



278

Santiago, 8 de Mayo de 2013
PL-0097/2013

Señor
Sebastián Avilés Bezanilla
Fiscal Instructor
Unidad de Instrucción de Procedimientos Sancionatorios
Región Metropolitana
Presente

REF.: Responde Ordinario N° 171 de la Superintendencia del Medioambiente.

Estimado Fiscal:

Por medio de la presente, me dirijo a Ud. con el propósito de dar respuesta a las solicitudes contenidas en el Ordinario N° 171, de fecha 6 de mayo de 2013.

Para efectos de lograr una mayor claridad de nuestra respuesta y mantener el orden del Ordinario, transcribimos, donde corresponde, la solicitud realizada.

- I. *“1° El costo de construcción de la extensión del Canal Perimetral Norte Inferior, de manera de haber construido la obra de salida en un lugar indicado.”*

De la solicitud indicada, podemos informar que el costo de la obra objeto de esta consulta, asciende aproximadamente a 17.360.743 dólares americanos. Los cuales se desglosan de la siguiente forma:

Materiales	Costo (Dólares)
Tubería HDPE Corrugada D=1200mm	3,545,548
Geomembrana HDPE e2.5mm	1,128,202
Hormigon H25	394,227
Tubería HDPE Corrugada D=800 m	1,806,644
Malla de Contención con pernos de anclaje	2,737,800
Concrete H30 (Camaras Intermedias)	610,114
Cañería 4" promedio SS 316L	857,384
Costo Materiales	11,079,918
Construcción, demolición, excavación, relleno.	6,280,825
Costo Total	17,360,743

Direcciones:

Alto del Carmen, 31 de enero S/N, fono: 051-202503. Vallenar, Ochandía 1460, fono: 051-202255. Copiapó, Callejón Diego de Almagro 204; fono: 052- 234832. Coquimbo, Barrio Industrial, sitio 58, Alto peñuelas; fono: 051-202208



II. *“2° El costo de inversión, incluida la construcción, de las siguientes obras:*

- a) Unidad de Oxidación mediante peróxido de hidrógeno.*
- b) Planta de Osmosis Inversa o Tratamiento Secundario Alternativo.*
- c) Evaporación Forzada.”*

- Para la Unidad de Oxidación mediante Peróxido de Hidrógeno, el costo de inversión asciende aproximadamente 321.657 dólares americanos.
- En el caso de la Planta de Osmosis Inversa, la inversión será aproximadamente 9.519.670 dólares americanos. Se adjunta carta de recomendación (**Anexo A**)
- Por último, respecto a la implementación del sistema de Evaporación Forzada, se calculó que su costo de inversión será aproximadamente 1.808.717 dólares americanos.

III. *“3° Plazo de construcción de las obras individualizadas en el numeral 2° precedente.”*

De la consulta indicada, podemos informar que los plazos para la construcción de las diversas unidades señaladas será el siguiente:

- La unidad de oxidación tomará un plazo aproximado de 7 meses.
- Respecto de la Planta de Osmosis Inversa, su construcción tomará un plazo aproximado de 7 meses.
- Por último, el sistema de Evaporación Forzada, estará construido en 7 meses aproximadamente.

Se optimizará el tiempo de la construcción de las instalaciones trabajando en forma paralela.

IV. *“4° Costo de operación mensual de las obras individualizadas en el numeral 2° del presente acto.”*

Tomando en consideración que la Planta de Tratamiento de Aguas de Contacto actúa en conjunto y simultáneamente con las demás obras mencionadas en el numeral 2 del Ordinario N° 171, en comento, se entrega un costo de operación mensual promedio por todas las obras.

Direcciones:

Alto del Carmen, 31 de enero S/N, fono: 051-202503. ValLENAR, Ochandía 1460, fono: 051-202255. Copiapó, Callejón Diego de Almagro 204; fono: 052- 234832. Coquimbo, Barrio Industrial, sitio 58, Alto peñuelas; fono: 051-202208



BARRICK

En este sentido, podemos indicar que el costo de operación mensual para las obras solicitadas, esto es, para la Planta de Osmosis Inversa, la Unidad de Oxidación y el Sistema de Evaporación Forzada, será aproximadamente de 5.520 dólares americanos.

V. *“4º Costo de operación mensual de la batería de pozos de aguas subterráneas.”*

El costo destinado para operar mensualmente la batería de pozos de agua subterráneas será de 2.000 dólares americanos.

VI. *“Informe final acerca de los resultados de la limpieza de las vegas andinas afectadas como consecuencia de las infracciones objeto del presente procedimiento. Dicho informe deberá contener la siguiente información:*

- a) Superficie afectada y superficie limpiada.*
- b) Listado de especies de flora.*
- c) Flora limpiada y/o retirada.”*

Se adjunta al presente, **Anexo B**, denominado *“Informe final recuperación zona afectada por el alud en sector río Estrecho proyecto Pascua Lama”* de fecha mayo 2013, que da cuenta de los resultados de limpieza de las vegas andinas, detallándose la superficie afectada y limpiada; el listado de especies de flora; y la flora limpiada y/o retirada.

Sin otro particular, y quedando desde ya atento a vuestra respuesta, le saluda muy atentamente,

Derek Riehm
Representante Legal
Compañía Minera Nevada SpA

Direcciones:

Alto del Carmen, 31 de enero S/N, fono: 051-202503. Vallenar, Ochandía 1460, fono: 051-202255. Copiapó, Callejón Diego de Almagro 204; fono: 052- 234832. Coquimbo, Barrio Industrial, sitio 58, Alto peñuelas; fono: 051-202208



Anexo A

Direcciones:

Alto del Carmen, 31 de enero S/N, fono: 051-202503. Vallenar, Ochandia 1460, fono: 051-202255. Copiapó, Callejón Diego de Almagro 204; fono: 052- 234832. Coquimbo, Barrio Industrial, sitio 58, Alto peñuelas; fono: 051-202208



Reply Requested: No
Date Required:

Coquimbo, 06 May, 2013

L-NEVA-FL-1170-PM-00055/2013

Mr. Michael A. Rogers
Project Director Pascua Lama
Fluor Chile Engineering & Construction S.A
Fluor-Argentina Inc.-Techint
Pascua Lama Project
Isidora Goyenechea 2800, Floor 30
Titanium Building
Santiago, Chile

Subject: P7SL-4-07001-01, LOR for Reverse Osmosis Plant for Pascua Water Management. Award Value: [REDACTED]

Reference:

Dear Michael,

The subject Letter of Recommendation (LOR) is hereby approved. Please proceed with final negotiations and award. As this RO Plant is part of the critical Pascua Water Management work scope, I would ask that this be treated as a high priority, and that Fluor assign both expediting and quality inspection services. The status of this Purchase Order will be tracked in our regular Water Management meetings, and as such we would appreciate receiving regular production and delivery updates.

Sincerely,

Charles A. Cappello
Project Director

CC/ LW /OZ/ Id

CC:

Barrick:

A. Cameron B. Bradley T. Boggess M. Stanley D. Solis

Fluor:

G. Frattolin E. Amigo



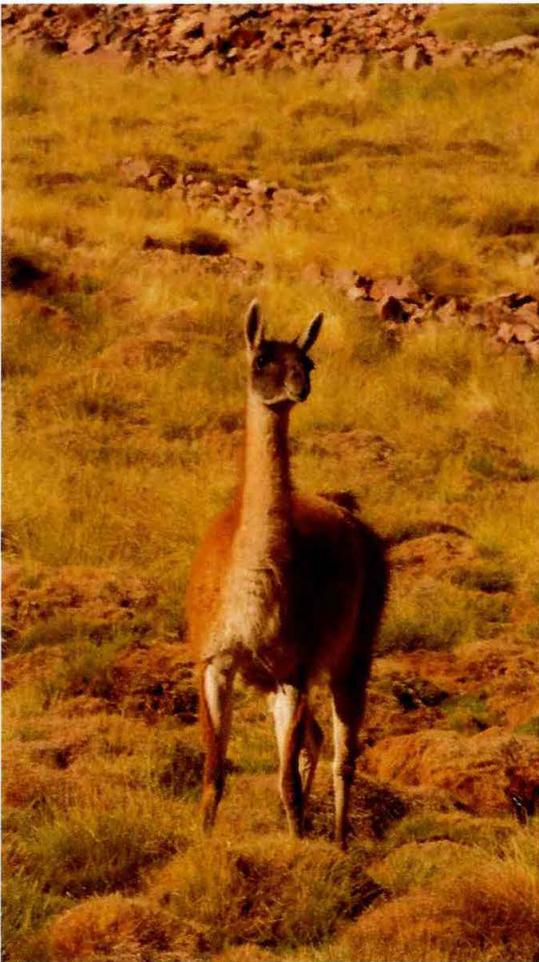
Anexo B

Direcciones:

Alto del Carmen, 31 de enero S/N, fono: 051-202503. Vallenar, Ochandía 1460, fono: 051-202255. Copiapó, Callejón Diego de Almagro 204; fono: 052- 234832. Coquimbo, Barrio Industrial, sitio 58, Alto peñuelas; fono: 051-202208

INFORME FINAL RECUPERACIÓN ZONA
AFECTADA POR EL ALUD EN SECTOR RIO
ESTRECHO PROYECTO PASCUA LAMA

Mayo 2013



Rodrigo Villalobos Aguirre

Experto en Biodiversidad
Médico Veterinario
Universidad de Chile

Ricardo Pino Riffo

Experto en Biodiversidad
Médico Veterinario
Universidad de Chile

Verónica Lopez

Experto en Biodiversidad
Médico Veterinario
Universidad Mayor

Sergio Araya Díaz

Experto en Biodiversidad
Ingeniero en RR.NN.RR
Universidad de Chile

INDICE

1.0	INTRODUCCIÓN	2
2.0	OBJETIVO GENERAL	2
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3.0	METODOLOGÍA	3
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	4
4.0	RESULTADOS	5
4.1	EVALUACIÓN DE LOS AMBIENTES AFECTADOS EN EL ÁREA	5
4.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES OBSERVADAS EN EL ÁREA	7
4.3	DESCRIPCIÓN DE AVANCES EN LAS LABORES DE TERRENO	15
5.0	DISCUSIÓN	27
6.0	REFERENCIAS	29

1.0 INTRODUCCIÓN

Los aludes y aluviones son eventos naturales que transportan material detrítico el cual depositan transitoria o permanentemente. En la cordillera de los Andes estos eventos son comunes sobretodo en épocas lluviosas como Invierno o Verano, pero más en esta última, debido a que generalmente las lluvias son acompañadas de altas temperaturas que derriten las nieves y aumentan el caudal de este evento natural.

El presente informe presenta los resultados del monitoreo y evaluación sobre flora, vegetación y fauna silvestre, del sector afectado por el alud ocurrido durante el mes de enero del 2013, el cual afecto zonas de laderas y vegas ubicadas en el sector de Río Estrecho, Pascua Lama, Región de Atacama. De acuerdo a la información proporcionada por personal ambiental de Compañía Minera Nevada, el acontecimiento ocurrió por arrastre de coluvios entre el punto de descarga del Canal perimetral norte inferior y la piscina de sedimentación norte. Las causas probables fueron las lluvias ocurridas y el deshielo que aumentó el caudal arrastrando el coluvio, material rocoso, barro y agua hacia las vegas ubicadas en el sector de Río Estrecho.

2.0 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la flora, vegetación y fauna silvestre presente en el área del alud en la cuenca del Río Estrecho, Pascua Lama, Región de Atacama y describir las actividades de recuperación de las vegas afectadas.

2.1 Objetivos específicos

- Realizar un listado potencial de las especies presentes en la cuenca del Río Estrecho.
- Identificar los principales ecosistemas afectados.
- Identificar en terreno las especies afectadas, clasificadas como mamíferos, aves, reptiles, anfibios y flora y vegetación, evaluando el nivel y forma en que fueron afectadas.
- Identificar el estado de conservación de las especies presentes en el área afectada, según la legislación vigente.
- Dar lineamientos para la mitigación del impacto identificado.

3.0 METODOLOGÍA

Para el estudio en terreno del área afectada se realizaron transectos de ancho y largo variable con el propósito de evaluar los límites de los aludes ocurridos e identificar los hábitats y posibles especies afectadas. Por medio de estos mismos se realizarán conteos de fauna, buscando además signos indirectos de su presencia como fecas, huellas, plumas, madrigueras, restos óseos, etc. Para la identificación de las especies se utilizó la bibliografía específica para cada grupo de animales (aves, mamíferos, herpetofauna).

En el caso de especies vegetales, se realizaron conteos específicos de llaretas (*Azorella madreporica*) por medio de parcelas circulares de 500 mt² y parcelas rectangulares de 100 mt² para el conteo de *Chaetanthera acheno-hirsuta* y *Senecio segethii* ambas en categoría Vulnerable. El nivel de afectación de las especies fue medido según 3 niveles: Bajo (pérdida de hábitat de poca extensión), Medio (pérdida de hábitat e individuos) y Alto (pérdida de hábitat de alta extensión e individuos).

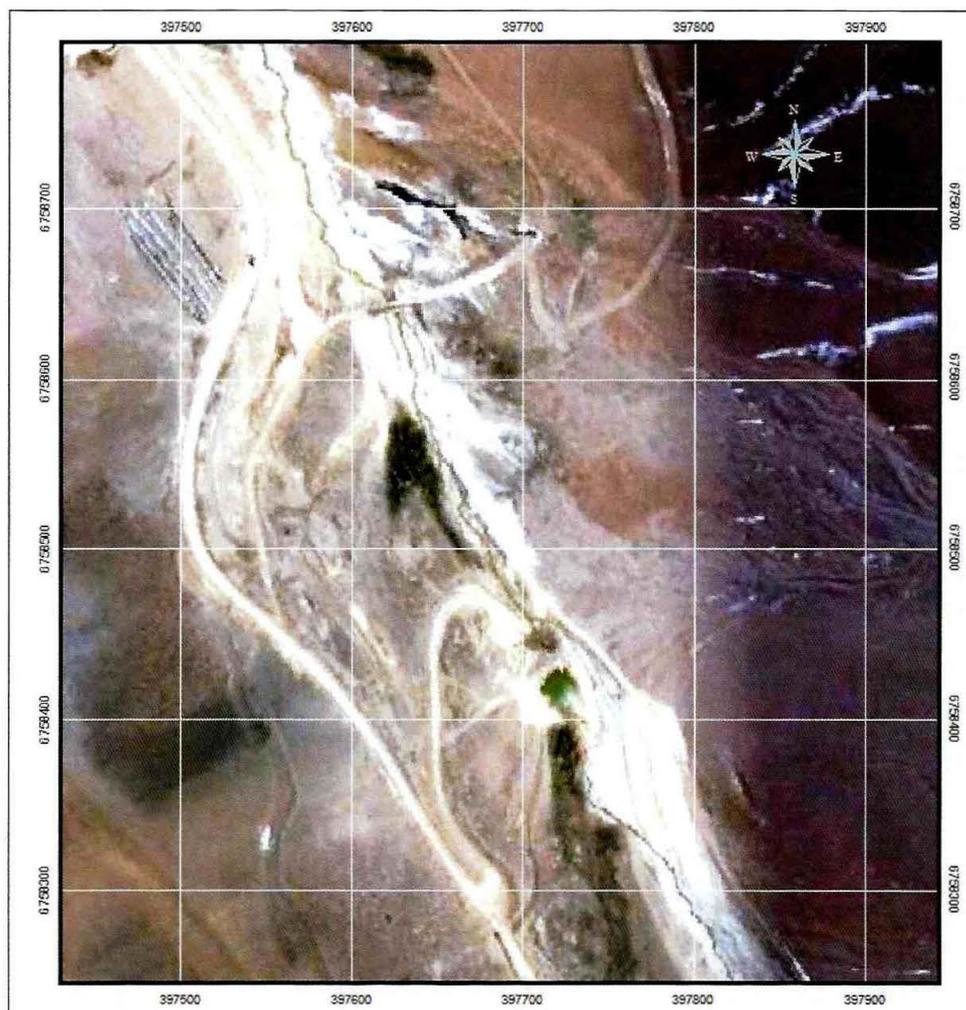
Para identificar las categorías de Conservación de cada especie se utilizó las fuentes oficiales, tales como la Ley de Caza (SAG 2012) y la Lista Roja de la UICN. Para las especies vegetales se utilizó el Libro rojo de la flora nativa de Atacama (Squeo et al. 2008), los listados oficiales de Chile (Decretos Supremos N° 151, N° 50, N° 51, N° 23, N° 33, N° 41 y N° 42 de Ministerio Secretaria General de la Presidencia y MMA) y la UICN. Estas clasificaciones son: En Peligro (EP), Vulnerable (VU), Rara (R), Inadecuadamente conocida (IC), Amenaza Indeterminada (A), No Definido (ND), No Clasificada (NC), Fuera de Peligro (FP), No Evaluada (NE), Extinta (E), Low Concern (LC).

La recuperación de las vegas fueron realizadas por una cuadrilla de trabajadores compuesta por un número aproximado de entre 6 a 12 trabajadores y 2 operadores de retroexcavadoras pequeñas, quienes retiraron en una primera etapa la capa gruesa de material con ayuda de las maquinarias, posteriormente de forma manual, con ayuda de palas y rastrillos y finalmente limpiando con chorros de agua el material fino sobre la vegetación. Las actividades fueron dirigidas todo el tiempo por los investigadores, tardando aproximadamente 1 mes en concluir la tarea.

3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en el cajón del Río Estrecho (WGS 84, UTM X: 397714 Y: 6758450) en un sector cercano al camino hacia el rajo Pascua Lama, involucrando hábitats de vega y estepa principalmente en ladera de exposición noroeste.

Figura 1. Imágen satelital del Área de estudio.

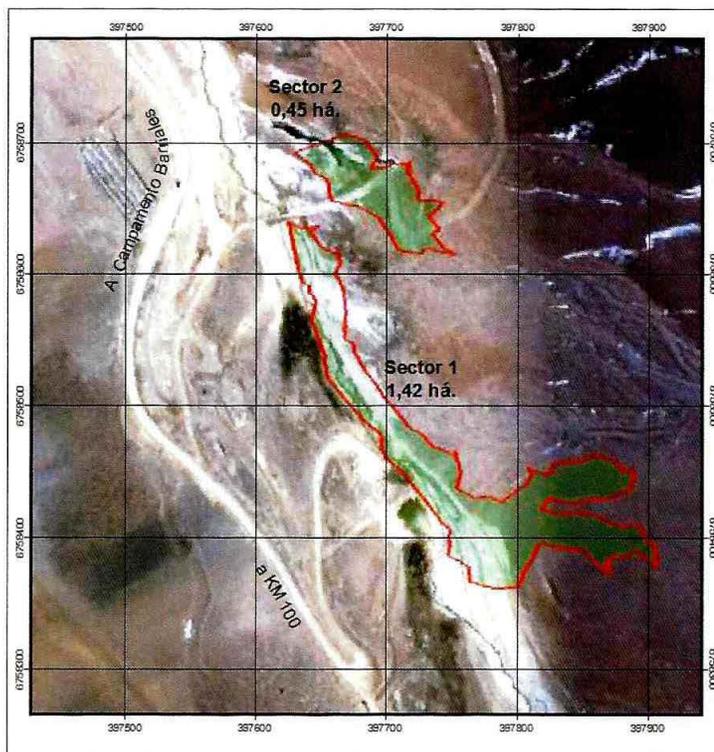


4.0 RESULTADOS

4.1 Evaluación de los ambientes afectados en el área

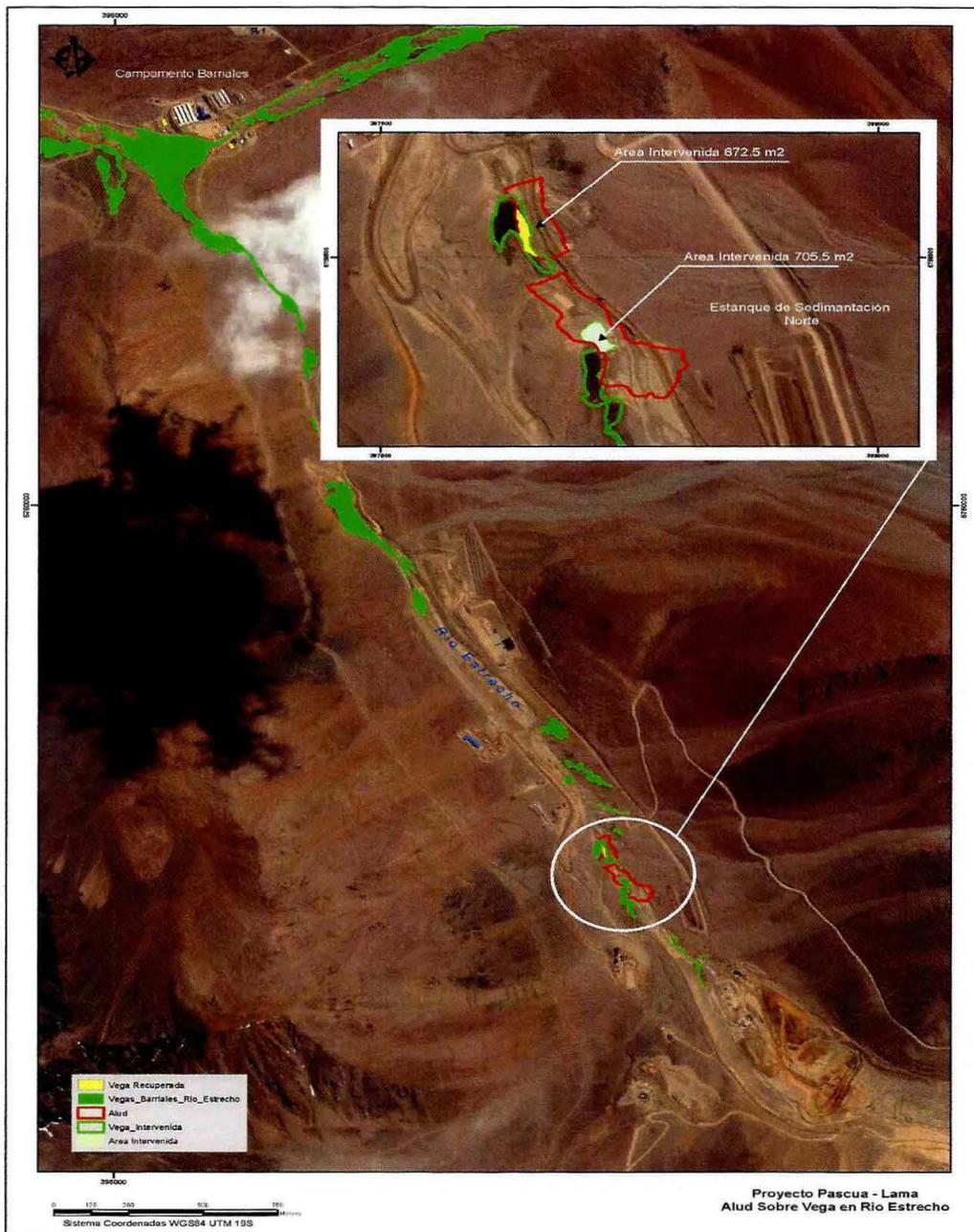
Según lo observado y medido en terreno, el alud bajó por la ladera de exposición suroeste del cajón del Río Estrecho, producto del colapso de canales de transporte de agua. Prosiguió su marcha en el fondo de quebrada afectando el cauce del Río Estrecho, dividiéndose en dos masas de rocas y barro que afectaron dos áreas, una de 1,42 Há y otra de 0,45 Há, comprometiendo ambientes de vegas, estepas en ladera y planicies rocosas (Figura 2). Estas superficies fueron estimadas por medio "tracks" con GPS, evaluando sólo las áreas con hábitats afectados y restando zonas sin vegetación como caminos preexistentes y laderas de altura. Mediante la observación visual de las zonas bajas que continúan por el lecho de río, no se encontraron más zonas cubiertas por aludes, ni tampoco ningún efecto negativo a la biodiversidad.

Figura 2. Áreas afectadas (en rojo) por el alud en el sector del Río Estrecho.



La totalidad de las obras de remoción y limpieza de material sobre áreas de vega afectadas se efectuaron en el sector uno contemplando dos áreas de trabajo, las que se grafican a continuación.

Figura 3. Áreas de vega afectadas en Sector



La superficie total de vega afectada se estimó en 1.378 m², de las cuales se logro recuperar 486, 6 m², las labores de limpieza efectiva contemplaron la totalidad de esta superficie.

4.2 Identificación y evaluación de las especies observadas en el área

4.2.1 Fauna

Durante las prospecciones en terreno se ha identificado a 10 especies de vertebrados presentes en el área afectada, estas se componen por 4 mamíferos, 5 aves y 1 reptil. Mediante la observación directa, se han cuantificado un grupo familiar de 5 individuos de *Lama guanicoe* (guanaco) (fotografía 1) en un sector contiguo al área del alud, en ambiente de bofedal ubicado en la ladera de exposición noreste. Además, se ha observado al reptil *Liolaemus robertoi* (1 individuo adulto y 6 juveniles, fotografía 2), las aves *Muscisaxicola cinereus* (dormilona cenicienta, 4 individuos, fotografía 3), *Phrygilus unicolor* (pájaro plomo, 2 individuos) y *Attagis gayi* (perdicita cordillerana, 2 individuos, fotografía 4), en el mismo sector ya mencionado. Mediante el método de encuentro de signos indirectos de presencia de fauna (búsqueda de heces, huellas, madrigueras, etc) se idinfirió la presencia de *Chloephaga melanoptera* (piuquén), *Lophonetta specularioides* (pato juarjual), *Phyllotys xanthopygus* (ratón de vientre amarillo), *Abrothrix andinus* (ratón lanudo andino) y *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo). En los siguientes cuadros se mencionan las especies detectadas y la forma y nivel en que fueron afectadas.

Tabla 1. Mamíferos detectados en el área de estudio, la forma y nivel en que los afecta el alud y su estado de conservación según la legislación vigente.

Nombre científico	Nombre común	Ambiente observado	Estado de Conservación	Forma de afectación	Nivel
MAMIFEROS					
ARTIODACTYLA					
Camelidae					
<i>Lama guanicoe</i>	guanaco	bofedal y vega	VU	Pérdida de hábitat	Bajo
CARNIVORA					
Canidae					
<i>Lycalopex culpaeus</i>	zorro culpeo	Estepa	FP	Pérdida de hábitat	Bajo
Rodentia					
<i>Abrothrix andinus</i>	ratón lanudo andino	Estepa	FP	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Phyllotys xanthopygus</i>	ratón de vientre amarillo	Estepa	FP	Pérdida de hábitat	Bajo

AVES					
ANSERIFORMES					
Anatidae					
<i>Chloephaga melanoptera</i>	piuquén	bofedal y vega	R	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Lophonetta specularioides</i>	pato juarjual	bofedal y vega	ND	Pérdida de hábitat	Bajo
CHARADRIIFORMES					
Thinocoridae					
<i>Attagis gayi</i>	perdicita cordillerana	bofedal y vega	R	Pérdida de hábitat	Bajo
FALCONIFORMES					
Falconidae					
<i>Phalcooboenus megalopetrus</i>	Carancho cordillerano	Bofedal, vega y estepa	ND	Pérdida de hábitat	Bajo
PASSERIFORMES					
Tyrannidae					
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	dormilona chica	bofedal, vega y estepa	ND	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	dormilona fraile	bofedal, vega y estepa	ND	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Muscisaxicola cinereus</i>	Dormilona cenicienta	Bofedal, vega y estepa	ND	Pérdida de hábitat	Bajo
REPTILES					
Liolaemidae					
<i>Liolaemus robertoi</i>	lagartija de Roberto	estepa y sectores rocosos	ND	Pérdida de hábitat e individuos	Medio

Fotografía 1. Grupo familiar de guanacos en vegas de ladera norte del cajón del Río Estrecho.



Fotografía 2. Lagartija de Roberto (*Lioalemus robertoi*) observado cercano al bofedal de ladera de exposición norteste del cajón del Río Estrecho.



Fotografía 3. Dormilona cenicienta (*Muscisaxicola cinereus*)



Fotografía 4. Perdicitita cordillerana (*Attagis gayi*) observada alimentándose en bofedal adyacente al área del alud.



4.2.2 Flora y vegetación

La flora observada se compone de 22 especies, 16 de ellas se encuentran en el ambiente de estepa ubicado en la ladera de exposición noroeste principalmente, donde ocurrió el alud, y 6 de ellas en el ambiente de vega.

La vegetación corresponde a la unidad zonal del piso andino inferior descrita por Squeo et al. (1993), la que se distribuye entre los 3500 y 4200 msnm. La vegetación característica corresponde a especies con crecimiento en cojín y subarbustos, y la cobertura vegetal varía entre un 5% y 50% según las características del sustrato.

A continuación se presenta el listado de flora registrada en el área de estudio según el hábitat observado (Tabla 2).

Tabla 2. Flora observada en los diversos ambientes, forma y nivel en que fue afectada.

Especie	Nombre común	Ambiente	Estado de conservación*	Forma en que fue afectada	Nivel
<i>Deyeuxia sp.</i>	-	Vega y bofedal	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Mimulus sp.</i>	placa	Vega y bofedal	-	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Oxychloe sp.</i>	-	Vega y bofedal	-	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Puccinellia frigida</i>	pasto alcali	Vega y bofedal	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Triglochin sp.</i>	-	Vega y bofedal	-	Pérdida de hábitat	Bajo
<i>Deschampsia sp.</i>	coirón	Vega y bofedal	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Azorella madreporica</i>	llaretila	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Junellia uniflora</i>	placa oscura	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Oxalis hipsophylla</i>	vinagrillo	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Senecio segethii</i>	-	Estepa, ladera rocosa	VU	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Nototriche holosericea</i>	-	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Chaetanthera acheno-hirsuta</i>	chinita	Estepa, ladera rocosa	VU	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Trisetum sp.</i>	-	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Pappostipa chrysophylla</i>	coirón amargo	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Pappostipa sp.</i>	-	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Cistanthe humilis</i>	-	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio

<i>Menonvillea cuneata</i>	-	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Lenzia chamaepitys</i>	pinito	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Montiopsis copiapina</i>	hierba del chancho	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Calandrinia uniflora</i>	.	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Calceolaria filicaulis subsp. luxurians</i>	-	Estepa, ladera rocosa	-	Pérdida de hábitat e individuos	Medio
<i>Chaetanthera sphaeroidalis</i>	flor de puna	Estepa, ladera rocosa	FP	Pérdida de hábitat e individuos	Medio

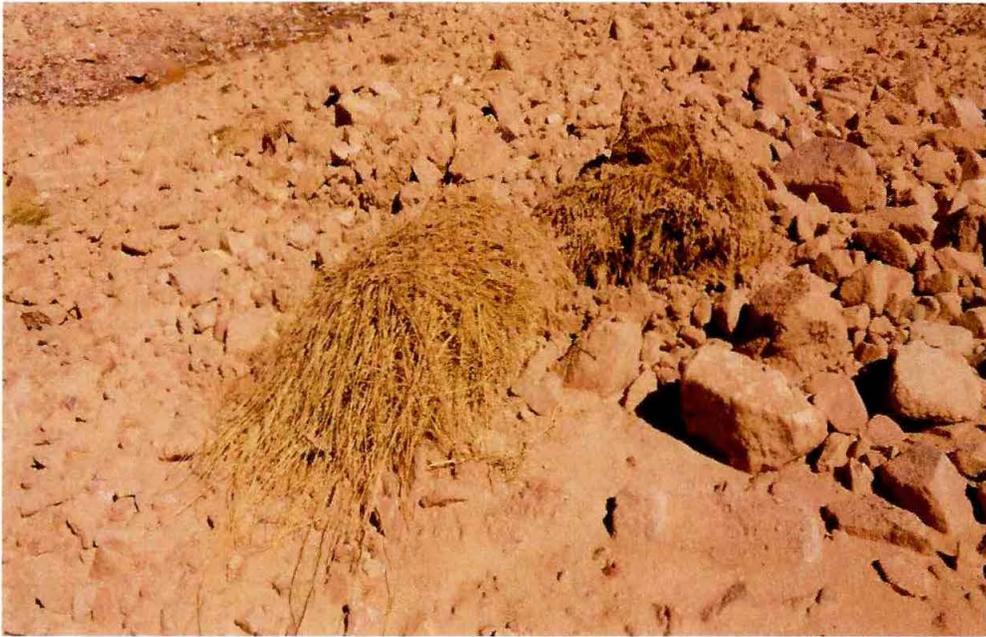
***Categorías según Squeo et al. 2008**

La limpieza de vegetación, en el ambiente de la vega, fue realizada principalmente a las especies *Oxychloe sp.*, *Deyeuxia sp.*, *Puccinellia frigida* y *Triglochin sp.* que dominan este hábitat.

Para evaluar el efecto sobre la especie *Azorella madreporica* (llareta) se realizaron parcelas circulares de 500 mt², cuantificando el número de individuos dentro de ella. En total se realizó 4 parcelas en sectores adyacentes a los aludes. Los valores máximo y mínimo fueron de 75 individuos para la parcela más abundante y 23 ejemplares en la menos abundante..

Respecto a las parcelas de 100 mt² para el conteo de *Chaetanthera acheno-hirsuta* y *Senecio segethii*, se realizó 4 parcelas en la ladera de exposición noroeste en sectores adyacentes al deslizamiento de tierra, estimando en promedio 19200 ind/há de la especie *Chaetanthera acheno-hirsuta* y 650 ind/há para *Senecio segethii*.

Fotografía 5. Especies vegetales afectadas por el alud.



Fotografía 6. *Deyeuxia* sp.



Fotografía 7. *Mimulus sp.*, *Oxychloe sp.* y afín *Puccinellia frigida*.



Fotografía 8. *Chaetanthera acheno-hirsuta* especie en categoría Vulnerable (Squeo et al. 2008)



Fotografía 9. *Senecio segethii* especie en categoría Vulnerable (Squeo et al. 2008)



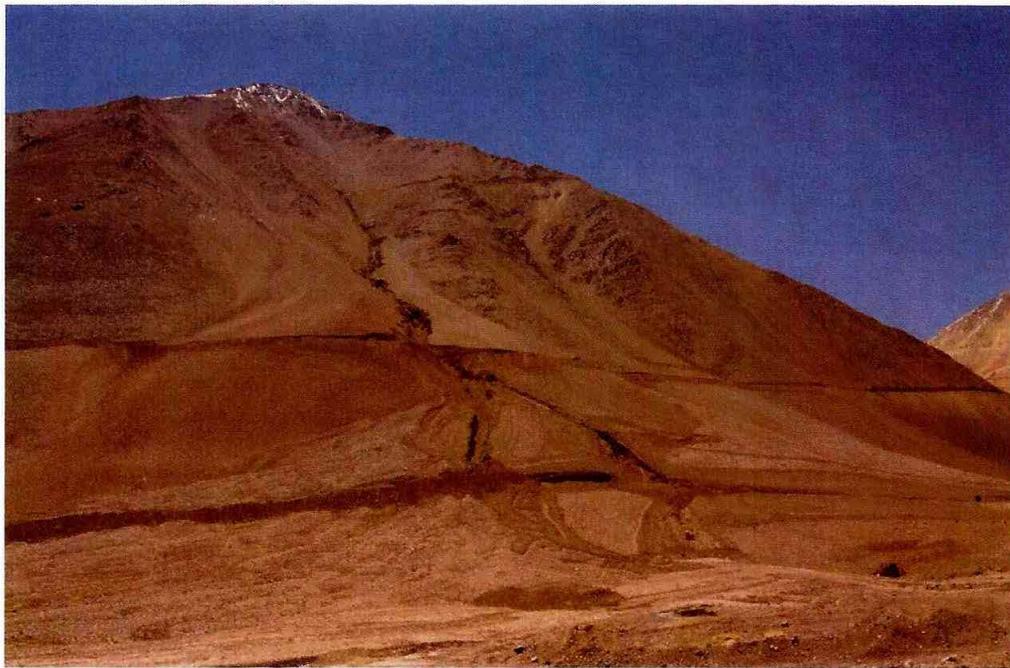
4.3 Descripción de avances en las labores de terreno

A continuación se describen de manera parcelada las diferentes labores que contempló la obra en su conjunto en el sector especificado anteriormente.

- **Barreras de contención**

Referente a las obras preventivas, se constató que las barreras construidas para contener el avance de un nuevo alud en la ladera norte del cajón del río Estrecho se encuentran finalizadas. Estas obras implicaron un aumento en la altura y grosor del pretil de la piscina decantadora así como también la edificación de protecciones tipo barrera para reducir gradualmente la fuerza y el impacto de un nuevo alud.

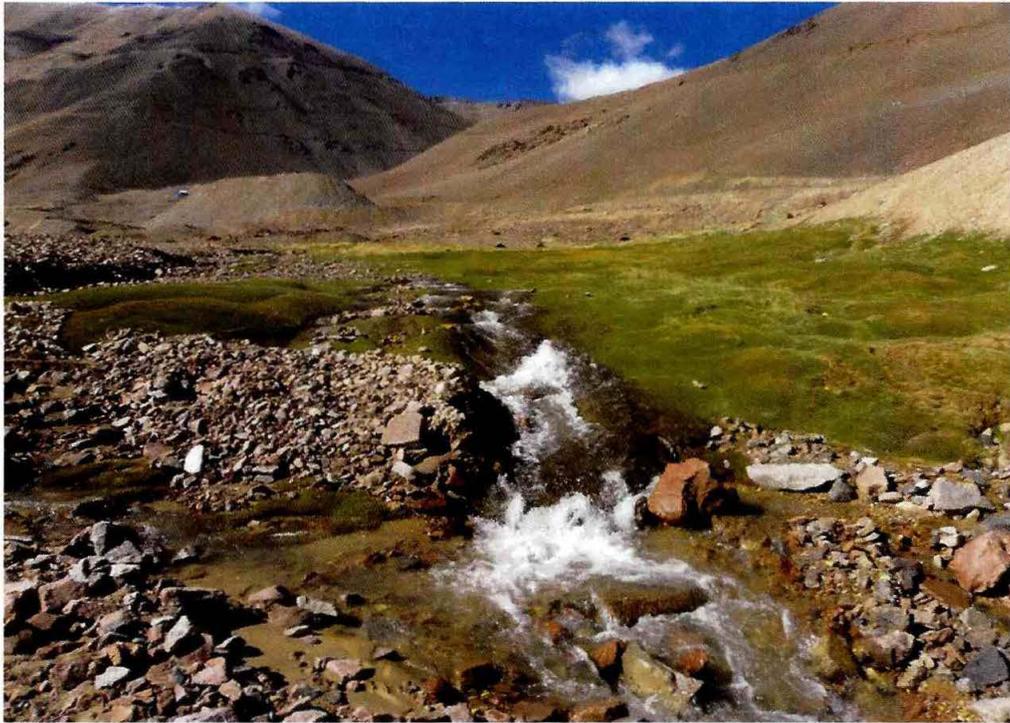
Fotografías 10. Superior: imagen inicial de ladera norte previo a los trabajos. Inferior: Barreras de protección y pretil de piscina decantadora en ladera norte.



- **Re encauce de Río Estrecho**

Producto del alud parte del cauce del Río Estrecho fue desviado sobre vegetación provocando daño a la flora y vegetación existente. Por este motivo se decretó tarea prioritaria el re encauce del curso del río, para lo cual fue necesario la labor de maquinaria pesada en conjunto con tareas manuales. Permitiendo luego de finalizados los trabajos retomar de manera exitosa el curso original del flujo hídrico, disminuyendo notoriamente el caudal de agua que afectaba la vegetación, facilitando a su vez las labores de rescate posteriores en el área.

Fotografía 11. Imágenes comparativas previo y luego de finalizadas las labores de re encauzamiento del Río Estrecho. Se aprecia también la limpieza de material de sedimento.



Sector 1:

En el sector 1 se ubican las dos porciones de vegas y suelos naturales afectados. La porción sur fue el primer lugar donde se realizaron las tareas de despeje y remoción del material arrastrado por el alud. En primera instancia se trabajó en esta zona por medio de maquinaria pesada quien retiró aproximadamente 50 cms. de sedimento para luego continuar con las labores de forma manual, utilizando pala y picota. Esto último con el objetivo de minimizar el impacto de la vegetación remanente. En última instancia se procedió con la remoción de sedimento mediante fricción hídrica de baja potencia y cepillado permitiendo de esta manera abordar con los cuidados pertinentes y sensibilidad adecuada la limpieza de las frágiles zonas de vegetación descubierta. Las maniobras en ésta área incluyeron también labores de drenaje otorgándole una pendiente negativa al suelo con el objetivo de impedir la acumulación nociva de agua y permitiendo el curso natural de los afluentes hacia el río. El fin de los trabajos en esta área se decretó el día 18 de Febrero de 2013.

Fotografía 12. Distintas metodologías utilizadas para las obras de limpieza. Superior: pala y picota. Intermedia: cepillado. Inferior: fricción hídrica de baja potencia con camión aljibe.





Fotografía 13. Comparación vegetación previa y post limpieza.



Fotografía 14. Imágenes vista frontal y posterior de Área 1 una vez concluidas las labores.



En la porción norte del sector 1 afectada por el alud se realizaron obras con maquinaria pesada destinadas a forzar el curso de fluvial a su cauce inicial, con resultados satisfactorios. La remoción del material acumulado mediante excavadora evidenció la presencia del estrato vegetativo bajo 2 mts de sedimento y su avance contempló emplear los mismos métodos que los efectuados en el área 1, comenzando con trabajos de maquinaria (excavadora y reoexcavadora) las que luego de retirar gran parte de material arrastrado por el alud eran reemplazadas por cuadrillas de rescate manual las que realizaban las labores mas finas de limpieza utilizando herramientas tales como picotas, palas y rastrillos, de igual forma en esta zona se contó con la complementación de camiones aljibe para aplicar fricción hídrica sobre la vegetación, de esta manera se aceleró el proceso de remoción y despeje en el área mencionada logrando el día 28 de Febrero de 2013 el cierre de las obras obteniendo resultados satisfactorios.

Fotografía 15. Cuadrillas de remoción manual.



Fotografía 16. Comparación en flujo hídrico sobre *Azorella madreporica* (Llaretas) antes y después de las labores de re encauzamiento del río.



Fotografía 17. Tareas de remoción mediante excavadora previo y post cierre de trabajos.



Fotografía 18. Imágenes comparativas pre y post trabajos de remoción.



5.0 DISCUSIÓN

En términos generales mediante la observación y el recorrido del área pudimos constatar que el mayor efecto sobre la diversidad presente se produjo a la flora y vegetación, teniendo una relativa importancia la pérdida de individuos de la especie *Azorella madreporica* (Fotografía 16) principalmente. Esta especie de crecimiento en cojín, se distribuye desde la Región de Atacama hasta la Región del Maule en los pisos altoandinos y en un rango latitudinal de más de 700 km (28°-37°S). Esta amplia distribución sugiere un alto potencial de dispersión, permitiéndole alcanzar sitios distantes y una distribución irregular en el paisaje. En el área de estudio es una de las especies más abundantes y la pérdida de su hábitat corresponde mayormente a la ladera rocosa de exposición noreste y a la ribera del río Estrecho. Esta especie se encuentra en categoría Fuera de peligro según el Libro rojo de la flora nativa de Atacama (Squeo *et al.* 2008) y no ha sido evaluada en los diversos procesos de clasificación de especies de la legislación vigente.

Otras especies vegetales afectadas son *Chaetanthera acheno-hirsuta* (Fotografía 8) y *Senecio segethii* (Fotografía 9) ambas en categoría Vulnerable según el libro rojo de la flora nativa de Atacama (Squeo *et al.* 2008). La primera especie posee una alta abundancia en el hábitat de ladera rocosa (19200 ind/há) y la segunda es menos abundante pero bastante frecuente en este mismo hábitat (650 ind/há). *Chaetanthera acheno-hirsuta* es una especie de que habita en ambientes alto andinos en laderas de pendiente moderada a elevaciones entre 3500 y 4000 msnm, crece en la base de rocas pequeñas o entre grietas. Se encuentra en Argentina y Chile, habitando principalmente en la Provincia del Huasco en nuestro país.

Dentro de las posibilidades de revegetación futura de estas especies, se debe considerar que el ambiente de alta montaña es muy activo geomorfológicamente, lo que causa que las formaciones vegetales estén expuestas a estos episodios permanentemente, siendo parte de su dinámica poblacional, logrando finalmente un equilibrio en su abundancia y prosperidad, siempre y cuando no existan factores externos o naturales de gran magnitud que las afecten, lo cual no es el caso del presente estudio.

Respecto a las especies de fauna, estas no presentan aparentemente ningún efecto negativo grave, y el comportamiento de los individuos que hemos podido observar en terreno es normal, por ejemplo hemos observado a un grupo de guanacos (Fotografía 1) alimentándose en los sectores cercanos, reptiles (*Liolaemus robertoi*, Fotografía 2) asoleándose en las rocas cercanas y a dormilonas de nuca rojiza, dormilona cenicienta y perdicitas cordilleranas (Fotografía 8); en conjunto hemos registrado signos indirectos de la presencia de fauna, tales como fecas de zorro y roedores en sectores aledaños, y heces de aves y guanacos sobre el mismo alud (Fotografía), lo que indica que el sector alberga ejemplares de varios taxos y aun sigue siendo utilizado.

La alta movilidad de especies como el guanaco, zorro culpeo y las aves que habitan la zona les permite trasladarse rápidamente frente a este tipo de deslizamiento de terreno. En el caso de la única especie de reptil detectada en el área *L. robertoi* resulta probable que haya existido pérdida

de individuos, producto de la baja movilidad y conducta de refugio bajo piedras que presentan normalmente los reptiles, sin embargo las prospecciones realizadas sólo han permitido observar individuos de esta especie en la ladera de exposición noreste del río, la cual fue afectada menormente por el deslizamiento de tierra. Al parecer esta especie posee una baja abundancia de individuos en el área. Actualmente no posee categoría de conservación en la legislación vigente.

Como alternativas de mitigación de impacto el equipo sugiere cerrar temporalmente el sector afectado, contemplando un área buffer aguas arriba y abajo, para impedir el pastoreo de guanacos o ganado doméstico sobre la regeneración de las especies y permitir que la vegetación de los sectores adyacentes recolonice y disperse semillas a través de los vientos y del transporte de semillas en el mismo caudal. Esto puede ser complementado con un plan de aporte de semillas de especies colonizadoras, como por ejemplo gramíneas.

La actividad de despeje sienta un precedente a nivel nacional, ya que es la primera vez en Chile que se recupera un bofedal de esta manera. Como se mencionó anteriormente esta experiencia es replicable a otras situaciones similares debido principalmente a que la metodología empleada mostró ser eficaz, gracias al trabajo en conjunto de profesionales expertos, trabajadores y operadores que en todo momento tuvieron la disposición y compromiso necesario para llevar a cabo las diversas tareas de limpieza. Con el transcurso del tiempo, a medida que avanzaban las obras, los trabajadores involucrados se mostraron cada vez más interesados y preocupados por el medio ambiente, entendiendo la importancia de su participación para recuperar el hábitat de numerosas especies de la zona e internalizando la recuperación del área como un objetivo grupal.

Las Vegas son la máxima representación de vegetación de altura y como fue demostrado en terreno, hábitat de decenas de especies animales y vegetales. Por este motivo su preservación es fundamental. Considerando la importancia de este recurso natural y la trascendencia de la zona afectada podemos concluir que en términos generales se actuó con eficacia y se logró reducir el impacto de manera considerable.

Resulta importante señalar que las labores de despeje del área afectada se realizaron de manera pausada y minuciosa contemplando no afectar el delicado manto vegetal que afloraba a medida que avanzaban las obras. A pesar de que los resultados finales parecen auspiciosos, el equipo de investigadores concuerda en que la evaluación del área efectivamente rescatada deberá ser estimada en monitoreos posteriores, que serán realizados por un periodo de a lo menos 12 meses

6.0 REFERENCIAS

Armesto JJ, MK Arroyo & C Villagrán. 1980. Altitudinal distribution, cover and size structure of umbelliferous cushion plants in the high Andes of Central Chile. *Acta Oecologica*, Vol. 1, nº4, p. 327-332.

Arroyo M, AMR Davies & T Bottraud. 2004. *Chaetanthera acheno-hirsuta* (Tombesi) Arroyo, A.M.R.Davies & Till-Bottraud elevada a especie, nueva para la flora de Chile. *Gayana Bot.* 61(1): 27-31.

Cortés A, C Tirado & M Zepeda. 2012. Estudio monitoreo y actualización de línea de base de los recursos bióticos (fauna): área de influencia del proyecto Pascua Lama (2011-2014). Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, Chile.

D.S. 50/2008. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 51/2008. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 151/2007. Reglamento para la clasificación de las especies. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 23/2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 33/2012. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 41/2012. Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

D.S. 42/2012. Aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Flora y Fauna Chile, Consultora ambiental. 2012. Línea base del componente Fauna Silvestre, para el proyecto Pascua Lama.

Flora y Fauna Chile, Consultora ambiental. 2012. Línea base del componente Flora y vegetación, para el proyecto Pascua Lama.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago. 165 pp.

Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España 424 pp

Jaramillo, A. 2005. Las Aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España. 240 pp.

-
- Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinópsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile. Editorial Universitaria.
- Martínez, D & G, González. 2004. Las aves de Chile: Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 620 pp.
- Muñoz-Pedreros, A & J Yañez. 2009. Mamíferos de Chile. Segunda Edición. CEA Ediciones, Valdivia, Chile.
- Pincheira-Donoso, D. & H. Nuñez. 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.
- SAG. 2012. La ley de caza y su reglamento. Ministerio de Agricultura. 98 pp.
- Squeo F, H Veit, G Arancio, JR Gutiérrez, MTK Arroyo & N Olivares. 1993. Spatial heterogeneity of high mountain vegetation in the Andean desert zone of Chile. *Mountain Research and Development* 13: 203-209.
- Squeo F, R Osorio & G Arancio. 1994. Flora de los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena, Chile. 176 pp.
- Squeo F, M Rivera & G Arancio. 2012. Monitoreo y actualización de línea de base de recursos bióticos proyecto pascua-lama: flora y vegetación de vegas. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena e Instituto de ecología y biodiversidad (IEB). La Serena, Chile.
- Squeo, F.A., G. Arancio, L. Letelier, A. Marticorena, M. Muñoz-Schick, P. León-Lobos & M.T.K. Arroyo. 2008. Estado de Conservación de la Flora Nativa de la Región de Atacama. In: Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su conservación: Región de Atacama (F.A. Squeo, G. Arancio & J.R. Gutiérrez, Eds.). Pp. 45-59, Ediciones Universidad de La Serena, Chile.
- Vidal, MA & A Labra. 2008. Herpetología de Chile. Editorial ScienceVerlag, Santiago, Chile.