



Santiago, 11 de julio de 2014

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

PL-0075/2013

11 JUL 2014

OFICINA DE PARTES
RECIBIDO

Sr.
Rubén Verdugo Castillo
Jefe División de Fiscalización
Superintendencia del Medio Ambiente
Miraflores 178 Piso 7, Santiago
Presente

ANT.: Carta PL 059/2014 de fecha 9 de junio de 2014.

MAT.: Entrega resultado "Estudio Multitemporal intervención de la formación de Azorella Madreporica" conforme al requerimiento de información efectuado en el numeral 25 Acta de Inspección Ambiental de fecha 27 de mayo de 2014, Proyecto Pascua Lama.

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, y en consideración a lo informado en Carta PL 059/2014 de fecha 9 de junio de 2014, en relación al numeral "25. Cuantificación de las áreas de llaretas afectadas", acompañamos a Usted los siguientes documentos que a continuación se singularizan:

- Estudio de detalle de superficie *Azorella madreporica C.* intervenida por obras del Proyecto Pascua-Lama, indicadas en la Adenda 2.
- Propuesta de recuperación de superficie de *Azorella madreporica C.*, intervenida por obras del Proyecto Pascua-Lama, indicadas en Adenda N°2.

El indicado Estudio entrega el resultado del análisis de datos satelitales efectuado respecto de la intervención de la formación de Azorella Madreporica en el área de influencia de

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



obras del Proyecto Pascua Lama, empleado para cuantificar y determinar en detalle el área de esta formación afectada en el desarrollo de nuestro Proyecto.

Adicionalmente la Propuesta preliminar de recuperación adjunta, entrega el detalle de las acciones que se pretenden implementar en el corto plazo, una vez concordadas con el Servicio Agrícola Ganadero, tanto Regional como Nacional, y cuya versión definitiva será debidamente presentada a esta Superintendencia una vez convenida con la mencionada autoridad.

Sin otro particular y quedando a disposición ante cualquier eventual requerimiento adicional, saluda atentamente a Usted,

Francisco Charlin Montero
Representante Legal
Compañía Minera Nevada SpA

JBV/RCL/GM/EW
C.C. Archivo



Santiago, 11 de julio de 2014
PL-0075/2013

Sr.
Rubén Verdugo Castillo
Jefe División de Fiscalización
Superintendencia del Medio Ambiente
Miraflores 178 Piso 7, Santiago
Presente

ANT.: Carta PL 059/2014 de fecha 9 de junio de 2014.

**MAT.: Entrega resultado “Estudio Multitemporal
intervención de la formación de Azorella Madreporica”
conforme al requerimiento de información efectuado en el
numeral 25 Acta de Inspección Ambiental de fecha 27 de
mayo de 2014, Proyecto Pascua Lama.**

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, y en consideración a lo informado en Carta PL 059/2014 de fecha 9 de junio de 2014, en relación al numeral “25. Cuantificación de las áreas de llaretas afectadas”, acompañamos a Usted los siguientes documentos que a continuación se singularizan:

- **Estudio de detalle de superficie *Azorella madreporica* C. intervenida por obras del Proyecto Pascua-Lama, indicadas en la Adenda 2.**
- **Propuesta de recuperación de superficie de *Azorella madreporica* C, intervenida por obras del Proyecto Pascua-Lama, indicadas en Adenda N°2.**

El indicado Estudio entrega el resultado del análisis de datos satelitales efectuado respecto de la intervención de la formación de Azorella Madreporica en el área de influencia de

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



obras del Proyecto Pascua Lama, empleado para cuantificar y determinar en detalle el área de esta formación afectada en el desarrollo de nuestro Proyecto.

Adicionalmente la Propuesta preliminar de recuperación adjunta, entrega el detalle de las acciones que se pretenden implementar en el corto plazo, una vez concordadas con el Servicio Agrícola Ganadero, tanto Regional como Nacional, y cuya versión definitiva será debidamente presentada a esta Superintendencia una vez convenida con la mencionada autoridad.

Sin otro particular y quedando a disposición ante cualquier eventual requerimiento adicional, saluda atentamente a Usted,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'C' followed by a series of loops and a final flourish.

Francisco Charlin Montero
Representante Legal
Compañía Minera Nevada SpA

JBV/RCL/GM/EW
C.C. Archivo

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



“Estudio de detalle de superficie de *Azorella madreporica* C. intervenida por obras del Proyecto Pascua-Lama, indicadas en la Adenda 2”

Equipo de trabajo:

**Roberto Castro Ríos; Ingeniero Forestal.
Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental.
Doctorado en Cartografía Teledetección y SIG.**

**Alexis Zepeda Contreras; Médico Veterinario
Hernán Valenzuela Araos; Ingeniero Agrónomo.
Tania Altamirano Azócar; Bióloga
Beatriz Muñoz Donoso; Bióloga.**

JUNIO 2014

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO	4
3. AREA DE ESTUDIO.....	4
4. METODOLOGIA	5
4.1 Campaña de terreno.....	6
4.2 Pre-procesamiento de datos satelitales.....	7
4.3 Procesamiento de datos.....	8
4.4 Cartografía Digital de llareta y obras.....	9
4.5 Cambios y determinación de resultados.....	9
5. RESULTADOS	10
5.1 Campaña de terreno.....	10
5.2 Datos satelitales pre-procesados	14
5.3 Procesamiento, clasificación de Llareta año 2005.	15
5.4 Cartografía digital a escala 1: 2.000, de llaretas.....	18
5.5 Cartografía digital de obras al año 2014, escala 1: 2.000.....	22
5.6 Cartografía resultante de Azorella y Laretia intervenida por Obras.	28
6. ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN.	32
ANEXO.....	34

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los compromisos establecidos en el proceso de evaluación del proyecto “Modificaciones al Proyecto Pascua-Lama”, aprobado por Resolución de Calificación Ambiental N° 24 de la COREMA III región y en el marco de la solicitud realizada por la SMA con fecha 27 de Mayo de 2014, se presentan los resultados del estudio multitemporal de superficie intervenida por las obras del proyecto Pascua-Lama correspondiente a la formación de Llareta cuya especie principal es *Azorella madreporica* (am).

El estudio se basó en datos secundarios confeccionados para el Proyecto Pascua-Lama, tanto informes como cartografía digital (Acuña 2010-2013; Squeo et al. (2004 y 2005) que dan cuenta de la distribución de la especie am a escala 1: 50.000, en datos satelitales adquiridos para el presente estudio, correspondientes a los satélites IKONOS (2005) y WorldView2 (2014) con resolución espacial de 0,25 metros cuadrados y datos de calibración tomados en terreno (campaña preliminar junio 2014), estos datos (satelitales) ortocorregidos permitieron realizar cartografía a escala 1: 2.000, en el sistema de referencia WGS84.

Los resultados obtenidos indican que la superficie de las obras comprometidas en la Adenda N° 2 (Caminos y zonas removidas, Campamento Barriales, Sistema de tratamiento ácido planta, Sistema de tratamiento ácido ducto, Otras obras) realizadas por el proyecto Pascua-Lama hasta el año 2014 (marzo) han intervenido un total de 48,8 hectáreas correspondiente a la distribución de *Azorella madreporica* con un número de individuos del orden de 40.347.

2. OBJETIVO

El objetivo general es determinar la superficie de la formación de Llaleta, especialmente de la especie *Azorella madreporica* intervenida por las “obras definidas en la adenda N° 2” del Proyecto Pascua-Lama a una escala de detalle (1: 2.000), incluyendo la generación de la respectiva cartografía en formato digital.

3. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio fue definida en función de la zona indicada por Squeo en la cartografía vegetal a escala 1: 50.000 (2004), correspondiente a un total de 712,7 ha que se distribuye según se indica en la Figura N° 2.

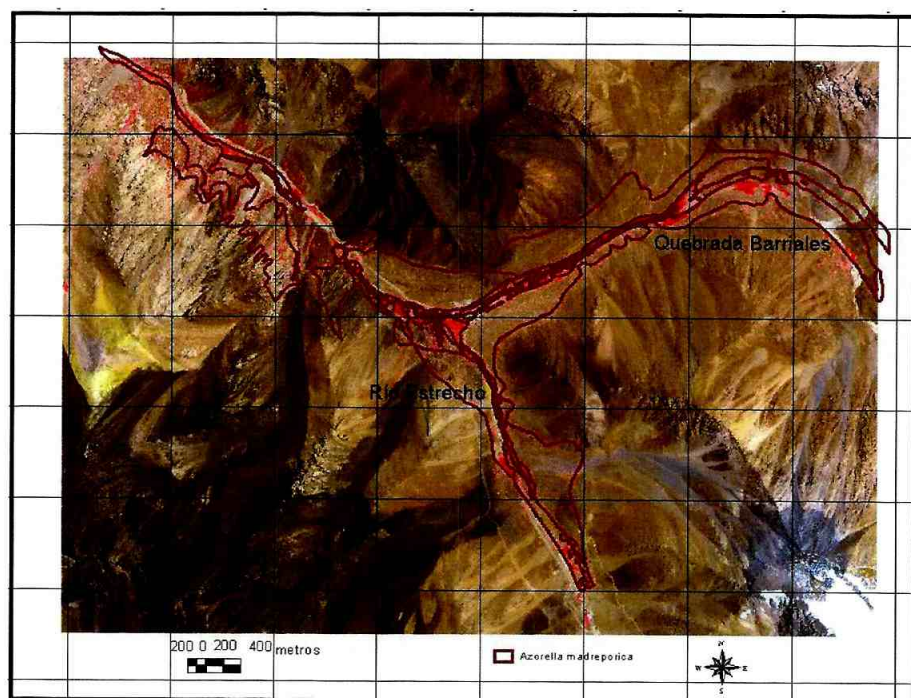


Figura N° 2. Área de distribución de *Azorella* (Squeo et al, 2004, escala 1: 50.000)

4. METODOLOGIA

Para el desarrollo metodológico se contó, con información secundaria, informe y cartografía escala 1: 50.000 digital (Squeo et al, 2004 y 2005), con datos satelitales correspondientes a las siguientes imágenes:

- Satélite IKONOS, imagen multiespectral de cuatro bandas y una banda pancromática de resolución espacial de 0,5m. adquirida el 1 de marzo de 2005.
- Satélite WorldView2. Una imagen multiespectral de 8 bandas y una banda pancromática de 0,5 m. de resolución espacial. Fecha 12 de marzo 2014.
- Datos de campaña preliminar de terreno, para efectos de calibración.

Se contó también con software especializado de procesamiento de imágenes (ERDAS IMAGINE, GEOMATIC, IDRISI SELVA) y el SIG Arcview. La metodología general se muestra en el diagrama de la Figura N° 2.

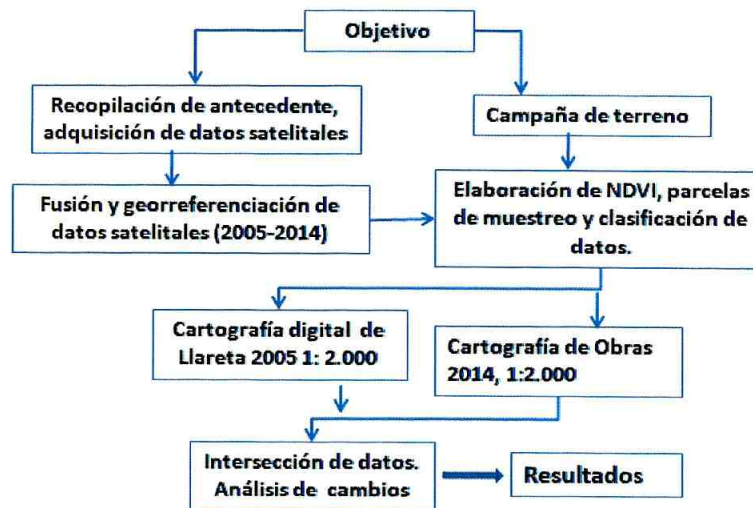


Figura N° 2. Diagrama metodológico.

* NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

En concordancia con el objetivo se procedió a la recopilación de antecedentes y la adquisición de datos satelitales (indicados) , paralelamente se diseñó y ejecutó una campaña preliminar de terreno, que permitiera a lo menos calibrar los datos satelitales en aquellos sectores asociados a las obras del proyecto Pascua-Lama, obtenidos los datos satelitales, tanto para el año 2005 como 2014 se procedió a pre-procesarlos y prepararlos para la elaboración de NDVI, ubicación de parcelas e interpretación para la generación de la cartografía digital de Llaleta para el año 2005 y para la elaboración de la cartografía de obras del año 2014. Con todo, posteriormente, se realizó el análisis de cambios entre los años 2005 y 2014 y se procedió a obtener los resultados finales.

4.1 Campaña de terreno

Entre los días 3 a 6 de junio se realizó la campaña de terreno, para ello se diseñó un muestreo dirigido a puntos de interés, asociados a las zonas intervenidas por obras (aledañas) y a distintas densidades de Azorella, para ello se utilizaron datos satelitales del año 2008 de alta resolución, definiéndose los sitios de muestreo que se indican en la Figura N° 3, parcelas de 50 metros cuadrados y un formulario para recoger los datos de terreno debidamente georreferenciados, tal como se muestran en el punto de resultados.

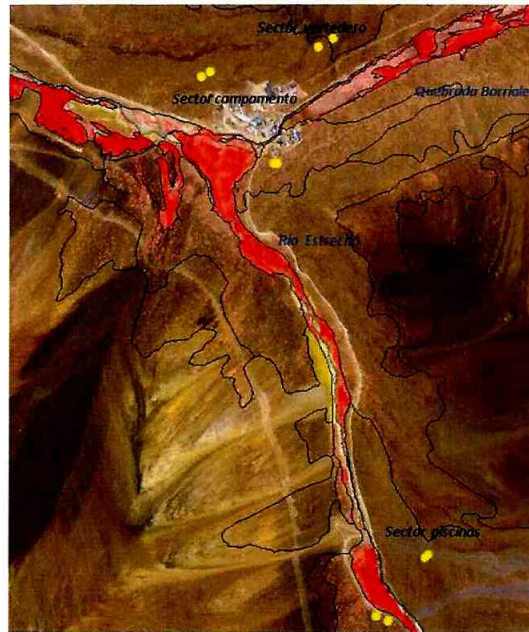


Figura N° 3. Distribución de puntos de muestreo en terreno (en amarillo), en total 10 parcelas.

4.2 Pre-procesamiento de datos satelitales.

Los datos satelitales corresponden a datos multiespectrales y pancromáticos, los cuales se procedieron a fusionarlos para efectos de trabajar con las resoluciones espectrales y pancromáticas respectivas, para ello se aplicó un algoritmo de fusión basado en la transformación de RGB a IHS. De igual forma, se procedió a georreferenciar los datos del año 2014 en función de los datos del año 2005, con la finalidad de hacer concordante la data en términos espaciales, lo que se logró mediante la aplicación de puntos de control, una función de ajuste polinomial y remuestreo de convolución cúbica (Figura N° 4).



Figura N° 4. Puntos de control de georreferenciación de data 2014.

4.3 Procesamiento de datos

Se procedió a elaborar el índice espectral de vegetación denominado Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) con la data correspondiente a las bandas del infrarrojo cercano y del rojo del año 2005, con la finalidad de obtener la diferenciación de las Llareta y sus entornos, para luego proceder a determinar parcelas de superficie variable y obtener así la cobertura vegetal (de la llareta) y separar la zona por porcentaje de cobertura de la Llareta al año 2005. Los resultados fueron ajustados de acuerdo a las coberturas obtenidas en terreno en los distintos sitios de muestreo.

También se procedió a determinar las composiciones digitales para la interpretación de los datos, que se realizó con apoyo de la elaboración en forma previa de una clasificación digital.

4.4 Cartografía Digital de Llaretas y obras

En base a los datos procesados se procedió a elaborar la cartografía digital de Llaretas a escala 1: 2.000 para el año 2005, definiendo los límites de acuerdo las densidades de cobertura de Llaretas y asociando a cada polígono el número de Llaretas por hectárea.

De igual forma, en base a las imágenes del año 2014 (marzo) se procedió a determinar a la misma escala, la cartografía de obras, identificando los caminos existentes y las zonas removidas asociadas, el campamento, el sistema de tratamiento de ácido planta y el sistema de manejo ácido ducto.

Ambas cartografías fueron elaboradas en formato shp.

4.5 Cambios y determinación de resultados.

Las cartografías de Llaretas y de Obras fueron intersectadas mediante las herramientas de SIG y se obtuvo un mapa resultante de la formación de Llaretas presente en el año 2005 para las superficies de obras del año 2014 y con ello la obtención de los resultados finales.

5. RESULTADOS

5.1 Campaña de terreno

Los datos obtenidos en terreno se presentan en ANEXO y sus resultados en la Tabla N° 1 y 2 que se indican a continuación.

En ambas tablas se muestran para cada parcela los diámetros promedios de los individuos, la superficie (asimilados a un círculo), la cobertura en porcentaje calculada respecto de la superficie de la parcela, la cobertura estimada en terreno y el número de individuos por hectárea.

Se estableció también la relación entre el diámetro promedio y la altura medida en terreno, los resultados se presentan en las Figuras N° 5, 6, 7 y 8 que permiten observar la distribución de las alturas (eje y) de la Azorella en relación a los diámetros promedios (eje x) en cada una de las zonas muestreadas.

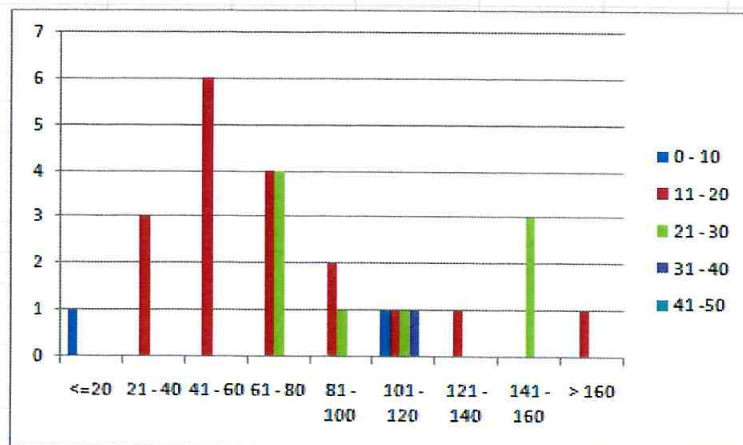


Figura N° 5. Parcelas Vertedero 1 + copec 1 y 2. *Azorella madreporica*.

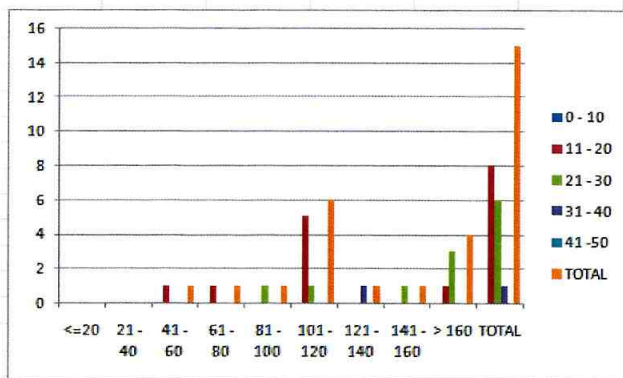


Figura N° 6. Parcelas Bajo Caminos. *Azorella madreporica*.

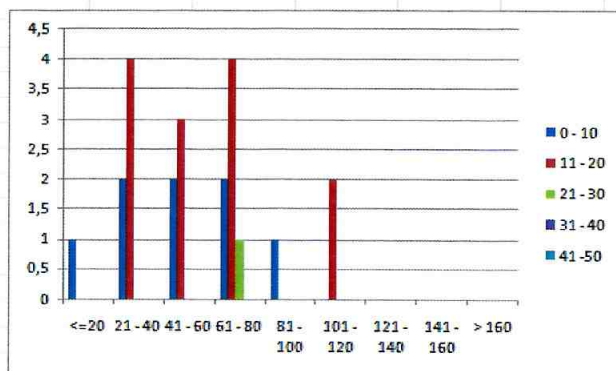


Figura N° 7. Sector de piscinas. *Azorella madreporica*.

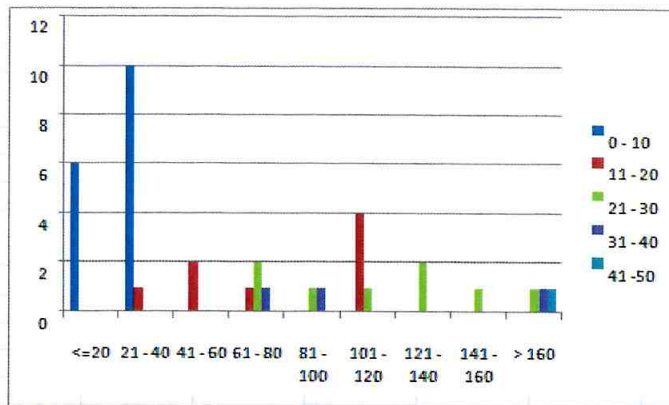


Figura N° 8. Sector "west" al sur de talleres de Campamento Barriales. *Laretia acaulis*

Tabla N° 1. Resumen de datos de terreno

	Vertedero 1		Vertedero 2		Copec1		Copec2		West1		West 2	
	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2
	72,885	4170,09523	15,5	188,59625	108,5	9241,21625	49,5	1923,44625	18,50	268,66625	104,5	8572,39625
	102,5	8247,40625	50	1962,5	134	14095,46	77,5	4714,90625	217,50	37135,4063	30	706,5
	144,5	16390,9963	54	2289,06	25,5	510,44625	46,5	1697,36625	189,00	28040,985	144	16277,76
	161	20347,985	41,5	1351,96625	13	132,665	79	4899,185	111,50	9759,31625	188	27745,04
	63,5	3165,31625	66,5	3471,46625	78	4775,94	36,5	1045,81625	26,00	530,66	11	94,985
	85	5671,625	47	1734,065	78,5	4837,36625	53	2205,065	21,00	346,185	125,5	12363,9463
	103	8328,065	96	7234,56	44	1519,76	74	4298,66	117,50	10837,9063	35	961,625
	142	15828,74	50	1962,5	45	1589,625	81	5150,385	111,00	9671,985	68,5	3683,41625
	109,5	9412,34625		0	52,5	2163,65625	82,5	5342,90625	93,00	6789,465	73,5	4240,76625
		91562,5752		20194,7138		38866,135	74,5	4356,94625	31,50	778,91625	107	8987,465
	983,885		420,5		579		65,4	35634,6825	131,00	13471,385	31,5	778,91625
	109,320556		52,5625		64,3333333				37,50	1103,90625	21	346,185
									51,5	2082,01625	20,5	329,89625
	1000000		4973,8856						152	18136,64	21	346,185
			139268,797	0,0348172						138953,439	35	961,625
											3	7,065
											9	63,585
											5,5	23,74625
		0,09156258		0,02019471		0,03886614		0,03563468		0,13895344	22	379,94
Calculo %		9,1% cob		2%		3,90%		3,50%		13,90%	3,5	9,61625
Estimado %		20%		7%		10%		10%		20%	19	283,385
		prom.	0,05535446	% de cobertura		5,5					26	530,66
											2	3,14
											40	1256
												88953,845
												8,90%
												25%
Número de llaretas/ha:												
	900		800		900		1100		1400		2500	

Tabla N° 2. Resumen de datos de terreno (Continuación)

	Camino 1		Camino 2		Piscina 1		Piscina 2	
	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2	D.prom	Sup. Cm2
	108,5	9.241,22	147,5	17.078,66	44,50	1.554,50	78,5	4837,36625
	69	3.737,39	107,5	9.071,66	37,50	1.103,91	119	11116,385
	118	10.930,34	89,5	6.288,05	35,00	961,63	40,5	1287,59625
	119	11.116,39	57,5	2.595,41	56,50	2.505,92	36,5	1045,81625
	107	8.987,47	119,5	11.210,00	94,00	6.936,26	68	3629,84
	169,5	22.553,25	200	31.400,00	35,50	989,30	64,5	3265,79625
	127	12.661,27	196,5	30.310,62	61,00	2.920,99	71,5	4013,11625
	195,5	30.002,90		107.954,38	9,50	70,85	58,5	2686,46625
		109.230,20			48,50	1.846,52	40	1256
				0,10795438	106,00	8.820,26	61	2920,985
		0,1092302			76,00	4.534,16	40,5	1287,59625
					604,00	32.244,27		37346,9638
					54,9090909			
	Calculado (%)	10,90%		10,70%		0,03		4%
	Estimado (%)	25%		22%		6,00		5,00%
Llaretas/ha:	800		700		1100		1100	

5.2 Datos satelitales pre-procesados

Los datos satelitales originales se muestran en las Figuras N° 9 y 10.

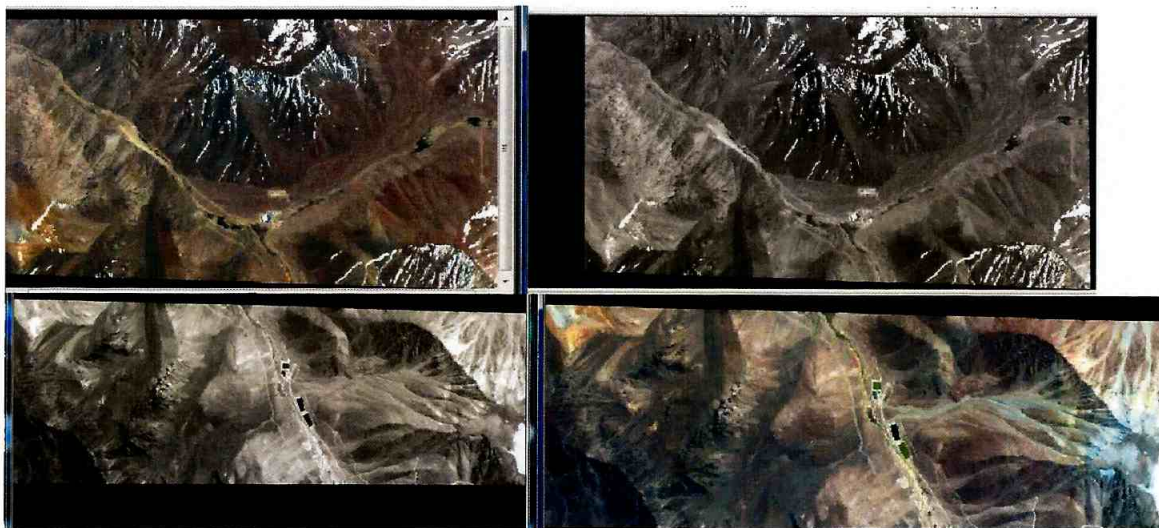


Figura N° 9 Imágenes originales de Worldview 2. Marzo 2014.

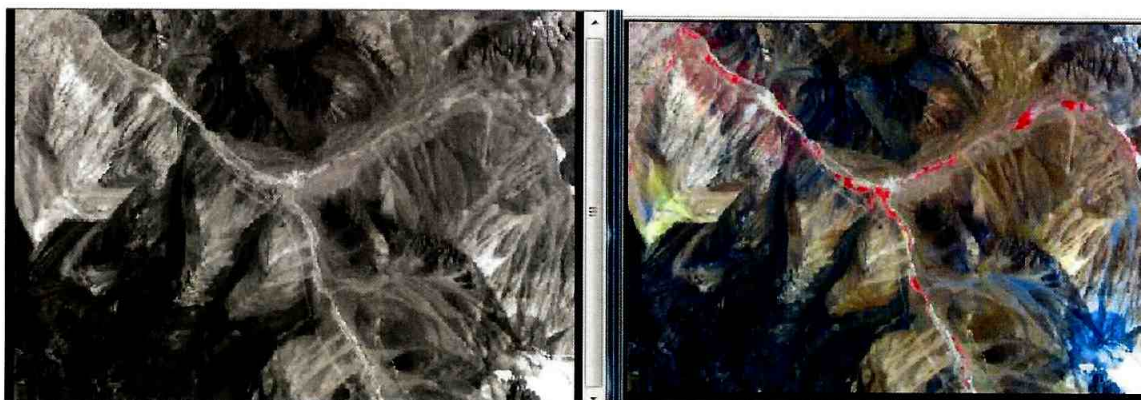


Figura N° 10 Imágenes originales de IKONOS. Marzo 2005.

Los datos originales del año 2014 georreferenciados y fusionados en función de los datos del año 2005 se muestran en las Figura N° 11, que son el resultado de probar distintas composiciones y fusiones, dando los mejores resultados

temáticos (mayor realce radiométrico de Llaretá), la fusión de las bandas 6, 5 y 3 con la pancromática.



Figura N° 11. Imágenes 2014 fusionadas y georreferenciadas, parte superior detalle del vertedero.

5.3 Procesamiento, clasificación de Llaretá año 2005.

Para efectos de identificar y cuantificar la cobertura de la Azorella se elabora el NDVI para el año 2005, cuyo resultado se muestra en la Figura N° 12 y 13.



Figura N° 12. Índice de vegetación (NDVI) 2005. En tono blanco las zonas con vegetación activa.



Figura N° 13. Detalle de NDVI a escala 1: 2.000, correspondiente a la parte norte de la ubicación del campamento. Los puntos blancos corresponden a individuos de Azorella con alta actividad fotosintética.

Tal como se indico en la metodología en el NDVI se obtuvieron zonas muestras (Figura N° 14) que permitieron obtener las distintas coberturas de Azorella, las que calibradas con los datos de terreno entregaron como resultado las coberturas que se indican en la Tabla N° 3 en el punto 5.4.

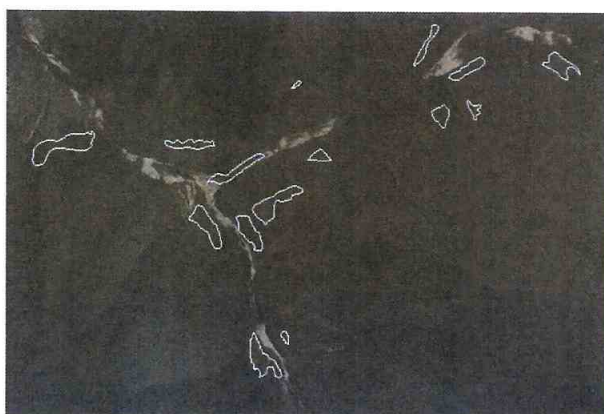


Figura N° 14. Zonas muéstrales de medición de cobertura.

El producto anterior, más la clasificación estadística de la vegetación permitió tener unos primeros resultados de la distribución de la Azorella, tal como se presenta en la Figura N° 15, donde se muestra dicha clasificación.

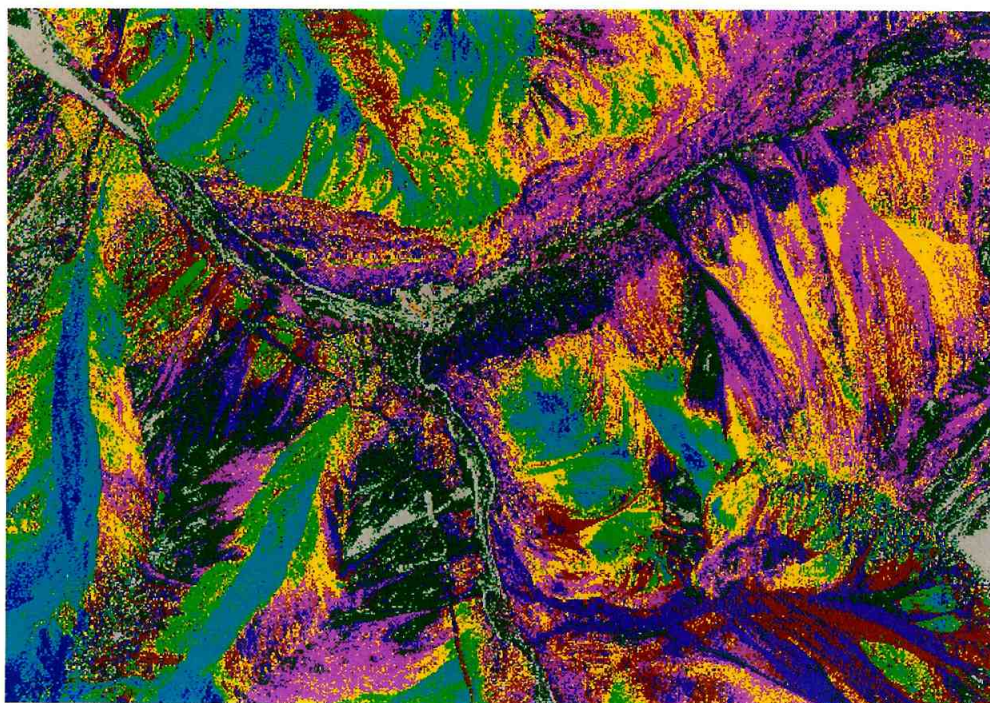


Figura N° 15. Clasificación preliminar de las clases existente en el área de estudio.

5.4 Cartografía digital a escala 1: 2.000, de llaretas.

Los datos procesados y la correspondiente interpretación dieron origen al resultado cartográfico que se presenta en las figuras siguientes:

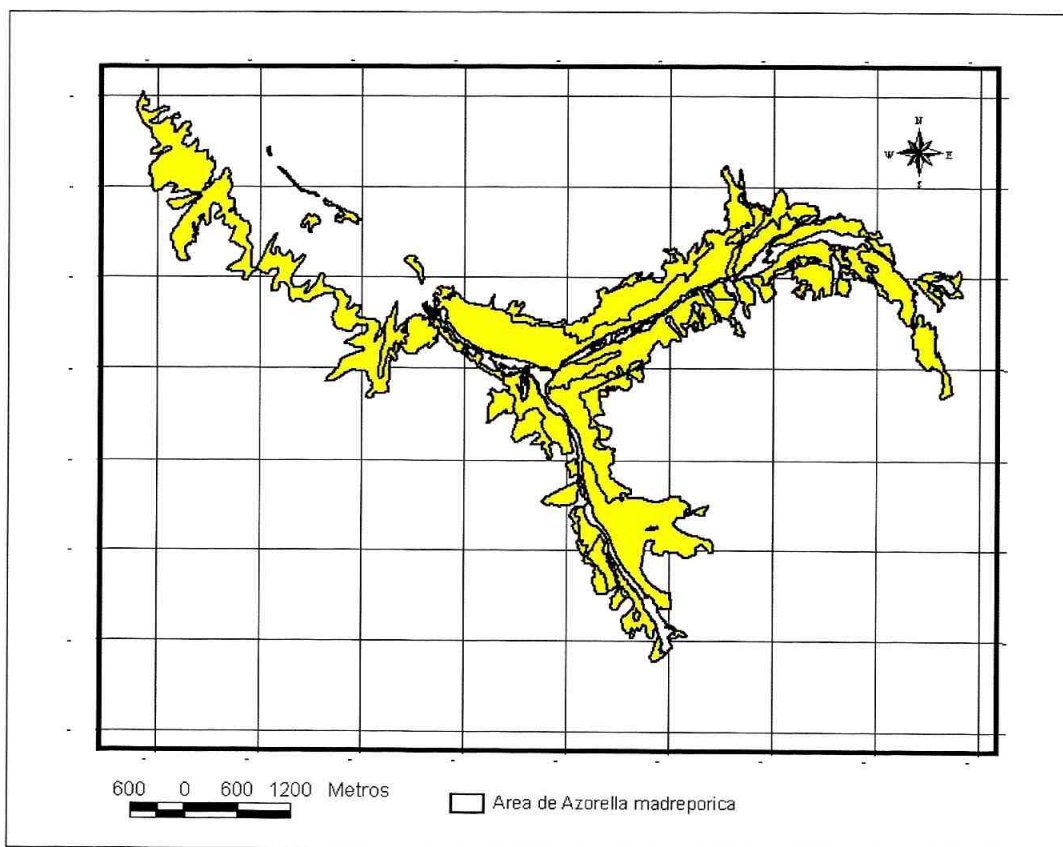


Figura N° 16. Distribución de la especie *Azorella madreporica* en el área de estudio, en el año 2005.

La cartografía resultante consta de 84 unidades cartográficas, de las cuales 57 unidades corresponde a *Azorella*, ya sea como especie principal o secundaria, como producto de lo anterior, la superficie de *Azorella madreporica* (Figura N° 16) es para la cuenca alta del río Estrecho de 790 hectáreas.

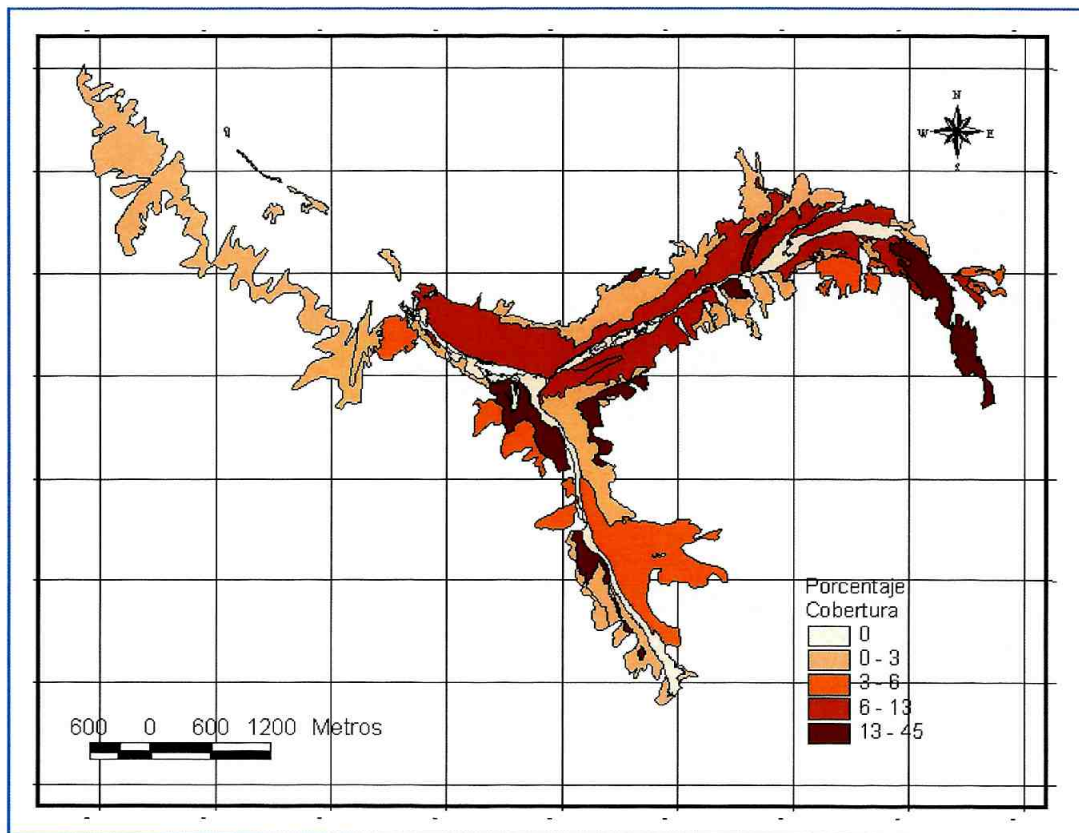


Figura N° 17. Distribución de la especie *Azorella madreporica* de acuerdo al porcentaje de cobertura.

Los datos resultantes de superficie (m²) para cada unidad cartográfica de *Azorella* incluyen el porcentaje de cobertura promedio de cada unidad y el número de individuos por hectárea, además de la especie principal y la secundaria, tal como indican en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Unidades cartográficas de cartografía de Azorella, superficie (m²) y cobertura.

ID	AREA	PORC_COB	FORMACION	SPDOM_1	SPDOM_2	NLLAR_HA
1	12537,2	3,0	Llaretta	Azorella madreporica		400
2	3687,8	0,0	Matorral leñoso bajo			0
3	1535,8	0,0	Matorral leñoso bajo			0
4	253,2	0,0	Matorral leñoso bajo			0
5	146456,4	2,2	Llaretta	Azorella madreporica		600
6	5941,5	8,0	Llaretta	Azorella madreporica		900
7	29629,6	43,0	Llaretta	Azorella madreporica		1400
8	151213,1	9,2	Llaretta	Azorella madreporica		950
9	19077,8	22,0	Llaretta	Azorella madreporica		1300
10	9046,0	2,0	Llaretta	Azorella madreporica		200
11	18158,2	6,0	Llaretta	Azorella madreporica		500
12	7708,9	10,0	Llaretta	Azorella madreporica		700
13	1775,6	0,0	Matorral leñoso bajo			0
14	91968,7	3,0	Llaretta	Azorella madreporica		400
15	459772,7	2,6	Llaretta	Azorella madreporica		800
16	6915,1	0,0	Vegas y praderas			0
17	83928,5	30,0	Llaretta	Azorella madreporica		1200
18	5618,4	20,0	Llaretta	Azorella madreporica		0
19	5537,2	20,0	Llaretta	Azorella madreporica		0
20	3286,5	0,0	Vegas y praderas			0
21	2722,2	0,0	Vegas y praderas			0
22	5515,0	30,0	Llaretta	Azorella madreporica		1200
23	58443,2	2,0	Llaretta	Azorella madreporica		300
24	63245,3	2,0	Llaretta	Azorella madreporica		300
25	36066,7	33,0	Llaretta	Azorella madreporica		1000
26	38489,7	4,0	Llaretta	Azorella madreporica		450
27	36741,9	2,0	Llaretta	Azorella madreporica		300
28	28441,8	0,0	Vegas y praderas			0
29	20700,5	0,0	Vegas y praderas			0
30	128447,1	0,0	Vegas y praderas			0
31	63159,4	0,0	Vegas y praderas			0
32	38250,3	0,0	Vegas y praderas			0
33	8364,6	0,0	Vegas y praderas			0
34	9532,5	0,0	Vegas y praderas			0
35	1091,3	0,0	Vegas y praderas			0
36	643,6	0,0	Vegas y praderas			0
37	1934,6	0,0	Vegas y praderas			0
38	36919,3	0,0	Vegas y praderas			0
39	3395,3	0,0	Vegas y praderas			0
40	12985,2	0,0	Vegas y praderas			0
41	59428,3	0,0	Vegas y praderas			0

Tabla N° 3. Unidades cartográficas de Azorella, superficie (m²) y cobertura.
(CONTINUACIÓN)

ID	AREA	PORC_COB	FORMACION	SPDOM_1	SPDOM_2	NLLAR_HA
42	18704,1	0,0	Vegas y praderas			0
43	264932,2	0,0	Vegas y praderas			0
44	18993,3	0,0	Vegas y praderas			0
45	547,0	0,0	Vegas y praderas			0
46	50344,2	2,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
47	117600,5	2,2	Llaretia	Azorella madreporica		600
48		0,0	Vegas y praderas			0
49	789018,0	4,0	Llaretia	Azorella madreporica		1100
50	66956,2	6,0	Llaretia	Azorella madreporica		400
51	17686,7	2,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
52	56543,0	2,0	Llaretia	Azorella madreporica		420
53	224904,6	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		400
54	24516,8	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		400
55	31182,7	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
56	2082,4	4,0	Llaretia	Azorella madreporica		200
57	352713,0	45,0	Llaretia	Azorella madreporica		800
58	233245,6	13,0	Llaretia	Azorella madreporica		1300
59	71032,6	1,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
60	118666,5	5,0	Llaretia	Laretia acaulis	Azorella madreporica	600
61	141775,5	20,0	Llaretia	Azorella madreporica		1300
62	394721,1	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		600
63	69234,5	6,0	Llaretia	Azorella madreporica		800
64	231984,1	18,0	Llaretia	Azorella madreporica		1200
65	109256,0	6,0	Llaretia	Azorella madreporica		800
66	35308,6	5,0	Llaretia	Azorella madreporica		600
67	25263,3	5,0	Llaretia	Azorella madreporica		400
68	30429,7	12,0	Llaretia	Azorella madreporica		600
69	44461,3	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		400
70	137420,7	11,0	Llaretia	Azorella madreporica		1100
71	21673,8	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		0
72	287,1	9,0	Llaretia	Azorella madreporica		950
73	106643,2	11,4	Llaretia	Laretia acaulis	Azorella madreporica	2450
74	372747,3	11,4	Llaretia	Azorella madreporica		1100
75	126958,4	4,0	Llaretia	Azorella madreporica		650
76	1123057,4	9,8	Llaretia	Azorella madreporica		1000
77	21559,1	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
78	4545,5	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
79	19837,3	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
80	7821,3	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
81	2366,9	3,0	Llaretia	Azorella madreporica		300
82	24267,4	2,0	Llaretia	Azorella madreporica		200
84	1416082,5	1,0	Llaretia	Azorella madreporica		200

5.5 Cartografía digital de obras al año 2014, escala 1: 2.000

Esta cartografía da cuenta sólo de la alteración en el territorio realizada por el proyecto Pascua-Lama hasta marzo del año 2014 en las obras relacionadas con el campamento Barriales, el Sistema de Manejo Acido Planta, Sistema de Manejo acido Ducto y los caminos incluyendo las áreas removidas en su entorno, ubicadas en el área de distribución de la Llaleta, definida en el punto 5.4. El resultado se muestra en la Figura N° 18 y 19, detalle escala 1: 2.000 en la Figura N° 20, 21 y 22 y las superficies asociadas a cada obra en la Tabla N° 4.

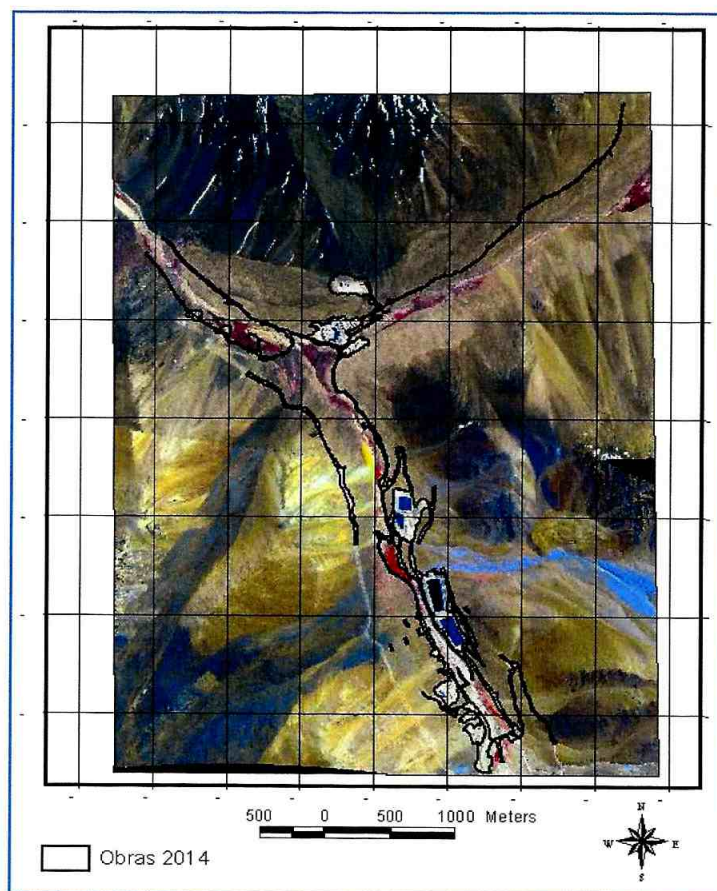


Figura N° 18. Cartografía general de obras al año 2014 en el área de estudio.

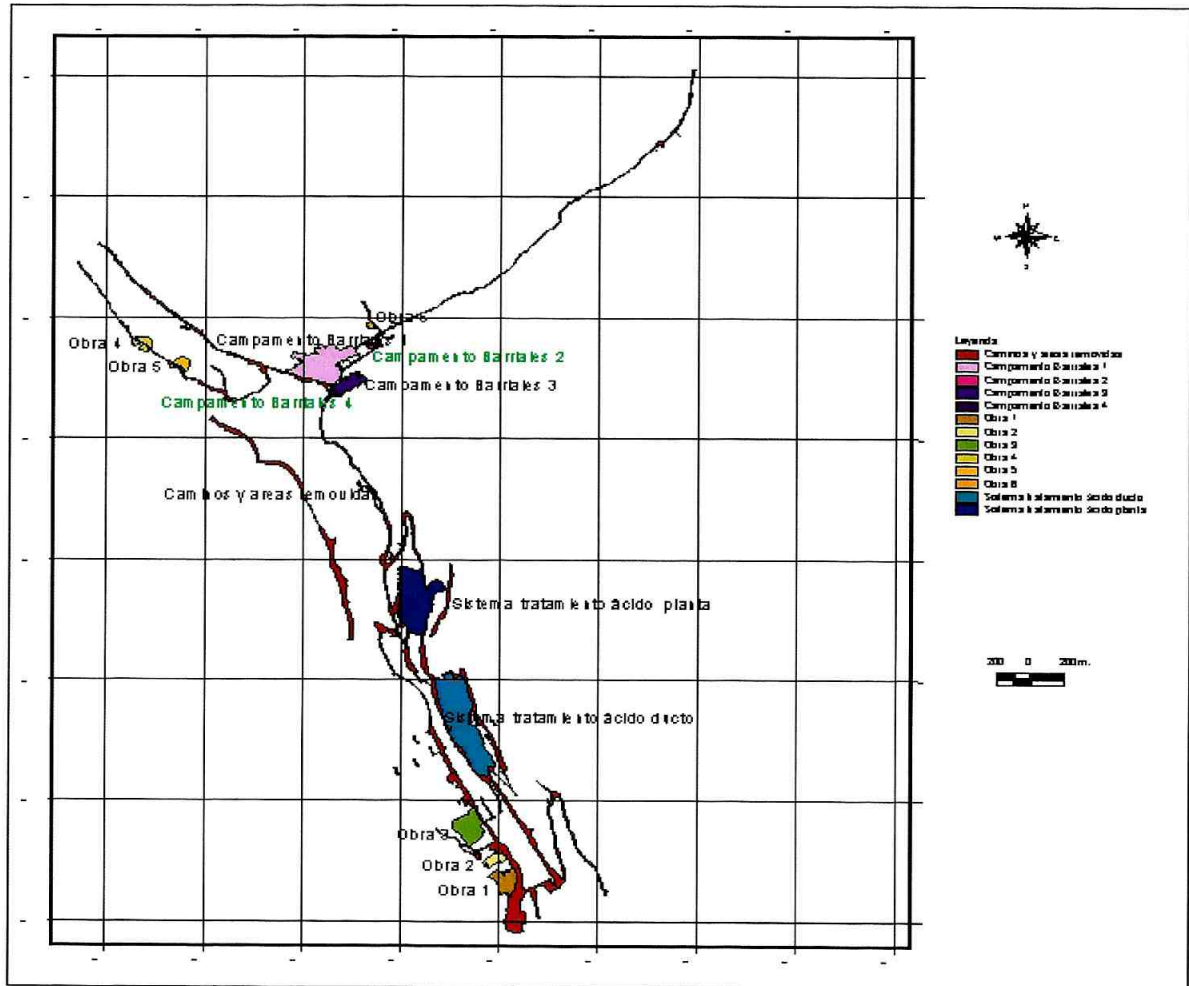


Figura N° 19. Obras correspondientes a las definidas en la Adenda N° 2.



BIOMA LTDA
CONSULTORES AMBIENTALES

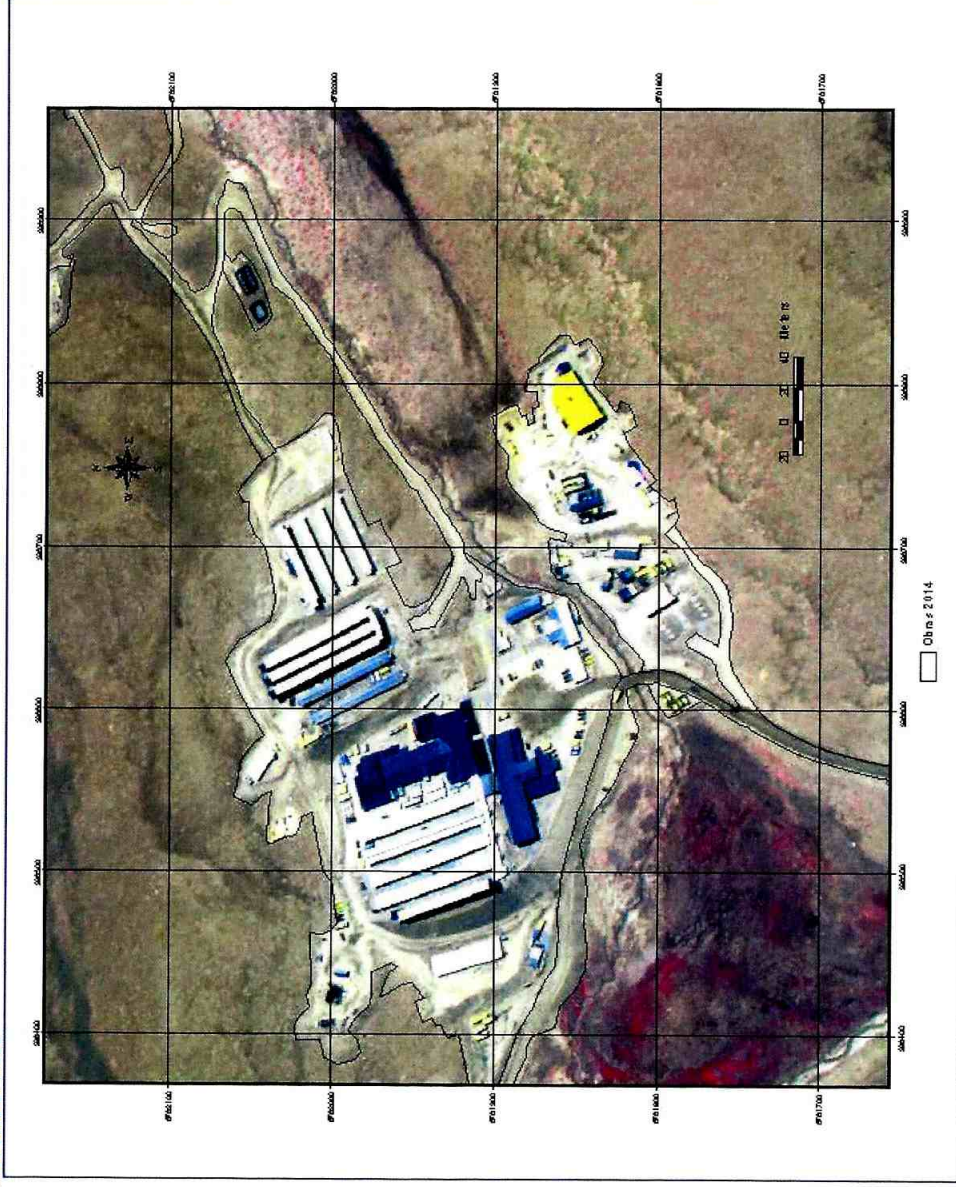


Figura N° 20. Detalle de cartografía de obras a escala 1: 2.000. Sector de Campamento Barriales.

Integrando Desarrollo y Creando Confianza



BIOMA LTDA
CONSULTORES AMBIENTALES

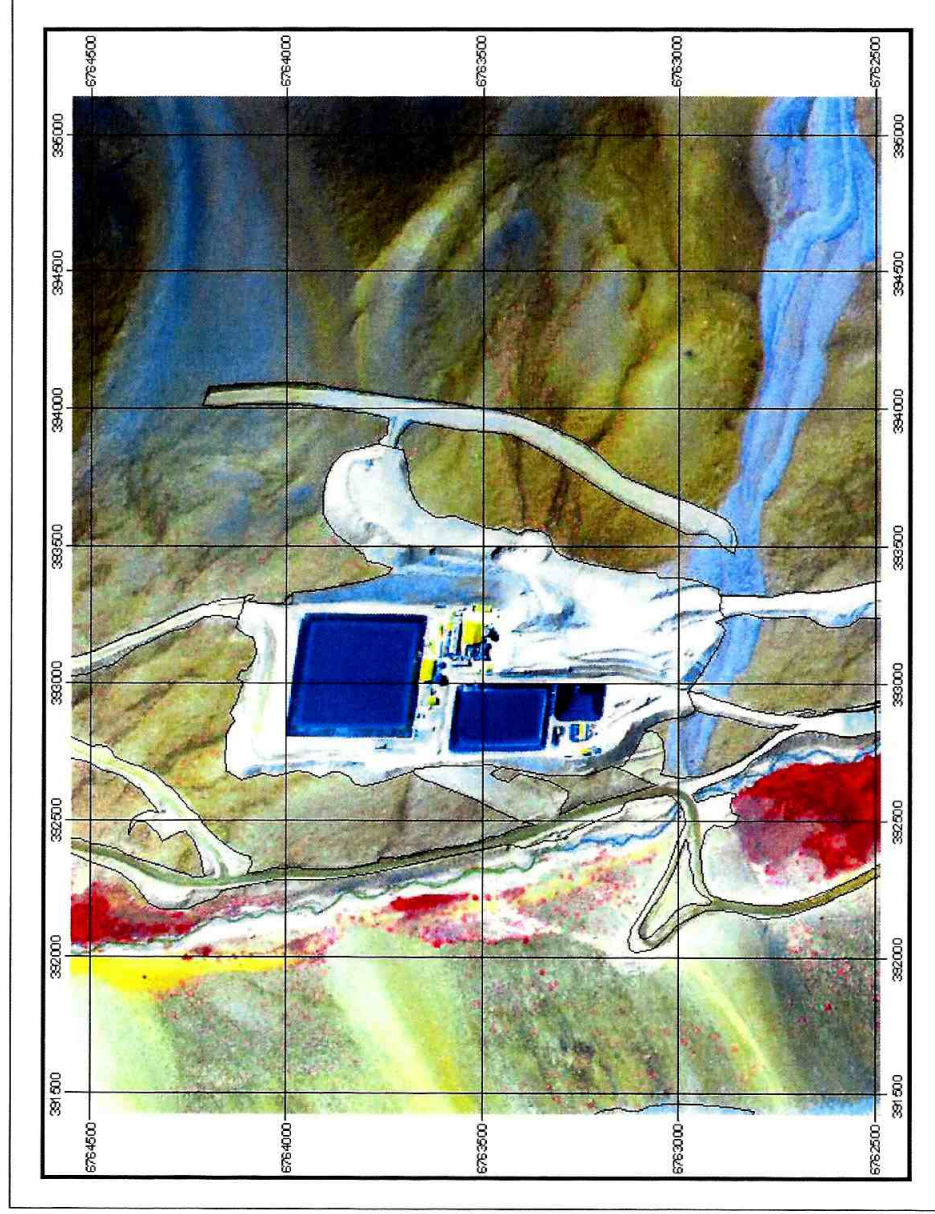


Figura N° 21. Detalle de obra. Sistema de manejo ácido planta.



BIOMA LTDA
CONSULTORES AMBIENTALES



BARRICK
Mineria Responsable

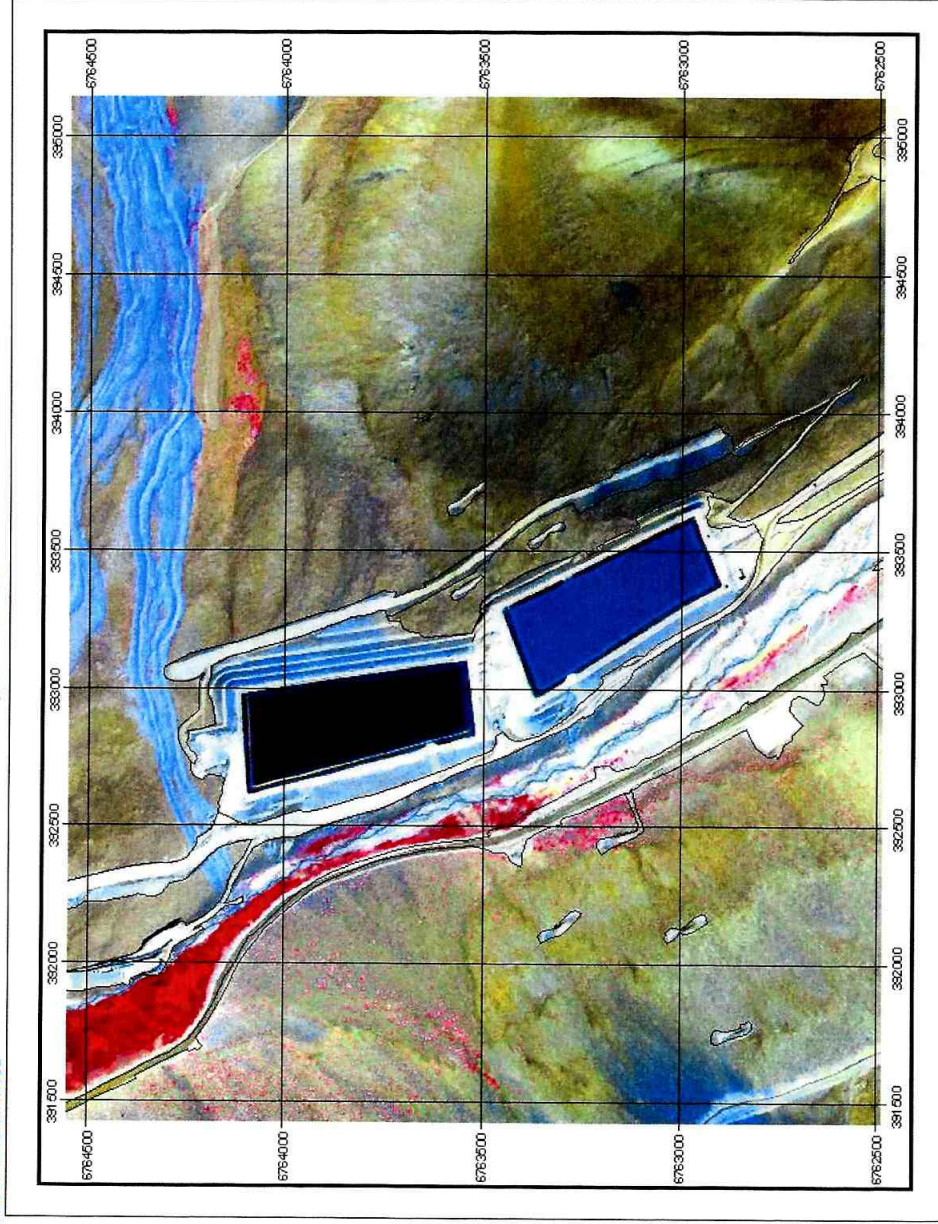


Figura N° 22. Detalle de obra. Sistema de manejo ácido ducto.

Tabla N° 4. Superficies intervenidas por obras correspondientes a las indicadas en la Adenda N° 2, realizadas en el área de estudio a marzo del año 2014.

ID	COD	OBRA	AREA	Sup-ha
1	1	Camino y áreas removidas	1431,9	0,14319
2	9	Sistema tratamiento ácido ducto	94898,2	9,48982
3	1	Camino y áreas removidas	331,8	0,03318
4	1	Camino y áreas removidas	468,0	0,0468
5	10	Obras 1	16357,8	1,63578
6	11	Obras 2	6568,9	0,65689
7	12	Obras 3	25564,2	2,55642
8	4	Campamento Barriales 3	14143,5	1,41435
9	2	Campamento Barriales 1	56145,1	5,61451
10	3	Campamento Barriales 2	741,1	0,07411
12	1	Camino y áreas removidas	23691,8	2,36918
13	1	Camino y áreas removidas	13542,3	1,35423
14	13	Obra 4	3469,5	0,34695
15	13	Obra 4	2999,5	0,29995
16	14	Obra 5	4537,9	0,45379
17	14	Obra 5	1365,0	0,1365
18	5	Campamento Barriales 4	360,3	0,03603
19	1	Camino y áreas removidas	14785,8	1,47858
20	1	Camino y áreas removidas	350,4	0,03504
21	1	Camino y áreas removidas	539,2	0,05392
22	1	Camino y áreas removidas	700,0	0,07
23	1	Camino y áreas removidas	498,9	0,04989
24	1	Camino y áreas removidas	463,7	0,04637
25	7	Obra 6	1274,5	0,12745
26	1	Camino y áreas removidas	37151,6	3,71516
27	1	Camino y áreas removidas	9022,2	0,90222
38	8	Sistema tratamiento ácido planta	69307,9	6,93079
42	8	Camino y áreas removidas	199626,4	19,96264
		Total	600337,4	60,03374

Estas obras corresponden a la zona de distribución de la Azorella, según resultados del punto 5.4.

5.6 Cartografía resultante de Azorella intervenida por Obras.

Al analizar los cambios producidos en el territorio por las Obras indicadas y la correspondiente distribución de *Azorella madreporica* se obtuvo como resultado la cartografía de la Figura N° 21 y la Tabla N°5.

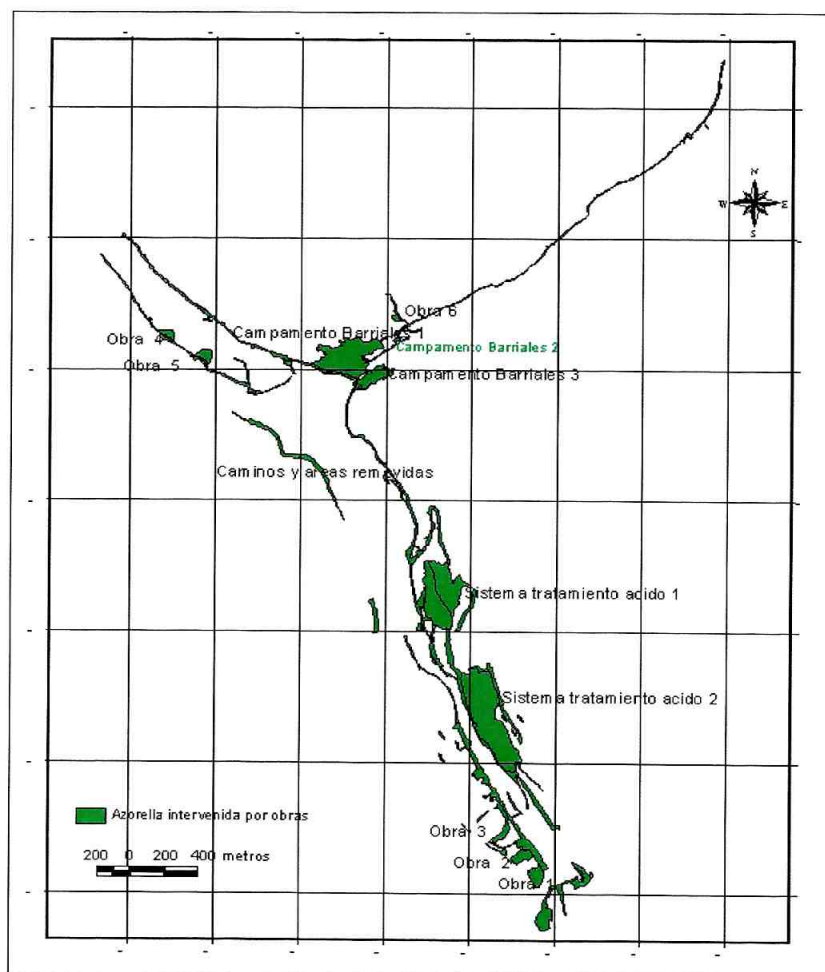


Figura N° 21. Superficies de Azorella intervenidas por las Obras.

Tabla N° 5. Superficie, cobertura y número de individuos de Azorella intervenida por obras indicadas en Adenda N°2, a marzo de 2014.

OBRA	%cobertura	N°Azorella/ha	Superficie (ha).	N° Azorella
Caminos y areas removidas	2 - 30%		22,162480	17086
Campamento Barriales 1	9,8	1000	5,614510	5615
Campamento Barriales 2	9,8	1000	0,074110	74
Campamento Barriales 3	11,4	2450	1,413880	141
Subtotal			7,102500	5830
Obra 1	3,0	400	0,784580	314
Obra 2	3,0	400	0,656890	263
Obra 3	3,0	400	0,752640	301
Obra 3	20,0	800	0,006850	5
Obra 4	1,0	300	0,346950	104
Obra 4	1,0	300	0,100940	30
Obra 5	1,0	300	0,453790	136
Obra 5	1,0	300	0,133570	40
Obra 6	2,6	800	0,010060	8
Obra 6	9,8	1000	0,117390	117
Subtotal			3,363660	1319
Sistema tratamiento ácido planta	4,0	1100	3,352200	3687
Sistema tratamiento ácido planta	3,0	600	3,310720	1986
Sistema tratamiento ácido ducto	4,0	1100	9,489820	10439
Total			48,781380	40347

La superficie intervenida de Azorella es 48,8 hectáreas, cuyo resumen comparativo con las superficies comprometidas en la Adenda N° 2 se presenta en la Tabla N° 7 y el detalle por unidad cartográfica en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6. Unidades cartográficas de Azorella intervenidas por las obras.

ID	FORMACION	SPDOM_1	SPDOM_2	OBRA	AREA	PORC. COB	NLLAR/ HA	SUP_ha	N° LLARETA
48	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	10416,4	1,0	300	1,041640	312
39	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	321,3	2,0	420	0,032130	13
2	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	3913,6	2,2	600	0,391360	235
5	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	2837,4	2,6	800	0,283740	227
1	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	6982,7	3,0	400	0,698270	279
43	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	539,2	3,0	400	0,053920	22
44	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	508,7	3,0	400	0,050870	20
45	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	177,6	3,0	400	0,017760	7
46	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	32427,8	3,0	400	3,242780	1297
47	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	12534,8	3,0	400	1,253480	501
54	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	5010,7	3,0	600	0,501070	301
56	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	20040,2	3,0	600	2,004020	1202
31	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	331,8	4,0	1100	0,033180	36
32	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	468,0	4,0	1100	0,046800	51
33	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	9745,6	4,0	1100	0,974560	1072
34	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	350,4	4,0	1100	0,035040	39
35	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	490,7	4,0	1100	0,049070	54
37	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	47031,1	4,0	1100	4,703110	5173
38	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	4503,5	6,0	400	0,450350	180
57	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	4928,6	6,0	800	0,492860	394
60	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	6879,0	6,0	800	0,687900	550
3	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	293,5	8,0	900	0,029350	26
18	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	16644,4	9,8	1000	1,664440	1664
20	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	18546,2	9,8	1000	1,854620	1855
63	Llaretta	Laretia acaulis	Azorella madreporica	Caminos y areas removidas	2675,4	2,0	100	0,267540	27
58	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	1655,2	18,0	1200	0,165520	199
59	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	3332,0	18,0	1200	0,333200	400
9	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	586,1	20,0	800	0,058610	47
10	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	140,4	20,0	800	0,014040	11
11	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	231,2	20,0	800	0,023120	18
53	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	1974,8	20,0	1300	0,197480	257
7	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	4593,5	30,0	1200	0,459350	551
14	Llaretta	Azorella madreporica		Caminos y areas removidas	513,0	30,0	1200	0,051300	62
15	Llaretta	Azorella madreporica		Campamento Barriales 1	56145,1	9,8	1000	5,614510	5615
16	Llaretta	Azorella madreporica		Campamento Barriales 2	741,1	9,8	1000	0,074110	74
61	Llaretta	Laretia acaulis	Azorella madreporica	Campamento Barriales 3	14138,8	2,0	100	1,413880	141
40	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 1	7845,8	3,0	400	0,784580	314
41	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 2	6568,9	3,0	400	0,656890	263
42	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 3	7526,4	3,0	400	0,752640	301
8	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 3	68,5	20,0	800	0,006850	5
49	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 4	3469,5	1,0	300	0,346950	104
50	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 4	1009,4	1,0	300	0,100940	30
51	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 5	4537,9	1,0	300	0,453790	136
52	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 5	1335,7	1,0	300	0,133570	40
6	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 6	100,6	2,6	800	0,010060	8
19	Llaretta	Azorella madreporica		Obra 6	1173,9	9,8	1000	0,117390	117
36	Llaretta	Azorella madreporica		Sistema tratamiento ácido planta	33522,0	4,0	1100	3,352200	3687
30	Llaretta	Azorella madreporica		Sistema tratamiento ácido ducto	94898,2	4,0	1100	9,489820	10439
55	Llaretta	Azorella madreporica		Sistema tratamiento ácido planta	33107,2	3,0	600	3,310720	1986

Tabla N° 7. Resumen de Superficie (hectáreas) de Azorella madreporica intervenida por obras, según el presente estudio y Adenda 2.

	Campamento	Caminos- áreas removidas	Sistema de Tratamiento de ácido planta.	Sistema de Tratamiento de ácido ducto.	Otras obras	Total intervenido	Superficie total de Azorella en la cuenca	% intervenido
Sup. Estudio (ha.)	7,1	22,1	6,7	9,5	3,4	48,8	790,5	6,2
Sup. Adenda N° 2 (ha.)	5,7	20	10	0,8	0	36,5	712,7	5,1

La diferencia de superficie entre lo intervenido al año 2014 con lo indicado en la Adenda es de 12,3 hectáreas, con una diferencia porcentual, en términos relativos, de 1,1%.

6. ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN.

La metodología aplicada y los resultados obtenidos dan cuenta en forma detallada de la intervención de la Obras en la formación de Llareta y específicamente en la especies de *Azorella madreporica*, sin embargo es previsible que un mayor número de muestras de terreno permitan precisar aún más los resultados, no los que se refieren a las superficies intervenidas, si no los que dicen relación con las coberturas y densidad (N° de individuos por hectárea) de la especie *Azorella madreporica*.

La superficie total intervenida (hasta marzo del año 2014) de *Azorella madreporica* por las Obras indicadas en la Adenda N° 2 corresponde a 48,8 hectáreas, con porcentajes de coberturas que van entre el 2% al 30%, y con un total de individuos calculados en 40.347. Donde, las Unidades Cartográficas con coberturas mayores o iguales a 18% son 9 con una superficie de 1,3 hectáreas, correspondientes a “caminos y áreas removidas”. Las demás unidades (47,5 ha) se encuentran con coberturas entre 1 y 9,8%.

Del total indicado (48,8 ha), la superficie intervenida por Caminos y remoción de tierra es de 22,1 ha. La superficie removida por obras del campamento Barriales es de 7,1 ha que incluyen las zonas nombradas como Campamento Barriales 1, 2 y 3. La superficie correspondiente a Sistema de tratamiento ácido planta es de 6,7 ha. La superficie de la zona Sistema de tratamiento ácido ducto es de 9,5 ha. Finalmente en “Otras obras” que corresponden a las zonas indicadas como obra 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en la cartografía, se tienen 3,4 hectáreas.

En relación a los compromisos ambientales relacionados con *Azorella madreporica* explicitados en la adenda N°2, para una superficie de *Azorella madreporica* total, distribuida en la parte alta de la cuenca del río Estrecho de 712,7 hectáreas, determinadas por Squeo (2004) a escala 1: 50.000, la intervención indicada fue de 5,1 % de esa superficie, es decir del orden de 36,5 ha. El presente estudio obtiene un total de 790 hectáreas de *Azorella* y una superficie de *Azorella* intervenida de 48,8 ha lo que representa el 6,2% del total de la superficie, produciéndose en consecuencia una diferencia de 1,1% y de 12,3 hectáreas sobre lo comprometido en la Adenda.

ANEXO Datos de parcelas de muestreo de terreno WEST1

Parcelas de 10 * 10 m			
Punto: parcela:	WEST 1 (parcela 6)		
Visitado por:	TA, CV, HV		
Nombre del Sector o Lugar:		Altitud	3744
COORDENADAS	29° 16' 289" S 70° 04' 002" W (altitud tomada en este punto)		
Vertice 1	29° 16' 288" S	70° 03' 996" W	
Vertice 2	29° 16' 288" S	70° 04' 001" W	
Vertice 3	29° 16' 291" S	70° 03' 991" W	
Vertice 4	29° 16' 286" S	70° 03' 994" W	
N° Polígono:	1		
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales	Llarreta		
Formación Vegetal			
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 75%	% Llarretas 20%	Color de piedras:
% otras especies 5%			
% de materia seca (rastrojo):			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):			
Pajoso, verde amarillento. Individuos grandes presentan zonas secas			
Características de Suelos	Encargado: textura: muy fina, fina, gruesa		
Formación	Textura: gruesa	Color arena	Pendiente%
Rocas y piedras de distintos tamaños			
Observaciones			
Características Antrópicas			
Uso:			
Observaciones artificialización			
Presencia de ciperáceas entre cojines de llarreta. Polígono se ubica frente al campamento en ladera de exposición norte. A 2 m del camino. Calle de acceso a talleres West, estacionamientos camiones y otras instalaciones.			
Mediciones tomadas en la tarde. Temperatura: 7, viento: 40km/h sensación térmica inbriada: -16°C			

ALTURA (cm)	REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE		
	Especies dominantes		
0 a 10	Sp1: Amadrepocia	Sp2: Llarreta acaulis	Sp3: otra
10 a 20		4	
20 a 30		3	
30 a 40		2	
40 a 50		0	
50 y más		1	
COBERTURA POR SP	0%	20%	0%

INDIVIDUO	REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:			
	N° de individuos en parcela = 14			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	19	18	1	0
2	255	180	51	50
3	224	154	31	30
4	133	95	20	0
5	30	22	10	100
6	25	17	4	0
7	120	115	16	100
8	115	107	30	25
9	100	86	34	5
10	34	29	8	0
11	165	97	26	0
12	40	35	7	0
13	54	49	16	0
14	159	145	25	0
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS 4,9 m

WEST 2

Parcelas de 10 * 10 m			
Punto: parcela:		WEST 2 (parcela original 6)	
Visitado por:		TA, CV, HV	
Nombre del Sector o Lugar:		ARRUD	3730
COORDENADAS			
29°16.288 S		70°04.009 W	
Vértice 1	29°16.287 S	70°04.011 W	
Vértice 2	29°16.290	70°04.009	
Vértice 3	29°16.289	70°04.005	
Vértice 4	29°16.286	70°04.005	
N° Polígono: 2			
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal: Llaeta			
% suelo desnudo 5%	% Piedras y rocas 60%	% Llaetas 25%	Color de piedras:
% otras especies 12%			
% de materia seca (rastrajo):			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):			
verde amarillento, color pajoso			
*textura: muy fina, fina, gruesa			
Características de Suelos		Encargado:	
Formación		Textura:	
		Color:	
		Pendiente %:	
Observaciones			
Azorella madreporica en los alrededores de la parcela. Presencia de champas. Presencia de fecas al interior de la parcela			
Presencia de Llaeta acaulis y Azorella madreporica. Un individuo sin identificar.			
Mediciones tomadas en la tarde. Temperatura: 7, viento: débil, sensación térmica: informada -10 °C			
Características Antropicas			
Uso:			
Observaciones artificialización:			
Presencia de ciperáceas entre cojines de llaeta. Polígono se ubica frente al campamento en ladera de exposición norte. Idem cercanía camino (calte lateral).			
Calle de acceso a talleres West, estacionamientos camiones y otras instalaciones.			

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE				
ALTURA (cm)	Especies dominantes			
	Sp1: A. madreporica	Sp2: Llaeta acaulis	Sp3: otra	
0 a 10	6			
10 a 20	5			
20 a 30	8			
30 a 40	0			
40 a 50	0			
50 y más	0			
COBERTURA POR SP	25%	0%	0%	

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 25			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	112	97	20	0%
2	91	29	16	20%
3	156	132	34	100%
4	204	172	24	30%
5	12	10	2	0%
6	150	101	28	35%
7	97	33	7	0%
8	79	64	13	0%
9	76	71	22	0%
10	114	100	20	0%
11	35	28	7	0%
12	22	20	5	0%
13	22	19	1,5	0%
14	25	17	6	0%
15	87	74	35	5%
16	17	15	3	0%
17				0%
18				0%
19				0%
20				0%
21				0%
22				0%
23				0%
24				30%
25				0%
26				0%
27				0%
28				0%
29				0%
30				0%
31				0%
32				0%
33				0%
34				0%
35				0%
36				0%
37				0%
38				0%
39				0%
40				0%
41				0%
42				0%
43				0%
44				0%
45				0%

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

107.51 cm

1,07 m

VERTEDERO 1

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m		Fecha: 03-06-2014	
Punto parcela:	VERTEDERO 1 (parcela original N° 6)				
Verificado por:	TA, CV, HV				
Nombre del Sector o Lugar:	29°16'03" S 70°03'50" W		Altitud	3752	
COORDENADAS					
Vértice 1	29°16'03"	70°03'52"			
Vértice 2	29°16'03"	70°03'54"			
Vértice 3	29°16'03"	70°03'52"			
Vértice 4	29°16'03"	70°03'57"			
N° Polígono:	1				
Ocurrencia de Agua:					
Características Vegetacionales					
Formación Vegetal	Llaneta				
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 74%	% Llanetas 20%	Color de piedras:		
% otras especies 0%					
% de materia seca (rastreo):					
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):					
Papales	*textura muy fina, fina, gruesa				
Características de Suelos	Encargado:				
Formación	Textura	Color:	Pendientes:		
Observaciones					
Manchones de nieve en el sector					
Mediciones tomadas en la tarde Temperatura -7, viento 40km/h sensación térmica informada -18°C					
Características Antropicas					
Uso:					
Observaciones antropización					
Parcela se ubica al lado noroeste del vertedero frente al centro de acopio de reciclaje. Al lado este del camino de acceso al vertedero.					
Día amaneció cubierto de nieve (3 cm aprox). Actividades se realizaron cerca de las 11 de la mañana. Se instaló la parcela y se renovó la nieve con escobas para permitir las mediciones de Suelos. Sensación térmica -20°C.					
Sector vertedero, al nor este del campamento					

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE			
ALTURA (cm)	Especies dominantes		
	Sp1: A. madrepórica	Sp2: L. reticulata	Sp3: otra
0 a 10	0		
10 a 20	5		
20 a 30	3		
30 a 40	1		
40 a 50	0		
50 y más	0		
COBERTURA POR SP	20%		

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 9			
	DIAMETRO			% Senescente
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	
1	14.5	0.77	19	0%
2		1.35		0%
3		**		0%
4				0%
5				0%
6				0%
7				0%
8				0%
9				0%
10				0%
11				0%
12				0%
13				0%
14				0%
15				0%
16				0%
17				0%
18				0%
19				0%
20				0%
21				0%
22				0%
23				0%
24				0%
25				0%
26				0%
27				0%
28				0%
29				0%
30				0%
31				0%
32				0%
33				0%
34				0%
35				0%
36				0%
37				0%
38				0%
39				0%
40				0%
41				0%
42				0%
43				0%
44				0%
45				0%

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

VERTEDERO 2

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m	
Punto: parcela:	VERTEDERO 2 (parcela original N° 6)		Fecha: 04-06-2014
Verificado por:	TA, CV, HV		
Nombre del Sector o Lugar:		Altitud	3764
COORDENADAS	29° 16' 034" S 70° 03' 882" W		
Vértice 1	29° 16' 039"	70° 03' 885"	
Vértice 2	29° 16' 034"	70° 03' 878"	
Vértice 3	29° 16' 030"	70° 03' 885"	
Vértice 4	29° 16' 035"	70° 03' 886"	
N° Polígono:	2		
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal	Lirreta, en cojín		
% suelo desnudo	% Piedras y rocas 90%	% Lirretas 7%	Color de piedras:
% otras especies 2%champas pequeñas			
% de materia seca (rastrop):			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):			
textura: muy fina, fina, gruesa			
Características de Suelos	Encargado:		
Formación	Textura	Color:	Pendiente%
Observaciones			
Se observa suelo de textura fina, color café pero con piedras 4 cm de diámetro máximo encunta fáciles de mover y dejar el suelo expuesto.			
Da amanecer cubierto de nieve (3 cm aprox) Actividades se realizaron cerca de las 11 de la mañana. Se instaló la parcela y se removió la nieve con escobas para permitir las mediciones de lirretas. Sensación térmica: -20°C.			
Características Antrópicas			
Uso:	Acceso vertedero		
Observaciones artificiales:			
Parcela se ubica al lado este del camino de acceso al vertedero, 20 m del camino aprox. Frente al centro de reciclaje			

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE			
ALTURA (cm)	Especies dominantes		
	Sp1: Amadrepurice	Sp2: Lirreta acuña	Sp3: otra
0 a 10	1		
10 a 20	5		
20 a 30	2		
30 a 40	0		
40 a 50	0		
50 y más	0		
COBERTURA POR SP	20%		

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 6			
	DIAMETRO			% Senescente
	MAYOR (cm)	MEJOR (cm)	ALTURA (cm)	
1	30	26	10	0%
2	98	77	15	0%
3	105	55	18	5%
4				25%
5				10%
6				0%
7				0%
8				0%
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

CAMINO 1

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m		Fecha: 04-06-2014	
Punto - parcela:	CAMINO 1				
Visitado por:	TA, CV, HV				
Nombre del Sector o Lugar:			Altitud	3855	
COORDENADAS	29°17'176" S 70°03'729" W				
Vértice 1	29°17'173"	70°03'730"			
Vértice 2	29°17'177"	70°03'733"			
Vértice 3	29°17'179"	70°03'728"			
Vértice 4	29°17'175"	70°03'726"			
Nº Polígono:	1				
Ocurrencia de Agua:					
Características Vegetacionales					
Formación Vegetal	Lareta, formación en cojín				
% suelo desnudo azules en las	% Piedras y rocas 70%	% Laretas 25%	Color de piedras:		
% otras especies 5 %					
% de materia seca (residuo):					
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):					
paño	textura: muy fina, fina, gruesa				
Características de Suelos	Encargado:				
Formación	Textura	Color:	Pendiente%		
Observaciones					
Características Antrópicas					
Uso:					
Observaciones articulación					
Parcelas ubicadas paralelo al camino de acceso al campamento, a unos 6 m del camino aprox.					
Sensación térmica -20°C.					

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE			
ALTURA (cm)	Especies dominantes		
	Sp1: A. madrepórica	Sp2: Lareta aculis	Sp3: otra
0 a 10	0		
10 a 20	4		
20 a 30	3		
30 a 40	1		
40 a 50	0		
50 y más	0		
COBERTURA POR SP	25%		

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO				
INDIVIDUO	Nº de individuos en parcela = 8			
	DIAMETRO			% Senescente
	MAYOR (cm)	MEJOR (cm)	ALTURA (cm)	
1	118	99	12	50%
2	83	55	18	0%
3				60%
4				0%
5				20%
6				5%
7				20%
8				0%
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

CAMINO 2

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m	
Punto parcela	CAMINO 2		Fecha: 04-06-2014
Visitado por:	TA, CV, HV		
Nombre del Sector o Lugar:			Altitud
COORDENADAS	29°17'18.2" S 70°03'71.5" W		3864
Vértice 1	29°17'18.1"	70°03'71.2"	
Vértice 2	29°17'18.5"	70°03'70.6"	
Vértice 3	29°17'18.9"	70°03'70.8"	
Vértice 4	29°17'18.5"	70°03'71.2"	
Nº Polígono:	2		
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal	Llaretas		
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 70%	% Llaretas 22%	Color de piedras:
% otras especies 5%			
% de materia seca (rastiojo):			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):	pajoso		
Características de Suelos	Estructura: muy fina, fina, gruesa		
Formación	Textura:	Color:	Pendiente %:
Observaciones			
Solo piedras y rocas			
Características Antrópicas			
Uso:			
Observaciones artificialización			
Parcela a 7 m del camino aprox.			
Sembración térmica -20° aprox. Despejado.			

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE				
ALTURA (cm)	Especies dominantes			
	Sp1: A. madrepórica	Sp2: Laretia acaulis	Sp3: otra	
0 a 10	0			
10 a 20	4			
20 a 30	3			
30 a 40	0			
40 a 50	0			
50 y más	0			
COBERTURA POR SP	22%			

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 7			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	162	133	25	0
2	117	98	16	5
3				10
4				20
5				1
6				2
7				10
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

PISCINA 1

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m	
Punto: parcela:	Piscina 1	Fecha: 04-06-2014	
Validado por:	TA, CV, HV		
Nombre del Sector o Lugar:		Altitud	9876
COORDENADAS	29°17'081" S 70°03'645" W		
Vértice 1	29°17'088"	70°03'643"	
Vértice 2	29°17'084"	70°03'639"	
Vértice 3	29°17'077"	70°03'642"	
Vértice 4	29°17'079"	70°03'647"	
N° Polígono:	1		
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal	Llaretas		
% suelo desnudo	% Piedras y rocas 97%	% Llaretas 0%	Color de piedras:
% de especies 1%			
% de materia seca (rastrojo):			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):			
paposo			
Características de Suelos	Encargado:	*textura muy fina, fina, gruesa	
Formación	Textura:	Color:	Pendiente%
Observaciones			
Viento, sensación térmica disminuyendo, sol omienza a esconderse			
Características Antropicas	Entre piscinas del lado este del río estrecho. Sector de ductos que une piscinas. Ducto se encuentra entre		
Uso			
Observaciones artificialización	Entre piscinas del lado este del río estrecho. Sector de ductos que une piscinas. Ducto se encuentra enterrado. Una llareta muerta 100%.		

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE			
ALTURA (cm)	Especies dominantes		
	Sp1: A. madreporica	Sp2: Lareta acualis	Sp3: otra
0 a 10	5		
10 a 20	5		
20 a 30	1		
30 a 40	0		
40 a 50	0		
50 y más	0		
COBERTURA POR SP	6%		

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 11			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	47	42	10	10%
2	41	34	11	10%
3	35	35	12	10%
4	62	51	14	10%
5	113	75	8	0%
6	40	31	20	0%
7	67	55	13	0%
8				0%
9				0%
10				13%
11				5%
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

PISCINA 2

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m			
Punto: parcela:	Piscina 2				
Visitado por:	TA, CV, HV				
Nombre del Sector o Lugar:	TA, CV, HV		Altitud	3885	
COORDENADAS	29°17'067" S 70°03'636" W				
Vértice 1	29°17'067"	70°03'630"			
Vértice 2	29°17'068"	70°03'628"			
Vértice 3	29°17'065"	70°03'625"			
Vértice 4	29°17'062"	70°03'631"			
N° Polígono:	2				
Ocurrencia de Agua:					
Características Vegetacionales					
Formación Vegetal	Llaretas				
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 90%	% Llaretas 5%	Color de piedras:		
% de materia seca (astrojo):					
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):					
pajoso					
Características de Suelos	Encargado: *textura muy fina, fina, gruesa				
Formación	Textura:		Color:		Pendiente%:
Observaciones					
Características Antrópicas					
Uso:					
Observaciones a: Eficacia					
Parcela a 50 m del camino de acceso aproximado. Hacia el Noreste de la parcela 1. Entre piscinas, en sector de dudo que se encuentra bajo tierra					
Viento y baja la temperatura debido a que el sol se ha escondido					

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE				
ALTURA (cm)	Sp1: A. madreporica	Sp2: Laretia acaulis	Sp3: otra	
0 a 10	3	73		
10 a 20	7			
20 a 30	1			
30 a 40	0			
40 a 50	0			
50 y más	0			
COBERTURA POR SP	5%			

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO:				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 11			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MEJOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	14	73	11	0
2	128	110	19	4
3	49	32	13	0
4	49	33	9	0
5				4
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
11				0
12				0
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

COPEC 1

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m		Fecha: 05-06-2014	
Punto parcela:	Copec 1		TA, CV, HV		
Visitado por:	TA, CV, HV		3727		
Nombre del Sector o Lugar:	29°16'11" S 70°04'14" W		ARRUD		
COORDENADAS	29°16'11" S 70°04'14" W		ARRUD		
Vértice 1	29°16'10.5"	70°04'14.6"			
Vértice 2	29°16'11.2"	70°04'15.1"			
Vértice 3	29°16'11.2"	70°04'14.6"			
Vértice 4	29°16'10.8"	70°04'14.3"			
N° Polígono:	1				
Ocurrencia de Agua:					
Características Vegetacionales	Libreta				
Formación Vegetal	Libreta				
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 90%	W. Libretas 10%	Color de piedras:		
% obs especies = 1% chaparral					
% de material seco (rastropo):					
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante):					
*textura: muy fina, fina, gruesa					
Características de Suelos	Encargado:	Pendiente%:			
Formación	Textura:	Color:			
Observaciones					
Actividades desarrolladas en la mañana: Despejado, T° bajo cero.					
No hay suelo. Predominan piedras y rocas de color rosado.					
Sólo a unos 60 m de la Copec ubicada detrás del campamento barriales hacia el norte					
Características Antrópicas					
Uso:					
Observaciones artificialización					
Cerca de instalaciones copec campamento Barriales.					

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE				
ALTURA (cm)	Especies dominantes			
	Sp1: A. madreporica	Sp2: Laretia acutis	Sp3: otra	
0 a 10	3	5		
10 a 20	5			
20 a 30	2			
30 a 40	0			
40 a 50	0			
50 y más	0			
COBERTURA POR SP	10%			

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 9			
	DIAMETRO			% Senescente
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	
1	170	97	10	25%
2	178	90	16	12%
3	26	25	18	0
4	16	10	2	0
5	80	76	23	0
6	101	56	22	0
7	52	16	18	0
8				0
9				0
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS

COPEC 2.

FICHA TERRENO		Parcelas de 10 * 10 m	
Punto: parcela	COPEC 2	Fecha: 05-06-2014	
Visitado por:	TA, CV, HV		
Nombre del Sector o Lugar:		Altitud	3717
COORDENADAS	29°16'118" S 70°04'163 W		
Vértice 1	29°16'117"	70°04'171"	
Vértice 2	29°16'122"	70°04'170"	
Vértice 3	29°16'124"	70°04'163"	
Vértice 4	29°16'118"	70°04'163"	
N° Polígono:	2		
Ocurrencia de Agua:			
Características Vegetacionales			
Formación Vegetal	Llaretas		
% suelo desnudo 0%	% Piedras y rocas 90%	% Llaretas 10%	Color de piedras:
% otras especies <1%			
% de materia seca (pastor)			
Observaciones de vigor y estado sanitario (Color predominante)			
Textura: muy fina, fina, gruesa			
Características de Suelos	Encargado:		
Formación	Textura:	Color:	Pendiente%
Observaciones			
Características Antrópicas			
Uso:			
Observaciones artificialización			
Se observan guelras y fecas. Mediciones realizadas cerca del medio día. Al nor oeste de la parcela 1.			

REGISTRO DE ALTURA POR ESPECIE			
ALTURA (cm)	Especies dominantes		
	Sp1: A. medroporca	Sp2: Laretia acutis	Sp3: otra
0 a 10	1		
10 a 20	10		
20 a 30	0		
30 a 40	0		
40 a 50	0		
50 y más	0		
COBERTURA POR SP	10%		

REGISTRO DE DIAMETRO POR INDIVIDUO				
INDIVIDUO	N° de individuos en parcela = 11			
	DIAMETRO			
	MAYOR (cm)	MENOR (cm)	ALTURA (cm)	% Senescente
1	50	49	17	0
2	98	57	11	30%
3	49	44	14	10%
4	84	74	16	25%
5	46	27	13	10%
6	66	40	11	0
7	77	71	9	0
8	87	75	13	0
9	89	76	17	0
10	88	61	20	0
11	46	34	12	10%
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				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

DISTANCIA PROMEDIO ENTRE INDIVIDUOS



**“Propuesta de recuperación de superficie de
Azorella madreporica C, intervenida por obras del
Proyecto Pascua-Lama, indicadas en Adenda N°2”**

Equipo de trabajo:

**Roberto Castro Ríos; Ingeniero Forestal.
Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental.**

**Alexis Zepeda Contreras; Médico Veterinario
Hernán Valenzuela Araos; Ingeniero Agrónomo.
Tania Altamirano Azócar; Bióloga
Beatriz Muñoz Donoso; Bióloga.**

JUNIO 2014

1. Antecedentes

De acuerdo al estudio elaborado por BIOMA (Castro et al, 2014) que indica una superficie intervenida por las obras indicadas en la Adenda N° 2 es de 48,8 ha, mientras que la autorización fue de 36,5 hectáreas, dicha diferencia (12,3 ha) se plantea reparar a través de la siguiente propuesta, considerada como preliminar, por cuanto el documento detallado será entregado una vez que se concuerde con el SAG, tanto regional como nacional.

Los estudios realizados por la Universidad de la Serena, entre ellos la tesis doctoral de “Biología reproductiva y dinámicas poblacionales de la yareta (*Azorella madrepórica*)” (Acuña, 2013) se plantea entre otros métodos de propagación el método de trasplante de pequeños individuos de *Azorella* sanos (menores a 15 cm de diámetro promedio), método que resulta aconsejable del punto de vista biológico por cuanto los individuos pequeños se agrupan en “guarderías de recluta” donde existen una alta de densidad por metro cuadrado, por consiguiente en el proceso de crecimiento compiten entre ellos, produciéndose un número importante de individuos muertos, de tal manera que trasplantar un porcentaje de dichos individuos favorecerá en propio crecimiento de los individuos que se dejen.

Por otro lado recientes experiencias de relocalización de vega del Proyecto Caserones, de Lumina Copper Chile (2010), aprobado mediante resolución Exenta N° 013/10 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la III Región de Atacama, que contempló especies en cojín, incluyendo *azorella* permiten indicar que el método de trasplante es posible desarrollarlo con una buena probabilidad de éxito, obteniendo al mismo tiempo, resultados en un plazo razonable que estimamos en 5 años.

2. Propuesta preliminar

La propuesta en términos generales consiste en desarrollar un plan de recuperación en base a trasplante de individuos jóvenes de Azorella, para cubrir 25 hectáreas en porcentajes de cobertura similar a la de las áreas intervenidas, que se encuentran identificadas en la cartografía de detalle (escala 1: 2.000) elaborada recientemente por BIOMA, paralelamente se desarrollará con instituciones de investigación como el INIA un programa de germinación con la finalidad de proveer plántulas para enriquecimiento y creación de nuevas superficies, de tener éxito dicho desarrollo.

La propuesta implica las siguientes actividades:

- a) Elaboración de un plan de trasplante a 10 años plazos (tiempo de ejecución 2 meses, a partir del mes de primero de agosto).
- b) Revisión de propuesta con SAG regional y Nacional (DIPROREN). (Tiempo de ejecución 1 mes).
- c) Convenio con INIA para desarrollo de un programa de germinación (tiempo de ejecución previsto 3 meses).
- d) Actividades preliminares:
 - i) Identificación, demarcación y exclusión en terreno de zonas de reclutas.
 - ii) Caracterización de los sitios de las zonas de recluta, incluyendo inventario de individuos, tamaños, estado y condición. Descripción y análisis de suelo de cada zona (propiedades, fertilidad y salinidad).
 - iii) Localización de termómetros de máxima y mínima, pluviómetros en zonas de reclutas.
 - iv) Identificación de superficies para trasplante, en base a un método multicriterio, a definir espacialmente mediante SIG. Demarcación en terreno. En una primera etapa se propone la identificación de 6 zonas.

- v) Caracterización de suelo de superficies a revegetar.
- vi) Preparación de sitios y mejoramiento de acuerdo a enmiendas que permitan superar limitaciones (se propone inicialmente desarrollar 6 parcelas de 500 metros cuadrados con distintas densidades y tratamiento).

Actividades de i a vi a realizarse entre septiembre de 2014 y marzo abril 2015.

- vii) Trasplante de reclutas (se elaborará y aplicará un protocolo de trasplante, que incluirá el método de extracción, traslado y plantación) (fecha estimada septiembre 2015)
- viii) Estudio de prendimiento (inventario de plantas trasplantadas según estado y condición) a realizarse a fines del primer año (septiembre 2016).
- ix) Análisis y elección de enmiendas con éxito, trasplante a la totalidad de las zonas, según protocolo, con previo tratamiento de enmiendas.
- x) Monitoreo estacional de las zonas replantadas, evaluación y trasplantes anuales de enriquecimiento.

Todas las zonas de trabajo serán debidamente marcadas, protegidas mediante cercos y señalizadas en terreno. Además se entregarán instructivos a todos los operarios de terreno, de cara a la debida protección de las zonas.