozoos (Tabla 3 y figura 2). A continuación un detalle de los registros detectados en esta campaña de terreno.

5.1.1. Reptiles invierno

Se observó tres especies de reptil, en el ambiente de Matorral con Suculentas. *Liolaemus platei* y *Homonota guadichaudii* como especies endémica, en categoría de conservación como “preocupación menor” y *Callopistes maculatus* también como especie endémica, en categoría de conservación como “casi amenazada”. En la Tabla 3 se muestra la especie observada en el área de estudio, en conjunto con la abundancia bruta, relativa, y densidad.

Tabla 3. Especies de reptiles observados en el área de influencia.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | R11 | TOTAL | Densidad | Ai% |
|------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----------|----------|-------|
| Clase Reptilia | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Squamata | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | II-IV | LC | e | | | | 8 | | | | 4 | | 4 | | 16 | 88,9 | 80,00 |
| Familia Teiidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Callopistes maculatus</i> | Iguana chilena | II-VII | NT | e | | | | | | | | | 2 | | | 2 | 33,3 | 10,00 |
| Familia Gekkonidae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Homonota guadichaudii</i> | Salamanqueja del norte chico | II-V | LC | e | | | | 2 | | | | | | | | 2 | 33,3 | 10,00 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | | |

LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada e = endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa

Fuente: elaboración propia

5.1.2. Micromamíferos otoño

Se observan dos especies de micromamíferos, siendo uno nativo, y el otro endémico. En la tabla 4 y figura 3 se indican los registros de cada una de estas especies, en conjunto con la abundancia bruta, relativa y densidad. Ninguno de los micromamíferos observados está en categoría de conservación (tabla 4).

Tabla 4. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia mediante trampas Sherman.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Matorral con Suculentas | | | | | | | | TOTAL | Densidad | AI% | |
|----------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------|-----------|-----|-------|
| | | | | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | | | | |
| Clase Mammalia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | XV-XI | S/C | n | 4 | | | | | 2 | 4 | 2 | 2 | 8 | 1,2 | 28,57 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwi | II-VIII | S/C | e | 2 | 6 | 4 | | | 2 | 4 | 2 | | 20 | 9,4 | 71,43 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | 28 | | |

S/C = Sin clasificación e= endémica n = nativa AI% = Abundancia relativa

Fuente: elaboración propia



Figura 3. Especies de micromamíferos registrados. a) ratón orejado de Darwin. b) ratón oliváceo.

5.1.3. Parámetros poblacionales invierno

La estimación de diversidad se enfoca en la comparación en los diferentes puntos de muestreo. En la figura 4 se muestra la abundancia relativa para cada uno de los puntos de muestreo y en la figura 5, los parámetros poblacionales. Se observa en la figura 5a y 5d los resultados del índice de diversidad de Shannon – Weaver (H'), en donde se informan los cálculos para los transectos donde fueron hallados reptiles ya que los demás transectos tendrán una diversidad de cero, lo que indicaría que existe una baja riqueza y abundancia en ambos grupos faunísticos, a su vez con mayor dominancia (fig. 5b y 5e) y por ende una baja equitatividad (fig. 5c y 5f) y ambos análisis con una mayor cantidad de incertidumbre, dado a la magnitud de las barras de error.

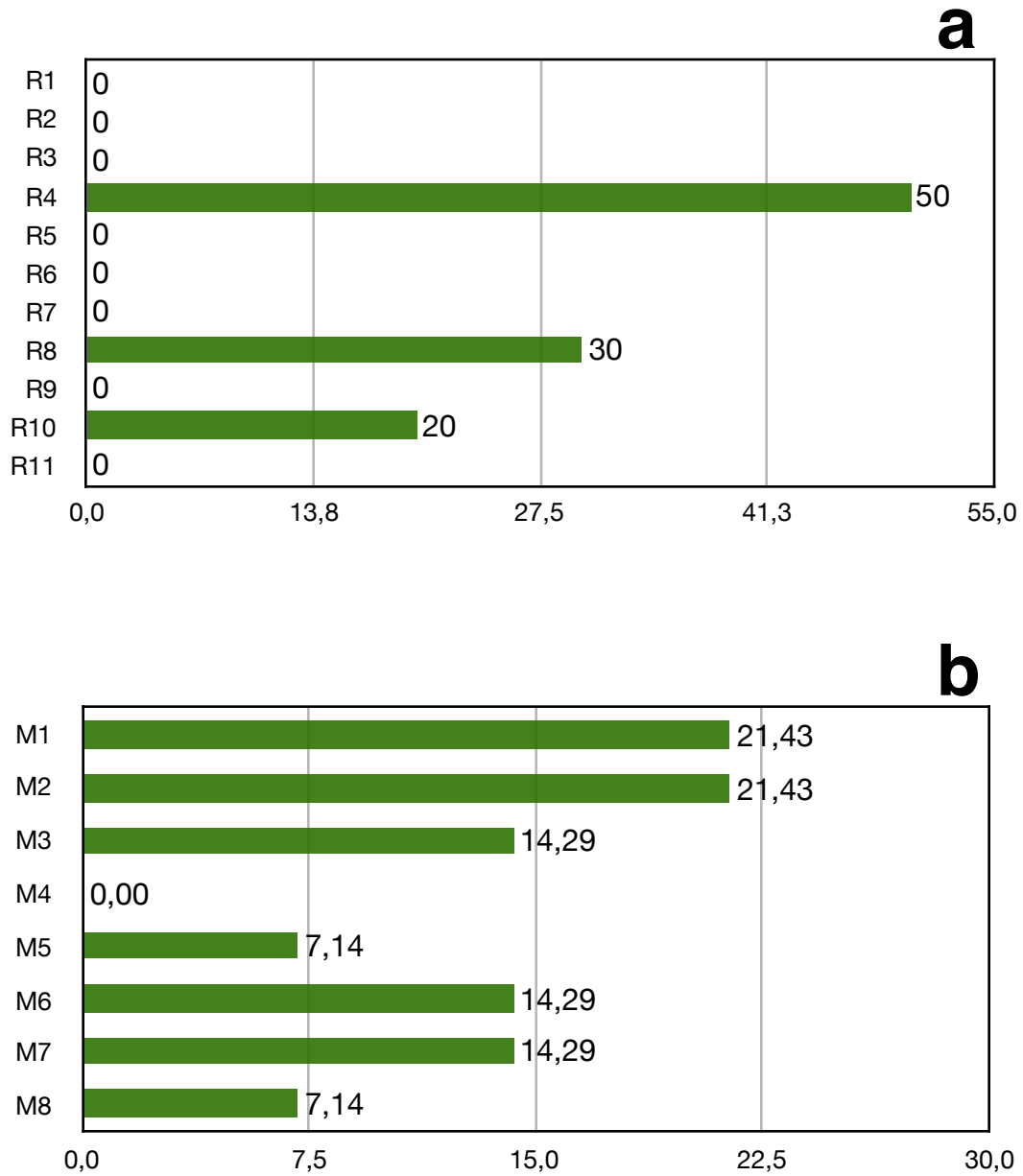


Figura 4. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en los puntos de seguimiento. a) reptiles. b) micromamíferos.

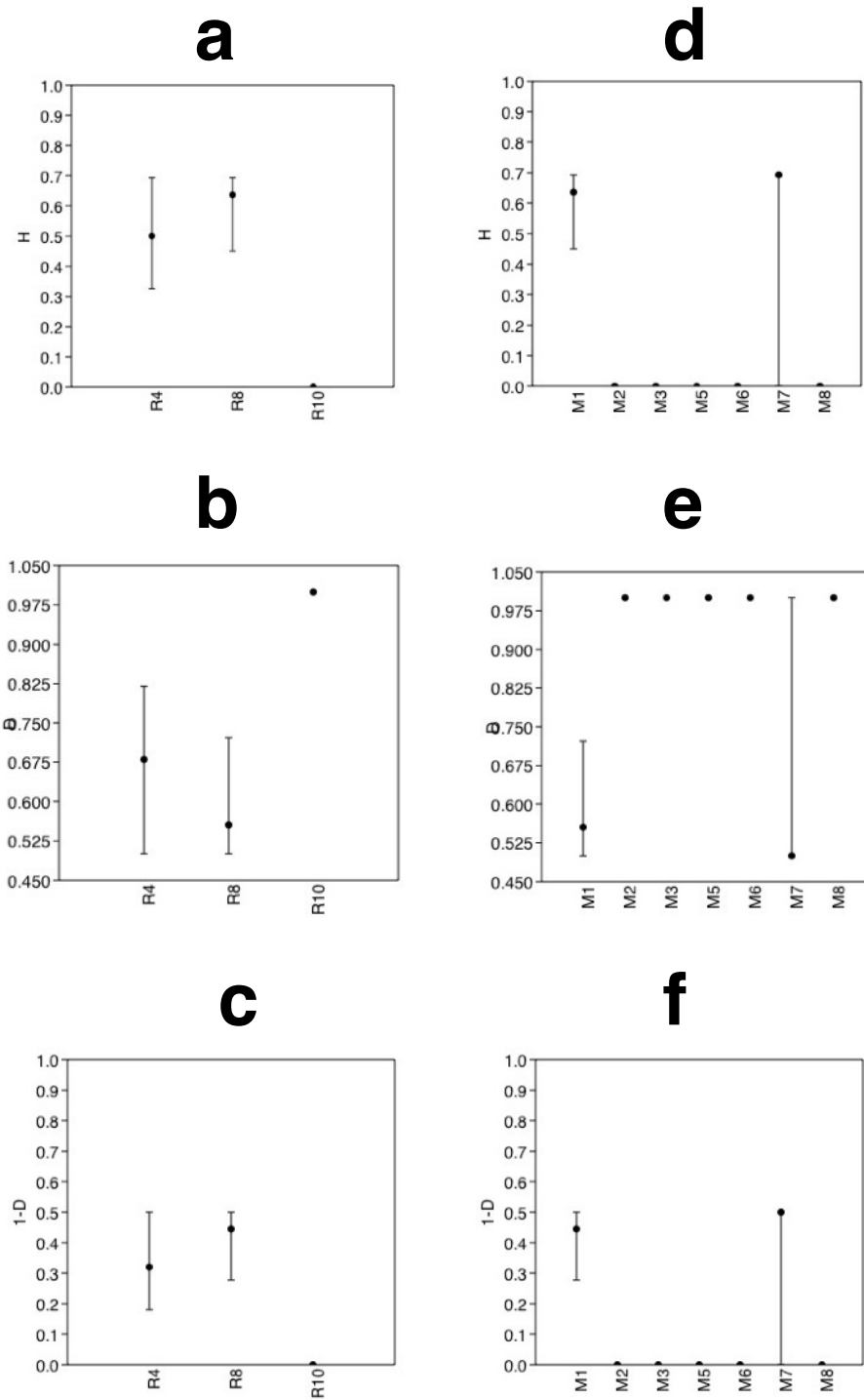


Figura 5. Parámetros comunales en los puntos de seguimiento durante la campaña de invierno 2018. a-c) reptiles. d-f) micromamíferos. a, d) diversidad de Shannon-Weaver ('H). b, e) dominancia (D). c, f) equitatividad (1-D).

5.2. Fauna consolidado

En las campañas de primavera, verano, otoño e invierno. se registró un total de cinco especies, correspondiendo a tres especie de reptil, con una abundancia de 52 individuos y dos especies de micromamíferos silvestres con una abundancia de 111 ejemplares. De las especies registradas, los herpetozoos se encuentran en algún estatus de conservación (Tabla 5 y figura 6). A continuación un detalle de los registros obtenidos durante las campaña estacionales.

5.2.1. Reptiles

Se observó tres especies de reptil, en el ambiente de Matorral con Suculentas. *Liolaemus platei* y *Homonota guadichaudii* como especies endémica, en categoría de conservación como “preocupación menor” y *Callopiastes maculatus* también como especie endémica, en categoría de conservación como “casi amenazada”. En la Tabla 3 se muestra la especies observada en el área de estudio en las cuatro campañas, en conjunto con la abundancia bruta, relativa, y densidad.

Tabla 5. Especies de reptiles observados en el área de influencia en las cuatro campañas.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | TOTAL | Ai% |
|-------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------|-----------|--------|-------|----------|-------|--------|
| Clase Reptilia | | | | | | | | | | |
| Orden Squamata | | | | | | | | | | |
| Familia Liolaemidae | | | | | | | | | | |
| <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | II-IV | LC | e | 16 | 8 | 4 | 16 | 44 | 100,00 |
| Familia Teiidae | | | | | | | | | | |
| <i>Callopiastes maculatus</i> | Iguana chilena | II-VII | NT | e | 4 | | | 2 | 6 | 13,64 |
| Familia Gekkonidae | | | | | | | | | | |
| <i>Homonota guadichaudii</i> | Salamanqueja del norte chico | II-V | LC | e | | | | 2 | 2 | 4,55 |
| Total | | | | | | | | | 44 | |

LC = Preocupación menor NT = Casi amenazada e = endémica n = nativa Ai% = Abundancia relativa

Fuente: elaboración propia

5.2.2. Micromamíferos

Se registran dos especies de micromamíferos. En la tabla 6 y figura 6 se indican los registros de cada una de las especies observadas en las cuatro estaciones climáticas, en conjunto con la densidad bruta, relativa y densidad. Ninguno de los micromamíferos observados está en categoría de conservación (tabla 4).

Tabla 6. Especies de mamíferos registrados en las áreas de influencia en las cuatro campañas.

| TAXON | N. común | Distribución | Est. Conser. | Origen | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | TOTAL | Ai% |
|----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------|-----------|--------|-------|----------|------------|-------|
| Clase Mammalia | | | | | | | | | | |
| Orden Rodentia | | | | | | | | | | |
| Familia Cricetidae | | | | | | | | | | |
| <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón olivaceo | XV_XI | S/C | n | 11 | 1 | 6 | 8 | 26 | 23,42 |
| <i>Phyllotys darwini</i> | Raton orejudo de Darwin | II-VIII | S/C | e | 15 | 16 | 34 | 20 | 85 | 76,58 |
| Total | | | | | | | | | 111 | |

S/C = Sin clasificación

e= endémica

n = nativa

Ai% = Abundancia relativa

Fuente: elaboración propia

5.2.3. Parámetros poblacionales

Al observar la abundancia relativa durante las cuatro campañas, se puede indicar que las estaciones de invierno y primavera es donde se registran las mayores abundancias de reptiles, mientras que para micromamíferos la estación de otoño es la que presenta el valor más alto de abundancia relativa. (fig. 6). Por otro lado los parámetros poblacionales nos muestran que las estaciones de primavera e invierno, son las que tienen los mayores valores de diversidad, lo que indicaría que en estas estaciones se encuentra una mayor riqueza y abundancia de la fauna objetivo. Del mismo modo, y consecuentemente con los valores de diversidad, en estas mismas estaciones climáticas (primavera e invierno) los valores de dominancia son bajos, indicando que la distribución de la riqueza y abundancia de las especies es homogénea, y por ende, con una alta equitatividad (fig.7). Cabe destacar que los valores de equitatividad y dominancia poseen una mayor incertidumbre dado a la magnitud de las barras de error.

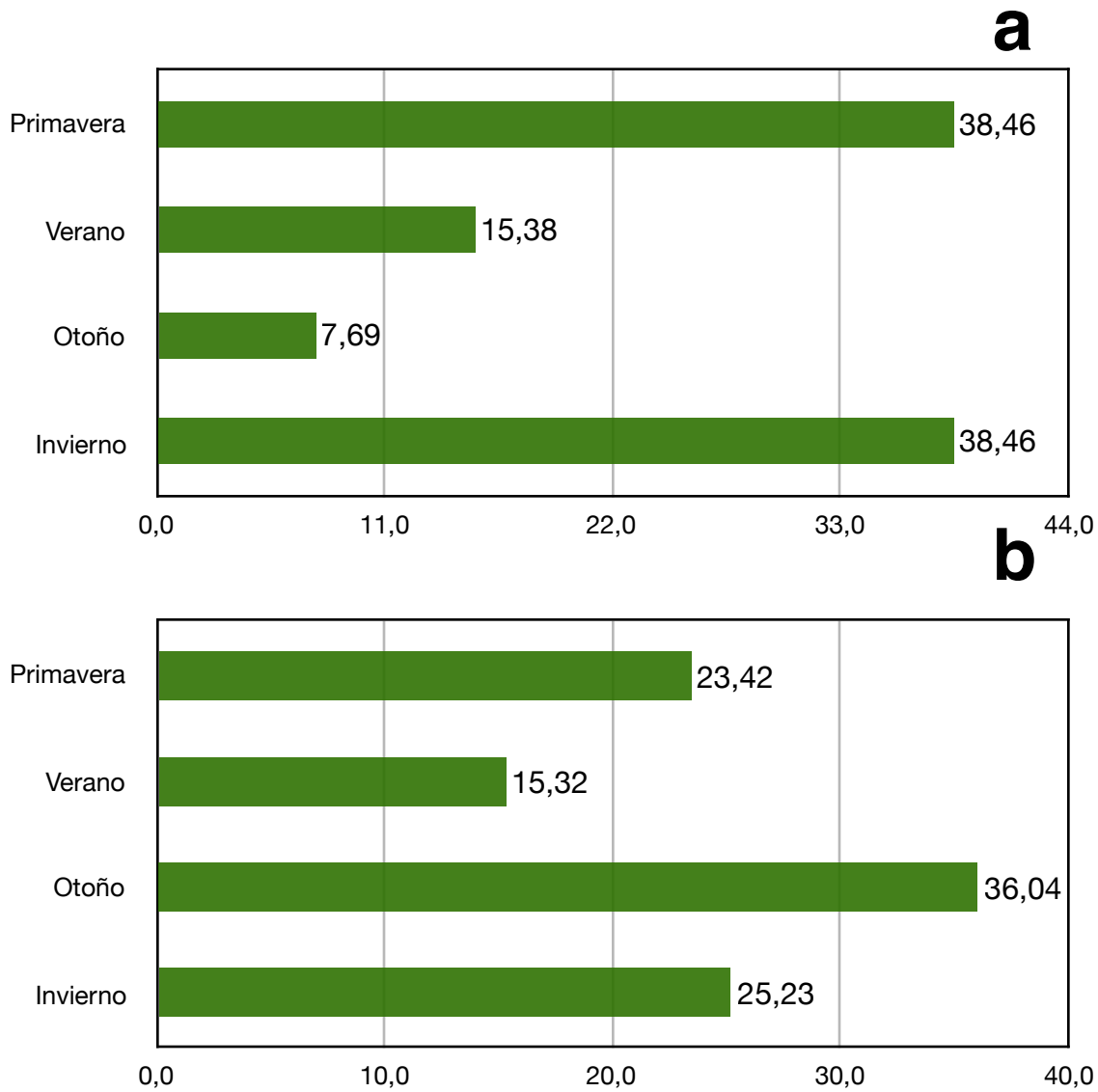


Figura 6. Abundancia relativa (%) para las especies de fauna registrada en las cuatro estaciones. a) reptiles. b) micromamíferos.

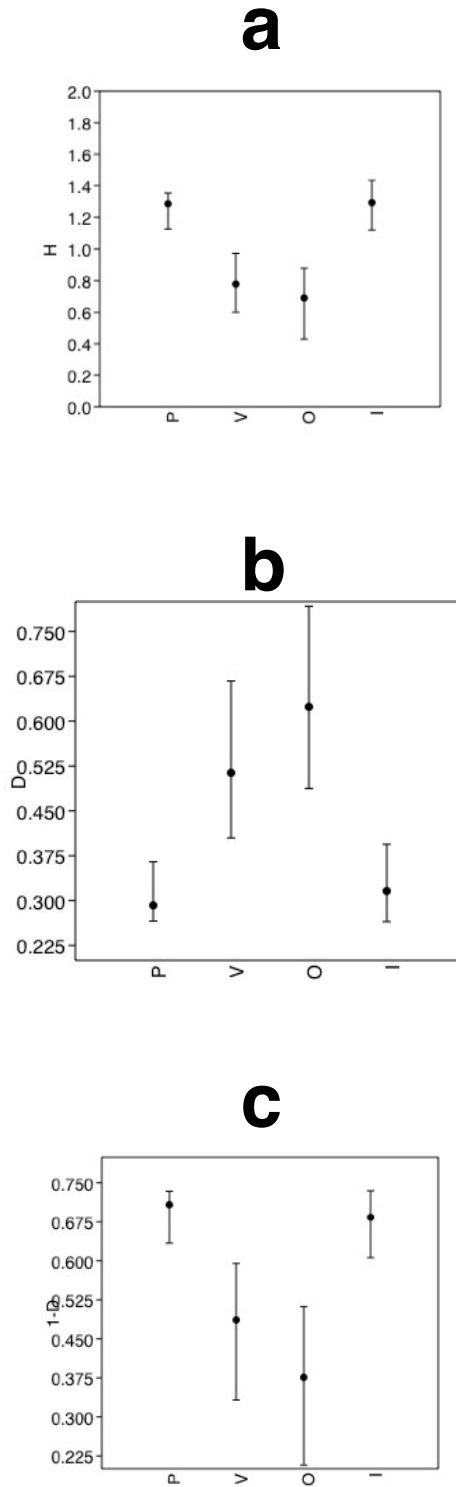


Figura 7. Parámetros comunales en las cuatro estaciones. a) diversidad de Shannon-Weaver (H). b) dominancia (D). c) equitatividad (1-D).

6. DISCUSIÓN

6.1. Estados de conservación y Legislación

De acuerdo a la normativa vigente de las especies en categoría de conservación a partir del Reglamento de la Ley de Caza N° 19.473 (SAG, 1998; Decreto Supremo del 7 de diciembre 1998 y sus modificaciones), y los listados de Especies Clasificadas desde el 1° al 13° Proceso de Clasificación de los vertebrados terrestres de Chile, y sus estados de conservación en relación a la caza, segregado por zonas del país, siendo inclusivo lo citado por Glade (1993) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se observaron en este seguimiento a tres especies en categoría de conservación, *Liolaemus platei* y *Homonota gadichaudii* como especies endémica, en categoría de conservación como “preocupación menor” y *Callopistes maculatus*.

6.2. Seguimiento estacional

Este corresponde al cuarto seguimiento biológico del proyecto. Se han identificado un total de tres especies de los grupos faunísticos objetivos (reptiles y micromamíferos), asociados al sector de estudio. Se registro un total de 48 individuos, 20 reptiles pertenecientes a *Liolaemus platei* y *Homonota gadichaudii* y *Callopistes maculatus* y 28 micromamíferos de dos especies *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*.

Ahora bien, al analizar la diversidad (H'), se observa que existen algunos puntos con mayor diversidad, pero que la tendencia en la mayoría de las zonas de muestreo es una baja diversidad con altas dominancia y baja equitatividad. Esto es explicado por en primera instancia por que se esta evaluando solo dos grupos faunísticos (reptiles y micromamíferos), por lo tanto limita al análisis de diversidad a entregar una adecuada medida del lugar, es por ello que el índice de diversidad solo puede ser considerado como referencial. En segundo lugar, es sabido que la diversidad de fauna en la región es pobre y su abundancia baja, lo que afecta aun más las medidas poblacionales realizadas.

En relación a la fauna registrada en el monitoreo biológico de invierno, se registran dos de las cuatro especies potenciales de micromamíferos posibles de encontrar en el área de influencia y dos de las tres especies de reptiles informadas en la DIA. Es importante mencionar que en esta ultima campaña se registro una especie no avistada en los seguimientos previos, correspondiendo a *Homonota gadichaudii*, especie endémica y en categoría de conservación.

Cabe destacar que el seguimiento esta limitado a una sección de la línea de transmisión lo que también podría influencias en la riqueza y abundancia obtenida. A pesar de ello las abundancia

obtenidas para las especies registradas son proporcionalmente similares a lo reportado en el estudio de línea de base del proyecto. Ahora bien, comparativamente con la estación anterior, se observó una disminución en la abundancia y riqueza de la fauna de micromamíferos y por el contrario un aumento en reptiles, y esto puede estar dado por la oscilación natural de las especies.

Por lo anteriormente dicho, estos datos nos permitirían indicar que la ejecución del proyecto no ha causado un impacto significativo a la fauna de vagilidad limitada, y que las medidas de mitigación realizadas durante la construcción del proyecto fueron adecuadas. Por otra parte, nuestros datos también darían evidencia de una efectiva recolonización en aquellas zonas donde se realizaron las medidas de mitigación. De igual modo se hace necesario realizar seguimientos posteriores que permitan corroborar estos supuestos y así mismo evaluar adecuadamente la fauna de herpetozoos y micromamíferos.

6.3. Seguimiento anual

Las especies de reptiles observadas en las cuatro campañas estacionales corresponden a *Liolaemus platei*, *Homonota guadichaudii* y *Callopiastes maculatus*, mientras que para micromamíferos se registraron *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*.

Por su parte considerando los estados de conservación de las especies observadas, *Liolaemus platei* y *Homonota guadichaudii* son especies endémicas y en categoría de conservación como “preocupación menor”, mientras que *Callopiastes maculatus* es una especie endémica y catalogada como “casi amenazada”.

Invierno y verano son las estaciones donde hay mayor abundancia de reptiles, mientras que para micromamíferos es la estación de otoño. La mayor diversidad se observa en primavera e invierno, con valores de dominancia bajos y una alta equitatividad, lo que indica que la distribución de la riqueza y abundancia de las especies es homogénea.

7. CONCLUSIÓN

En la campaña de invierno se registra la fauna objetivo, reptiles y micromamíferos. La especies de reptil observadas corresponden a *Liolaemus platei*, *Homonota guadichaudii* y *Callopiastes maculatus* con una abundancia relativa 80%, 10% y 10% respectivamente, especies endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 29% y 71% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *P. darwini* endémica.

Comparativamente con el seguimiento anterior se observó una disminución en la abundancia de micromamíferos y por el contrario un aumento de reptiles. Para el caso de los micromamíferos, la disminución de la abundancia en temporadas invernales, es esperable.

Respecto a los estados de conservación, solo los herpetozoos están en los listados de especies en categoría de conservación. *Liolaemus platei* y *Homonota gadichaudii*, como especies endémicas, en categoría de conservación como “preocupación menor” y *Callopistes maculatus* también como especie endémica, en categoría de conservación como “casi amenazada”.

En las campañas de primavera, verano, otoño e invierno se registro la fauna objetivo, reptiles y micromamíferos. La especies de reptil observadas corresponden a *Liolaemus platei*, *Homonota gadichaudii* y *Callopistes maculatus* con una abundancia relativa 85%, 4% y 11% respectivamente, especies endémicas. En micromamíferos se observa a *Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini* con una abundancia relativa de 23% y 77% respectivamente, siendo *A. olivaceus* una especie nativa y *P. darwini* endémica.

Finalmente, y comparativamente con el estudio de línea de base del proyecto las abundancia y riqueza son proporcionalmente similares a lo anteriormente informado. Respecto al análisis anual, primavera e invierno correspondería a las estaciones mas diversas y con mejores valores de homogeneidad de riqueza y abundancia.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. General

- Contreras L. C. & J. C. Torres-Mura. 2009. Biogeografía de mamíferos terrestres en Chile. Pp. 305-314, in : Mamíferos de Chile (A. Muñoz-Pedreros y J. Yáñez, eds). Ediciones CEA. Valdivia, Chile.
- Corn P. S. & B. R. Bury. 1990, Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 34 p
- Dytham, C. 2011. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. 3rd ed. Blackwell Publishing. USA. 320 pp.
- Glade A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, 65 p.
- Manly, B. J. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 3th ed. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton, Fl. USA. 455 pp.
- Osgood, W.H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series 30:1-268.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Diciembre de 2004, 180 p.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2011. Legislación sobre la fauna silvestre. Ley de Caza y su reglamento. Gobierno de Chile. Octava edición 98 pp.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2015. Reglamento de la Ley de Caza, Decreto Supremo N° 5, 7 de Diciembre de 1998. 110 pp.
- , Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Ediciones Gráfica Metropolitana. Santiago, Chile. 98 pp.
- SEA, Servicio de Evaluación Ambiental. 2017. Guía para la descripción del área de influencia SEIA. Ediciones Designio. Santiago, Chile. 48 pp.
- Simonetti, J.; Kalin-Arroyo, M.; Spotorno, A. & Losada, E (Eds). 1995. biodiversidad de Chile. CONICYT. Santiago. 364 p.
- Sutherland, W. 1996. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press.
- RCE, 2017. Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE) desde Decreto Supremo N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. procesos 1° al 13°.

8.2. Reptiles

- Demanguel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile. 619 pg.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.
- Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Chile. 31: 49-124.
- Garin, CF & GA Lobos. 2008. Generalidades sobre anfibios y reptiles. En: VIDAL, MA & A Labra. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlag Chile, Santiago, Chile. pp. 51-72.
- Mella, J.E. 2005. Guía de Campo. Reptiles de Chile: Zona Central. Centro de Ecología Aplicada. Chile. 147 pp.
- Núñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.
- Núñez, H. & Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.
- Núñez, H., Maldonado, V. & Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las Especies Chilenas del Género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae) Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicaciones Ocasionales del Museo Nacional de la Historia Natural, Chile 59:7–486.
- Valencia, J. & Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente. 5 (1-2): 5-14.
- Veloso, A. & Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.
- Vidal, M. & Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp

8.3. Mamíferos

- Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 424 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40: 1-342.


Muñoz - Pedreros & J Yáñez 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 464 p.

Muñoz - Pedreros, A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA ediciones. Valdivia, Chile. 112 p.

Miller, S.D. & Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

ANEXO

26/09/2017
ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849



RESOLUCIÓN EXENTA N°:515/2017

AUTORIZA AL SR. PAULO NICOLÁS VALLEJOS GARRIDO LA CAPTURA DE PHYLLOTIS DARWINI, OLIGORYZOMYS LONGICAUDATUS, ABROTHRIX OLIVACEUS, PHYLLOTIS MAGISTER CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).

Antofagasta, 25/ 09/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha 12 de Septiembre de 2017; la Ley N° 18.755 de 1988, Establece Normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero, Deroga la Ley N° 16.640 y Otras Disposiciones; la Ley N° 19.473 de 1996 Sustituye Texto de la Ley N° 4.601, sobre Caza y artículo 609 del Código Civil; el D.S. N° 5 de 1998, del Ministerio de Agricultura, y sus Modificaciones; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Resolución Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013, la Resolución N° 150 del 16 de Febrero de 2015 todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 062/2016.

CONSIDERANDO:

1. Que para ejecución del proyecto "Suministro eléctrico Complejo Astronómico Paranal-Armazones", el Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, solicita permiso de captura con fines de Investigación, para dar cumplimiento a lo indicados en la RCA N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. La carta del titular del proyecto aludido "STS Grupo SAETA", en que encomienda a la Consultora "Aracno Inc. S.p.A." ejecutar la actividad comprometida en la RCA 062/2016, adendas y/o pronunciamientos especiales, según corresponda.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, RUT N° 17.861.836-9, con domicilio en Pje. Coronel Seguel #140, sector Collao, ciudad de Concepción, Región del Biobío, la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, bajo las condiciones de la presente Resolución, para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución de Calificación ambiental N° 062/2016 del Servicio de Evaluación Ambiental.
2. Se autoriza la captura de *Phyllotis darwini*, *Oligoryzomys longicaudatus*, *Abrothrix olivaceus*, *Phyllotis magister*, indicadas en el "Anexo I. Informe LB micromamíferos. Numeral 2.2" y "Adenda complementaria 1: Anexo VIII Plan de Monitoreo Biológico", por medio de trampas Sherman indicado en "Adenda complementaria 1: Anexo Plan de Monitoreo Biológico. Numeral 1.3b", desde la fecha de esta resolución hasta el 26 de Septiembre de 2018.

Tabla N°1. Georeferenciación del sitio de captura (coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso 19S).

| Sitio de captura | |
|------------------|---------|
| E | N |
| 352909 | 7234884 |
| 353200 | 7234709 |
| 353343 | 7234539 |
| 353826 | 7234096 |

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849> 1/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849

| | |
|--------|---------|
| 354623 | 7233962 |
| 354831 | 7234081 |
| 355240 | 7234537 |
| 355163 | 7234930 |

3. En caso de captura de ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas como perjudiciales o dañinas, según el Artículo 6 del Reglamento de la Ley de Caza, estos no podrán ser devueltos al medio.

En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Antofagasta.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del titular de esta resolución, Sr. Paulo Nicolás Vallejos Garrido, la participación de:

Milenko Aguilera Ardiles, RUT N° 10.981.036-3.
 Daniela Lazo Cancino, RUT N° 17.615.068-8.
 Felipe Vera Fricke, RUT N° 13.951.873-k.
 Leopoldo Alvarez Gómez, RUT N° 13.246.470-7.
 Juan Guerrero Aravena, RUT N° 17.054.073-5.

El titular de esta Resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados.

La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso, de realizarse fuera de ellas.

6. En forma previa a la captura, con al menos 10 días hábiles de anticipación, el titular de esta Resolución, deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Antofagasta, al mail de la Encargada de R.N.R. carolina.elizalde@sag.gob.cl y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos del uso de trampas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.

7. Una vez concluidas las actividades de terreno, el titular de esta Resolución, deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la división de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

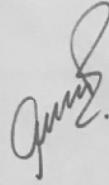
8. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y ANÓTESE

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

2/3

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849



ANGÉLICA GENOVEVA VIVALLO VIVALLO
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE
ANTOFAGASTA SERVICIO AGRÍCOLA Y
GANADERO

Anexos

| Nombre | Tipo | Archivo | Copias | Hojas |
|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|
| Formulario de solicitud | Digital | | | |
| Carta mandante STS Grupo SAESA | Digital | | | |

CEM/MPR/MLC

Distribución:

- Sandra Guisel Becerra Diaz - Oficina de Partes y OIRS Unidad Técnica Gestión y Finanzas - Or.II
- Marisol Andrea Paez Rivera - Encargada Unidad Jurídica Región de Antofagasta - Or.II
- Belko Leonardo Caqueo Molina - Profesional Protección RNR (IFC) Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Sergio Gonzalo Estay Cerda - Jefe (S) Oficina Sectorial Antofagasta - Or.II
- Claudio Antonio Cárdenas Catalán - Jefe (S) División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Or.OC
- Alonso Herman Soto Jimenez - Profesional Departamento de Comunicaciones y Participación Ciudadana - Or.OC
- Marielly López Castillo - Profesional Protección RNR Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Carolina Elizalde Martín - Jefe Unidad Técnica Protección de RNR - Or.II
- Paulo Nicolás Vallejos Garrido - Investigador Líder Aracno Inc S.p.A.

Región de Antofagasta Servicio Agrícola y Ganadero - Coquimbo 842



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección

url <http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/DA1B9F64F34F0E079F69AE72245558B855833976>

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=58058849>

3/3

COMPROBANTE DE REMISIÓN DE ANTECEDENTES RESPECTO DE LAS CONDICIONES, COMPROMISOS Y MEDIDAS ESTABLECIDAS EN LAS RESOLUCIONES DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente informa a Ud. que se ha recibido mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental la siguiente información:

| | | | |
|------------------------------|---|--|--|
| Proyecto: | SUMINISTRO ELECTRICO COMPLEJO ASTRONOMICO PARANAL - ARMAZONES | | |
| Titular: | SISTEMA DE TRANSMISION DEL SUR S.A | | |
| Resolución Exenta N°: | 0062 | Organismo: | Comisión de Evaluación Ambiental |
| Año: | 2016 | Región: | Región de Antofagasta |
| Considerando: | 5.2 y Plan de Monitoreo Biológico | Condiciones, compromisos o medidas de la RCA: | Para evitar impactos sobre la fauna silvestre, el titular presentó un Plan de Monitoreo Biológico en el Anexo VIII de la Adenda, el cual incluye perturbación controlada a micromamíferos y reptiles, durante la fase de construcción con un posterior seguimiento de la fauna para determinar parámetros poblacionales de riqueza, abundancia relativa y densidad. En el caso de los reptiles, se llevará a cabo el muestreo mediante el método de transectos; para los micromamíferos se realizará un muestreo en estaciones utilizando trampas Sherman por lo que se solicita el Permiso Ambiental Sectorial Mixto contenido en el artículo 146 del D.S. 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, mayores detalles se presentan en anexo VII de la Adenda Complementaria. |

| | |
|----------------------------------|--|
| Tipo de informe: | Seguimiento Ambiental |
| Nombre del informe: | Informe final Compromisos Fauna - Seguimiento de fauna – Invierno 2018 |
| Los documentos recibidos: | - 2018-10-23 Seguimiento Paranál Invierno 2018 consolidado.pdf |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Frecuencia | Trimestral |
| Alcance del Informe de | Biodiversidad |



Cod: 97041

Fecha: 23-06-2020 16:29:49



El presente certificado únicamente da cuenta de la recepción de la información reportada en el Sistema de Seguimiento Ambiental, cuya integridad y veracidad es de exclusiva responsabilidad del titular del proyecto.



Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles

Grupo Saesa

Agosto, 2020



Ecos Chile

ECOS Environmental Compliance Services

La Concepción 322, of.1201. Providencia, Santiago.
contacto@ecos-chile.com / www.ecos-chile.com

INDICE

| | | |
|-------|--|---|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | ANTECEDENTES GENERALES | 2 |
| 3 | OBJETIVOS..... | 3 |
| 3.1 | Objetivo general | 3 |
| 3.2 | Objetivos específicos | 3 |
| 4 | METODOLOGÍA | 3 |
| 4.1 | Estadísticos | 3 |
| 4.1.1 | Abundancia Relativa..... | 3 |
| 4.1.2 | Densidad | 4 |
| 4.2 | Metodología Monitoreo Micromamíferos | 4 |
| 4.3 | Metodología Monitoreo Reptiles | 5 |
| 4.4 | Áreas y periodo de estudio..... | 6 |
| 4.5 | Análisis de Biodiversidad..... | 7 |
| 5 | REPORTABILIDAD PLAN DE SEGUIMIENTO MICROMAMÍFEROS Y REPTILES | 7 |
| 5.1 | Frecuencia del Monitoreo..... | 7 |
| 5.2 | Duración del Monitoreo | 7 |
| 5.3 | Informe de seguimiento..... | 7 |
| 5.4 | Cronograma de monitoreo | 7 |
| 6 | REFERENCIAS | 8 |

TABLAS

| | | |
|----------|---|---|
| Tabla 1. | Especies de micromamíferos y reptiles registrados en monitoreos realizados en Línea Base e Informes de Seguimiento..... | 2 |
| Tabla 2. | Coordenadas estaciones de monitoreo micromamíferos | 4 |
| Tabla 3. | Coordenadas transectos de monitoreo de reptiles | 5 |
| Tabla 4. | Cronograma propuesto de monitoreo e informes de seguimiento | 7 |

FIGURAS

| | | |
|-----------|---|---|
| Figura 1. | Puntos de monitoreo de seguimiento de reptiles y micromamíferos | 6 |
|-----------|---|---|

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a una propuesta de Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles, vinculado al procedimiento sancionatorio iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente, sobre la construcción y operación del proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones, en la Región de Antofagasta y su Resolución de Calificación Ambiental RCA 62/2016.

En específico, el Plan de Seguimiento Ambiental se asocia con el hecho infraccional N° 2, que queda definido por *“En cuanto a la implementación de medidas vinculadas a la alteración/pérdida de fauna silvestre, el titular: 2.1 No realiza la perturbación controlada en reptiles y micromamíferos en la etapa de construcción, en la forma indicada en el Plan de Monitoreo Biológico; 2.2 No realiza seguimiento de micromamíferos y reptiles”*.

La propuesta de Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles contiene una serie de acciones y metas, así como indicadores de cumplimiento y un cronograma, para poder evaluar su correcta implementación.

Finalmente, la propuesta de Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles es una parte integral del Plan de Acciones y Metas contenido en el Programa de Cumplimiento generado por Sistema de Transmisión del Sur S.A. y sometido a conocimiento y aprobación de la Superintendencia del Medioambiente.

2 ANTECEDENTES GENERALES

Con la finalidad de observar el comportamiento de las poblaciones de micromamíferos y reptiles presentes en la zona de intervención del proyecto, se propone el desarrollo de un Plan de Seguimiento que busca verificar el estado de las poblaciones de estas especies, mediante el levantamiento de información en terreno.

De acuerdo a los informes de seguimiento biológico previos, el proyecto cuenta con 4 informes, los cuales fueron realizados en forma posterior a la actividad de inspección, siendo realizados durante diciembre del 2017 hasta agosto del 2018 (por la consultora Aracnos). Cada informe abordó el monitoreo de reptiles y micromamíferos de acuerdo con la metodología planteada por el Plan de Monitoreo Biológico estipulado en el proceso de evaluación ambiental del proyecto, considerando los parámetros de riqueza (número de especies), abundancia relativa y densidad (ind/m²).

Como resultado de las campañas de monitoreo de la línea base y los informes de seguimiento, se detectó la presencia de cuatro (4) especies de reptiles (*Liolaemus platei*, *Callopistes maculatus*, *Liolaemus atacamensis* y *Homonota gaudichaudii*) y dos (2) especies de micromamíferos (*Abrothrix olivaceus* y *Phyllotys darwini*). En la Tabla 1, se presentan mayores detalles de las especies antes mencionadas.

Tabla 1. Especies de micromamíferos y reptiles registrados en monitoreos realizados en Línea Base e Informes de Seguimiento

| Grupo | Especie | Nombre Común | Categoría de Conservación |
|---------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Reptil | <i>Liolaemus platei</i> | Lagartija de Plate | Preocupación Menor |
| | <i>Callopistes maculatus</i> | Iguana chilena | Casi Amenazada |
| | <i>Liolaemus atacamensis</i> | Lagartija de Atacama | Preocupación Menor |
| | <i>Homonota gaudichaudii</i> | Salamanqueja del norte chico | Preocupación Menor |
| Micromamífero | <i>Abrothrix olivaceus</i> | Ratón oliváceo | - |
| | <i>Phyllotys darwini</i> | Ratón orejudo de Darwin | - |

Fuente: Elaboración propia.

El presente Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles busca relevar información sobre el estado de las poblaciones de las especies presentes en la zona del proyecto, permitiendo el levantamiento de información y trazabilidad poblacional de dichas especies.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Elaborar un Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles asociado a la operación de las subestaciones Paranal 220/66 KV y Armazones 66/23 KV, incluyendo su línea de transmisión 1x66 KV.

3.2 Objetivos específicos

Determinar riqueza, abundancia relativa y densidad en diferentes sitios a lo largo del proyecto que permitan evaluar el estado de la población de micromamíferos y reptiles presentes en el lugar.

4 METODOLOGÍA

El Plan de Seguimiento, como parte del programa de cumplimiento, considera el monitoreo de las diferentes especies de micromamíferos y reptiles presentes en la zona de intervención del proyecto. Los monitoreos serán realizados por especialistas en Fauna y enfocarán tanto la metodología como el esfuerzo de muestreo en obtener los siguientes parámetros poblacionales y de comunidades:

- Riqueza (número de especies)
- Abundancia relativa
- Densidad (ind/m²)

El detalle del cálculo de los parámetros poblacionales y de comunidades se presenta a continuación:

4.1 Estadísticos

4.1.1 Abundancia Relativa

La abundancia relativa, es la expresión de la abundancia de una especie en relación con otra en magnitud (SEA, 2015). En este caso se expresa como el número de individuos de una especie, en función al total de individuos registrados para todas las especies. Para este cálculo, se incluirán las especies cuyos registros se realizaron mediante la observación directa. El cálculo de la abundancia relativa se indica a continuación:

$$A_i \% = (n / N) \times 100$$

Donde,

n: número de individuos de un taxón.

N: número total de individuos.

4.1.2 Densidad

La densidad de individuos, para metodologías de transectos reptiles, es expresada como ejemplares por área muestreada (individuos/hectárea) la cual se determinará de la siguiente manera:

$$D = (N / L a) \times 10.000$$

Donde,

D: densidad expresada en individuos de cada especie por hectárea

N: número de ejemplares observados de cada especie en el transecto

L: longitud del transecto expresada en metros

a: ancho de la faja hacia cada lado expresado en metros

La metodología propuesta para cada uno de los monitoreos se detalla a continuación:

4.2 Metodología Monitoreo Micromamíferos

Se establecerán ocho estaciones de muestreo cubriendo de forma representativa los diferentes ambientes presentes en la zona de estudio. Cada una de las estaciones se encontrará constituida por dos transectos de 10 trampas tipo Sherman, dispuestas a una distancia de aproximadamente 10 m entre ellas. En la Tabla 2 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo desplegadas para la evaluación de micromamíferos.

Tabla 2. Coordenadas estaciones de monitoreo micromamíferos

| Estación | Coordenadas WGS84 | | N° de trampas |
|----------|-------------------|---------|---------------|
| | Este | Norte | |
| M1 | 352909 | 7234884 | 20 |
| M2 | 353200 | 7234709 | 20 |
| M3 | 353343 | 7234539 | 20 |
| M4 | 353826 | 7234096 | 20 |
| M5 | 354623 | 7233962 | 20 |
| M6 | 354831 | 7234081 | 20 |
| M7 | 355240 | 7234537 | 20 |
| M8 | 355163 | 7234930 | 20 |

Fuente: Elaboración propia.

Las trampas serán desplegadas por tres noches consecutivas y los individuos capturados serán determinados a nivel de especie, y marcados con marcador no permanente para evitar sobreestimar la cantidad de individuos. De manera complementaria, se recorrerá cada estación de muestreo con el objetivo de detectar signos de la presencia de micromamíferos tales como madrigueras y fecas.

De esta manera, los valores obtenidos durante este seguimiento podrán ser comparados con los valores obtenidos en Línea de Base de Fauna Silvestre y las campañas de seguimiento biológico realizadas en los años 2017 y 2018. Esto con el fin de darle trazabilidad a la información levantada.

La ejecución de este muestreo contara con la respectiva autorización emitida por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) de la Región de Antofagasta, para captura de fauna silvestre.

Finalmente, se entregará a la Autoridad competente un reporte trimestral, que abordarán las campañas trimestrales estacionales correspondientes.

4.3 Metodología Monitoreo Reptiles

La evaluación de Reptiles se llevará a cabo mediante la aplicación de transectos denominado Método de Muestreo en Transectos. En dicho transecto, todo individuo observado dentro del área (600 m²) definida por tres (3) metros a cada lado y un largo aproximado de cien (100) metros, será registrado. Estos transectos serán recorridos a pie en un tiempo estandarizado entre 10 a 15 minutos cada uno y serán desplegados en los distintos hábitats presentes en el área de estudio. La Tabla 3 indica las coordenadas de inicio de cada uno de los transectos a evaluar.

Tabla 3. Coordenadas transectos de monitoreo de reptiles

| Estación | Coordenadas WGS84 | |
|----------|-------------------|---------|
| | Este | Norte |
| R1 | 352363 | 7235709 |
| R2 | 352757 | 7235454 |
| R3 | 352947 | 7235145 |
| R4 | 353123 | 7234908 |
| R5 | 353349 | 7234569 |
| R6 | 353537 | 7234488 |
| R7 | 353827 | 7234080 |
| R8 | 354604 | 7233931 |
| R9 | 354837 | 7234115 |
| R10 | 355232 | 7234506 |
| R11 | 355451 | 7235309 |

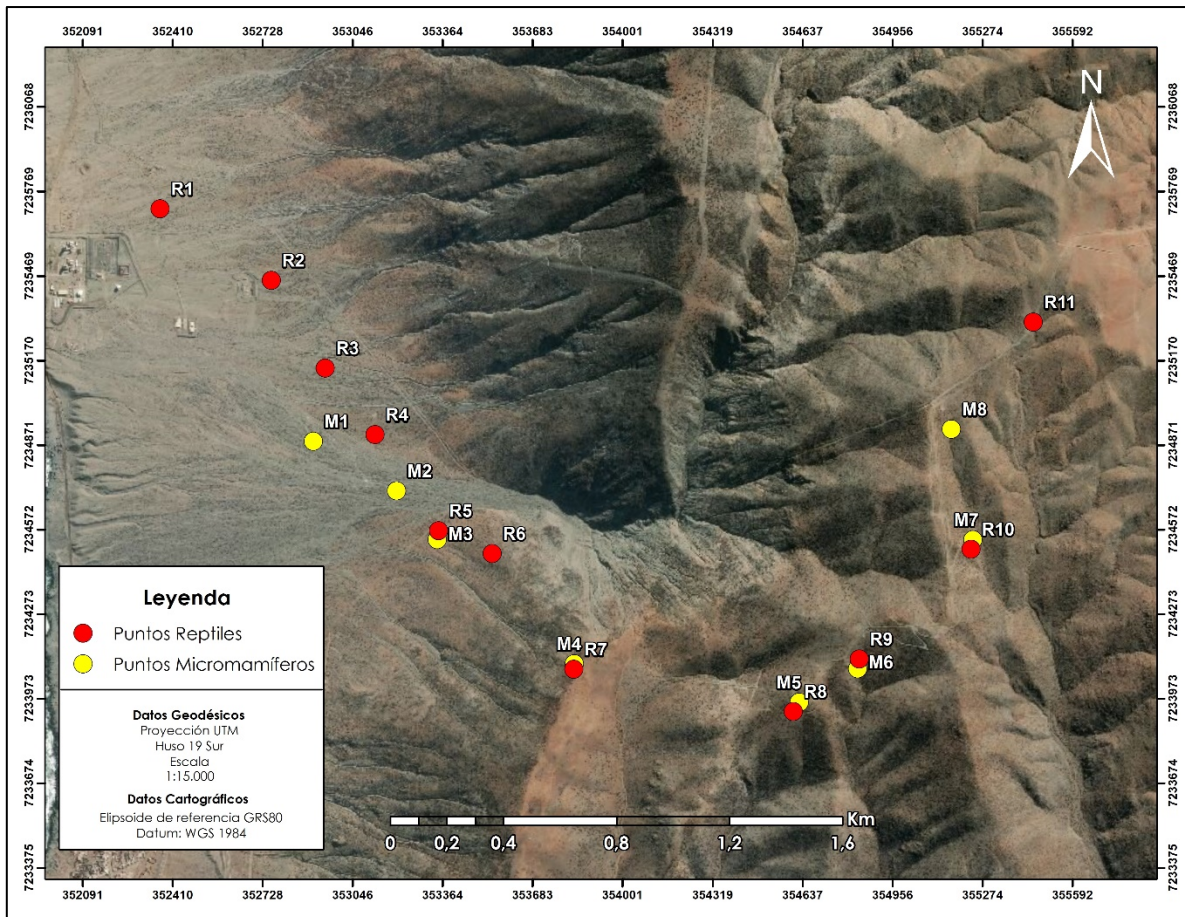
Fuente: Elaboración propia.

Para complementar la información obtenida en las estaciones de muestreo, todo individuo registrado entre estaciones será registrado y georreferenciado. Al igual que en el caso del monitoreo de micromamíferos, se entregará a la Autoridad competente un reporte trimestral, que abordará la campaña estacional correspondiente.

4.4 Áreas y periodo de estudio

Para poder determinar el monitoreo del presente Plan de Seguimiento, en conformidad a las zonas indicadas previamente, se utilizarán aquellos lugares empleados en la campaña de terreno realizada en el proceso de evaluación ambiental y las campañas de seguimiento realizada entre los años 2017 y 2018 (Consultora Aracnos), cuyas coordenadas se fueron presentadas en la Tabla 2 y Tabla 3. Lo anterior tiene como finalidad, robustecer y darle trazabilidad a la información generada en el lugar, dando un seguimiento de la población de micromamíferos y reptiles a través del tiempo. La ubicación de los puntos de monitoreo (11 sitios para reptiles y 8 puntos para micromamíferos) puede ser vista en la Figura 1.

Figura 1. Puntos de monitoreo de seguimiento de reptiles y micromamíferos



Fuente: Elaboración propia.

4.5 Análisis de Biodiversidad

Con la información obtenida, se confeccionará:

- Un inventario de especies como método para estimar la riqueza. Se determinará la Abundancia por especie y por puntos de monitoreo.
- Se comparará los resultados obtenidos en el tiempo para evaluar las tendencias poblacionales.

5 REPORTABILIDAD PLAN DE SEGUIMIENTO MICROMAMÍFEROS Y REPTILES

5.1 Frecuencia del Monitoreo

Se realizará una campaña de monitoreo trimestral, con el fin de abarcar los diferentes comportamientos de la fauna a través del año calendario.

5.2 Duración del Monitoreo

El monitoreo será efectuado por 12 meses a partir de 30 días desde la notificación de aprobación del PdC.

5.3 Informe de seguimiento ambiental

El reporte de monitoreo se elaborará en base a la Resolución Ext. N° 223 de 2015, de la Superintendencia de Medio Ambiente.

5.4 Cronograma de monitoreo

Conforme a lo indicado en los párrafos precedentes se presenta a continuación la propuesta de cronograma para el monitoreo, referido al Plan de Seguimiento de Micromamíferos y Reptiles.

Tabla 4. Cronograma propuesto de monitoreo e informes de seguimiento

| Actividad | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Monitoreo 1 ^{er} trimestre | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 2 ^o trimestre | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 3 ^{er} trimestre | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreo 4 ^o trimestre | | | | | | | | | | | | |
| Informe | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.



6 REFERENCIAS

- Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Ediciones Gráfica Metropolitana. Santiago, Chile. 98 pp.



IMPLEMENTACIÓN PLAN DE ACCIÓN DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

**PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO
ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES
PROPUESTA TÉCNICO - ECONÓMICA**



CONTENIDO

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Antecedentes | 1 |
| 2 | Alcances | 1 |
| 2.1 | Campaña de monitoreo de todos los individuos relocalizados, para verificar su estado de conservación | 1 |
| 2.2 | Monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado de conservación | 2 |
| 3 | Productos y entregables..... | 2 |
| 4 | Profesionales..... | 2 |
| 5 | Alcances y Exclusiones..... | 2 |
| 6 | Propuesta Económica..... | 3 |

PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE ACCIÓN DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO
PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL –
ARMAZONES



1 Antecedentes

SAESA, en adelante el CLIENTE, ha solicitado a Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda., en adelante BIOTA, la elaboración de una propuesta técnica y económica para la implementación del Plan de Acción del Programa de Cumplimiento del Proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (en adelante el Proyecto), calificado favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA), y al cual la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) ha formulado cargos los que se individualizan en la Res. Ex. N°1/Rol F-026-2020.

Las actividades que componen el Plan de Acción:

- Campaña de monitoreo de todos los individuos relocalizados, para verificar su estado de conservación.
- Monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado de conservación.

2 Alcances

2.1 Campaña de monitoreo de todos los individuos relocalizados, para verificar su estado de conservación

En esta actividad se contempla la ejecución de una campaña de terreno en donde se realizará una evaluación del estado de todos ejemplares relocalizados. Mediante el censo de los ejemplares relocalizados, se actualizará el registro fechado de coordenadas, parámetros biológicos definidos para el indicador de éxito y registro fotográfico de cada ejemplar con fecha y georreferenciadas.

Realizada esta campaña de monitoreo, los resultados se analizarán y quedarán consignados en un informe técnico ambiental que serán presentados a la Autoridad Ambiental.

2.2 Monitoreos semestrales de los individuos relocalizados para verificar su estado de conservación

Posterior al censo de evaluación (punto 2.1 de este documento), se realizarán monitoreos semestralmente por el periodo de un año, con el objetivo de verificar estado de conservación de los individuos relocalizados. En estos monitoreos se evaluarán los parámetros bióticos que definen el índice de éxito establecido en la RCA del Proyecto.

Realizadas las campañas de monitoreo, los resultados se analizarán y quedarán consignados en un informe técnico ambiental que serán presentados a la Autoridad Ambiental.

3 Productos y entregables

Los productos consideran lo siguiente:

- Informe con los resultados de la campaña de censo de evaluación (actividad 2.1).
- Informes de resultado de monitoreos semestrales (actividad 2.2).

Para la entrega del Informe Final de cada actividad se elaborará una versión borrador en digital para la revisión del CLIENTE, y una vez que éste se haya aprobado, se emitirá la versión final en formato digital con toda la información generada.

El informe borrador se emitirá a los 20 días hábiles luego de terminada la campaña, para su revisión por parte del CLIENTE.

4 Profesionales

| Nombre Profesional | Profesión | Cargo |
|-------------------------|---|---|
| Luis Faúndez Y. | Ingeniero Agrónomo | Jefe de Proyecto |
| Gustavo Girón A. | Ingeniero Forestal | Coordinador de Proyecto |
| Equipo de Trabajo Biota | Varios profesionales: Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Ingenieros Agrónomos y Técnicos Profesionales. | Apoyo en las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> • Profesionales A y B • Ayudante especializado |

5 Alcances y Exclusiones

En la elaboración de la presente propuesta se han generado los siguientes alcances y exclusiones para el desarrollo del servicio:

- Se excluyen HH y gastos para procesos de acreditación del personal. En caso de ser necesario, la presente propuesta deberá ajustarse.
- Se excluye de esta cotización la subida y reporte del informe a la plataforma de la Superintendencia de Medio Ambiente.
- Se considera que el cliente proporcionará la información, documentos, planos del proyecto y capas digitales del Proyecto.

- La campaña de terreno considera su ejecución en condiciones normales de accesibilidad al área de estudio, mayores tiempos producto de acción de terceros, condiciones climáticas y restricción de accesibilidad, que generen extender los tiempos estimados para esta actividad pueden generar un ajuste al monto del servicio presentado en esta cotización.
- Esta cotización excluye reuniones con la Autoridad y fuera de Santiago, en caso de que sea requerido, se presentará una cotización específica para aprobación por el cliente.

6 Propuesta Económica

En la Tabla 1 se presentan los valores de las etapas propuestas para el servicio.

Tabla 1: Resumen de valores por etapa

| Etapas | HH (UF) | Gastos (UF) | Total (UF) |
|--|----------------|--------------------|-------------------|
| 1. Censo ejemplares relocalizados | 1.550,5 | 480,8 | 2.031,3 |
| 2. Monitoreos semestrales ejemplares relocalizados | 2.884,1 | 951,6 | 3.835,7 |

BIOTA

IMPLEMENTACIÓN PLAN DE ENRIQUECIMIENTO PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL – ARMAZONES PROPUESTA TÉCNICO - ECONÓMICA

CLIENTE:  SAESA
GRUPO SAESA

CONTENIDO

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Antecedentes | 1 |
| 2 | Alcances | 1 |
| 2.1 | Campaña de rescate de germoplasma | 1 |
| 2.2 | Manejo y acondicionamiento de ejemplares | 2 |
| 2.3 | Plantación de ejemplares en sitios de enriquecimiento..... | 3 |
| 2.4 | Seguimiento y reportes de todos los individuos dispuestos en sitios de enriquecimiento .. | 4 |
| 3 | Productos y entregables..... | 5 |
| 4 | Profesionales..... | 5 |
| 5 | Alcances y Exclusiones..... | 5 |
| 6 | Propuesta Económica | 6 |

PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA
IMPLEMENTACIÓN PLAN DE ACCIÓN DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO
PROYECTO SUMINISTRO ELÉCTRICO COMPLEJO ASTRONÓMICO PARANAL –
ARMAZONES



1 Antecedentes

SAESA, en adelante el CLIENTE, ha solicitado a Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda., en adelante BIOTA, la elaboración de una propuesta técnica y económica para la implementación del Plan de Enriquecimiento del Proyecto "Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones" (en adelante el Proyecto), calificado favorablemente mediante Res. Ex. 062/2016 de la Comisión de Evaluación de Antofagasta (RCA), y al cual la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) ha formulado cargos los que se individualizan en la Res. Ex. N°1/Rol F-026-2020.

Las actividades que componen el Plan de Enriquecimiento son:

- Campaña de rescate de germoplasma.
- Manejo y acondicionamiento de ejemplares.
- Plantación de ejemplares en sitios de enriquecimiento.
- Seguimiento y reportes de todos los individuos dispuestos en sitios de enriquecimiento.

2 Alcances

2.1 Campaña de rescate de germoplasma

En esta actividad se contempla la ejecución de una campaña de terreno en donde se realizará la colecta de germoplasma para la propagación y generación de los individuos que se dispondrán en terreno en los sitios de enriquecimiento.

Para la generación del germoplasma que permitirá la producción de los ejemplares, se considera la aplicación de reproducción vegetativa mediante explantes, fragmentos o esquejes provenientes de los ejemplares relocalizados por el proyecto en los cuales se verifique la presencia de al menos tres (3) ejes, brazos o cabezuelas. En segunda instancia, en el caso que no se cuente con un número adecuado de esquejes, se contempla la colecta de fragmentos de individuos creciendo naturalmente dentro del área de influencia del Proyecto, que cuenten con un buen estado sanitario y en los cuales se verifique igualmente la presencia de al menos tres (3) ejes, brazos o cabezuelas.

Para la extracción de los explantes, se utilizarán herramientas de corte (cuchillos, cortacartón o similares) en buen estado de modo de realizar cortes limpios en los individuos de origen. Una vez realizado el corte, se aplicará una pasta fungicida sellante en el corte del individuo de origen y gel enraizante en el esqueje rescatado.

A todo el material colectado se registrará la coordenada de origen del explante y se le asignará un número identificador el que se asociará a una base de datos donde se relacionará con la descripción de la especie correspondiente, coordenadas (UTM Datum WGS84 H19S) del ejemplar de origen y número de esqueje, si es que se extrae más de un esqueje del individuo de origen. El identificador señalado se adosará mediante una etiqueta permanente a cada explante o brazo rescatado.

2.2 Manejo y acondicionamiento de ejemplares

Para el proceso de aclimatación se contempla utilizar las instalaciones de BIOTA, de modo que los ejemplares a generar cuenten con cuidados y seguimiento de su desarrollo de manera permanente. El área de acondicionamiento es una instalación cerrada, con condiciones ambientales controladas, con mesones adecuados para mantener en altura los esquejes y ejemplares generados, control de temperatura y radiación (sombreadero de 70%). En cualquier caso, el acceso a las instalaciones estará disponible si la Autoridad estima conveniente o requiera revisar el estado de los individuos y verificar el manejo implementado en ellos.

Los ejemplares que se generen mantendrán su identificador y etiquetado proveniente de la colecta de germoplasma de terreno, y se mantendrá el expediente actualizado de dicho ejemplar en la base de datos.

En el PMB del Proyecto no se contempló la aplicación de productos como fungicidas o enraizantes. Sin embargo, a partir de los resultados del ensayo de enraizamiento reportado en los informes de marzo y abril de 2017, asociados al monitoreo de rescate de ejemplares del Proyecto, se considera la aplicación del producto CLONEX desarrollado por Growth Technology Ltd.¹, que corresponde a un producto comercial en base a un gel que permite el sellado del tejido cortado y entrega las hormonas enraizantes necesarias para promover el desarrollo de las células meristemáticas de la raíz y las vitaminas para proteger el delicado tejido de las nuevas raíces.

Los esquejes rescatados serán dispuestos en posición vertical en los mesones en el sitio de acondicionamiento, hasta que se verifique el desarrollo de raíces secundarias.

Durante el tiempo de generación de nuevos ejemplares a partir de esquejes, se contempla el siguiente protocolo de manejo sanitario:

- Retiro y eliminación de fragmentos o ejemplares con presencia de pudrición o ataque severo de gusanos.
- Aplicación preventiva de insecticida (por ejemplo, Dimetoato) y fungicida (por ejemplo, Captan) durante el período de residencia en el sitio de aclimatación.

Para que los nuevos ejemplares sean llevados a terreno, se establece como criterio que deben contar con nuevas raíces activas y un buen estado sanitario. Para lo anterior, se estima un tiempo

¹ <https://www.hydrodynamicsintl.com/product/clonex-rooting-gel/>

de residencia de 7 a 8 meses en el sitio de acondicionamiento, en base a la experiencia generada por el Proyecto en la actividad de rescate y relocalización.

2.3 Plantación de ejemplares en sitios de enriquecimiento

Para la plantación se considera un total de 358 ejemplares entre las tres especies a ser dispuestos en terreno, en cuatro (4) sitios de plantación. En los sitios de enriquecimiento, se considera un polígono referencial, donde las superficies específicas a utilizar serán establecidas finalmente previo informe de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), región de Antofagasta, según lo indicado en la Res.Ex. N°3/ROL F-026-2020 SMA. Esta información del número de ejemplares por especie se presenta en la Tabla 1, en tanto que los sitios de enriquecimiento se grafican en la Figura 1.

Tabla 1: Número de ejemplares a plantar por especie y sitio de destino

| Especie | Ejemplares por plantar | Sitio de enriquecimiento |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 192 | Sitio 1 y 2 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 96 | Sitio 3 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 70 | Sitio 4 |
| TOTAL | 358 | |

Fuente: elaboración propia

Figura 1: Polígonos envolventes de los sitios de enriquecimiento propuestos por especie



Fuente: elaboración propia

Con el objeto de maximizar el establecimiento de los ejemplares a disponer en terreno, se establece que la plantación se realizará a partir de mediados de otoño o durante todo el invierno.

En la disposición de los individuos, esto se instalarán en casillas o puntos de plantación con sustrato no compactado y en buen drenaje. Para el caso de *C. humilis* y *P. paucicostatus*, se considera la disposición junto a otros ejemplares vegetales de especies de mayor tamaño, o de rocas dispuestas para ello, de modo que sirvan de abrigo o nodriza.

Todos los ejemplares dispuestos en terreno serán etiquetados y, en dicha etiqueta, se indicará un identificador, el cual estará asociado a una base de datos donde se registrará la coordenada de origen del germoplasma que originó dicho individuo, el tipo de reproducción que le dio origen y la coordenada de plantación dentro del sitio de enriquecimiento donde se disponga.

2.4 Seguimiento y reportes de todos los individuos dispuestos en sitios de enriquecimiento

Se considerará que un grupo o paño de ejemplares relocados tiene éxito, si se verifica el prendimiento de un mínimo de 75% de los ejemplares rescatados al cabo de dos años de realizadas las labores de relocalización o disposición final en terreno. En la Tabla 2 se presentan las metas para el cumplimiento del indicador de éxito de la relocalización, en lo referente al número mínimo de ejemplares a establecer en terreno.

Tabla 2: Metas de prendimiento a partir de los ejemplares a plantar e índice de éxito definido

| Especie | A plantar | Índice éxito (75%) |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Copiapoa cinerea</i> | 192 | 144 |
| <i>Copiapoa humilis</i> | 70 | 53 |
| <i>Pyrrhocactus paucicostatus</i> | 96 | 72 |
| TOTAL | 358 | 269 |

Fuente: elaboración propia

En relación con los monitoreos al establecimiento de los individuos, durante el primer año se consideran monitoreos trimestrales (4 al año), y para el segundo año monitoreos semestrales (2 al año), donde se evaluará la evolución de todos los ejemplares plantados durante los dos primeros años donde se espera alcanzar el índice de éxito definido. De acuerdo con lo anterior, en cada campaña de monitoreo se realizará un censo evaluando los parámetros de prendimiento en la totalidad de los ejemplares dispuestos en terreno. La metodología mediante la cual se realizará este censo es la misma descrita en el documento "Metodología a Utilizar en los Monitoreos. Proyecto Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal – Armazones".

Los resultados de los monitoreos serán consignados en seis (6) informes asociados a cada campaña de terreno, es decir, cuatro (4) el primer año y dos (2) el segundo. La estructura y formato de dichos informes será de acuerdo con la Resolución SMA N° 223/2015, adjuntando en cada caso, la base de datos de los ejemplares actualizada a la fecha de la campaña de monitoreo que se reporte.

En caso de que no se verifique el indicador de éxito, se repondrán los ejemplares muertos a partir de ejemplares disponibles en el sitio de acondicionamiento, de modo de llegar al porcentaje de

éxito establecido. Estos nuevos ejemplares serán etiquetados de acuerdo con lo definido en este documento.

3 Productos y entregables

Los productos consideran lo siguiente:

- Un (1) memorándum técnico con los antecedentes de la actividad de rescate de germoplasma (actividad 2.1).
- Dos (2) memorándums técnicos con los antecedentes del manejo y estado de los ejemplares en la etapa de acondicionamiento (actividad **Error! Reference source not found.**).
- Un (1) memorándum técnico con los antecedentes de la actividad de plantación en los sitios de enriquecimiento (actividad **Error! Reference source not found.**).
- Seis informes de seguimiento de los individuos plantados en los sitios de enriquecimiento: cuatro (4) el primer año y dos (2) el segundo (actividad **Error! Reference source not found.**).

Para la entrega de los documentos finales antes señalados, se elaborará una versión borrador en digital para la revisión del CLIENTE, y una vez que éste se haya aprobado, se emitirá la versión final en formato digital con toda la información generada.

El informe borrador se emitirá a los 20 días hábiles luego de terminada la campaña, para su revisión por parte del CLIENTE.

4 Profesionales

| Nombre Profesional | Profesión | Cargo |
|-------------------------|---|---|
| Luis Faúndez Y. | Ingeniero Agrónomo | Jefe de Proyecto |
| Gustavo Girón A. | Ingeniero Forestal | Coordinador de Proyecto |
| Equipo de Trabajo Biota | Varios profesionales: Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Ingenieros Agrónomos y Técnicos Profesionales. | Apoyo en las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> • Profesionales A y B • Ayudante especializado |

5 Alcances y Exclusiones

En la elaboración de la presente propuesta se han generado los siguientes alcances y exclusiones para el desarrollo del servicio:

- Se excluyen HH y gastos para procesos de acreditación del personal. En caso de ser necesario, la presente propuesta deberá ajustarse.
- Se excluye de esta cotización la subida y reporte del informe a la plataforma de la Superintendencia de Medio Ambiente.

- Se considera que el cliente proporcionará la información, documentos, planos del proyecto y capas digitales del Proyecto.
- La campaña de terreno considera su ejecución en condiciones normales de accesibilidad al área de estudio, mayores tiempos producto de acción de terceros, condiciones climáticas y restricción de accesibilidad, que generen extender los tiempos estimados para esta actividad pueden generar un ajuste al monto del servicio presentado en esta cotización.
- Esta cotización excluye reuniones con la Autoridad y fuera de Santiago, en caso de que sea requerido, se presentará una cotización específica para aprobación por el cliente.

6 Propuesta Económica

En la Tabla 3 se presenta el resumen con los valores de las etapas propuestas para el servicio, en tanto que el detalle de los honorarios se presenta en la Tabla 4 y la estimación de gastos se presenta en la Tabla 5.

Tabla 3: Resumen de valores por etapa

| Etapa | HH (UF) | Gastos (UF) | Total (UF) |
|--|----------------|----------------|-----------------|
| 1. Rescate germoplasma | 1.184,0 | 294,0 | 1.478,0 |
| 2. Manejo y acondicionamiento ejemplares | 1.142,8 | 125,0 | 1.267,8 |
| 3. Plantación en sitios de enriquecimiento | 1.346,4 | 412,0 | 1.758,4 |
| 4. Seguimiento | 4.093,7 | 1.430,4 | 5.524,1 |
| TOTAL | 7.766,8 | 2.261,4 | 10.028,2 |

Tabla 4: Detalle de horas y honorarios por actividad

| Etapa | Ítem | Valor Unitario | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|---|--------------------------|----------------|---------|----------|-------------|
| 1. Rescate de germoplasma | | | | | |
| 1.1 Preparación terreno y traslado | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 24 | 72,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 29 | 75,4 |
| | Profesionales B | 1,7 | UF/Hora | 40 | 68,0 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 94 | 105,3 |
| 1.2 Terreno (1 salidas 7 días efectivos c/u 2 equipos 3 prof cada una) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 70 | 210,0 |
| | Profesionales A | 2,3 | UF/Hora | 70 | 161,0 |
| | Profesionales B | 1,7 | UF/Hora | 140 | 238,0 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 140 | 156,8 |
| 1.3 Reporte (1) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 4 | 12,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 9 | 23,4 |
| | Profesionales A | 2,3 | UF/Hora | 27 | 62,1 |
| 2. Manejo y acondicionamiento de ejemplares | | | | | |
| 2.1 Ingreso germoplasma, etiquetado y micropropagación | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 4 | 12,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 18 | 46,8 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 45 | 50,4 |

| Etapa | Ítem | Valor Unitario | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|--|--------------------------|----------------|---------|----------|----------------|
| 2.2 Mantenimiento ejemplares | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 72 | 216,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 144 | 374,4 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 288 | 322,6 |
| 2.3 Reportes (2) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 9 | 27,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 36 | 93,6 |
| 3. Plantación en sitios de enriquecimiento | | | | | |
| 3.1 Preparación terreno y traslado ejemplares | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 18 | 54,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 18 | 46,8 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 36 | 40,3 |
| 3.2 Terreno (1 salidas 10 días 2 equipos 2 prof+1ayudante) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 100 | 300,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 100 | 260,0 |
| | Profesionales B | 1,7 | UF/Hora | 200 | 340,0 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 200 | 224,0 |
| 3.3 Reporte (1) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 4 | 12,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 9 | 23,4 |
| | Profesionales B | 1,7 | UF/Hora | 27 | 45,9 |
| 4. Seguimiento | | | | | |
| 4.1 Preparación campañas | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 24 | 72,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 54 | 140,4 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 54 | 60,5 |
| 4.2 Monitoreos (6 campaña 7 días efectivos 2 equipos 2 profesionales c/u) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 210 | 630,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 420 | 1.092,0 |
| | Profesionales A | 2,3 | UF/Hora | 210 | 483,0 |
| | Ayudantes especializados | 1,1 | UF/Hora | 840 | 940,8 |
| 4.4 Informes seguimiento (6) | | | | | |
| | Jefe de Proyecto | 3,0 | UF/Hora | 54 | 162,0 |
| | Coordinador proyecto | 2,6 | UF/Hora | 54 | 140,4 |
| | Profesionales A | 2,3 | UF/Hora | 162 | 372,6 |
| SUBTOTAL HONORARIOS ETAPA (UF) | | | | | 7.766,8 |

Tabla 5: Detalle de costos por actividad
1. Rescate germoplasma

| Ítem | Valor Unitario (UF) | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|--------------------------------------|---------------------|-------------|----------|--------------|
| Arriendo vehículo y combustible | 4,0 | día | 36 | 144,0 |
| Viático (alimentación y alojamiento) | 2,5 | persona/día | 54 | 135,0 |
| Materiales | 10,0 | GL/campaña | 1 | 10,0 |
| Imprevistos | 5,0 | GL/campaña | 1 | 5,0 |
| TOTAL GASTOS ESTIMADOS (UF) | | | | 294,0 |

2. Manejo y acondicionamiento de ejemplares

| Ítem | Valor Unitario (UF) | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|------------------------------------|---------------------|--------|----------|--------------|
| Infraestructura | 45,0 | Global | 1 | 45,0 |
| Materiales | 5,0 | Gl/mes | 8 | 40,0 |
| Imprevistos | 5,0 | Gl/mes | 8 | 40,0 |
| TOTAL GASTOS ESTIMADOS (UF) | | | | 125,0 |

3. Plantación en sitios de enriquecimiento

| Ítem | Valor Unitario (UF) | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|--------------------------------------|---------------------|-------------|----------|--------------|
| Arriendo vehículo y combustible | 4,0 | día | 48 | 192,0 |
| Viático (alimentación y alojamiento) | 2,5 | persona/día | 72 | 180,0 |
| Materiales | 30,0 | GL/campaña | 1 | 30,0 |
| Imprevistos | 10,0 | GL/campaña | 1 | 10,0 |
| TOTAL GASTOS ESTIMADOS (UF) | | | | 412,0 |

4. Seguimiento

| Ítem | Valor Unitario (UF) | Unidad | Cantidad | Total en UF |
|--------------------------------------|---------------------|-------------|----------|----------------|
| Pasaje aéreo | 10,0 | Persona | 24 | 240,0 |
| Traslado aeropuerto | 2,1 | Persona | 24 | 50,4 |
| Arriendo vehículo y combustible | 4,0 | día | 168 | 672,0 |
| Viático (alimentación y alojamiento) | 2,5 | persona/día | 168 | 420,0 |
| Materiales | 3,0 | GL/campaña | 6 | 18,0 |
| Imprevistos | 5,0 | GL/campaña | 6 | 30,0 |
| TOTAL GASTOS ESTIMADOS (UF) | | | | 1.430,4 |

PROPUESTA

Campaña de monitoreo de micromamíferos y reptiles

PDC Suministro Eléctrico Complejo Astronómico Paranal - Armazones

PROP-094-2020



PARA

Alondra Leal Maldonado.
Sub Gerente Asuntos Corporativos y
Sustentabilidad
Grupo Saesa S.A

FECHA: Agosto 2020

LA CONCEPCIÓN 322, OFICINA 1201, PROVIDENCIA
TELÉFONO: +56 226047604
EMAIL: INFO.AMBIENTAL@ECOS-CHILE.COM
WEB: WWW.ECOS-CHILE.COM
LINKEDIN: @ECOSCHILE

Santiago, 24 agosto de 2020

Señora

Alondra Leal

Sub gerente de asuntos corporativos
y sustentabilidad.
Grupo SAESA S.A.

Presente

Ref.: Propuesta "Campaña de
monitoreo de micromamíferos y
reptiles".

De nuestra consideración:

De acuerdo a lo solicitado, adjunto propuesta de trabajo para realizar las actividades que a continuación se describen.

I INTRODUCCIÓN

Conforme a lo solicitado por Alondra Leal, a continuación se presenta propuesta de trabajo por los servicios de Campaña de monitoreo de Herpetofauna y Micromamíferos asociado al programa de cumplimiento aprobado en tramitación conforme las indicaciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, mediante Res. Ex. N°1/ROL F-026-2020, del 19 de mayo 2020.

II ALCANCES

De acuerdo con el requerimiento, los alcances del servicio consideran lo siguiente:

- Monitoreo de seguimiento de micromamíferos y reptiles.

III PROPUESTA METODOLÓGICA

La propuesta metodológica que se presenta a continuación, describe los pasos para la realización del servicio solicitado por SAESA S.A., a saber:

III.1 PLAN DE SEGUIMIENTO DE MICROMAMÍFEROS Y REPTILES

El plan de seguimiento de micromamíferos tiene como objetivo determinar la riqueza y abundancia, en la zona de emplazamiento del proyecto con el fin de determinar el estado de la población de micromamíferos y reptiles presentes en el lugar.

Respecto de la frecuencia de los monitoreos, se realizará una campaña de monitoreo en cada estación del año (primavera, verano, otoño e invierno), con el fin de abarcar los diferentes comportamientos a través del año calendario.

El Plan de seguimiento contendrá:

- Objetivos
- Metodología de levantamiento de información y análisis de biodiversidad.
- Re portabilidad de plan de seguimiento de micromamíferos y reptiles.
- Frecuencia y duración de los monitoreos.

El monitoreo será efectuado trimestralmente, por 12 meses, a partir de dos meses después de la notificación de aprobación del PdC. **El número de campañas de monitoreo corresponde a 4 actividades.**

El reporte de monitoreo se elaborará en base a la Resolución Ext. N° 223 de 2015, de la Superintendencia de Medio Ambiente.

IV EXPERIENCIA

ECOS (Environmental Compliance Services) es una empresa de asesoría y consultoría dedicada a proveer servicios especializados orientados a la gestión del cumplimiento ambiental y social.

ECOS nace de la experiencia de sus socios en materia medio ambiental, teniendo como objetivo el resolver los desafíos que presentan para las empresas el cumplimiento en el marco de la Institucionalidad Ambiental del País.

Generamos herramientas, establecemos estrategias y entregamos soluciones innovadoras de acuerdo con las necesidades de cada uno de nuestros clientes.

En lo específico, ECOS ha realizado servicios de apoyo en la implementación de PDC, en el marco de procesos sancionatorios de la Superintendencia de Medio Ambiente, para empresa Mineras, de Energía, Industriales, Sanitarias, entre otras. Más información en <http://www.ecos-chile.com>.

V EQUIPO DE TRABAJO

A continuación se describe brevemente la formación y experiencia del equipo de trabajo

Profesionales Seniors

El Sr. **Cristian Pérez**, Médico Veterinario y Magíster en Gestión y Planificación Ambiental por la Universidad de Chile. Cuenta con Diplomados en Gestión Ambiental en la Universidad de Chile, y Ciencias y Tecnologías para la Protección Ambiental en La Universidad de Santiago. Actualmente cursa estudios de doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias en la Universidad de Chile. Hasta diciembre de 2014 le correspondió liderar la Unidad de Biodiversidad en la División de Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente. Cuenta con una amplia experiencia en gestión ambiental, biodiversidad y generación de líneas base asociadas a la componente Biodiversidad. Adicionalmente en la actualidad es jefe del Programa de Gestión Ambiental Veterinaria, de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Chile.

El sr. **Iván Honorato Vidal**, Ingeniero Ambiental de la Universidad de Valparaíso, Máster en Contaminación y Toxicología Ambiental de la Universidad del País Vasco, España, Máster en Gobernanza de Riesgo y Recursos Naturales de la Universidad de Heidelberg, Alemania, Diplomado en Sistemas de Ambiental, Calidad y Seguridad de la Universidad de Chile y Auditor interno en Sistemas de Gestión Integrado de BVQI. Hasta enero de 2019, trabajo en la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), teniendo bajo su responsabilidad el programa nacional de fiscalización ambiental, la coordinación de 16 organismos del Estado de Chile que participan de los procesos de fiscalización ambiental, y el desarrollo de las plataformas informáticas de fiscalización y reportabilidad ambiental. También ha trabajado en el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA), en la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), en la Fundación Chile (FCH) y en empresas privadas.

Líderes de equipo

La Srta. **Ivonne Quintana** Ingeniero Civil en Geografía de la Universidad de Santiago de Chile, posee 11 años de experiencia en el sector privado desarrollando labores para Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental, además de auditorías

ambientales; elaboración de líneas de base de Paisaje; estimación de emisiones atmosféricas; planes de compensación de emisiones; análisis de efectos ambientales; análisis de estados de compromisos ambientales diferentes componentes; colaboración en la respuesta a observaciones de programas de cumplimiento en procesos de aprobación; entre otros.

Especialistas Herpetofauna

Sr. **Gabriel Lobos Villalobos**, Médico Veterinario y Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias de la Universidad de Chile. Con extensa experiencia en estudios de biodiversidad y ecología. Ha participado en estudios de línea de base en el marco del SEIA, relacionado a ecosistemas terrestres, específicamente para vertebrados terrestres, quirópteros, micromamíferos y avifauna y ecosistemas acuáticos, tanto limnológicos como de fauna íctica. Además, ha participado en programas de monitoreos, en planes de perturbación controlada y rescate-relocalización de fauna, rescate y relocalización de Herpetozoos y fauna terrestre, tanto vertebrados como micromamíferos. Ha participado en diversas publicaciones y proyectos de investigación tanto en el mundo privado como en organismos públicos.

El Sr. **Cristóbal Bravo**, Biólogo Marino de la Universidad de Concepción y Magister en Manejo de Recursos Naturales de la Universidad de la Frontera. Profesional con experiencia en coordinación de áreas de producción, medio ambiente y tramitación de proyectos en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental. Especialista en medio marino, limnología y calidad de agua.

Profesionales staff

Se considera la participación el Ingeniero Forestal de la Universidad de Chile, **Sr. Jorge Zavala**; la Geógrafo de la P. Universidad Católica de Chile **Srta. Natalia Gómez**. Ante la eventualidad de ser necesario efectuar alguna modificación en el equipo de profesionales propuesto, el reemplazo se efectuará por profesionales de experiencia equivalente, previa aceptación por parte de SAESA S.A.

VI CRONOGRAMA DE TRABAJO Y PLAZOS

El desarrollo del servicio considera un plazo de 12 meses, incluyendo elaboración la documentación y actividades descritas en los alcances de la presente propuesta.

VII COSTOS Y FORMA DE PAGO

Se estima un costo de **1.480 UF** asociados a las actividades del monitoreo de herpetofauna y micromamíferos.

Tabla 1. Costos estimativos del proyecto

| Actividades | Nº Campañas | Total |
|--|-------------|--------------|
| Campaña de monitoreo Herpetofauna y Micromamíferos | 4 | 1.480 |
| Total UF | - | 1.480 |

El valor de los servicios se debe considerar como sumaalzada y exento de IVA.

Se propone que los estados de pago se realicen de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 2: Resumen hitos de pago

| Pago | Porcentaje de cobro | Hito |
|------|---------------------|--|
| 1 | 25% | Una vez entregada la orden de proceder |
| 2 | 25% | Una vez realizado la segunda campaña |
| 3 | 25% | Una vez realizado la tercera campaña |
| 4 | 25% | Una vez realizado la cuarta campaña |

Al respecto de los gastos reembolsables, los mismos serán justificados con boletas o facturas y serán entregados a Saesa para su revisión y aprobación. Debiendo ser cancelados, de acuerdo a los plazos conversados y acordados entre las partes.

La presente propuesta tiene una vigencia de 30 días a partir de la fecha de entrega.

Iván Honorato
ECOS CHILE SPA