

# Canteras en San Carlos de Bariloche: Evaluación de la situación actual y propuesta para el plan de cierre de una cantera

---

Proyecto Final Integrador

Requisito para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Luciana Roncallo

Director: Adriana E. Rovere

Co-director: Fernando Salvaré

Julio 2017



## *Agradecimientos*

---

A mi familia, a mi novio y a mis amigos que incondicionalmente me acompañaron y me brindaron su apoyo a lo largo de toda mi carrera.

A todos las personas que me ofrecieron su tiempo para responder mis inquietudes y aportar a este trabajo con valiosa información:

*Martha Riat* – Ing. Agrónoma, Directora de la carrera de Tecnicatura en Viveros en la Universidad Nacional de Río Negro.

*Carlos Beros* – Subsecretario de Medio Ambiente de S.C. de Bariloche.

*Beatriz Marqués* – Delegada en S.C. de Bariloche de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro.

*Sergio Mendiburu* – Hidraco S.A.

*Gabriela Paladino* – Licenciada en Saneamiento Ambiental, posgraduada en Intervención Ambiental y Doctora en Biología.

*Walter del Vecchi* – Cooperativa de Electricidad Bariloche.

*Claudio Guerriero* – BG Excavaciones

*Juan Carlos Inostrosa* – Coordinador Inspector de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro. Gracias por el interés demostrado, por la compañía y por todo lo enseñado que fue más de lo esperado.

Quiero agradecer también a mi Co-director Fernando Salvaré por su guía, información y contactos proporcionados.

Y por último quiero hacer un agradecimiento especial a mi Directora Adriana Rovere por su acompañamiento a lo largo de este proceso, por las horas dedicadas, por las palabras de aliento, por las oportunidades presentadas. Gracias por esa vocación docente que tanto te caracteriza.

# INDICE

---

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	10
3.1. MARCO LEGAL.....	10
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN CANTERAS .....	14
3.3. IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS CANTERAS.....	18
3.3.1. Impacto sobre la atmósfera.....	19
3.3.2. Impacto sobre la geomorfología.....	19
3.3.3. Impacto sobre el suelo .....	20
3.3.4. Impacto sobre la hidrología .....	20
3.3.5. Impacto sobre la vegetación y la fauna.....	20
3.3.6. Impactos sobre el ámbito socio-ambiental.....	21
3.4. RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN CANTERAS.....	22
3.5. TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN .....	27
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	29
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	30
5.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	30
5.2. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO I: IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LAS CANTERAS PRESENTES DENTRO DEL EJIDO DE S.C. DE BARILOCHE Y SUS ALREDEDORES.....	30
5.2.1. Identificación de las canteras en S.C. de Bariloche y alrededores.....	31
5.2.2. Caracterización de las canteras en Bariloche y alrededores.....	31
5.3. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO II: DISEÑAR EL PLAN DE CIERRE DE UNA CANTERA EN PARTICULAR. ....	35
METODOLOGÍA PARA LA PARTE A – DIAGNÓSTICO DE LA CANTERA SELECCIONADA Y SELECCIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE USO.....	39
5.3.1. Identificación y caracterización de impactos.....	39
5.3.1.1. Impactos sobre la geomorfología .....	40
5.3.1.2. Impactos sobre la hidrología .....	43
5.3.1.3. Impactos sobre el suelo .....	44
5.3.1.4. Impactos sobre la vegetación.....	47
5.3.1.5. Impactos sobre el aire.....	47
5.3.1.6. Impactos socio-ambientales.....	47
5.3.2. Selección de las alternativas de uso .....	48
METODOLOGÍA PARA LA PARTE B – DISEÑO INGENIERIL PARA UN PLAN DE CIERRE	49
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	50
6.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO I: IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LAS CANTERAS PRESENTES DENTRO DEL EJIDO DE S.C. DE BARILOCHE Y SUS ALREDEDORES. ....	50
6.1.1. Identificación de canteras.....	50
6.1.2. Caracterización de canteras.....	55
6.1.2.1. Información administrativa y legal .....	55
6.1.2.2. Información ambiental.....	60
6.1.2.3. Conflictos socio-ambientales.....	63
6.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO II-.DISEÑAR EL PLAN DE CIERRE DE UNA CANTERA EN PARTICULAR.....	68

RESULTADOS PARA LA PARTE A – DIAGNÓSTICO DE LA CANTERA SELECCIONADA Y SELECCIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE USO.....	68
6.2.1. Impactos sobre la geomorfología.....	69
6.2.2. Impactos sobre la hidrología.....	74
6.2.3. Impacto sobre el suelo.....	78
6.2.4. Impacto sobre la vegetación.....	84
6.2.5. Impacto socio-ambiental.....	87
6.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE USO.....	88
RESULTADOS PARA LA PARTE B - PROYECTO INGENIERIL DE PLAN DE CIERRE.....	89
6.4. PROYECTO DE PLAN DE CIERRE.....	89
6.4.1. Descontaminación del sustrato.....	89
6.4.2. Limpieza de residuos.....	91
6.4.3. Restauración ambiental de la geomorfología e hidrología.....	91
6.4.4. Restauración ambiental del suelo.....	95
6.4.5. Revegetación.....	96
6.5. PLAN DE MONITOREO Y MANTENIMIENTO POST-CIERRE.....	99
6.5.1. Relevamiento de taludes.....	99
6.5.2. Relevamiento edafológico.....	99
6.5.3. Evaluación de la vegetación.....	99
6.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PLAN DE CIERRE PROPUESTO.....	100
6.6.1. Identificación y valoración de impactos.....	100
6.6.2. Medidas de mitigación.....	105
6.7. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DEL PLAN DE CIERRE.....	106
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO IV.....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXO V.....</b>	<b>126</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>128</b>



## **ÍNDICE DE TABLAS**

---

Tabla 1 – Resumen de la legislación nacional, provincial y municipal relacionada a la actividad de canteras .....	14
Tabla 2 – Materiales comercializados por canteras de Bariloche.....	18
Tabla 3 - Síntesis de las líneas generales de acciones que se podrían implementar en un trabajo de rehabilitación/restauración activa.. .....	28
Tabla 4 – Muestreo de taludes.....	69
Tabla 5 – Resultados de análisis del suelo de referencia y el sustrato superficial de taludes y fondo de cantera.....	78
Tabla 6 – Porcentaje de cobertura por rocas en las tres zonas identificadas. ....	79
Tabla 7 – Criterios de valoración con sus diferentes escalas de ponderación.....	100
Tabla 8 – Valoración de la importancia de los impactos ambientales.....	102
Tabla 9 - Descripción de actividades de cierre.....	102
Tabla 10 - Descripción de los ambientes susceptibles de impacto.....	103
Tabla 11 – Matriz de impacto ambiental resumida de las actividades del Proyecto de Plan de Cierre de la cantera Ruta Prov. N° 80.....	104
Tabla 12 - Cronograma de actividades del proyecto de plan de cierre.....	106
Tabla 13 - Presupuesto del Proyecto de plan de cierre de la cantera de la Ruta Prov. N°80. ....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 - Triturado del material en canteras de Bariloche.....	16
Figura 2 - Proceso de cribado en canteras de Bariloche.....	16
Figura 3 - Lavado de ripio en canteras de Bariloche.....	17
Figura 4 – Recuperación del ambiente natural. A) Rehabilitación de cantera en Colombia; B) Cantera de Cuchía (Cantabria, España).....	24
Figura 5 - Actividades productivas. A) Acuicultura (General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina); B) Agrícola (Sevilla, España); C) Viñedo (La Rioja, España) .....	24
Figura 6 – Uso como vertedero de residuos en San Martín de los Andes, Argentina. Fuente: propia.....	25
Figura 7 – Usos recreativos A) Circuito de Motocross (Albinyana, Terragona, España); B) Cancha de Golf (Valladolid, España); C) Proyecto de Hotel en China; D) Estadio deportivo (Portugal); E) y F) Parque de aventura Brownstone Park (Portland, EEUU). .....	25
Figura 8 – Usos culturales. A) The Eden Project (Reino Unido); B) Jardín Botánico (Shangai, China); C) Ópera de Alambre (Brasil); D) Anfiteatro (Bilbao, España); E) Arboretum (Buenos Aires, Argentina). .....	26
Figura 9 – Remediación paisajística en un contexto urbano. La Ciudad de las Canteras (México).....	26
Figura 10 – Determinación del uso del suelo a partir de la superposición del Código Urbano 1995 (capa en colores) y el área de las canteras (áreas punteadas).....	33
Figura 11 – Imágenes satelitales de la cantera en estudio.....	37
Figura 12 – Ambientes identificados en la cantera de estudio: A) Área de referencia, B) Talud, C) Fondo de cantera. Fuente: propia. ....	39
Figura 13 – Sectores de muestreo dentro del área afectada por la explotación minera .....	41
Figura 14 – Caminos de acceso a la cantera .....	47
Figura 15– Ubicación de las canteras identificadas dentro del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. Los números indican cada una de las canteras: 1) Áridos del Ñirihuau, 2) Aeropuerto, 3) Ruta Prov. N°80, 4) Ñire (Planta de beneficio), 5) Estación transformadora, 6) Áridos Arroyo del Medio, 7) Municipal, 8) Ñire, 9) Codistel, 10) Arenera del Sur, 11) Hidraco, 12) Notrof, 13) Del Pilar, 14) La Cava, 15) Ruta Prov. N° 82, 16) Virgen de las Nieves, 17) Cerro Catedral, 18) Piedra Verde, 19) Ejército III, 20) Catedral, 21) Chacayal. ....	50
Figura 16 - Imagen satelital de las canteras presentes en la zona este, y ubicación de cada cantera: 1) Áridos del Ñirihuau, 2) Aeropuerto, 3) Ruta Prov. N° 80, 4) Ñire (Planta de beneficio), 5) Estación transformadora, 6) Áridos Arroyo del Medio.....	51
Figura 17 – Imagen satelital de las canteras presentes en la zona centro, y ubicación de cada cantera: 7) Municipal, 8) Ñire, 9) Codistel, 10) Arenera del Sur, 11) Hidraco, 12) Notrof, 13) Del Pilar, 14) La Cava.....	52
Figura 18 – Imagen satelital de las canteras presentes en la zona oeste, y ubicación de cada cantera: 15) Ruta Prov. N° 82, 16) Virgen de las Nieves, 17) Cerro Catedral, 18) Piedra verde, 19) Ejército III, 20) Catedral, 21) Chacayal. ....	53
Figura 19– Imágenes satelitales de extracción de tierra a costados de camino o cerca de barrios. Izquierda arriba: camino a Cerro Catedral, derecha arriba: B° Los Coihues, izquierda abajo: B° Nuestra Señora del Ñirihuau, derecha abajo: Dina Huapi. ....	54

Figura 20 – Estado actual y legal de las canteras de S.C. de Bariloche.....	55
Figura 21 – Propiedad de la tierra y condiciones de uso de las canteras dentro del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. ....	58
Figura 22 – Presencia de basura en las canteras de Bariloche.....	62
Figura 23- Impacto visual de canteras en Bariloche.....	62
Figura 24 – Principales problemáticas asociadas a las canteras en S.C. de Bariloche y alrededores.....	63
Figura 25 - Principales problemáticas por cantera .....	64
Figura 26 – Viviendas sobre el talud de la Cantera Municipal.. ....	66
Figura 27 – Crecimiento de la población de S.C. de Bariloche con respecto a las canteras ubicadas en Pampa de Huenuleo.....	66
Figura 28– Crecimiento de las Canteras Municipal y Ñire en contraste con el avance de la urbanización.....	67
Figura 29 – Observación en el campo de la terraza fluvial del Arroyo del Medio.....	70
Figura 30 – Perfil de elevación de la terraza fluvial al norte del área de la cantera y diferencia de coloración con la planicie fluvial del Arroyo del Medio .....	71
Figura 31 – Pendiente de taludes inferiores a 35°.....	72
Figura 32– Acopios de material de descarte al noreste y centro de la cantera.....	73
Figura 33– Áreas anegadas en la cantera en estudio en distintas fechas. A) febrero 2013, B) marzo 2012, C) septiembre 2009, D) febrero 2011, E) julio 2010, F) noviembre 2009. Fuente: Google Earth. ....	75
Figura 34– Zonas deprimidas con material fino y vegetación herbácea.. ....	76
Figura 35 – Capa impermeable debajo de zonas con evidencias de anegamiento .....	76
Figura 36 – Agua en superficie dentro de la cantera .....	76
Figura 37– Huellas de aves y heces de cauquenes .....	77
Figura 38– Erosión eólica en taludes del Sector 3.. ....	80
Figura 39 - Residuos presentes dentro de la cantera.....	81
Figura 40 – Sector de la cantera contaminado con hidrocarburos.....	83
Figura 41 – Aspecto de la vegetación en Fondo de Cantera.....	85
Figura 42 – Vegetación en Taludes .....	85
Figura 43– Vegetación en el área de referencia.....	85
Figura 44 – A) Vista desde dentro de la cantera de un avión despegando; B) Vista de la cantera desde la Ruta Provincial N° 80. ....	87
Figura 45 – Taludes en el norte de la cantera .....	93
Figura 46. – Uso de escombros y restos de asfalto para relleno .....	94
Figura 47 – Taludes del sector este y noreste.....	95

## 1. RESUMEN

Bariloche experimentó un gran crecimiento poblacional en las últimas décadas. El desarrollo urbano originó la apertura de nuevas canteras, y un incremento en la extracción de las existentes. Este trabajo se propuso dos objetivos: I Identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S.C. de Bariloche y sus alrededores; y II Diseñar el plan de cierre de una cantera en particular. La identificación e inventario de las canteras se realizó por medio del análisis de imágenes satelitales, evaluaciones a campo, y consultas específicas (Hidraco S.A., Arenera del Sur S.A., Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro y Subsecretaría de Medio Ambiente de la Municipalidad de Bariloche). Se identificaron 21 canteras de las cuales 13 aún se encuentran en explotación y ocho están abandonadas. De las que aún se encuentran en explotación, 12 fueron habilitadas aunque solo cinco están en condiciones de explotar actualmente. La mayoría de las canteras abandonadas se encuentran en terrenos de dominio fiscal, de ellas sólo una ha ejecutado un plan de cierre. Se concluyó que existe una resistencia por parte de los productores mineros al cumplimiento de la normativa tanto minera como ambiental y que el control y regulación por parte de las Autoridades de Aplicación es insuficiente. En cuanto a los conflictos socio-ambientales, la mayoría de los casos fueron identificados en canteras que limitan con la urbanización observándose una falla en la planificación y gestión del territorio. Para el cumplimiento del objetivo II se trabajó en una cantera abandonada, ubicada en la zona de estepa arbustiva baja (41°08'26,57"S, 71°10'37,95"W), originada para la construcción de la Ruta Provincial N° 80 de acceso al aeropuerto y del aeropuerto internacional de Bariloche (años 1958-1962). La

cantera se ubica muy próxima al Arroyo del Medio (40m), presenta una superficie de 6,6 ha, el sustrato remanente está compuesto por grava y arena, presenta baja cobertura vegetal (18%) tanto de especies nativas (19 especies) como exóticas (12 especies), y restos de basura (tachos de combustible y escombros). Dada la cercanía al arroyo, la baja recuperación natural y su impacto visual por su localización, se propone un proyecto de plan de cierre que incluye las siguientes acciones: descontaminación del sustrato, eliminación de los residuos, acondicionamiento de la geomorfología, recomposición del suelo superficial y revegetación con especies nativas. Consideramos que es necesario identificar las canteras abandonadas o próximas a su abandono y realizar estudios de base a fin de generar propuestas para su rehabilitación y mitigar los pasivos ambientales de esta actividad minera. En este contexto el presente documento presenta información única, relevante e inédita sobre la identificación y caracterización de canteras, que sin duda será la base para un inventario actualizado de canteras de extracción de áridos en el ejido urbano de S.C. de Bariloche.

Palabras clave: crecimiento urbano – planificación – recuperación - zonas áridas -pasivos ambientales.

## 2. INTRODUCCIÓN

Se denomina cantera al sitio de donde se saca piedra, greda u otra sustancia análoga para obras varias (Real Academia Española, 2016). Las extracciones de minerales en las canteras, son consideradas un tipo de explotación minera de superficie, generalmente de pequeña escala (Rack et al., 2011). Dicha extracción consiste en la extracción de material de naturaleza pétreo o terrosa denominados de tercera categoría por el Código de Minería (Ley N°1.919, 1886) en Argentina. Las canteras pueden clasificarse de acuerdo al material que se extrae y su uso, en canteras para la construcción de viviendas u obras viales (arenas, arcillas, grava, canto rodado), canteras de rocas industriales (cuarzo, feldespato, caliza, yeso, caolín, carbonato de sodio) y canteras de piedras ornamentales (mármol, lajas, granito) (Herrera Herbert, 2006; Cámara Argentina de Empresarios Mineros, 2016). Según su localización las mismas se clasifican en: canteras de terrenos horizontales (la roca se extrae a cierta profundidad a partir del nivel del terreno), canteras en ladera (la roca se arranca en la pendiente de un cerro) o canteras de borde de río (Herrera Herbert, 2006). De acuerdo al origen del material, pueden ser glaciarias, fluviales, lacustres o marítimas (Arce et al., 2015; Ley N° 3.673, 2002).

La explotación en canteras, si bien no se caracteriza por ser una actividad altamente contaminante en comparación con otros sectores industriales, puede tener un alto impacto ambiental debido a que producen un cambio profundo y permanente en el paisaje y destruyen por completo el ecosistema preexistente (Jorba et al., 2010; Rack et al., 2011; Blanco Fernández, 2012). Luego de su explotación, si el área no es sometida a un

proceso de recuperación adecuada, puede dejar importantes pasivos ambientales con cambios profundos en la morfología del paisaje, depósito de estériles no estéticos, pérdida de suelo productivo, acumulación de agua, aumento del riesgo de erosión hídrica, taludes altos e inestables, cambios drásticos sobre la vegetación y el hábitat de la fauna, modificación de los cursos de agua o napas freáticas, etc.(García-Piñón et al., 2008; Dirección Nacional de Vialidad, 2014). Dado que los áridos se caracterizan por ser un recurso no renovable, en ciudades grandes europeas se ha logrado disminuir su extracción, mediante la reutilización de escombros como sustituto de los áridos naturales (Danish Technological Institute, 2004).

El bajo valor de los productos de las canteras en relación con los altos costos de transporte condiciona que los lugares de extracción se encuentren cercanos a los centros de consumo (Domínguez et al., 1978; Bleischwitz et al., 2006). Este hecho implica que si no hay una buena planificación del territorio pueden existir conflictos por el uso del suelo una vez abandonada la explotación, debido a que son áreas que quedan como predios marginales y con bajo valor económico, además de constituir un riesgo para la población circundante. Es común y se ha señalado en varios trabajos que estos sitios se transformen en basureros clandestinos, normalmente con presencia de sustancias peligrosas, con impactos estéticos y sanitarios negativos, con quema de residuos, etc. (Rack et al., 2011; Fuentes Sardiña et al., 2014; Arce et al., 2015). También se ha documentado la acumulación de agua y la formación de lagunas con riesgo de ahogo tanto de personas como de animales; a la vez, según su localización, pueden atentar contra la seguridad vial, de las viviendas y de las personas debido a la inestabilidad de las

pendientes (Ciano et al., 2003; UICN, 2009; Dirección Nacional de Vialidad, 2014). Por todo lo mencionado, la rehabilitación de dichos espacios es de interés de toda la sociedad.

El abandono de canteras es frecuente debido a la inexistencia o imprecisión de normativas que regulen el plan de abandono o cierre de la actividad minera y la falta de reconocimiento de la minería no metálica como fuente generadora de pasivos ambientales (Fuentes Sardiña et al., 2014). En el año 1995 se incluyó una nueva Sección de Protección Ambiental dentro del Código de Minería de Argentina, estableciendo en el artículo 251 de la Ley N°1.919 que las empresas mineras deben presentar un Estudio de Impacto Ambiental antes del inicio de cualquier actividad, incluidas aquellas destinadas al cierre de minas o canteras (Lavandaio, 2008). La rehabilitación/restauración es un tema de interés en Argentina y se ha considerado en la actualización del Código Civil de Argentina mediante la integración del ambiente como un "bien jurídico", que refuerza los derechos de los ciudadanos para exigir la implementación de la prevención de la degradación y/o medidas de restauración de ecosistemas (Rovere, 2015; Zuleta et al., 2015).

El objetivo del plan de cierre de una mina permite recomponer el paisaje afectado, neutralizar o aislar los componentes potencialmente peligrosos, y evitar que el agua, suelo o aire de la zona sean dañados a futuro por los restos de la actividad minera (Lavandaio, 2008). El plan de cierre tiene un valor económico directo asociado que puede calcularse como la sumatoria de los costos de los recursos empleados para la ejecución de las distintas actividades de recuperación (mano de obra, maquinaria, materiales, etc.) (Zuleta et al., 2013). Sin embargo es importante resaltar que al recuperar estas áreas



degradadas también estamos recuperando otros aspectos importantes como los bienes y los servicios ecosistémicos (Ceccon, 2013; Rovere et al., 2017), definidos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y que comprenden por ejemplo el disfrute de paisajes, la regulación del agua, la calidad del suelo, la calidad de aire, la regulación de procesos erosivos, fuentes de alimento y agua, fuente de leña, etc.(MEA, 2005). Por ello la realización de un plan de cierre no debe considerarse sólo como un gasto para reparar el daño ambiental, sino como una inversión para recuperar el capital natural al cual podrán recurrir las presentes y futuras generaciones (Molares & Rovere, 2014; Rovere, 2016). La recuperación de este capital natural también tendrá un impacto sobre la valoración de los terrenos y viviendas. La tasación de inmuebles no sólo depende de las características intrínsecas al inmueble (dimensiones, ubicación en la manzana o calidad del suelo), sino también de las características del entorno en el que se encuentra el mismo que pueden influir en el bienestar de las personas (topografía del lugar, cercanía a espacios verdes, paisaje, contaminación del ambiente, acceso a servicios públicos, ruidos y vibraciones, etc.) (Meloni et al., 2002; Fitch Osuna et al., 2008).

La existencia de canteras está indisolublemente ligada al desarrollo de la sociedad (Lavandaio, 2008). En los últimos años a nivel mundial se ha reconocido que el número de personas que vive en áreas urbanas supera al que vive en áreas rurales (Naciones Unidas, 2014). El crecimiento de la urbanización, viene acompañado de un aumento en la demanda de obras de infraestructura (centros de salud, servicios, obras viales, construcción de nuevas viviendas, de nuevos comercios, etc.), cuyos materiales se extraen de canteras (Herrera Herbert, 2006; Camino et al., 2011; Rack, 2011).

La explotación de canteras en el ejido de S.C. de Bariloche se ha desarrollado en forma dispersa y sin mayores volúmenes hasta la década del '70 (Piovani et al., 1993). Para el año 1978 ya se menciona la necesidad de regular la actividad extractiva de las canteras y de incorporarlas dentro de un Plan de Ordenamiento del territorio municipal a fin de desarrollar esta industria en el lugar más adecuado y evitar el deterioro del medio ambiente (Domínguez et al., 1978). En 1993 se crea el Programa Canteras en S.C. de Bariloche en el cual se identificaron 4 tipos de conflictos con la actividad: conflictos en el aspecto reglamentario, conflictos de seguridad (referida a taludes inestables cercanos a viviendas), conflictos ambientales y conflictos en el uso del suelo. El objetivo de este programa era elaborar un diagnóstico y formular propuestas para la explotación racional y controlada de las canteras en S.C. de Bariloche (Piovani et al., 1993). En 2003 la Municipalidad de S.C. de Bariloche le solicitó al Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y a la Dirección de Minería de la Provincia de Río Negro que realizara un estudio que contribuyera al conocimiento geo-científico de la ciudad con el fin de que fuera utilizado para el ordenamiento del territorio (Pereyra et al., 2005). En este estudio se identificaron 14 canteras de áridos, todas ubicadas dentro del ejido municipal, principalmente en la Pampa de Huenuleo y en el curso medio inferior del arroyo Ñireco (Pereyra et al., 2005) y se recomendó a la Municipalidad de S.C. de Bariloche, que las canteras que se encontraban en explotación fueran abandonadas dada su ubicación inadecuada, que se instrumentaran y ejecutaran planes de abandono y recuperación de canteras; y que se identificaran nuevas áreas posibles de explotación de áridos que permitan un uso sostenible de las mismas. Por otro lado, en la Secretaría de Ambiente y

Desarrollo Sustentable (SAyDS) de Río Negro existe una base de datos de canteras pero la misma se encuentra incompleta y desactualizada (Juan Carlos Inostrosa, comunicación personal). En función de los antecedentes registrados podemos decir que hoy en día no existe un inventario con información actualizada de canteras de la ciudad de S.C. de Bariloche y alrededores.

La ciudad de S.C. de Bariloche ha tenido un gran crecimiento poblacional en las últimas décadas, se estima que entre los censos de 1991 y 2011 el crecimiento ha sido de casi un 40% (Ministerio del Interior, 2016), crecimiento que originó la apertura de nuevas canteras y un aumento de la extracción de las preexistentes.

En relación a la situación actual de estas canteras se destaca que las canteras activas presentan un alto grado de deterioro ambiental y que están llegando al límite de su explotación (Diario Río Negro, 16/04/2013). El ex-secretario de Desarrollo Estratégico del Municipio de Bariloche, Horacio Fernández, reconoció en los medios que el tema de las canteras estaba en la agenda de trabajo y que las canteras activas “dan para el cortísimo plazo por eso urge encontrar alternativas” (Diario Río Negro, 16/04/2013). Al mes de junio de 2015, el mismo ex-funcionario declaró que, en ese momento, la ciudad contaba con cinco canteras habilitadas ubicadas en lugares incompatibles con el entorno y el planeamiento urbano (Diario Río Negro, 16/06/2015).

Debido a la rapidez con la que se desarrolló la expansión urbana en Bariloche, y a que la misma se dio dentro de un marco de ordenamiento territorial que no consideró las particularidades del medio físico, se han generado conflictos de uso con otras actividades. Numerosas canteras están dentro del ejido o en la periferia del mismo, generando pasivos ambientales

que afectan a la población (Pereyra et al., 2005). En una ciudad de importancia turística a nivel nacional e internacional como es S.C. de Bariloche, la conservación de la belleza escénica es muy importante para el desarrollo de la principal actividad económica de la ciudad. Los pasivos ambientales generados por las canteras abandonadas dentro del ejido y en la periferia también atentan contra este uso turístico del territorio.

Por todo lo expuesto, es indispensable generar un inventario actualizado de las canteras a fin de evaluar su número, ubicación y estado ambiental. En función de esta información es posible promover planes de cierre para mitigar o prevenir los pasivos ambientales producidos por esta actividad extractiva.

### **3. MARCO TEÓRICO**

Esta sección se compone de una descripción del marco legal, de la actividad extractiva en canteras, de los impactos ambientales ocasionados por las mismas, la recuperación de áreas degradadas por la actividad extractiva en canteras y por último, se presentan algunos ejemplos de técnicas de restauración.

#### **3.1. MARCO LEGAL**

La actividad minera en Argentina se rige por el Código de Minería sancionado en 1886 (actualizado en 1995 por la Ley Nacional N°24.498). Es en la década del '90 que se comienzan a dictar las leyes de protección ambiental, incluyendo el artículo 41 de la reforma de la Constitución Nacional Argentina en 1994, que le otorga jerarquía constitucional al derecho a un ambiente sano (Lavandaio, 2014). A partir de esta reforma, en 1995 se agrega una nueva sección al Código de Minería de Protección Ambiental para la Actividad Minera (Ley Nacional N°24.585, 1995), que establece las obligaciones a cumplir por la actividad minera en materia de protección ambiental. Esta ley fue reglamentada por el Consejo Federal de Minería en 1996 a través de las Normas Complementarias para la Implementación de la Ley N° 24.585. La nueva sección de protección ambiental, entre otras cosas, obliga a las empresas mineras a presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo al inicio de sus actividades, el cual debe ser evaluado por la Autoridad de Aplicación Provincial y en caso de aprobarse el EIA, emite una Declaración Jurada Ambiental (DJA) (Ley Nacional N° 24.585, 1995). La DJA es un certificado de procedimientos autorizados y que detalla las obligaciones del propietario

minero, el cual debe ser actualizado en forma bianual (Cámara de Empresarios Mineros).

En 2002 se incorpora la consulta y la audiencia pública, el seguro ambiental y los fondos de restauración y de compensación mediante la sanción de la Ley General del Ambiente (Ley Nacional N° 25.675, 2002).

Actualmente, el abandono de canteras está prohibido y es obligatorio el diseño de un plan de cierre como parte del proyecto inicial (art. 249 y 262 del Código de Minería, Ley Nacional N° 1.919, 1886), de forma que todas las actividades sean realizadas teniendo en cuenta los objetivos del plan de cierre; por lo tanto, el mismo se empieza a ejecutar desde el inicio de la explotación (Lavandaio, 2014).

La Autoridad de Aplicación Nacional es la Secretaría de Minería y el Consejo Federal de Minería (COFEMIN) es el consejo asesor del Estado Nacional en materia de política minera, el cual está constituido por un representante de cada provincia y uno de Nación (Lavandaio, 2014).

Dado que los recursos naturales son de dominio provincial (art. 24 Constitución Nacional Argentina, 1994), en cada provincia hay una Autoridad Minera y una Autoridad Ambiental para el control de la actividad.

En el caso de Río Negro, la actividad minera se rige por el Nuevo Código de Procedimientos Mineros, Ley Provincial N° 4.919. La Autoridad de Aplicación Minera en Río Negro es la Secretaría de Minería mientras que la Autoridad de Aplicación Ambiental de la provincia es la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, que se encarga del cumplimiento del Título XIII de la Sección Segunda del Código de Minería (Beatriz Marqués, comunicación personal).

El proceso de habilitación de una cantera comienza con la presentación de toda la documentación correspondiente ante la Secretaría de Minería de Río Negro incluyendo un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual debe ser realizado por un consultor ambiental inscripto en el Registro Provincial de Consultores Ambientales (Ley Provincial N° 3.266, 1998; Ley Provincial N° 4.941 Art. 33, 2014). Una vez corroborada la validez de la documentación, la Secretaría de Minería eleva el EIA a la SAyDS para que lo evalúe y sancione una Resolución con la aprobación o no de la Declaración Jurada Ambiental (DJA). Durante esta evaluación, la SAyDS consulta al Municipio afectado que debe estar de acuerdo con el emprendimiento minero para que la DJA pueda ser aprobada (Juan Carlos Inostrosa, comunicación personal). Una vez aprobada la DJA el emprendimiento minero puede iniciar sus actividades. La DJA deberá ser actualizada en forma bianual, de lo contrario, el propietario minero podrá ser sancionado, además de que no podrá acceder a la compra de guías de tránsito de minerales sin las cuales está prohibido transportar el producto (Ley Provincial N° 4941 Art. 151 y Art. 33, 2014).

Las características de la concesión minera dependen de si la cantera se realiza en terrenos fiscales, para una obra pública en particular, en zonas marítimas, fluviales o lacustres o en terrenos privados. El período máximo de concesión para canteras en terrenos fiscales y privados es de 10 años y la extensión máxima de 50 años (Ley Provincial N° 4941 Art. 85, 2014). El propietario minero deberá pagar un derecho de explotación por m<sup>3</sup> o tonelada de material extraído. En las concesiones para obras públicas, la Autoridad de Aplicación determina el área, volumen y duración de la concesión según las características de la obra a ejecutarse (Art. 100). Las mismas pueden ser

eximidas de pagar el derecho de explotación y las guías de tránsito de minerales (Ley Provincial N° 4941 Art. 100 y 102, 2014). La concesión de canteras en zonas marítimas, fluviales o lacustres tiene una duración máxima de 2 años (Ley Provincial N° 4941 Art. 105, 2014).

A nivel municipal existe una Carta Orgánica actualizada en 2007 que habla del los derechos y obligaciones con el medio ambiente y de la recuperación de las áreas degradadas. En 1979 se aprueba la Ordenanza N° 187-I-79 que reglamenta la explotación de canteras dentro del ejido municipal y exige la presentación de un plan de reconversión previo a la autorización de explotación, el cual consiste en la nivelación y forestación del predio (Ordenanza N°187-I-79). La implementación de esta Ordenanza se siguió hasta 1985 (Piovani et al., 1993). En 1989 se establece que las explotaciones mineras (canteras) deben presentar una Evaluación de Impacto Ambiental (art. 4 Ordenanza N° 217-c-89, 1989). La explotación de áridos también está regulada dentro del Parque Nacional Nahuel Huapi por la Administración de Parques Nacionales (APN).

A continuación se muestra un resumen de las principales legislaciones a nivel nacional, provincial y municipal relacionadas a la temática (Tabla 1). Ver legislación detallada en Anexo I.



Tabla 1 – Resumen de la legislación nacional, provincial y municipal relacionada a la actividad de canteras. Fuente: elaboración propia.

<b>NACIONAL</b>	<b>PROVINCIAL</b>	<b>MUNICIPAL</b>
- Ley N°1.919. Código de Minería. 1886.	- Constitución Provincial. 1994.	- Ordenanza N° 187-I-79.
- Ley N° 24.224. Ley de Reordenamiento Minero.1993.	- Ley N° 3.266. Evaluación de impacto ambiental. 1998.	Ordenanza N° 217-c-89. Impacto Ambiental.
- Constitución Nacional. 1994.	- Resolución N°168. 2005.	- Resolución N° 128/97.
- Ley N° 24.585. Protección Ambiental para la Actividad Minera. 1995.	- Ley Q N°112.2008.	Administración de Parques Nacionales. Reglamento para explotación de áridos.
- Ley N° 25.675. Ley General del Ambiente. 2002.	- Decreto N° 1955. 2013.	- Ordenanza N° 1364-04.
- Ley N° 26.331. Ley de Bosques Nativos. 2007.	- Ley N° 4.941. Nuevo Código de Procedimientos Mineros. 2014.	- Carta Orgánica. 2007.
		-

### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN CANTERAS

El proyecto de explotación puede dividirse en 3 etapas: Inicial o de preparación del terreno, Operativa (extracción del material, trituración y molienda, cribado, lavado y almacenamiento) y de Cierre. A continuación se describen los principales procedimientos que se realizan en cada etapa y que se han documentado a partir de una visita a la cantera Arenera del Sur.

#### a) Inicial o de preparación del terreno:

Antes de iniciar la explotación, es necesario limpiar el terreno de residuos sólidos y retirar la cobertura vegetal y la capa de tierra superficial del

área de extracción para evitar la contaminación del material comerciable. También incluye la apertura de caminos para el tránsito de vehículos y maquinaria, la construcción de la infraestructura necesaria y la preparación de los sitios de acopio (Calzada Jiménez, 2014).

b) Operativa:

Es la etapa que corresponde a la extracción y procesado del mineral.

*Extracción del material*

Las arenas y los cantos rodados se encuentran poco cohesionados por lo que la extracción del material se realiza en forma mecánica mediante el uso de tractores, dragas, cargadores, vagonetas y retroexcavadoras. El proceso contempla la construcción de taludes y terrazas de frentes establecidos de una profundidad inferior a los 20 m (Ayala Carcedo et al., 1989; UICN, 2009). En el caso de extracción de rocas consolidadas, generalmente es necesaria la utilización de voladuras para romper la roca en fragmentos más pequeños (BGS, 2007).

*Trituración y molienda*

Permite disminuir en sucesivas fases el tamaño de las partículas empleando para ello diferentes equipos de trituración como los de mandíbulas, de percusión, giratorios o molinos (Figura 1) (Luaces, 2010).



Figura 1 - Triturado del material en canteras de Bariloche. Izquierda: maquinaria de trituración, derecha: piedra partida. Fuente: propia.

### *Cribado*

Entre las etapas de trituración se intercalan los equipos de clasificación conocidos como cribas o zarandas, obteniendo así diferentes productos con distinta granulometría (Luaces, 2010). Por lo general, en las canteras se separan los cantos rodados de las arenas, y las arenas a su vez se clasifican en fina y gruesa (Figura 2). El material más fino como limos y arcillas usualmente es descartado (Lavandaio, 2014).



Figura 2 - Proceso de cribado en canteras de Bariloche. Fuente: propia.

### *Lavado*

Se realiza cuando el yacimiento presenta lodos, arcillas u otras sustancias que afecten la calidad de los áridos para la construcción (Figura 3) (Luaces, 2010).



Figura 3 - Lavado de ripio en canteras de Bariloche. Izquierda: laguna de lavado, derecha: ripio lavado. Fuente: propia.

### *Almacenamiento*

El producto final es almacenado en silos o pilas a la intemperie o bajo techo denominados acopios (Luaces, 2010).

#### c) De cierre

Una vez finalizada la vida útil de la cantera, es decir, una vez agotadas las reservas del yacimiento minero, se debe proceder al cierre de la mina: recomponer el paisaje afectado, neutralizar o aislar los residuos potencialmente contaminantes, y evitar que el agua, el suelo o el aire de la zona sean dañados en el futuro por los restos de la actividad minera (Código de Minería, 2014; Lavandaio, 2014).

Los materiales que se comercializan en la ciudad de Bariloche y alrededores son los mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2 – Materiales comercializados por canteras de Bariloche. Fuente: Beha Ambiental S.R.L.

<b>MATERIAL</b>	<b>TAMAÑO</b>
<b>Arena fina</b>	0,5 mm – 1 mm
<b>Arena mediana</b>	0,75 mm – 2 mm
<b>Piedra partida</b>	7 mm – 20 mm
<b>Ripio con arena</b>	40% ripio – 60% arena
<b>Ripio lavado</b>	12 mm – 30 mm
<b>Bochín</b>	40 mm – 200 mm
<b>Descarte grueso</b>	> 200 mm
<b>Rocas ornamentales</b>	

### 3.3. IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS CANTERAS

Los impactos en el ambiente provocados por la actividad extractiva difieren mucho de un lugar a otro, es por esta razón que deben ser estudiados para cada caso en particular. Muchos de los impactos van a depender del tipo y calidad del mineral a extraer así como de la conformación geológica del subsuelo. Esto influirá en la elección del método de extracción y de las técnicas de procesamiento que se utilizarán. La sensibilidad del ambiente donde se desarrollará la extracción también es de suma importancia en el grado del impacto ambiental, no es lo mismo una actividad extractiva en la costa de un lago o río o en un lugar de alto valor natural que en un ambiente altamente antropizado (European Comission, 2010).

Teniendo en cuenta esto podemos definir algunos impactos ambientales generales en el ámbito de la extracción de áridos: sobre la atmósfera, la

geomorfología, la hidrología, el suelo, la vegetación y la fauna, y el ámbito socio-ambiental. Los impactos ambientales mencionados se describen sintéticamente a continuación:

### 3.3.1. Impacto sobre la atmósfera

Existen dos tipos de contaminantes en la extracción de áridos que tienen impacto sobre la atmósfera. Por un lado, las partículas sólidas, polvo y gases derivados de las operaciones de extracción del material, del movimiento de maquinaria y vehículos y de la acción del viento sobre el suelo y/o sustrato remanente desnudo; y por otro lado, los ruidos y vibraciones producidos por el movimiento de maquinaria y voladuras (Ayala Carcedo et al., 1989).

### 3.3.2. Impacto sobre la geomorfología

La explotación de áridos modifica fuertemente la geomorfología del área en explotación afectando también las pendientes, la dinámica de las aguas tanto superficiales como subterráneas y los procesos que se desarrollan sobre estas geoformas como la erosión y la sedimentación. La recuperación de estos espacios muchas veces pasa por diseñar una nueva morfología distinta a la original (Jorba et al., 2010). La nueva morfología dependerá del uso posterior que se le quiera dar al sitio. Puede ser una modificación del relieve para que se integre al del entorno, la creación de una laguna para usos recreativos, acuicultura u otros, acondicionamiento del sustrato para la construcción de viviendas, etc.

### 3.3.3. Impacto sobre el suelo

En la actividad minera el suelo debe ser removido para acceder al material comercializable. La pérdida del suelo fértil es uno de los principales impactos de esta actividad (Ayala Carcedo et al., 1989; ANEFA et al., 2007). El tránsito de maquinaria pesada produce compactación tanto del suelo como del sustrato remanente, la cual reduce la porosidad del mismo comprometiendo el futuro establecimiento de la vegetación (ANEFA et al., 2007).

### 3.3.4. Impacto sobre la hidrología

Las excavaciones en el suelo pueden interferir con las aguas superficiales modificando su curso natural y/o con la dinámica del agua subsuperficial si el nivel freático es poco profundo, pudiendo provocar una modificación en los niveles piezométricos, afectar a manantiales o resultar en la acumulación de agua en superficie; también se puede afectar la calidad de las aguas por contaminación por sólidos en suspensión, por derrames de hidrocarburos, grasas o explosivos y por aporte de nutrientes (riesgo de eutrofización) (Ayala Carcedo et al., 1989; Baquero Úbeda, 2009).

### 3.3.5. Impacto sobre la vegetación y la fauna

Para poder extraer el material es necesario retirar toda la cubierta vegetal. Esto genera cambios en el grado de cobertura y en la riqueza de especies, aumentando también el riesgo de erosión. Estos ambientes degradados, a su vez, son susceptibles a la invasión de especies exóticas las cuales tienen un efecto negativo sobre la vegetación local (Maranta et al. 2017). A su vez, la fauna se ve afectada por alteración o destrucción de sus

hábitats y por el ruido generado por las explosiones y la maquinaria (ANEFA et al., 2007; García Piñón et al., 2008).

### 3.3.6. Impactos sobre el ámbito socio-ambiental

Uno de los impactos sociales más importantes de la actividad minera es el impacto visual. Este impacto es producido por los grandes huecos realizados, las pilas de acopio de materiales inertes o de material comercializable que contrastan con el paisaje, la infraestructura y maquinaria necesaria para el desarrollo de la actividad, la presencia de polvo y gases en suspensión en el aire, etc. (Ayala Carcedo et al., 1989). Otro impacto de igual o mayor importancia es el conflicto por el uso del suelo relacionado con el crecimiento de las áreas urbanas a expensas de las áreas rurales o naturales, produciéndose una superposición de usos que no son compatibles entre sí y en consecuencia, los conflictos asociados (De Marco et al., 2008).

Otro aspecto afectado por estas actividades es la seguridad. Es común que en las canteras abandonadas existan taludes altos y/o inestables con riesgo de derrumbe o que se produzca acumulación de agua o asentamiento de basureros clandestinos, pudiendo representar un peligro potencial para la contaminación de aguas y para la población y animales en general (riesgo de muerte por inmersión, atracción de vectores) (De Marco et al., 2008; Rack et al., 2011)

Por otro lado, también tiene un impacto positivo sobre la economía local al ser fuente generadora de trabajo, darle valor añadido a la zona afectada e incorporar infraestructura y equipamiento como consecuencia del proyecto (Ayala Carcedo et al., 1989).



### 3.4. RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA EN CANTERAS

La recuperación de las canteras por sucesión ecológica natural es muy poco probable, debido a distintas limitaciones que estos sitios poseen tales como deficiencia de agua y nutrientes, pérdida del suelo, erosión del sustrato remanente, contaminación de agua y riesgo de derrumbes (Gilardelli et al., 2013). Por ello, es necesaria una intervención activa sobre estas áreas degradadas. Sin embargo, debido a la gran cantidad de material que se extrae y a las profundas modificaciones en la topografía del lugar, se asume que una recuperación completa del paisaje y del ecosistema es prácticamente imposible (Jorba et al., 2010).

Por los impactos severos que se generan en la explotación de las canteras, es prudente desarrollar planes de rehabilitación o una reclamación, más que de restauración ecológica (Rovere & Masini, 2013). En la rehabilitación el objetivo es reparar los procesos, la productividad y los servicios del ecosistema sin tener en cuenta el restablecimiento de la integridad biótica pre-existente (SER, 2004). En la reclamación se busca la estabilización del terreno, preservar la seguridad pública, el mejoramiento estético, la devolución de un propósito útil a las tierras e incluso el desarrollo de un nuevo ecosistema (SER, 2004). La Dirección Nacional de Vialidad de Argentina utiliza el término restauración ambiental (Dirección Nacional de Vialidad, 2014). La restauración ambiental hace referencia a las obras o actividades que permiten controlar los riesgos socio-ambientales derivados de su actual estado de abandono, armonizando su uso posterior con las características ambientales, sociales y económicas del entorno, incluyendo las expectativas de los actores

locales involucrados. Su principal objetivo es el control de los riesgos e impactos negativos actuales y potenciales, y secundariamente el aprovechamiento del sitio con algún otro objetivo concreto (Dirección Nacional de Vialidad, 2014). Los pasivos ambientales producidos por esta actividad extractiva pueden ser recuperados o controlados a través de distintas acciones como la remediación de suelos y/o sustratos contaminados, la recuperación de funciones ecológicas, la restauración de los flujos de agua, la restauración paisajística y/o la rehabilitación del sitio para un nuevo uso del suelo (Gómez Orea, 2004; Jorba et al., 2010; Dirección Nacional de Vialidad, 2014).

La recuperación de áreas degradadas dentro de áreas urbanas afecta directamente a los ciudadanos, por lo que las necesidades e intereses de la población deben ser considerados (Rovere et al., 2015). A su vez, para que estos proyectos representen soluciones sustentables deben contemplar tanto aspectos ambientales como sociales y económicos (Montero Matos et al., 2016; Rovere et al., 2017)

Se han generado a nivel mundial diversas propuestas según las necesidades e intereses de la población, para el uso de áreas de canteras luego de su explotación. Algunos ejemplos de estos usos post-cierre de canteras abandonadas son: recuperación del ambiente natural con el fin de crear reservas naturales o parques recreativos (Figura 4), la conversión a explotaciones agrícolas o forestales (Figura 5), la construcción de vertederos de residuos (Figura 6), la rehabilitación para usos recreativos como canchas deportivas, pesca, escalada (Figura 7), la rehabilitación para usos culturales como jardines botánicos, anfiteatros al aire libre, teatros (Figura 8), remediación paisajística en un contexto urbano (Figura 9), el acondicionamiento para áreas

de expansión urbana (Fernández Rubio, 2008; García-Piñón et al., 2008; Rovere & Masini, 2011; Blanco Fernández, 2012; Zamora Cabrera, 2014).

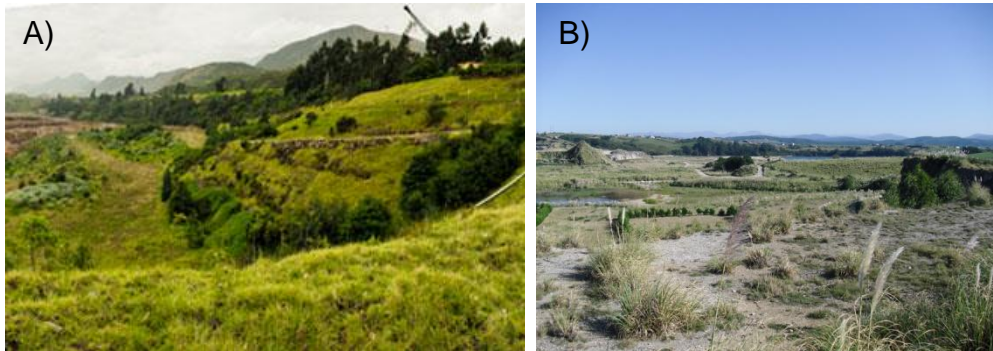


Figura 4 – Recuperación del ambiente natural. A) Rehabilitación de cantera en Colombia. Fuente: <http://www.cemexcolombia.com/Sostenibilidad/RecuperacionCanteras.aspx>. B) Cantera de Cuchía (Cantabria, España). Fuente: <http://playacostacan.blogspot.com.ar/2010/10/sendero-de-playa-de-cuchia-ria-de.html>.

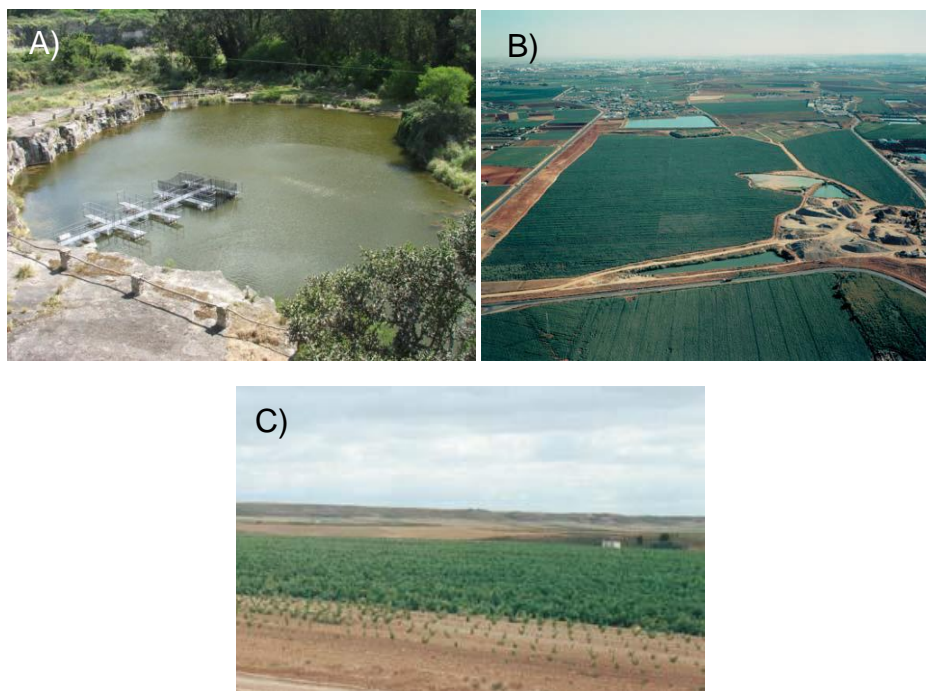


Figura 5 - Actividades productivas. A) Acuicultura (General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina). Fuente: Del Río, 2015; B) Agrícola (Sevilla, España). Fuente: Brodtkom, 2002; C) Viñedo (La Rioja, España). Fuente: Brodtkom, 2002.





Figura 6 – Uso como vertedero de residuos en San Martín de los Andes, Argentina. Fuente: propia.



Figura 7 – Usos recreativos A) Circuito de Motocross (Albinyana, Terragona, España). Fuente: Mestre del Pozo, 2010 <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/10904?locale-attribute=es>; B) Cancha de Golf (Valladolid, España). Fuente: Brodtkom, 2002; C) Proyecto de Hotel en China. Fuente: <http://weburbanist.com/2013/08/30/abandoned-quarry-to-ice-world-pit-reclaimed-as-resort/>; D) Estadio deportivo (Portugal). Fuente: <http://www.stone-ideas.com/2011/05/01/architecture-stadium-in-abandoned-quarry/>; E) y F) Parque de aventura Brownstone Park (Portland, EEUU). Fuente: <https://brownstonepark.com/photo-gallery/#mg>





Figura 8 – Usos culturales. A) The Eden Project (Reino Unido). Fuente: <http://www.edenproject.com/#kfyQdWdokdwggtgu.97>; B) Jardín Botánico (Shangai, China). Fuente: <https://landarchs.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Quarry-Garden4.jpg>; C) Ópera de Alambre (Brasil). Fuente: <http://urban-networks.blogspot.com.ar/2012/06/acupuntura-urbana-el-ejemplo-de.html>; D) Anfiteatro (Bilbao, España). Fuente: propia; E) Arboretum (Buenos Aires, Argentina). Fuente: Del Río, 2015.

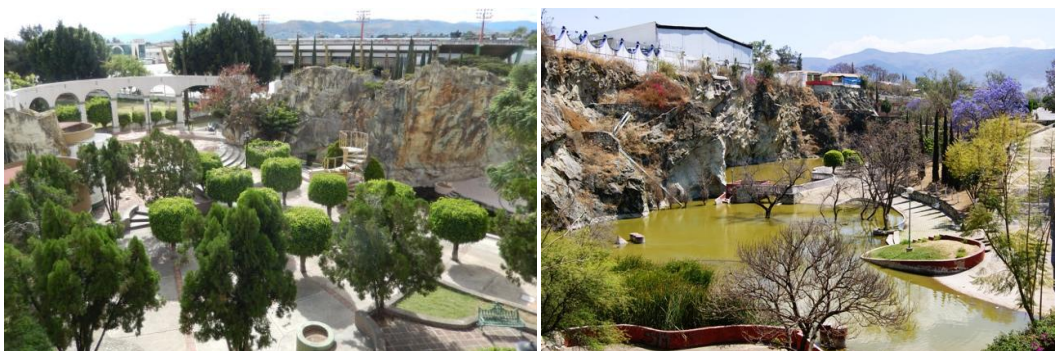


Figura 9 – Remediación paisajística en un contexto urbano. La Ciudad de las Canteras (México). Fuente: <https://slightlybent.ca/2014/03/02/la-cuidad-de-las-canteras/>

### 3.5. TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN

Un proceso activo de restauración contempla en líneas generales las acciones de la Tabla 3.

Tabla 3 - Síntesis de las líneas generales de acciones que se podrían implementar en un trabajo de rehabilitación/restauración activa. Elaboración propia a partir: Ayala Carcedo et al., 1989; Lamb & Gilmour, 2003; Gómez Orea, 2004; Ceccon, 2005; Jorba et al., 2010; Espigares et al., 2011.

<b>Acciones</b>	<b>Técnicas</b>
Desmantelamiento de infraestructura existente	
Limpieza del predio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro de residuos con maquinaria o de forma manual dependiendo del tipo y volumen de basura.</li> </ul>
Estabilización de taludes	<p>Estabilidad de fondo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remodelado de la geometría del talud (reducir la pendiente, construir diferentes ángulos de pendiente, aterrazados)</li> <li>• Eliminación de masas inestables</li> <li>• Construcción de contrafuertes en el pie del talud</li> <li>• Drenajes superficiales y dentro del talud</li> <li>• Anclajes</li> </ul> <p>Estabilidad superficial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación de una cubierta vegetal</li> <li>• Mallas o mantas, orgánicas o sintéticas</li> </ul>
Control y prevención de la erosión hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de una cuneta o cordón perimetral defensiva del talud</li> <li>• Mallas o mantas, orgánicas o sintéticas, mulches</li> <li>• Drenajes superficiales</li> <li>• Revegetación</li> <li>• Barreras de sedimentos</li> <li>• Difusores laminares</li> <li>• Bermas o terrazas</li> </ul>
Recuperación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado de suelo de otro lugar.</li> <li>• Uso de la reserva de tierra de destape o topsoil extraídos previo a la explotación si existiera.</li> <li>• Mezcla del material de rechazo de la cantera con una enmienda orgánica (ej. Compost).</li> <li>• Uso de fertilizantes</li> <li>• Descompactación del sustrato (subsulado, escarificado)</li> <li>• Descontaminación</li> </ul>
Revegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de banco de semillas</li> <li>• Siembra directa (manual o hidrosiembra)</li> <li>• Técnicas de nucleación</li> <li>• Sistemas de cobertura que faciliten la instalación de la vegetación y disminuyan el riesgo de erosión hídrica o eólica (mantas biodegradables, turba, enramados, desechos de roca, estabilización química, etc.)</li> <li>• Uso de retenedores de humedad (hidrogel)</li> <li>• Implantación (plantas de viveros locales)</li> <li>• Considerar protección contra herbivoría</li> </ul>

#### **4. OBJETIVOS**

I. Identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S.C. de Bariloche y sus alrededores.

II. Diseñar el plan de cierre de una cantera en particular.



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. ÁREA DE ESTUDIO**

La ciudad de S.C. de Bariloche (41°08' S y 71°18' O) se ubica en el centro del Parque Nacional Nahuel Huapi, y su población actual es de 112.000 habitantes (Censo 2011) (Rovere et al., 2013). El área ocupada por el ejido es de 27.470 ha (Municipalidad de S.C. de Bariloche, 2011). La región presenta un marcado gradiente climático tanto en la dirección este-oeste como en sentido altitudinal. Las precipitaciones varían desde los 800 mm anuales en la región del aeropuerto (este) hasta los 2000 mm anuales en la zona de Llao Llao (oeste). Las mayores concentraciones de las mismas se dan en los meses de otoño-invierno. Los vientos predominantes provienen del oeste (Pereyra et al., 2005). Se han identificado 4 unidades de vegetación bien diferenciadas: Bosque Andino Patagónico, Ecotono bosque-estepa, Estepa, Áreas Urbanas y otros (Dzendoletas, 2006).

El paisaje de la ciudad ha sido moldeado por importantes glaciaciones que originaron una gran variedad de depósitos muy heterogéneos y poco consolidados: depósitos morénicos y glaci-lacustres de granulometría muy heterogénea (desde limo fino a bloques), depósitos glaci-fluviales (principalmente de arena y grava presentes en forma estratificada) y depósitos aluviales (arena y grava) de relativamente poca extensión y espesor (Pereyra et al., 2005).

### **5.2. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO I: identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S.C. de Bariloche y sus alrededores.**

### 5.2.1. Identificación de las canteras en S.C. de Bariloche y alrededores

Para la identificación de canteras se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución espacial del programa Google Earth 2017. Para este trabajo en particular se consideró cantera cuando exista o haya existido una explotación organizada, no se consideraron extracciones de áridos ocasionales producidas en los bordes de caminos, que también son frecuentes. Para completar la identificación de canteras, también se solicitó información a la Subsecretaría de Medio Ambiente de la ciudad y a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Río Negro y a la Secretaría de Minería de Río Negro.

### 5.2.2. Caracterización de las canteras en Bariloche y alrededores

Para la caracterización de las canteras se utilizó como base el criterio empleado en otras canteras de áridos de Patagonia (Rack et al., 2011), como así también la metodología propuesta por la Dirección Nacional de Vialidad para canteras viales (Dirección Nacional de Vialidad, 2014) que consiste en la confección de planillas para recabar información sobre las canteras viales de Argentina.

Se recopiló información administrativa y legal, información ambiental e información sobre conflictos socio-ambientales.

#### 5.2.2.1. *Información administrativa y legal*

Se confeccionó una planilla con información obtenida a partir de la observación en campo y de imágenes satelitales, y mediante la consulta y

revisión de expedientes en la Subsecretaría de Medio Ambiente del municipio de Bariloche y en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro en Viedma. A continuación se explica el significado de cada parámetro.

*Nombre de la cantera.* Nombre declarado en la SAyDS o en el caso de no encontrarse declarada se eligió un nombre para identificar la cantera.

*Propietario.* Nombre del propietario minero. Declarado en la DJA u obtenido de bibliografía o comunicación personal.

*Expediente minero.* Toda explotación que ingrese documentación en la SAyDS cuenta con un número de expediente minero seguido por el año de la creación del expediente.

*Propiedad de la tierra.* Fiscal o privada. Se consultó a la Dirección de Catastro de la Municipalidad de S.C. de Bariloche.

*Condición de uso actual observada.* Abandonada o en explotación según observación en campo.

*Condición de uso legal.* Abandonada, en explotación, clausurada o archivada según SAyDS.

*Material extraído.* Gravas y arenas o rocas de aplicación. Declarado en la DJA u observado en campo o por comunicación personal.

*Estudio de impacto ambiental.* Cuenta con estudio de impacto ambiental aprobado: SI/NO. Se presenta ante la SAyDS previo al inicio de las actividades. Se aprueba por Resolución Ambiental.

*Año de inicio de actividades.* Inicio de la explotación minera. Año de aprobación de la primera DJA o encontrado en la bibliografía o por comunicación oral.

*Año última actualización DJA.* Todas las explotaciones mineras deben presentar una actualización de la DJA cada dos años para poder comercializar sus productos. Última Resolución Ambiental.

*Año abandono.* Año del cese de actividades en el caso de aquellas canteras que se encuentren abandonadas o cerradas actualmente. Año de abandono declarado ante la Autoridad Minera o encontrado en bibliografía o por comunicación personal.

*Plan de cierre.* Presentación o no de un plan de cierre ante la SAyDS.

*Año previsto de plan de cierre.* Año estimado de ejecución del plan de cierre o ejecutado en el caso de que ya se encuentre realizado. Se obtuvo de los expedientes revisados en la SAyDS.

*Ejecución del plan de cierre.* El plan de cierre se encuentra ejecutado: SI/NO. Se obtuvo de los expedientes revisados en la SAyDS.

*Uso planificado por el municipio.* Uso del suelo previsto en el Código Urbano de Bariloche de 1995 para la ubicación de cada cantera. Se determinó utilizando el programa QGIS (Figura 10).

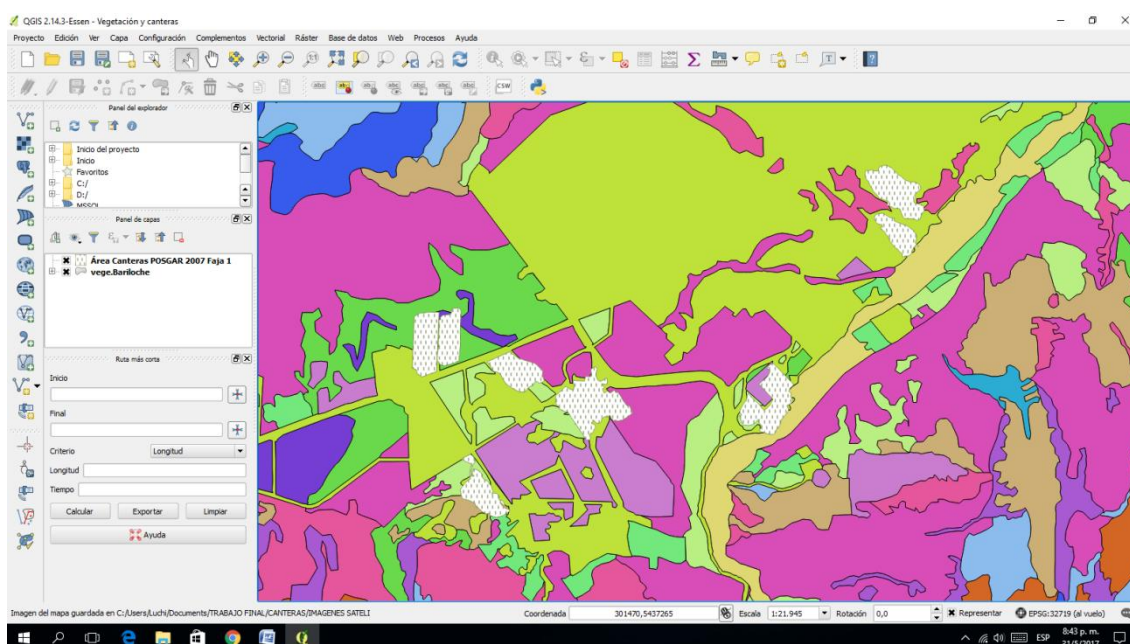


Figura 10 – Determinación del uso del suelo a partir de la superposición del Código Urbano 1995 (capa en colores) y el área de las canteras (áreas punteadas). Fuente: elaboración propia a partir del Código Urbano de Bariloche 1995 e imágenes de Google Earth.

### 5.2.2.2. Información Ambiental

Se confeccionó una planilla con información obtenida a partir de la observación en campo y de imágenes satelitales, y mediante la consulta y

revisión de expedientes en la Subsecretaría de Medio Ambiente del municipio de Bariloche y en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro en Viedma. A continuación se explica el significado de cada parámetro.

*Nombre de cantera.* Nombre declarado en la SAYDS o en el caso de no encontrarse declarada se eligió un nombre para identificar la cantera.

*Ubicación.* Coordenadas de GPS correspondientes al centro de la cantera y altura aproximada obtenidas del programa Google Earth 2017.

*Área.* Área total afectada por la cantera en hectáreas, medida con el programa Google Earth.

*Tipo de cantera.* De ladera, de terreno horizontal o de borde de río.

*Zona.* Urbana o periurbana.

*Vegetación predominante.* Vegetación correspondiente al área donde se sitúa la cantera según Dzenoletas et al. (2006).

*Precipitaciones.* Precipitaciones correspondientes al área donde se sitúa la cantera según Barros et al. (1983).

*Distancia a vivienda más próxima.* Distancia en metros medida con el programa Google Earth 2017 desde el borde de cantera a la pared de la vivienda más próxima.

*Cercanía a cuerpos de agua.* Distancia en metros medida con el programa Google Earth 2017 desde el borde de la cantera al borde del cuerpo de agua más próximo.

*Infraestructura.* Existencia o no de infraestructura acompañando la explotación. Se observó en imágenes satelitales de Google Earth.

*Presencia de zonas anegadas.* Se observó mediante imágenes satelitales del Google Earth la presencia o no de zonas anegadas.

*Presencia de basura.* Se observó la presencia de basura en las canteras mediante observación a campo.

*Impacto visual.* Se observó en el campo la existencia de impacto visual desde sitios públicos (ej. Rutas y caminos).

#### 5.2.2.3. *Identificación de conflictos socio-ambientales por las canteras*

Para la identificación de conflictos entre la actividad de las canteras en la ciudad y la sociedad de S.C. de Bariloche se consideraron dos fuentes de información: las noticias en dos periódicos de Bariloche y las denuncias realizadas por los vecinos. Para el análisis de las noticias se realizó una búsqueda de noticias en el Diario Digital Bariloche 2000 y el Diario El Cordillerano con la palabra clave “cantera” desde la primer noticia encontrada para cada diario (2002 en Bariloche2000 y 2013 en El Cordillerano), hasta febrero de 2017; y para la búsqueda de denuncias efectuadas, se consultó y se revisó documentación en la Subsecretaría de Medio Ambiente de Bariloche y en la SAyDS de Río Negro.

### 5.3. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO II: Diseñar el plan de cierre de una cantera en particular.

Debido a que las obras de restauración ambiental de canteras no son genéricas y universales sino que deben diseñarse de acuerdo a las características particulares de abandono de cada cantera, de la cantidad y gravedad de sus pasivos ambientales y de las características ambientales y socioeconómicas del entorno (Dirección Nacional de Vialidad, 2014), este objetivo se realizó para una cantera en particular. Se eligió una cantera que ya se encuentra en estado de abandono, esto permite trabajar con la geomorfología y situación final de la cantera, al contrario de las que aún se encuentran en explotación. Dentro de la cantera elegida, se encuentra

representada la mayoría de los pasivos ambientales provocados por este tipo de actividad extractiva. También, la cantera se encuentra ubicada en un terreno de fácil acceso, en una zona segura y con factibilidad de conseguir los permisos correspondientes.

La cantera elegida para este estudio se encuentra ubicada en cercanías del aeropuerto de Bariloche “Teniente Luis Candelaria” ( $41^{\circ} 08' 27''$  S;  $71^{\circ} 10' 37''$  O) a una altura de 840 msnm (Figura 11).



Figura 11 – Imágenes satelitales de la cantera en estudio. Fuente: Google Earth [fecha de la imagen: 01-10-2016].

La cantera se ubica en la Pampa del Nahuel Huapi o del aeropuerto, la cual está conformada principalmente por depósitos glaciafluviales: rodados,



gravas y arenas, moderadamente seleccionados y estratificados debido a la acción del agua de ablación de los glaciares durante la última glaciación (Pereyra et al., 2005). La geomorfología de la zona comprende terrazas glacifluviales, terrazas fluviales y planicies aluviales. La precipitación media anual es de 800 mm, los vientos predominantes provienen del oeste y la vegetación dominante corresponde a estepas herbáceo arbustivas, estepas herbáceas, mallines y matorral ribereño en galerías del Arroyo del Medio (Pereyra et al., 2005; Dzendoletas, 2006).

Los suelos de la zona se desarrollan sobre pendientes muy leves (<3%), de textura arenosa o franco-arenosa fina moderadamente profundos a profundos (60 a 100 cm), moderadamente ácidos (pH 5,5 a 6), muy bien provistos de materia orgánica (4 a 6%), con una reacción de fluoruro de sodio variable. Pueden encontrarse Entisoles de muy bajo desarrollo asociados a cursos fluviales, Molisoles y Andisoles con un grado de desarrollo moderado y perfiles A-AC-C, usualmente con alta pedregosidad. En las zonas deprimidas se hallan suelos hidromórficos y orgánicos (Pereyra et al., 2005).

La cantera no se encuentra registrada en los expedientes de la SAyDS, por lo que no se encontraron datos precisos sobre la razón de explotación de la cantera. Se presume que fue explotada para la construcción de la ruta provincial N°80 (entre los años 1958/1962) y del aeropuerto Teniente Luis Candelaria (1954), dado que son las únicas construcciones cercanas a la cantera (Cámara Argentina de la Construcción, 2010; Sergio Mendiburu, comunicación personal).

Para cumplir con este objetivo, se desarrollaron 2 metodologías diferentes: Parte A Diagnóstico de la cantera seleccionada y selección de posibles alternativas de uso y Parte B Diseño Ingenieril para un plan de cierre.

## METODOLOGÍA PARA LA PARTE A – DIAGNÓSTICO DE LA CANTERA SELECCIONADA Y SELECCIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE USO

Para ello se identificaron y evaluaron los principales impactos causados por la actividad de la cantera.

### 5.3.1. Identificación y caracterización de impactos

Se visitó la cantera de la Ruta Prov. N° 80 en febrero del presente año, se realizó un recorrido en toda la extensión de la cantera con el objetivo de identificar la heterogeneidad de ambientes, los pasivos ambientales y particularidades presentes en el lugar. Inicialmente se identificaron 3 ambientes diferentes: área de referencia, talud y fondo de cantera (Figura 12).

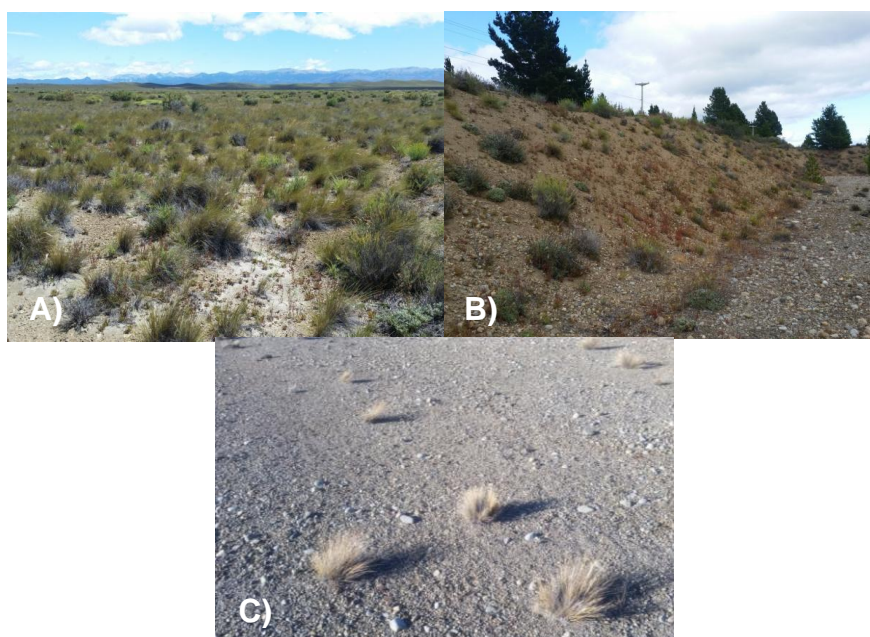


Figura 12 – Ambientes identificados en la cantera de estudio: A) Área de referencia, B) Talud, C) Fondo de cantera. Fuente: propia.

El área de referencia se eligió hacia el oeste y norte de la cantera dado que hacia el sur se encuentra la ruta de acceso al aeropuerto y hacia el este la llanura de inundación del arroyo del Medio.

Los pasivos ambientales identificados a primera vista fueron: modificación de la geomorfología del lugar, pérdida de suelo, pérdida de vegetación, erosión eólica en los taludes, presencia de residuos, contaminación de sustrato remanente (mancha de hidrocarburos) y presencia de áreas anegadas.

#### 5.3.1.1. *Impactos sobre la geomorfología*

Se utilizó la información de imágenes satelitales (interpretación visual, perfil topográfico) y la observación a campo para determinar la geomorfología previa a la explotación.

La geoforma de la explotación se estimó a través de la medición del área en imágenes del Google Earth, de la observación a campo y de la medición de alturas y pendientes de los taludes presentes.

El área ocupada por la explotación minera se dividió en 4 sectores según su orientación principal, debido a que presentaban cierta homogeneidad geomorfológica, es decir, similares pendientes y alturas (Figura 13).



Figura 13 – Sectores de muestreo dentro del área afectada por la explotación minera. Fuente: propia.

Se observaron dos tipos de taludes: aquellos que comenzaban al nivel del suelo original; y aquellos que se acumulaban por encima de ese nivel formando un montículo con doble talud (uno frontal y otro posterior). Estos últimos se localizaban hacia el este y noreste de la cantera. También se identificó un montículo de grandes dimensiones en el centro de la cantera.

En cada sector se midieron pendiente y longitud de taludes con el fin de evaluar estabilidad de los mismos, volumen de material extraído de la cantera y el volumen de material de descarte (estériles). La pendiente se midió con un clinómetro y la longitud con una cinta métrica. Para las estimaciones se asumió el fondo de cantera plano.

a. Estabilidad de taludes

La estabilidad de los taludes se evaluó en función de los ángulos de sus pendientes.

b. Volumen de material extraído por la explotación minera

El volumen de material extraído de la cantera se estimó como:

$$V_{(mat. ext.)} = A_{cantera} \times P$$

Donde:

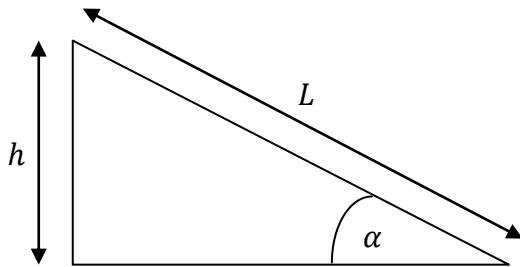
$V_{(mat. ext.)}$ : Volumen extraído de la cantera

$A_{cantera}$ : Área de la cantera

$P$ : Profundidad promedio de la cantera

El área ocupada por la cantera fue medida a partir de imágenes satelitales del programa Google Earth. En el caso de la profundidad de la cantera se hizo una estimación en base a las alturas promedio de los taludes.

La altura de los taludes se estimó mediante la siguiente ecuación:



Donde:

$h$ : Altura

$$h = \text{sen}(\alpha) \times L$$

$\alpha$ : Pendiente

$L$ : Longitud

Nota: En el caso de aquellos taludes que sobrepasaban la altura del suelo original, se calculó la altura tanto de la pared frontal como la posterior y se asumió como altura de la cantera la diferencia entre ambos valores.

c. Volumen de material de descarte

El material de descarte es todo aquel material resultante de la explotación que no es apto como producto, el cual generalmente es acopiado en algún sector de la cantera. En el caso de la explotación de áridos, el aprovechamiento del material es casi completo por lo que estos volúmenes no suelen ser muy importantes (ANEFA et al., 2007). Mediante la observación a campo se identificaron los sectores con acumulación de estos materiales y se calculó su volumen asumiendo una forma trapezoidal.

$$V_{descarte} = \frac{(B+b) \times h}{2} \times L$$

Donde:

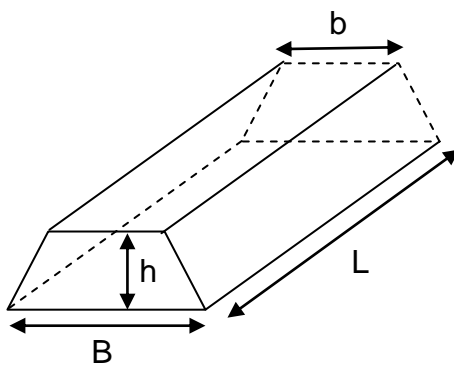
$V_{descarte}$ : Volumen material de descarte

$B$ : Base mayor del trapezoide

$b$ : Base menor del trapezoide

$h$ : Altura del trapezoide

$L$ : Largo del trapezoide



5.3.1.2. *Impactos sobre la hidrología*

Para identificar los impactos sobre la hidrología, se observó en el trabajo de campo y a través de la interpretación de imágenes satelitales la presencia de agua en superficie, cercanía a cuerpos de agua y modificación de cursos de agua. También se observaron imágenes satelitales históricas desde el año 2004 al 2016 tomadas en diferentes épocas del año para visualizar la magnitud y permanencia de las zonas anegadas dado que el trabajo de campo se realizó en la estación más seca del año.

### 5.3.1.3. *Impactos sobre el suelo*

#### a. Caracterización edáfica

Con el objetivo de valorar la capacidad del sustrato remanente de sostener una cubierta vegetal se tomó una muestra compuesta (con cuatro submuestras cada una) de los primeros 10 cm de suelo, en el caso del área de referencia, y de los primeros 10 cm del sustrato en el caso del talud y el fondo de cantera. También se evaluó el porcentaje de cobertura por rocas según el método de Braun-Blanquet (Newton et al., 2007). La diferencia entre los sitios nos permitió identificar y cuantificar los impactos producidos por la extracción de áridos (Campillo et al., 2000).

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de INTA BARILOCHE para la evaluación de los siguientes parámetros:

- Textura
- pH en agua (relación 1:2,5)
- Conductividad eléctrica (relación 1:2,5)
- P extractable (Olsen)
- % Nitrógeno total
- % Materia orgánica (Wakley Black)
- Carbono orgánico
- Relación C/N

b. Erosión eólica

La erosión eólica se evaluó a través de la observación a campo de estructuras erosivas de origen eólico tales como formación de dunas o cornisas en los taludes.

c. Erosión hídrica

La erosión hídrica se evaluó a través de la observación a campo de estructuras erosivas de origen hídrico como surcos, cárcavas, deslizamientos de masas o acumulaciones de sustrato al pie del talud (Bochet et al., 2004; Jorba et al., 2010).

d. Presencia, tipo y volumen de residuos

La presencia y el tipo de residuos dentro de la cantera se caracterizaron en base a las observaciones realizadas en el campo.

Los volúmenes de residuos se estimaron a partir del área ocupada por cada tipo de residuo medida sobre imágenes satelitales del Google Earth (previamente identificados a campo) y de su altura promedio observada en campo.

$$V_{(residuos)} = A_{residuos} \times h_{residuos}$$

Donde:

$V_{(residuos)}$ : Volumen de residuos dentro de la cantera

$A_{residuos}$ : Área del acúmulo de residuos

$h_{residuos}$ : Altura promedio de los residuos



e. Volumen de sustrato contaminado

Se detectó una mancha en el sustrato remanente que por su color, olor y textura se concluyó que se trataba de hidrocarburos. Por cuestiones presupuestarias no se realizaron análisis para corroborarlo.

Se asumió una mancha rectangular y se midió largo y ancho de la mancha dejada por el contaminante y se excavó en el centro de la misma para medir su profundidad. El volumen se calculó mediante:

$$V_{(sustrato\ contaminado)} = A_{sustrato\ contaminado} \times P_{sustrato\ contaminado}$$

Donde:

$V_{(sustrato\ contaminado)}$ : Volumen sustrato contaminado

$A_{sustrato\ contaminado}$ : Área sustrato contaminado

$P_{sustrato\ contaminado}$ : Profundidad sustrato contaminado

f. Compactación del suelo y del sustrato

No se hicieron estudios de compactación del suelo ni del sustrato.

g. Caminos de acceso a la cantera

Existen dos caminos de acceso a la cantera (Figura 14), uno cerca del arroyo del Medio y otro más en la tranquera de acceso actual. Se analizó el estado ambiental de los caminos de acceso a la cantera (cobertura vegetal, erosión y compactación del suelo) mediante la observación a campo.



Figura 14 – Caminos de acceso a la cantera. Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth [01/10/16]

#### 5.3.1.4. *Impactos sobre la vegetación*

Se utilizó el método de Braun-Blanquet (Newton et al., 2007). En cada una de las áreas definidas (área de referencia, talud y fondo de cantera) se muestrearon 15 cuadrados de 1m<sup>2</sup> dispuestos al azar a fin de determinar la composición de especies y el porcentaje de cobertura por especie.

#### 5.3.1.5. *Impactos sobre el aire*

No se midió el impacto en la calidad del aire. Al encontrarse la cantera abandonada no hay movimientos de material ni tránsito de maquinaria, pero hay que considerar las voladuras de polvo a causa de los vientos que en la zona son fuertes.

#### 5.3.1.6. *Impactos socio-ambientales*

Se evaluó el impacto visual de la cantera desde la ruta de acceso al aeropuerto (Ruta Prov. N°80) y desde los aviones que arriban al lugar. En el último caso se consideró que si los aviones podían ser observados desde

dentro de la cantera, también la cantera podía ser observada desde los aviones.

Por otro lado, se evaluó la factibilidad de acceso de personas al lugar como la existencia o no de alambrado perimetral, cercanía a centros urbanos, etc.

### 5.3.2. Selección de las alternativas de uso

Para evaluar las alternativas de Restauración Ambiental se consideraron los siguientes criterios (Dirección Nacional de Vialidad, 2014):

- Características de la explotación
- Entorno medioambiental y socioeconómico
- Usos del suelo definidos por las reglamentaciones de ordenación del territorio de la zona
- Intereses de las Entidades locales
- Interés del propietario del terreno
- Sostenibilidad en el tiempo de la actuación de restauración
- Costos del proyecto de restauración

## METODOLOGÍA PARA LA PARTE B – DISEÑO INGENIERIL PARA UN PLAN DE CIERRE

Para ello y diseñado específicamente a partir de la información de la cantera escogida (Ruta Prov. N°80), se elaboró un plan de cierre, un plan de monitoreo y mantenimiento post-cierre, un estudio de impacto ambiental del plan de cierre propuesto, un cronograma de trabajo y un presupuesto.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO I: Identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S.C. de Bariloche y sus alrededores.

### 6.1.1. Identificación de canteras

Se identificaron 21 canteras dentro del ejido de S.C. de Bariloche, la ubicación de las mismas se encuentra representada en la Figura 15.



Figura 15– Ubicación de las canteras identificadas dentro del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. Los números indican cada una de las canteras: 1) Áridos del Ñirihuau, 2) Aeropuerto, 3) Ruta Prov. N°80, 4) Ñire (Planta de beneficio), 5) Estación transformadora, 6) Áridos Arroyo del Medio, 7) Municipal, 8) Ñire, 9) Codistel, 10) Arenera del Sur, 11) Hidraco, 12) Notrof, 13) Del Pilar, 14) La Cava, 15) Ruta Prov. N° 82, 16) Virgen de las Nieves, 17) Cerro Catedral, 18) Piedra Verde, 19) Ejército III, 20) Catedral, 21) Chacayal. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth [Fecha: 01/10/2016].

Sólo con el fin de observar mejor las imágenes satelitales de las canteras y la ubicación de las mismas, se dividió al ejido municipal de Bariloche en tres zonas: este, centro y oeste. En las figuras 16, 17 y 18 pueden



observarse las imágenes satelitales de cada zona y las canteras presentes identificadas con su nombre.



Figura 16 - Imagen satelital de las canteras presentes en la zona este, y ubicación de cada cantera: 1) Áridos del Ñirihuau, 2) Aeropuerto, 3) Ruta Prov. N° 80, 4) Ñire (Planta de beneficio), 5) Estación transformadora, 6) Áridos Arroyo del Medio. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth [Fecha: 01/10/2016].

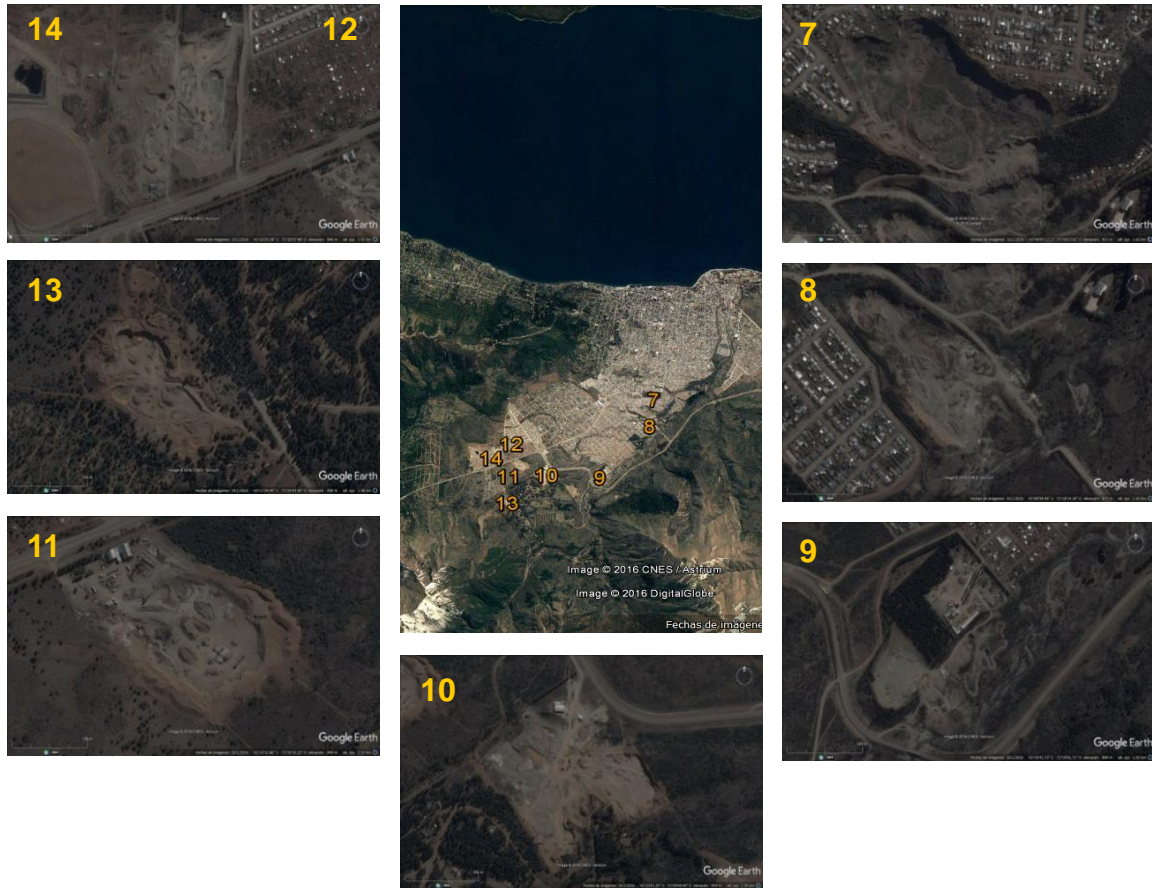


Figura 17 – Imagen satelital de las canteras presentes en la zona centro, y ubicación de cada cantera: 7) Municipal, 8) Ñire, 9) Codistel, 10) Arenera del Sur, 11) Hidraco, 12) Notrof, 13) Del Pilar, 14) La Cava. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth [Fecha: 01/10/2016].

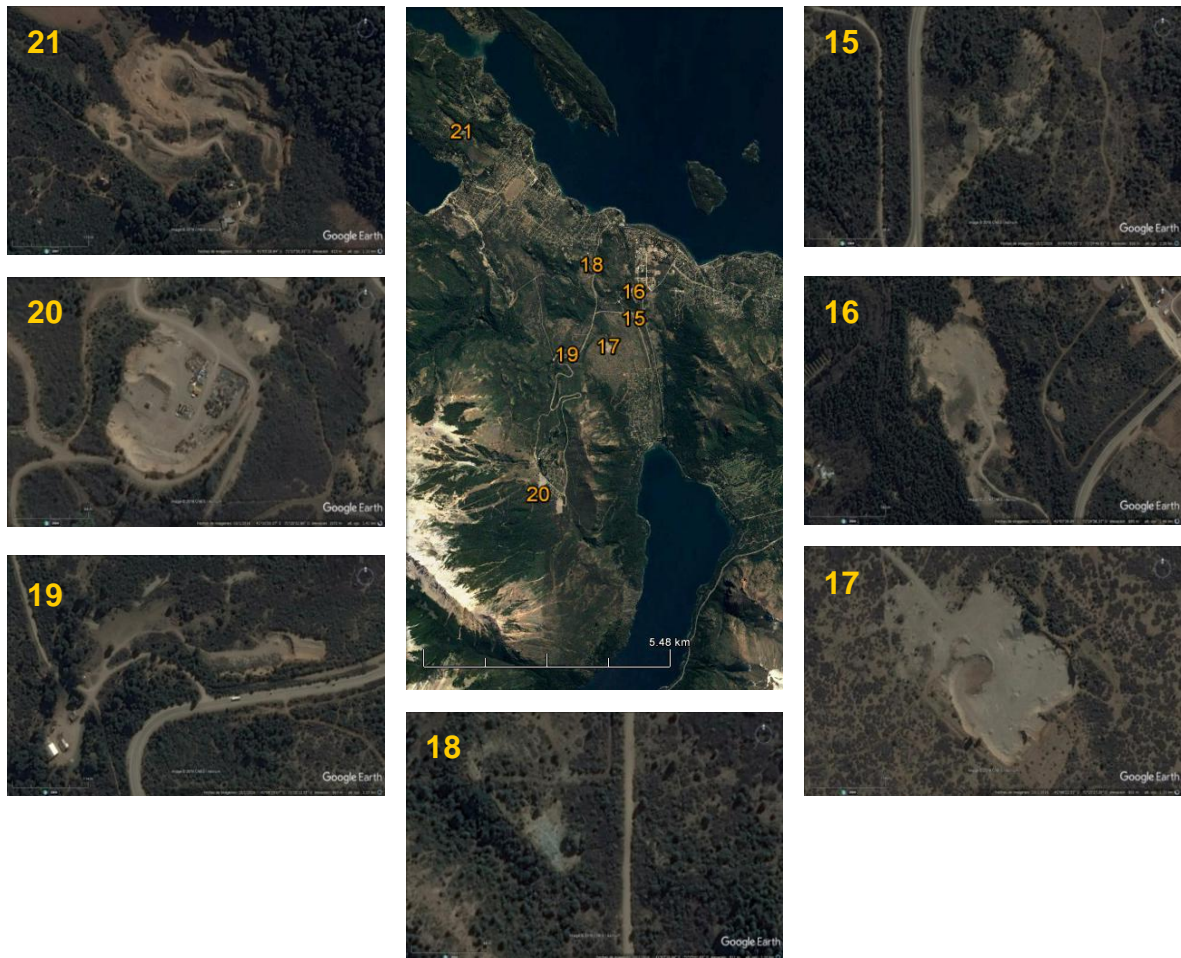


Figura 18 – Imagen satelital de las canteras presentes en la zona oeste, y ubicación de cada cantera: 15) Ruta Prov. N° 82, 16) Virgen de las Nieves, 17) Cerro Catedral, 18) Piedra verde, 19) Ejército III, 20) Catedral, 21) Chacayal. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth [Fecha: 01/10/2016].

En la búsqueda realizada en la Subsecretaría de Medio Ambiente de Bariloche se encontró evidencia documentada de la existencia de otras canteras de las cuales no se encontraron rastros en las imágenes satelitales actuales, ellas son:

- Cantera B° Colonia Suiza
- Cantera B° Don Bosco
- Cantera B° Los Coihues
- Cantera B° Frutillar



- Cantera B° 2 de Agosto
- Cantera B° San Francisco

De la mayoría de ellas no se pudo conocer la localización exacta pero se presume que fueron pequeñas canteras que actualmente están integradas a la zona urbana. Por ejemplo, El Vertedero Municipal fue instalado en el hueco dejado por una cantera explotada por la Empresa Robles para la construcción de la ruta 40 (Carlos Beros, comunicación personal).

También se encontraron extracciones ilegales de tierra en bordes de caminos y cerca de barrios que en el presente trabajo no fueron consideradas como canteras. En la Figura 19 se muestran algunos ejemplos.



Figura 19– Imágenes satelitales de extracción de tierra a costados de camino o cerca de barrios. Izquierda arriba: camino a Cerro Cathedral, derecha arriba: B° Los Coihues, izquierda abajo: B° Nuestra Señora del Niriuhau, derecha abajo: Dina Huapi. Fuente: Google Earth [Fecha de imágenes: 01/10/2016].

## 6.1.2. Caracterización de canteras

### 6.1.2.1. Información administrativa y legal

Se registraron 21 canteras dentro del ejido de S.C. de Bariloche, de las cuales 18 son de extracción de áridos, dos de extracción de rocas de aplicación y una, Ñire (Planta de beneficio), que se dedica sólo a tratamiento del material, es decir, que no se extrae material del lugar (Tabla I del Anexo II).

Según la observación a campo, de todas las canteras ocho de ellas se encuentran abandonadas y 13 aún están en explotación (Figura 20). De las canteras abandonadas 5 nunca fueron habilitadas, otras dos fueron habilitadas pero no cuentan con un estudio de impacto ambiental previo (caso del Ejército Argentino) y una habilitada con plan de cierre ya ejecutado (Aeropuerto).

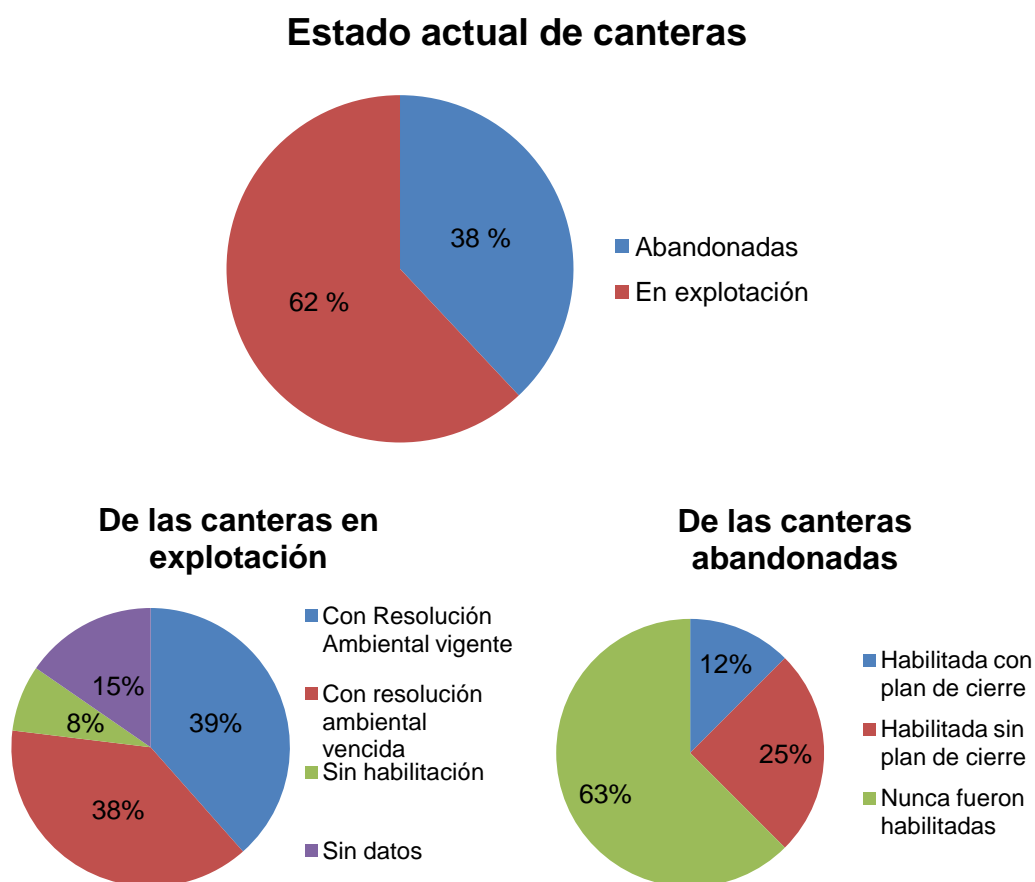


Figura 20 – Estado actual y legal de las canteras de S.C. de Bariloche. Fuente: elaboración propia.

De las 13 canteras aún en explotación, en 12 de ellas se cumplió con el proceso de habilitación, aunque sólo cinco presentan Declaración Jurada Ambiental (DJA) vigente. Actualmente existen muchos propietarios mineros que no cumplen con la presentación de la actualización de la DJA y que cuando lo hacen en general es porque se les solicitó en una inspección (Beatriz Marqués, comunicación personal). Por otro lado, lo presentado en las DJA no suele coincidir con lo que ocurre en la realidad, debido a que no suele haber capacitación de los maquinistas ni del personal en general en cuanto a las prácticas de protección ambiental declaradas (Juan Carlos Inostrosa, comunicación personal). Los estudios de impacto ambiental muchas veces son poco creíbles y muy subjetivos, enfocándose más en la factibilidad técnica y económica que en la ambiental, por lo cual una vez avanzada la explotación comienzan a aparecer impactos ambientales no previstos que son difíciles de corregir o que requieren mucho tiempo por no haber estado previstos con antelación (Calzada Jiménez, 2014). Por ello, la presentación de la actualización de la DJA se puede entender entonces como un mero trámite administrativo.

Por otro lado, resulta difícil generar un cronograma de inspecciones que constate la ejecución de las medidas declaradas en la DJA y el cumplimiento con lo establecido en el Código de Minería. Una de las razones de esta falla en la regularidad de las inspecciones es la escasez de recursos: en la Delegación de Bariloche de la SAyDS sólo hay dos inspectores ambientales y una persona como Policía Minero, además de que no siempre se cuenta con movilidad para realizar las inspecciones ni con los elementos de seguridad correspondientes (Beatriz Marqués y Juan Carlos Inostrosa, comunicación personal). Otra razón

por la que la frecuencia de inspecciones no es la ideal es porque la receptividad por parte de los cantereros en general es muy negativa llegando incluso a amenazar a los mismos inspectores, quienes tratan de evitar las inspecciones a estos sitios (Beatriz Marqués, comunicación personal).

Sólo la cantera del Aeropuerto tiene ejecutado un plan de cierre. La cantera Municipal presentó un plan de reconversión con explotación, el cual se encuentra en ejecución al día de la fecha y la cantera Notrof también presentó un proyecto de plan de cierre, que no ha ejecutado dado que aún se encuentra en explotación.

Se observó que cuatro de las canteras encontradas podrían estar asociadas a obras públicas de diferente envergadura, se las denomina canteras de préstamo (Carlos Beros, comunicación personal). La cantera del Aeropuerto está asociada a la construcción del aeropuerto viejo y nuevo, la cantera de la Ruta Prov. N°80 a la construcción de la ruta de acceso al aeropuerto, la cantera de la Ruta Prov. N° 82 a la construcción de la ruta del mismo nombre y al empalme de esa ruta con el acceso a Cerro Catedral y la cantera de la Estación transformadora a la construcción de la Estación transformadora de energía de la CEB. Luego de finalizada las respectivas obras, estas canteras fueron abandonadas sin ningún plan de rehabilitación, con excepción de la cantera del Aeropuerto constituyendo desde ese momento pasivos ambientales para la ciudad.

En relación a la propiedad de la tierra, nueve canteras se encuentran en terrenos fiscales y 12 en terrenos de propiedad privada. De las nueve canteras en terrenos fiscales, 6 se encuentran abandonadas (tres asociadas a obras

públicas, tres en tierras del Ejército Argentino) y tres aún están en explotación (Municipal, Catedral, Cerro Catedral). De las canteras en propiedad privada, dos se encuentran abandonadas (una asociada a una obra pública) y 10 aún en explotación (Figura 21).

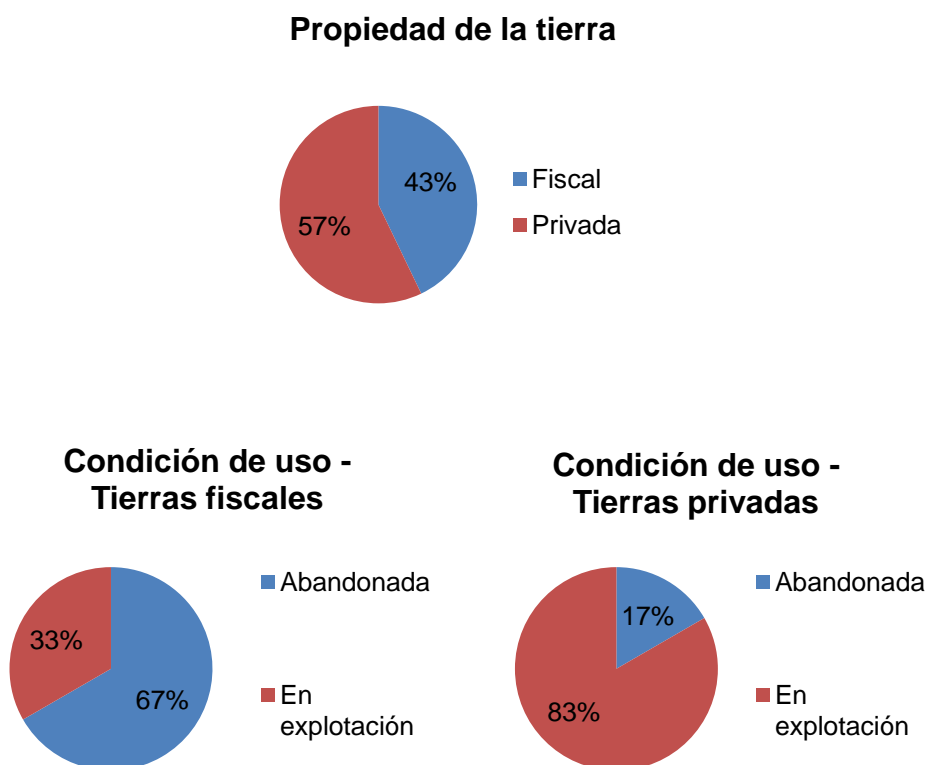


Figura 21 – Propiedad de la tierra y condiciones de uso de las canteras dentro del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. Fuente: elaboración propia.

En el caso de aquellas canteras explotadas dentro de propiedad privada y en áreas de expansión urbana las probabilidades de que se ejecute un plan de cierre son mayores, dado que existe un interés económico por parte del propietario en devolverle un valor de uso a sus tierras, principalmente inmobiliario (Beatriz Marqués, comunicación personal).

Según el art. 28 de la Ley General del Ambiente (Ley Nacional N°25.675, 2002), el responsable de reparar un daño ambiental es aquel que lo generó. Cabe mencionar que en el caso de la minería, el propietario minero no necesariamente debe coincidir con el propietario de la tierra (Código de Minería, 1889). En el caso de la cantera de Catedral, por ejemplo, las tierras son de dominio fiscal pero el propietario minero es la empresa Catedral Alta Patagonia S.A, su concesionario; por lo que en este caso el responsable del cierre de la cantera es la empresa. Las canteras en las cuáles es más difícil definir un responsable por el daño ambiental son aquellas que se encuentran dentro del dominio fiscal, que nunca tuvieron un permiso minero y que fueron abandonadas hace mucho tiempo por lo que no es posible identificar con precisión al responsable de la explotación, como es el caso de las canteras Ruta N°80 y Ruta N°82. Actualmente, abandonar una explotación minera sin ejecutar el Plan de cierre es una acción ilegal, ya que viola el art. 4 de la Ley Nacional N° 24.585 (1995) y trae como consecuencia sanciones civiles y penales tanto para los responsables como para la Autoridad de Aplicación (Cámara Argentina de Empresarios Mineros). No se pudo averiguar cómo se aplica esta ley para canteras abandonadas antes de su sanción, en el caso de Bariloche todas las canteras abandonadas datan de antes de 1995.

El Código Urbano de Bariloche del año 1995 sólo contempla la explotación de áridos en un área de la Delegación El Cóndor, lugar en el cual no existe ninguna explotación actual. Esto quiere decir que ninguna de las áreas dónde se explotan los áridos actualmente es compatible con los usos estipulados en el Código. Sin embargo, el Código Urbano de 1995 tiene una vigencia parcial ya que sólo se encuentra aprobada la Delegación el Cóndor

mientras que en las demás delegaciones el Código sólo se utiliza de guía para la gestión del territorio (Carlos Beros, comunicación personal; Ordenanza N° 546-CM-95). El Código Urbano es difícil de implementar dada la superposición con el Código de Planeamiento de 1980 y normativas complementarias aún vigentes que muchas veces son contradictorias y no concordantes (Municipalidad de S.C. de Bariloche, 2011). Esta dificultad para interpretar y por ende, implementar la normativa genera innumerables situaciones conflictivas en la gestión territorial de la ciudad (Ordenanza N° 2918-CM-11). Es sabido que la urbanización en Bariloche se ha dado siguiendo criterios inmobiliarios privados sin tener en cuenta las condiciones ambientales de cada zona, y si a esto le sumamos que la mayoría de las canteras se encuentran en zonas de la ciudad en las que desde su planificación no fue contemplada la actividad extractiva, podemos prever que existen y van a existir conflictos donde ambos usos del suelo, que no son compatibles entre sí, se superponen. Por todo lo expuesto, se considera urgente la definición de criterios de ordenamiento del territorio que permita la ejecución de este tipo de actividades en un marco donde se minimicen los conflictos con la sociedad y el ambiente.

#### *6.1.2.2. Información ambiental*

En relación a la información ambiental, nueve canteras se encuentran en zonas urbanas las cuales están ubicadas en su mayoría en la zona centro del ejido más precisamente en la Pampa del Huenuleo y el tramo medio del arroyo Ñireco (Tabla I del Anexo III).

El total del área degradada por la actividad extractiva de las canteras en S.C. de Bariloche es de 115,51 ha (0,4% del ejido municipal). La sumatoria de

estos espacios ocupados por canteras de extracción de áridos da cuenta del impacto generado por esta actividad (Ferro et al., 2014).

Ocho de las 21 canteras se encuentran a menos de 100 metros de viviendas. Esta cercanía puede generar conflictos con la población. En el caso de las canteras Municipal y Ñire estos conflictos ya se hicieron evidentes como se verá en el apartado de conflictos socio-ambientales.

Seis canteras se encuentran cercanas a cuerpos de agua (menos de 100 m). En algunos casos hay evidencia de extracción de material de lecho de río, de modificación de los cauces y de contaminación por sólidos en suspensión. Las canteras pueden ser origen de contaminación de las aguas por sólidos en suspensión o por el derrame de alguna sustancia como hidrocarburos. La cercanía a los cursos de agua aumenta el riesgo de contaminación de las aguas superficiales.

Ocho canteras poseen alguna infraestructura en su propiedad. Una vez abandonada la explotación y dependiendo del tipo de uso posterior de las tierras, se debería decidir sobre su destino. En el caso de una rehabilitación natural, la infraestructura debería ser derrumbada y sus residuos dispuestos correctamente. Ninguna de las canteras abandonadas posee infraestructura dentro de su área por lo que este aspecto no representa un pasivo ambiental en la actualidad, pero puede serlo en un futuro si no se maneja correctamente.

Las canteras Ruta Prov. N°80, Arenera del Sur y Chacayal presentan zonas con anegamiento de aguas. Es un punto a tener en cuenta a la hora de evaluar posibles impactos hidrológicos, riesgo de contaminación de napas y riesgo de ahogamiento para personas y/o animales.



La presencia de basura se pudo evaluar sólo en aquellas canteras donde se pudo ingresar o se pudo observar desde algún punto fuera de la cantera (Figura 22). En la mayoría de las canteras no se encontraron residuos y en las que sí los había, en general eran cantidades menores.



Figura 22 – Presencia de basura en las canteras de Bariloche. Izquierda: Catedral, derecha: Ruta Prov. N°80. Fuente: propia.

La mayoría de las canteras presentan impacto visual desde algún sitio público, generalmente desde rutas como se muestra en la Figura 23.



Figura 23- Impacto visual de canteras en Bariloche. Fuente: propia.

El impacto visual en un ambiente con un valor paisajístico tan grande como el que tiene Bariloche es de suma importancia debido al contraste que se produce entre las canteras y el ambiente natural circundante.

### 6.1.2.3. Conflictos socio-ambientales

Las noticias revisadas datan desde la primera noticia del historial publicado en la Web para cada diario, en el caso de Bariloche2000 desde el año 2008 y para el El Cordillerano desde el año 2013, hasta el 28 de febrero de 2017 que se finalizó la búsqueda para realizar el análisis de los datos.

En los diarios se encontraron 54 noticias que reflejaban uno o más conflictos socio-ambientales relacionados con canteras en S.C. de Bariloche. Aquellas noticias que se repitieron en ambos diarios, solo se consideraron una vez para el análisis.

Las problemáticas encontradas se encuentran relacionan a incendios en las canteras abandonadas, presencia de residuos, riesgo de derrumbe de vivienda (aquellas asentadas cerca de los taludes) y solicitud de pedidos de cierres y remediación, entre otros (Figura 24).

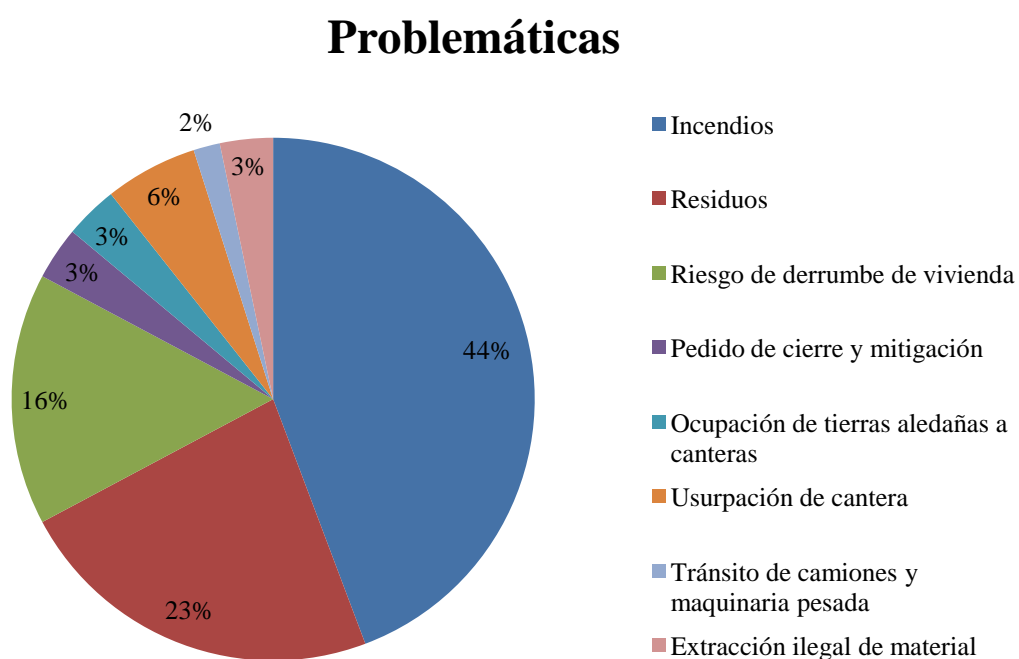


Figura 24 – Principales problemáticas asociadas a las canteras en S.C. de Bariloche y alrededores. Fuente: elaboración propia en base a noticias del diario digital Bariloche2000 y del diario El Cordillerano.

En relación a los problemas socio-ambientales en cada cantera en particular, se documentó que la cantera Municipal es la que presenta más conflictos con la sociedad, seguida de la cantera Ñire, Cerro Catedral y Ruta Prov. N°82 (Figura 25).

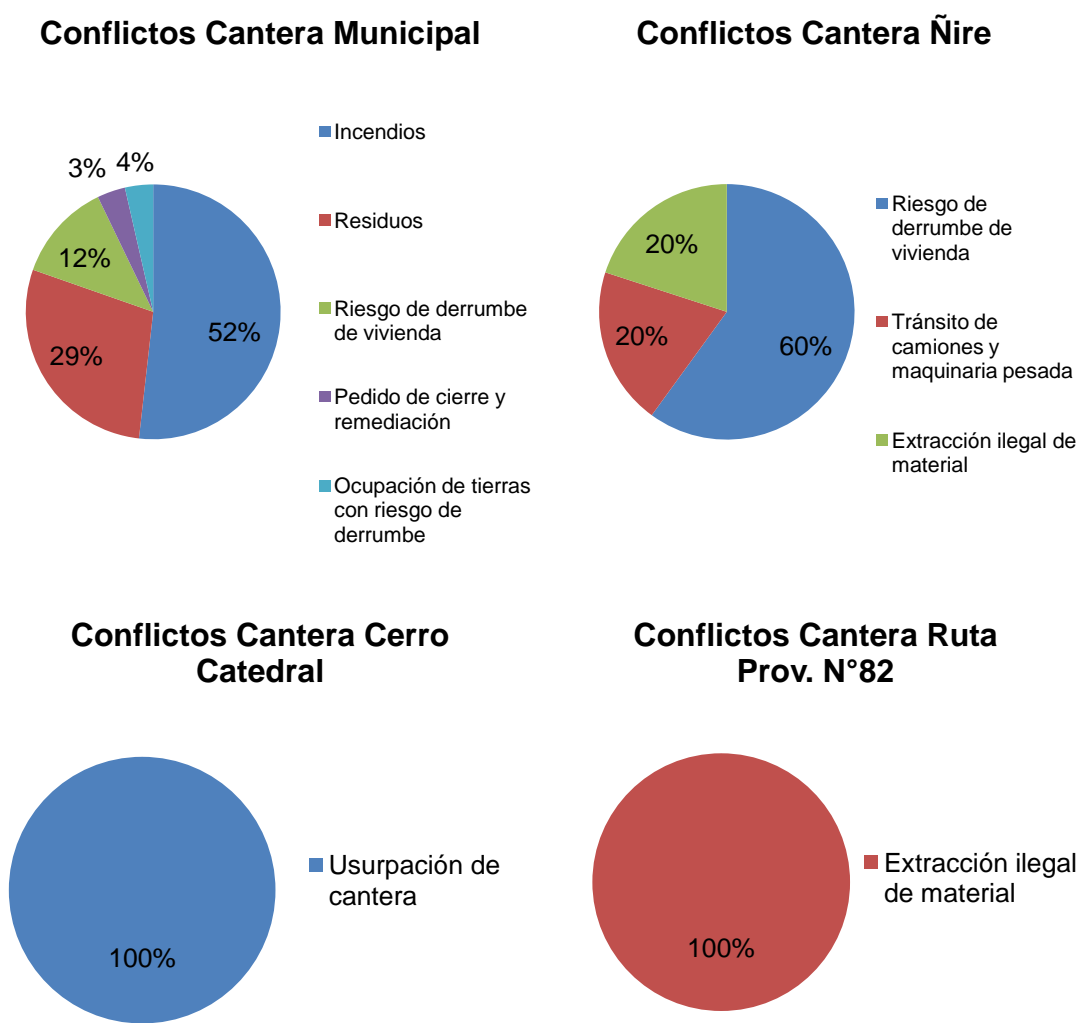


Figura 25 - Principales problemáticas por cantera. Fuente: elaboración propia en base a noticias del diario digital Bariloche2000 y del diario El Cordillerano.

Las canteras Municipal y Ñire, a diferencia de las de Cerro Catedral y Ruta Provincial N°82, se encuentran insertas dentro de zonas urbanas lo cual explica la mayor cantidad de conflictos. La cantera Municipal si bien se encuentra a pocos metros de la Ñire presenta mayor cantidad de conflictos,

dado que por mucho tiempo no funcionó como cantera sino como vertedero de residuos forestales los cuales eran incendiados en actos de vandalismo. Muchas veces, junto a estos residuos forestales, o en forma clandestina, se tiraban todo tipo de residuos lo que hacía que el humo fuera de características más insalubres aún para los vecinos de los barrios aledaños. En diciembre del 2015 los residuos forestales fueron trasladados al nuevo Centro Ambiental de Bariloche, pero los incendios continuaron debido a que clandestinamente se continúan arrojando residuos de todo tipo en la cantera.

La cantera Municipal no cuenta con un cerco perimetral que restrinja el acceso de personas y animales, lo que constituye un riesgo importante para los mismos por la exposición a los altos taludes y a los residuos de distinto origen.

Otra problemática grave en la cantera Municipal es el riesgo de derrumbe de los taludes de la cantera (Figura 26), que en algunos casos alcanzan los 60 m de altura, y por encima de los cuales se encuentran asentamientos de viviendas. Muchos de estos asentamientos son producto de la usurpación de tierras municipales que históricamente no han tenido un uso definido y que son tierras de fácil acceso por la falta de cerco perimetral. Son tierras residuales, expuestas a distintos riesgos y carentes de servicios básicos, pero que por otro lado son sitios que presentan mayor seguridad frente a eventuales desalojos (Mendiburu et al., 2004).



Figura 26 – Viviendas sobre el talud de la Cantera Municipal. Fuente: propia, Google Earth [01/10/16].

En el caso de la Cantera Ñire, la principal problemática es el riesgo de derrumbe de los taludes por encima de los cuales se asienta el B° 106 viviendas, cuyos vecinos han presentado un recurso de amparo en 2011 logrando la clausura de la cantera, con posterior presentación de un plan de remediación y un convenio con la empresa para que pueda continuar la explotación.

La revisión del historial de imágenes del Google Earth dejó en evidencia como el crecimiento de la urbanización fue envolviendo a las canteras sobre todo en la zona centro del ejido en la Pampa de Huenuleo (Figura 27). Algunas canteras como la Municipal no crecieron tanto en superficie, sino que la urbanización creció alrededor de ellas.



Figura 27 – Crecimiento de la población de S.C. de Bariloche con respecto a las canteras ubicadas en Pampa de Huenuleo. La imagen de la izquierda corresponde a la fecha 19/10/2004 y la de la derecha a la fecha 1/10/2016. Las áreas de las canteras fueron demarcadas sobre imágenes de la fecha 1/10/2016. Fuente: Google Earth.



En el caso de las canteras Municipal y Ñire este hecho es aún más evidente (Figura 28), posiblemente por ello, sean las canteras con mayores conflictos.



Figura 28– Crecimiento de las Canteras Municipal y Ñire en contraste con el avance de la urbanización. La imagen superior corresponde a la fecha 19/10/2004 y la inferior a la fecha 1/10/2016. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

Con estas imágenes se volvió a detectar la superposición de los usos del suelo debido a una mala planificación del crecimiento urbano.

Por otro lado, el caso de la basura en la Cantera Municipal es un claro antecedente de que las canteras que se encuentran abandonadas, cercanas a la urbanización, de fácil acceso y que no son aptas para el asentamiento de viviendas, son susceptibles de convertirse en futuros vertederos clandestinos. Este riesgo no existe o es mucho menor en otras canteras que se encuentran más alejadas y/o que se encuentran más protegidas por pertenecer a entidades como el Ejército, Aeropuertos Argentina 2000 o Catedral Alta Patagonia.

Por otro lado, se registraron denuncias realizadas desde juntas vecinales y ONG's, entre las que se destacan varias contra la cantera Municipal, por riesgo de derrumbe de viviendas del B° 28 de Abril, B° Eva Perón y B° Arrayanes, contra la cantera Chacayal por problemáticas por tránsito de

camiones dentro del B° Cerro Chico, contra la cantera Ñire por riesgo de derrumbe de viviendas del B° 106 viviendas y contra la cantera de Virgen de las Nieves por extracción ilegal de material.

En base a todos los conflictos registrados, se puede decir que las canteras que presentan mayores problemáticas son las que se encuentran cercanas a la urbanización (área periurbana). Las áreas periurbanas suelen actuar como ecotonos entre lo urbano y lo rural y es dónde normalmente se asientan las actividades no deseadas por la sociedad como son las actividades extractivas (De Marco et al., 2008).

En el trabajo realizado por el SEGEMAR (Pereyra et al., 2005), se recomienda que las canteras actuales sean cerradas y recuperadas dada su inadecuada explotación, y que se identifiquen nuevas áreas posibles que permitan un uso sostenible de las mismas. A nivel local, la Municipalidad de S. C. de Bariloche en conjunto con la Secretaría de Minería están elaborando un Plan Director de Canteras con el fin de definir las áreas de uso y de restricción para la extracción de áridos (Carlos Beros, comunicación personal).

## 6.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL OBJETIVO II-Diseñar el plan de cierre de una cantera en particular.

### RESULTADOS PARA LA PARTE A – DIAGNÓSTICO DE LA CANTERA SELECCIONADA Y SELECCIÓN DE POSIBLES ALTERNATIVAS DE USO

## 6.2.1. Impactos sobre la geomorfología

Los resultados del muestreo de los taludes se encuentran en la Tabla 4.

Tabla 4 – Muestreo de taludes. Cálculo de alturas. Fuente: elaboración propia.

SECTOR	TALUD	EXPOSICION	LONGITUD (m)	PENDIENTE (grados)	ALTURA (m)
1	T1	NE	5	33	2,72
	T2	NE	6,70	27	3,04
	T3	NE	7,60	29	3,68
2	T4	E	7,10	31	3,66
	T5	E	4,20	34	2,35
	T6	S	7,80	34	4,36
	T7	E	7,10	33	3,87
	T8	S	9,10	28	4,27
3	T15	S	9,80	30	1,69
	T16 (atrás 15)	N	8,40	22,50	
	T17	S	5,50	33	3,00
	T18	S	9,20	34	5,14
4	T9	N	4,20	13,50	0,98
	T10	O	3,60	25	1,52
	T11	O	7,30	33	1,07
	T12 (atrás 11)	E	24,50	6,80	
	T13	O	6,60	30	-0,67 *
	T14 (atrás 13)	E	9,40	25	

\*Valores negativos. El fondo de cantera es más alto que el nivel del suelo del otro lado del talud.

La cantera en estudio tiene un área de 6,6 ha. Los taludes más altos se encuentran hacia el oeste y norte de la cantera (sector 2 y parte del 3) alcanzando alturas de 5,15 m y los más bajos se encuentran hacia al este de la cantera con alturas cercanas al metro (sector 4).

El promedio de las alturas de los taludes es de  $2,95 \pm 0,35$  m.

Observando la variación de las alturas de los taludes en la Tabla 4 y suponiendo un fondo de cantera plano podemos deducir que hay una inclinación leve del relieve desde el oeste hacia el arroyo del Medio dado que



hacia el oeste los taludes son más altos que hacia el este. Esto lo corroboramos con la observación a campo (Figura 29) y la interpretación visual de imágenes satelitales (Figura 30), donde se identificó una terraza fluvial de aproximadamente dos a tres metros inmediatamente al norte de la cantera. Los diferentes niveles entre terrazas se escalonan con pequeños resaltos subverticales (Pereyra et al., 2005).

Se cree que la explotación se llevó a cabo sobre esta terraza aprovechando los depósitos glacifluviales característicos de la Pampa del Aeropuerto.



Figura 29 – Observación en el campo de la terraza fluvial del Arroyo del Medio. Fuente: propia.



Figura 30 – Perfil de elevación de la terraza fluvial al norte del área de la cantera y diferencia de coloración con la planicie fluvial del Arroyo del Medio. Se aclara que las alturas de Google Earth no son muy precisas por lo que el perfil de elevación es sólo a modo de referencia. Fuente: Google Earth [Fecha de imagen: 01-10-2016].

Esta terraza fluvial al norte de la cantera puede ser utilizada como referencia del relieve original del área de la cantera.

a. Estabilidad de taludes

En los taludes muestreados no se observaron señales importantes de inestabilidad y ninguna de las pendientes superó los 35°. Algunos ya poseen una cobertura vegetal desarrollada (Figura 31).



Figura 31 – Pendiente de taludes inferiores a 35°. Fuente: propia.

El ángulo de reposo en materiales poco consolidados depende de múltiples factores, los más importantes son la presencia de materiales finos, que dan más cohesión a los materiales más gruesos, y la cobertura vegetal. En la región se ha observado que los ángulos de reposo en taludes conformados por este tipo de material varían entre 30° y 35°, por lo tanto se puede considerar que taludes por encima de estos ángulos presentan inestabilidad (Pereyra et al., 2005).

Dado que ninguna de los taludes supera los 35°, que muchos de ellos poseen un porcentaje medio a alto de cobertura vegetal y que en el campo no se observaron evidencias que indicaran inestabilidad, se concluyó que los taludes son estables.



b. Volumen de material extraído por la explotación minera

Conociendo el área de la cantera (6,6 ha) y la altura promedio de los taludes (2,95 m) podemos estimar un volumen aproximado de extracción de la cantera.

$$\text{Volumen de material extraído} = 194.974 (\pm 22.892) \text{ m}^3$$

El hueco dejado por la explotación es uno de los impactos más significativos de la actividad.

c. Volumen de material de descarte

Se identificaron 3 sitios con material de este tipo. Uno corresponde a un montículo aislado en el centro de la cantera, y los otros dos corresponden a taludes del sector norte y este que se elevan sobre el nivel del suelo original (Figura 32).

El volumen estimado de material de descarte es de 17.390 m<sup>3</sup>.



Figura 32– Acopios de material de descarte al noreste y centro de la cantera. Fuente: propia.

En la explotación de áridos el aprovechamiento del material es casi total, lo que dificulta las tareas de restauración ambiental al no disponer de material para rellenar el hueco en el relieve producto de la actividad (Calzada Jiménez, 2014). En el caso de la cantera en estudio se supone que, dada la forma de disposición del material (taludes que se acumulan sobre el nivel del suelo original), es posible que los taludes al este y noreste de la cantera estén constituidos por material del destape inicial. Este material originalmente debería haber tenido características edafológicas similares al suelo del área de referencia.

### 6.2.2. Impactos sobre la hidrología

En relación a la hidrología, a través del historial de imágenes satelitales desde 2004 se pudo observar presencia de agua en superficie durante todo el año con excepción de los meses de verano (dic-mar), llegando a ocupar aproximadamente un tercio del área de la cantera (Figura 33).

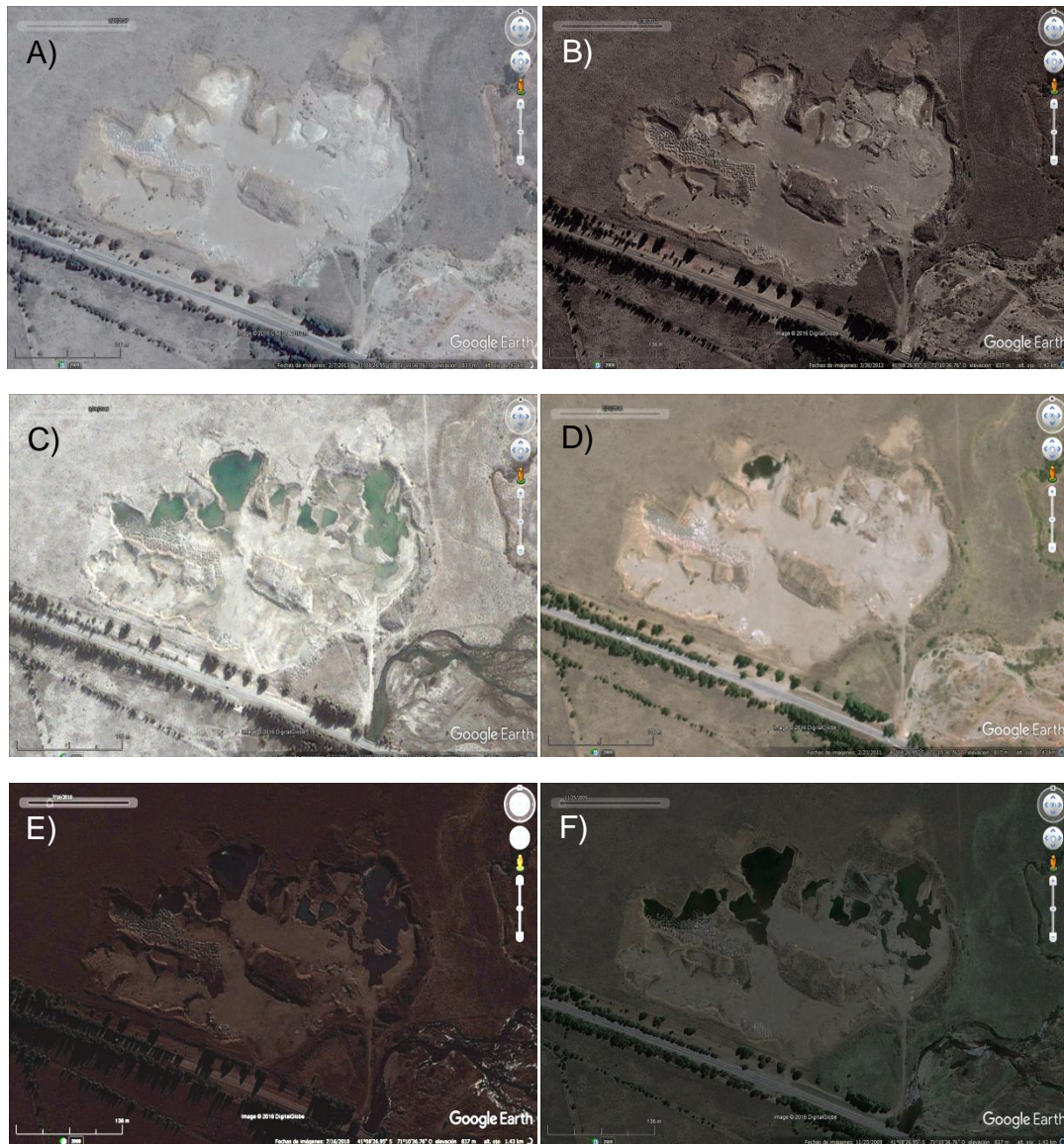


Figura 33– Áreas anegadas en la cantera en estudio en distintas fechas. A) febrero 2013, B) marzo 2012, C) septiembre 2009, D) febrero 2011, E) julio 2010, F) noviembre 2009. Fuente: Google Earth.

Durante la visita a la cantera se observaron zonas más deprimidas del terreno con características del sustrato y vegetación diferentes al resto del fondo de la cantera. Presentaban una textura más fina y estaban cubiertas por vegetación herbácea (Figura 34). Estas zonas coinciden con las áreas anegadas en los meses húmedos del año. En una de estas áreas se decidió excavar un poco con la pala para encontrar una explicación del anegamiento y se encontró una capa de grava y arena en una matriz arcillosa que podría ser una capa impermeable (Figura 35).





Figura 34– Zonas deprimidas con material fino y vegetación herbácea. Fuente: propia.



Figura 35 – Capa impermeable debajo de zonas con evidencias de anegamiento. Fuente: propia.

También se detectó la presencia de agua en superficie (Figura 36), cercana a la cual se observaron huellas de aves y heces de cauquén (Figura 37) (Pablo Alarcón, comunicación personal).



Figura 36 – Agua en superficie dentro de la cantera. Fuente: propia.



Figura 37– Huellas de aves y heces de cauquenes. Fuente: propia.

La cantera se encuentra a 40m del Arroyo del Medio o General Bernal (seco al momento del trabajo de campo). No se detectaron modificaciones al curso de agua pero sí a la planicie de inundación del Arroyo.

Las zonas anegadas pueden representar un grave riesgo dada la cercanía al aeropuerto por el hecho de que son atractivas para las aves. Según el reglamento de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC, 2012) para el control del peligro aviario y fauna, los cursos y espejos de agua atraen a las aves y/o fauna, aumentando el riesgo de colisión ya sea dentro o fuera del aeródromo, por lo cual, en la medida de lo posible debería evitarse su presencia en el predio del aeropuerto y sus inmediaciones.

A su vez, las áreas anegadas pueden representar un riesgo de ahogamiento para la fauna del lugar y también para humanos (Ciano et al., 2003), aunque en el caso de la cantera en estudio el acceso de estos últimos es limitado.

En cuanto al material arcilloso encontrado debajo de las áreas anegadas, se pudo corroborar que este tipo de estructuras geomorfológicas son comunes de encontrar en las terrazas fluviales, son llamadas cuerpos



lenticulares o lentes areno-gravillosos o limosos, miden entre 20 cm y 3 m de espesor y se encuentran intercalados entre los depósitos fluviales (Pereyra et al., 2005; Carlos López, comunicación personal). Es posible que este material, que no era útil para las obras a realizar, haya sido limitante para la profundidad de la explotación.

### 6.2.3. Impacto sobre el suelo

#### a. Características edáficas

Tabla 5 – Resultados de análisis del suelo de referencia y el sustrato superficial de taludes y fondo de cantera. Fuente: INTA Bariloche.

PARÁMETRO	TALUD	FONDO DE CANTERA	ÁREA DE REFERENCIA
pH <sup>1</sup>	6,8	7,0	6,4
Conductividad eléctrica (dS/m) <sup>1</sup>	0,06	0,02	0,04
Materia orgánica (%) <sup>2</sup>	1,30	1,70	1,90
N total (%)	0,06	0,06	0,10
Relación C/N	14	15	11
Fósforo disponible (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>	6,6	10,6	15,1
Potasio extractable (mg kg <sup>-1</sup> )	128	360	296
Arenas (%)	78,3	78	81,5
Limos (%)	13,9	15,2	10,4
Arcillas (%)	1,0	1,8	0,9
Clase textural	Arenoso franco	Arenoso franco	Arenoso franco

<sup>1</sup> Suspensión relación suelo/agua 1:2,5.

<sup>2</sup> Wakley Black

<sup>3</sup> Olsen

Tabla 6 – Porcentaje de cobertura por rocas en las tres zonas identificadas. Fuente: elaboración propia.

	<b>Cobertura por rocas (%)</b>
<b>Área de referencia</b>	6,14± 2,7
<b>Talud</b>	61,8 ± 8,8
<b>Fondo de cantera</b>	79,2 ± 4,7

De los resultados obtenidos en la Tabla 5 podemos observar que en las áreas afectadas por la actividad extractiva aumentó levemente el pH y disminuyó considerablemente la materia orgánica, el nitrógeno y el fósforo; si bien no se extrajeron muestras con repeticiones y, por lo tanto, no puede asegurarse que las diferencias sean significativas. En el caso del Talud la materia orgánica disminuyó un 30%, el fósforo en un 55% y el nitrógeno en un 40%; y en el fondo de cantera la materia orgánica disminuyó un 10%, el fósforo un 30% y el nitrógeno un 40%. Tanto los valores de materia orgánica como de fósforo fueron menores en el Talud que en el Fondo de cantera. En cuanto a la textura, el porcentaje de arenas se mantuvo aproximadamente igual en las tres áreas mientras que el porcentaje de limos y arenas se incrementó en el área degradada, este incremento fue aún mayor en el fondo de cantera. Los materiales del fondo de cantera tienen más nutrientes en relación al talud; sin embargo, estos últimos presentaban mayor cobertura vegetal. Los sustratos de fondo de cantera son mucho más pedregosos que los del talud (Tabla 6), característica que no se refleja en los resultados del laboratorio dado que las muestras son tamizadas previamente. Esta textura gruesa tiene como resultado una baja retención de humedad (Campillo et al, 2000), lo que podría explicar la menor cobertura vegetal en esta área.

b. Erosión eólica

Sólo se encontraron evidencias de erosión eólica en los taludes de exposición noroeste que coincide con la dirección predominante de los vientos de la región (Figura 38). Por esta razón, se concluye que en el proyecto de restauración ambiental, durante la etapa de diseño y construcción de una nueva geomorfología, se deberán evitar los taludes con exposición noroeste o, en caso de no ser posible, prever medidas de prevención de la erosión eólica.



Figura 38– Erosión eólica en taludes del Sector 3. Fuente: propia.

c. Erosión hídrica

No se registraron grandes efectos de la erosión hídrica. De todas maneras, es un factor que se debe tener en cuenta en las prácticas de restauración ambiental ya que la erosión es uno de los principales obstáculos en el éxito de las mismas, afectando negativamente a la colonización de las plantas y reduciendo la disponibilidad de semillas, nutrientes, agua y suelo (Espigares et al., 2011).

d. Presencia, tipo y volumen de residuos

Se observó presencia de residuos de distintos tipos (Figura 39):

- Residuos forestales (poda de pino)
- Chatarra, gomas de auto y plásticos varios (PVC, PET)
- Escombros (de construcción y restos de asfalto)



Figura 39 - Residuos presentes dentro de la cantera. Fuente: propia.

En el caso de los residuos forestales, se encontraban en pilas de aproximadamente  $1 \text{ m}^3$ . Se contaron 10 pilas por lo que se obtuvo un volumen estimado de  $10 \text{ m}^3$ .

La chatarra, las gomas de auto y los plásticos se encontraron en poca cantidad y mezclado entre los escombros por lo que no fue posible estimar una cantidad.

En el caso de los escombros, los resultados fueron los siguientes:

Área de cantera ocupada por residuos = 3668 m<sup>2</sup>

Altura promedio observada a campo = 0,8 m

Volumen de escombros = 2934 m<sup>3</sup>

La chatarra y los residuos plásticos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, además del impacto visual negativo que generan, por lo que deben ser retirados del lugar y dispuestos en un relleno sanitario. Los escombros son materiales inertes que no afectan la calidad de los suelos y son una alternativa viable como relleno de base, aunque también tienen un impacto visual negativo (Binte Alam et al., 2010). Los residuos forestales pueden ser utilizados en las tareas de restauración ambiental como protección del suelo y la vegetación (Kowaljow et al., 2013; Zuleta et al., 2013).

e. Volumen de sustrato contaminado

La profundidad de la mancha se midió hasta donde fue posible excavar con la pala (Figura 40). Debe considerarse que el volumen estimado es una subestimación del volumen real.

Largo = 3,5 m

Ancho = 1,4 m

Profundidad = 0,4 m

Volumen = 1,96 m<sup>3</sup> ≈ 2 m<sup>3</sup>



Figura 40 – Sector de la cantera contaminado con hidrocarburos. Izquierda: mancha desde arriba, derecha: profundidad con contaminación (más de 40 cm). Fuente: propia.

Los principales impactos de los derrames de hidrocarburos en los suelos son: disminución de aireación y retención de agua, modificación de la calidad del sustrato y de los fenómenos de adsorción, oxido-reducción, complejamiento, etc. En el caso de la vegetación, existe un efecto tóxico directo de los hidrocarburos además de falta de aire y agua en el suelo (Laos et al., 2012).

En la legislación de Río Negro no existe aún un valor guía o límite para el contenido de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en suelos; sin embargo, se puede tomar como referencia el valor adoptado por otras provincias patagónicas como Neuquén (Disposición SMA N°759/09) y Chubut (Decreto Provincial N° 1456/11), que es una concentración de un 1% (10000 mg kg<sup>-1</sup>) (Paladino, 2017). No se realizaron análisis de HTP en el sustrato contaminado; sin embargo, según revisión bibliográfica, la concentración en suelos no tratados suele ser considerablemente mayor al valor límite (Romaniuk et al., 2007; Martínez Prado et al., 2011); por lo que, de forma precautoria y hasta tanto no se realice un análisis, se asumirá que la concentración es superior al 1%. La cercanía al Arroyo del Medio también es



una razón a considerar, ya que los hidrocarburos con el tiempo podrían migrar hacia esas aguas.

f. Caminos de acceso a la cantera

Ambos caminos presentan compactación del suelo y baja cobertura vegetal. Representan aproximadamente 1-2% de la superficie total de la cantera. La compactación puede reducir el crecimiento vegetativo porque el suelo compactado tiene una menor aireación, ofrece más resistencia al desarrollo radicular y presenta una menor permeabilidad al agua, lo que hace que sean más frecuentes los fenómenos de anegamiento (Lenoir et al., 2004). Los suelos de los caminos de acceso deben ser descompactados y revegetados a los fines de integrarlos al ambiente.

#### 6.2.4. Impacto sobre la vegetación

En el área de estudio se registraron 49 especies en total (Tabla I del Anexo IV.). En el área de referencia, la cobertura vegetal fue de 61,5%, registrándose 27 especies (93% nativas, 7% exóticas). En los taludes, la cobertura vegetal fue de 28,3%, con 24 especies (75% nativas, 25% exóticas). En el fondo de cantera, la cobertura vegetal fue de 18,2%, con 31 especies (51% nativas, 39% exóticas) (Figuras 41, 42 y 43).



Figura 41 – Aspecto de la vegetación en Fondo de Cantera. Fuente: propia.



Figura 42 – Vegetación en Taludes. Fuente: propia.



Figura 43– Vegetación en el área de referencia. Fuente: propia.



La cobertura vegetal fue mucho menor en el fondo de cantera y en el talud que en el área de referencia. Sin embargo, la riqueza de especies fue similar en todos los ambientes.

Las especies nativas con más representación dentro del área degradada fueron: *Senecio bracteolatus* (charcao), *Acaena splendens* (cepa caballo), *Euphorbia collina* (pichoa), *Pappostipa speciosa* (coirón amargo), *Hordeum comosum* (cola de zorro), *Sisyrinchium arenarium*, *Collomia biflora* (colomia), *Oenothera odorata* (don Diego de la noche), *Baccharis magellanica* (mosaiquillo), *Plantago barbata* y *Anarthrophyllum rigidum* (mata guanaco). Estas plantas están colonizando el área degradada de forma natural, lo que es un factor a tener en cuenta a la hora de elegir las especies para la revegetación.

El porcentaje de especies exóticas en la cobertura vegetal fue mayor en el talud (25%) que en el área de referencia (7%) y aún mayor en el fondo de cantera (39%). Además, se identificaron 12 especies exóticas que fueron encontradas dentro del área de explotación de la cantera (fondo de cantera y talud), pero no en el área de referencia: *Bromus tectorum*, *Populus nigra* (álamo negro), *Brassica nigra* (nabo silvestre), *Erodium cicutarium* (alfilerillo), *Diploaxis tenuifolia* (ruculeta), *Epilobium brachycarpum*, *Matricaria inodora* (manzanilla), *Carduus thoermeri* (cardo de caballo), *Lactuca serriola* (lechuga silvestre), *Achillea millefolium* (milenrama), *Rosa rubiginosa* (rosa mosqueta) y *Pinus contorta* (murrayana). Las dos últimas además son especies invasoras en la región (Rovere et al., 2013). Estas especies probablemente se dispersaron desde el área cercana a la ruta (no considerada dentro del área de referencia dado que no representa el ecosistema original del sitio); la cual se

encuentra más afectada por la circulación de vehículos, y donde se pudo observar una hilera de *Pinus contorta* a lo largo de toda la ruta de acceso al aeropuerto. Los resultados obtenidos tienen sentido ya que los ambientes degradados son vulnerables a la invasión de especies exóticas (Pérez et al., 2013; Maranta et al., 2017).

### 6.2.5. Impacto socio-ambiental

La cantera se encuentra a pocos metros de la ruta de acceso al aeropuerto y de las mismas instalaciones del aeropuerto. El aeropuerto es el cuarto en importancia en el país por el que pasan anualmente más de 600 mil pasajeros (Municipalidad de S.C. de Bariloche, 2011). El pasivo ambiental dejado por las actividades de la cantera constituye un impacto visual para las personas que utilizan los servicios del aeropuerto tanto desde el aire como desde la ruta de Acceso (Figura 44). En el último caso se encuentra levemente mitigado por la presencia de una plantación de pinos entre la ruta y la cantera que son una suerte de cortina visual.

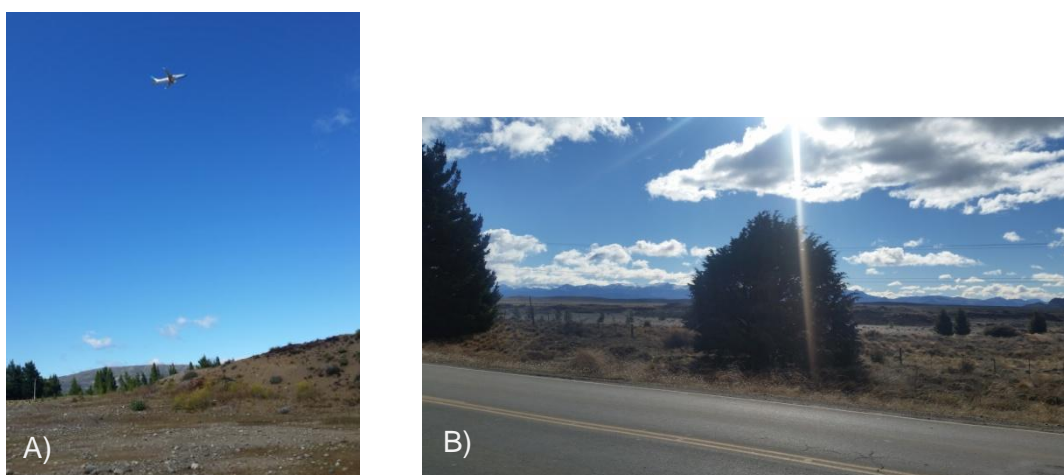


Figura 44 – A) Vista desde dentro de la cantera de un avión despegando; B) Vista de la cantera desde la Ruta Provincial N° 80. Fuente: propia.

En cuanto a la factibilidad de acceso de personas al lugar, se observó que, si bien la cantera no cuenta con un cerco perimetral, existe un cerco que limita el acceso de personas desde la ruta. También se constató que no hay centros urbanos cercanos y que el acceso de personas a la cantera es controlada por la Policía de Seguridad Aeroportuaria (PSA).

Debido a la gran afluencia de personas que tiene el aeropuerto, tanto residentes como turistas, el impacto visual de la cantera debe ser considerado en las tareas de restauración ambiental.

El acceso de personas a la cantera es muy poco probable por lo que no se considerarán impactos socio-ambientales en este sentido.

### 6.3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE USO

Se evaluaron las posibles alternativas en función de lo observado en la bibliografía. Dada la cercanía al aeropuerto, el paisaje del entorno, que según el Código Urbano de 1995 el uso del suelo está categorizado como agrícola-forestal/turístico recreativo, y que la tierra es de dominio fiscal bajo la concesión de Aeropuertos Argentina 2000, se decidió que la mejor opción es la restauración ambiental del paisaje natural.

## RESULTADOS PARA LA PARTE B - PROYECTO INGENIERIL DE PLAN DE CIERRE

### 6.4. PROYECTO DE PLAN DE CIERRE

#### 6.4.1. Descontaminación del sustrato

El volumen de sustrato contaminado es como mínimo de 2 m<sup>3</sup> (la determinación del volumen se vio limitada por la imposibilidad de excavar a mayor profundidad). Esta cantidad puede ser considerada poca para justificar el costo de la aplicación de un tratamiento de descontaminación; sin embargo, se creyó importante que, dentro del marco de este trabajo, se contemple una alternativa para aplicar en el caso de que la contaminación sea de mayor importancia que la evaluada.

En la descontaminación de suelos existen tres estrategias posibles sobre el contaminante: destruirlo o modificarlo, extraerlo y separarlo, y aislarlo o inmovilizarlo. Siempre que sea posible es mejor que el contaminante sea transformado en compuestos más inocuos para el ambiente; como los hidrocarburos son compuestos orgánicos que pueden ser degradados, acá se propone emplear la primera estrategia. Para llevar a cabo esta estrategia existen diferentes tecnologías que se pueden aplicar. *In situ*, es decir, sin mover el suelo contaminado de su lugar, o *ex situ* dónde el suelo debe ser extraído para su tratamiento; en este caso se propone realizar la aplicación *ex situ* debido a que requieren menos tiempo y permiten hacer un tratamiento más homogéneo del tratamiento. Los tratamientos a su vez pueden clasificarse en biológicos, físico-químicos o térmicos (Volke Sepúlveda et al., 2002; Lenoir et al., 2004). Acá se optará por un tratamiento biológico, por ser un tratamiento

ambientalmente amigable, de bajo costo relativo (100-250 U\$\$/m<sup>3</sup>), efectivo para el tratamiento de hidrocarburos y de gran aceptación social (Velasco et al., 2003; Paladino, 2017). Además, es el grupo de tecnologías recomendado por las Autoridades de Aplicación Ambiental en la Patagonia Argentina para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos y la más utilizada en países como México y EEUU (Volke Sepúlveda et al., 2002; Paladino, 2017).

En particular, se optará por una biorremediación por compostaje dado que se ha demostrado que es altamente eficaz frente a otros tratamientos biológicos, debido a que el proceso genera condiciones de temperatura y humedad que puede contrarrestar las limitaciones propias de las zonas áridas de la Patagonia (Chen et al., 2015; Paladino, 2017). La biorremediación por compostaje consiste en la mezcla de la materia prima del compostaje con el material contaminado, de forma que durante el proceso de compostado el o los contaminantes son degradados o transformados a productos más inocuos por la flora microbiana activa (Semple et al., 2001). El volumen de sustrato contaminado en este caso se encuentra en la zona de fondo de cantera, el cual posee bajo contenido de nutrientes (Tabla 4), dificultando la activación del metabolismo microbiano y con ello la biodegradación de los hidrocarburos. La aplicación de residuos orgánicos a suelos contaminados con hidrocarburos y muy pobres en nutrientes aporta microorganismos, nutrientes fácilmente disponibles, mejora la retención de agua y la estructura del material, incrementando la capacidad de oxigenación (Paladino, 2017).

Tomando como referencia la experiencia de Laos et al. (2012) se decidió por el compostaje del sustrato contaminado con compost de biosólidos inmaduros (sin patógenos) proveniente de la Cooperativa de Electricidad

Bariloche (CEB). Al ser una tecnología *ex situ*, primero se deberá excavar el sustrato contaminado con una pala retroexcavadora. El material contaminado mezclado con el compost inmaduro en una proporción sustrato:compost 1:1 será dispuesto en una gran pila y volteado periódicamente. El período de compostaje dependerá de la concentración de hidrocarburos, la cual debe alcanzar valores menores al 1%. La cantidad de compost necesaria para el tratamiento es de 2 m<sup>3</sup> como mínimo.

Una vez saneado el sustrato, el mismo será incorporado al material de descarte el cual será utilizado según se especifica en el apartado 6.4.3.

#### 6.4.2. Limpieza de residuos

Se realizará una limpieza de aquellos residuos que no son inertes y/o que pueden generar impactos en el ambiente al corto o largo plazo, como botellas de plástico, caños de PCV y chatarra.

La limpieza se realizará en forma manual dado que no es mucha la cantidad y para poder discriminar mejor estos residuos de los que pueden utilizarse como relleno en una etapa posterior. En principio se necesitará contratar una persona para la tarea y un volquete de 5 m<sup>3</sup>. Luego, los residuos serán llevados al Centro Ambiental de Bariloche para ser depositados en el relleno sanitario.

#### 6.4.3. Restauración ambiental de la geomorfología e hidrología

Es imposible en este tipo de explotaciones rellenar el área afectada para recuperar el relieve original, ya que esto implicaría el transporte de material desde otro lugar. Por esta razón, el objetivo de esta etapa es crear una nueva

geomorfología con un perfil geotécnicamente estable, integrado en la morfología característica del entorno y que facilite la implantación de la vegetación.

Sabemos que la cantera fue explotada sobre una terraza fluvial de dirección noreste-sudoeste de aproximadamente 2 a 3 metros de altura por lo que se intentará reconstruir en la medida de lo posible esta geoforma.

Para el diseño de una nueva geoforma que sea funcional en el ecosistema del lugar (hidrogeología, geomorfología, paisaje, etc.) se requiere realizar estudios con mayor profundidad, pero dentro del marco del presente trabajo se intentará diseñar una geoforma lo más funcional posible en base a la información obtenida.

La nueva geoforma consistirá en extender la llanura aluvial hasta los taludes ubicados al oeste, norte y sur de la cantera conformando una forma de olla, los cuales constituirán a su vez la nueva terraza fluvial. Para lograr esta nueva geoforma se propone un modelado de taludes a partir de un relleno parcial de la cantera y el redondeamiento de la parte superior de algunos taludes (Ayala Carcedo et al., 1989). Se proponen las siguientes acciones:

Los taludes al noroeste y norte de la cantera serán redondeados en su parte superior con el fin de suavizar sus pendientes y lograr una mejor integración con la morfología del lugar (Figura 45). Cabe destacar que estos taludes son los que presentan mayor pendiente y altura, y menor cobertura vegetal. Aquellos taludes al sur y parte del oeste con buena cobertura vegetal no serán modificados.



Figura 45 – Taludes en el norte de la cantera. Fuente: elaboración propia.

Se realizará un relleno parcial de la cantera de la siguiente forma:

- a) Las áreas anegadas serán rellenadas para evitar la atracción de aves a la zona dada la cercanía al aeropuerto. El área que presenta mayor anegamiento durante buena parte del año (más profunda y extensa) será rellenada con parte de los escombros como se indica en la Figura 46 (aproximadamente  $1400 \text{ m}^3$ , la mitad de los escombros). El resto de las áreas anegadas serán cubiertas a partir de la nivelación del terreno y del relleno parcial de la cantera como se explica más



adelante. Para el movimiento de los escombros se empleará una máquina retroexcavadora.



Figura 46. – Uso de escombros y restos de asfalto para relleno. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes del Google Earth [fecha: 1/10/16].

- b) En el caso de los escombros y restos de asfalto ubicados en el oeste de la cantera no utilizados en la etapa anterior, se consideró que ya se encuentran dispuestos correctamente en el sitio.
- c) Los volúmenes de material provenientes del remodelado de los taludes y el acumulado en el fondo de la cantera será distribuido en el área de la cantera buscando rellenar las zonas deprimidas y aplanar la superficie. Se estima un aproximado de 5000 m<sup>3</sup>.
- d) Los taludes de los sectores este, noreste y centro de la cantera serán aplanados de forma tal de mantener el perfil de la llanura aluvial (Figura 47). El material acumulado en los mismos, en su mayoría

suelo del destape, será utilizado en la restauración ambiental del suelo.



Figura 47 – Taludes del sector este y noreste. Fuente: elaboración propia a partir de imágenes del Google Earth [fecha: 1/10/16].

En todas las etapas se utilizará una pala retroexcavadora de una empresa local.

#### 6.4.4. Restauración ambiental del suelo

El material acumulado en los taludes de los sectores este y noreste y en el centro de la cantera, en su mayoría suelo del destape inicial, será distribuido en toda el área de la cantera el cual, dadas sus características será utilizado para reconstruir el suelo superficial. El volumen estimado de material es de  $17.390 \text{ m}^3$  con lo cual hay material como para cubrir toda el área del fondo de la cantera con un poco más de 25 cm aproximadamente (no se colocará

material sobre los taludes debido a que la mayoría ya cuenta con cobertura vegetal). Finalmente, se procederá a la nivelación del terreno con una máquina motoniveladora dejando una leve inclinación de oeste a este para asegurar una correcta evacuación del agua hacia el arroyo.

Luego se realizará una labranza vertical del suelo con un rotovator con el fin de disminuir los efectos de compactación producidos por el movimiento de la maquinaria y de generar una rugosidad en el terreno (perpendicular a la dirección del viento predominante) para favorecer los procesos de captación y retención de recursos (Ciano et al., 2003). El rotovator también será utilizado en la descompactación de los suelos de los caminos de acceso.

#### 6.4.5. Revegetación

Para la revegetación se plantarán plantas de vivero, se trabajará en conjunto con la carrera de Tecnicatura en Viveros de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) de Bariloche, dado que para muchas especies nativas arbustivas o gramíneas y hierbas anuales y perennes, la oferta en los viveros comerciales es escasa (Masini et al., 2012; Mancini et al., 2016). A su vez, no siempre se conoce el origen de las especies que se compran en vivero, y considerar las características genéticas locales es importante en los trabajos de restauración (Mckay et al., 2005). Por ello, primero se recolectarán semillas y/o estacas dependiendo de la especie en la cantera y áreas aledañas a fin de conservar las características genéticas locales (Mckay et al., 2005), de aproximadamente 30 ejemplares por especie. La cosecha de semillas se realizará en diferentes fechas según la maduración de las especies a seleccionar, se estima que será entre los meses de enero a mayo. Luego en el

vivero de la UNRN se realizará la producción de plantines, y cuando tengan el tamaño suficiente (1 o 2 años según la especie), se realizará la plantación a campo también con los alumnos de dicha carrera. Es deseable que en un futuro se concreten este tipo de convenios entre carreras de la UNRN y/o instituciones para la restauración ambiental de canteras, a fin de poder generar ingresos para materiales, mano de obra para la ejecución y monitoreo de los trabajos, intercambio de conocimientos; y que constituya una alternativa laboral para los futuros egresados de la UNRN.

La plantación se llevará a cabo en el fondo de la cantera y en aquellos taludes modificados o en los que la cobertura vegetal sea baja; se optó por una densidad de 1600 plantas/ha tomando como referencia lo establecido en la Disposición Provincial N° 266/2011 de Neuquén (no se encontró información similar en la legislación de Río Negro). En total son 10.560 plantas, las cuales serán llevadas a campo entre los meses de mayo y agosto, y se plantarán con pan de tierra. No se hicieron análisis del material de destape pero, sabiendo que la calidad del suelo en estos acopios disminuye con el tiempo si no son almacenados correctamente (ANEFA et al., 2007) y suponiendo que la cantera data de los años 1958-1962 y que no se realizaron tareas de mantenimiento del material, se optó por la aplicación de una enmienda orgánica con el fin de mejorar las características edáficas y las probabilidades de supervivencia de los individuos (Guacaneme et al., 2007). Se optó por el compost de biosólidos proveniente de la Planta de Compostaje perteneciente a la Cooperativa de Electricidad Bariloche (CEB). La aplicación de compost urbano es una práctica de restauración factible en regiones semiáridas y tiene mejores resultados en cuanto al mejoramiento de las propiedades químicas, microbiológicas y

bioquímicas a largo plazo del suelo que la aplicación de fertilizantes inorgánicos (N, P) (Kowaljow et al., 2007; González Polo et al., 2014). Se colocará 1,5 L de compost maduro clase A en cada pozo de plantación, lo que resulta en un total de aproximadamente 16 m<sup>3</sup> de compost (2 camionadas).

Las plantas podrán protegerse con el agregado de enramado tanto del ataque de herbívoros como también para facilitar la acumulación de sustratos y semillas que puedan desplazarse por el viento (Kowaljow et al., 2013; Zuleta et al., 2013). Como material para el enramado se utilizarán los residuos forestales encontrados dentro de la cantera; la cantidad no es mucha por lo que se colocará sólo sobre las especies que lo requieran. El enramado permanecerá en el lugar, no se quitará.

Con respecto a la selección de especies para propagar y plantar, se consideró en primera instancia realizar una plantación con especies nativas del área de referencia, que ya se encuentran colonizando naturalmente el fondo de canteras; entre ellas las arbustivas *Anarthrophyllum rigidum* (mata guanaco), *Acaena splendens* (cepa caballo), *Baccharis magellanica* (mosaiquillo) y las gramíneas y hierbas *Pappostipa speciosa* (coirón amargo). *Baccharis magellanica* es la única especie que se reproducirá a partir de reproducción vegetativa (Martha Riat, comunicación personal). *Euphorbia collina* (pichoa), *Hordeum comosum* (cola de zorro), *Sisyrinchium arenarium*, *Collomia biflora* (colomia), *Plantago barbata* (-) no se consideraron debido a que el porcentaje de cobertura evaluado fue mayor en el ambiente degradado que en el área de referencia. En el caso de *Senecio bracteolatus* (charcao), no fue incluido porque necesita de una planta nodriza para su establecimiento (Núñez et al.,

2014). En una segunda instancia se podrán incorporar otras nativas del área de referencia, aún ausentes en el fondo de cantera.

## 6.5. PLAN DE MONITOREO Y MANTENIMIENTO POST-CIERRE

### 6.5.1. Relevamiento de taludes

Se relevarán indicios de inestabilidad o de erosión hídrica o eólica en los taludes trimestralmente durante el primer año (febrero, junio y septiembre) y anualmente en años posteriores (septiembre, luego de la época de precipitaciones).

### 6.5.2. Relevamiento edafológico

Se realizará un muestreo de suelos en las áreas Talud y Fondo de Cantera en el mes de febrero (mismo mes en que se hizo el muestreo), una vez por año con el fin de evaluar la evolución de los mismos.

### 6.5.3. Evaluación de la vegetación

Se harán muestreos de la vegetación una vez al año entre los meses de diciembre a febrero. Se evaluará diversidad y cobertura a partir de parcelas permanentes, supervivencia de plantas implantadas (se realizará su reemplazo en el caso de plantas muertas) y se registrarán nuevas especies o plantas que hayan colonizado naturalmente el área.

## 6.6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PLAN DE CIERRE PROPUESTO

### 6.6.1. Identificación y valoración de impactos

Para evaluar los impactos de las actividades se utilizó el método matricial de Leopold modificado (Leal et al., 1998). Este método consiste en la confección de una matriz de causa-efecto, en las que se relacionan las acciones del proyecto (columnas), con los componentes medioambientales afectados por las mismas (filas).

Para el análisis se emplearán siete criterios de valoración con diferentes escalas de ponderación Tabla 6.

Tabla 7 – Criterios de valoración con sus diferentes escalas de ponderación. Fuente: Leal et al. (1998).

CRITERIO	DEFINICIÓN	VALORACIÓN	
<b>SIGNO (S)</b>	Indica si la acción del proyecto beneficia o perjudica al componente evaluado.	POSITIVO	+
		NEGATIVO	-
		NEUTRO	0
<b>INTENSIDAD (I)</b>	Grado de incidencia de la acción del proyecto sobre el componente	BAJA	1
		MEDIA	2
		ALTA	4
		MUY ALTA	8
<b>EXTENSIÓN (E)</b>	Porcentaje del área de trabajo en la cual se manifiesta el efecto.	PUNTUAL	1
		PARCIAL	2
		EXTENSA	4
		TOTAL	8
<b>PERSISTENCIA (P)</b>	Duración del efecto de la actividad del proyecto sobre el	FUGAZ	1
		TEMPORAL	2



	componente medioambiental.	PERMANENTE	4
<b>REVERSIBILIDAD (R)</b>	Posibilidad de recuperación y tiempo necesario para retornar a las condiciones iniciales.	EN EL CORTO PLAZO	1
		EN EL MEDIANO PLAZO	2
		EN EL LARGO PLAZO	4
		IRREVERSIBLE	8
<b>EFFECTO (Ef)</b>	relación causa-efecto	INDIRECTO	1
		DIRECTO	4
<b>PERIODICIDAD (Pe)</b>	Forma de manifestación en el tiempo del efecto.	IRREGULAR O DISCONTINUO	1
		PERIÓDICO	2
		CONTINUO	4

Por último, la importancia del impacto ( $I_m$ ) se define como la valoración integral cualitativa sobre la base de los resultados cuantitativos de la ponderación de los impactos ambientales. Por ponderación de los impactos se consideró que los factores de extensión y de intensidad son los principales, ya que por una parte, la extensión representa el área de influencia del impacto, y por otra, la intensidad muestra la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales, por lo que se propone su multiplicación, y para los criterios de momento, resistencia y reversibilidad se ha preferido sumarlos al producto anterior por su mejor significancia.

$$I_m = (3I + 2Ex + P + R + Ef + Pe) \cdot (\pm 1)$$

La importancia se valorará de la siguiente manera:

Tabla 8 – Valoración de la importancia de los impactos ambientales. Los colores amarillo, naranja y rojo indican impactos negativos, el gris que no hay impacto y los colores verdes indican impactos positivos.

	≥30	Alto
	20 a 29	Medio
	0 a 19	Bajo
	0	Nulo
	0 a -19	Bajo
	-20 a -29	Medio
	≤30	Alto

Tabla 9 - Descripción de actividades de cierre.

<b>ACTIVIDADES DE CIERRE</b>	<b>ACCIONES DE CIERRE</b>
<b>DESCONTAMINACIÓN DEL SUSTRATO</b>	- Biorremediación por compostaje
<b>LIMPIEZA DE RESIDUOS</b>	- Limpieza de residuos
<b>RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA GEOMORFOLOGÍA E HIDROLOGÍA</b>	- Remodelado de taludes - Relleno parcial de la cantera - Nivelación del terreno
<b>RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SUELO</b>	- Relleno con material del destape - Labranza vertical
<b>REVEGETACIÓN</b>	- Aplicación de compost - Plantación de vegetación nativa

Tabla 10 - Descripción de los ambientes susceptibles de impacto.

<b>AMBIENTE</b>	<b>SUB-AMBIENTE</b>	<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>MEDIO FÍSICO-QUÍMICO</b>	SUELO	Calidad del suelo	Modificaciones en las características edáficas del suelo
		Geomorfología	Cambios en las características geomorfológicas del lugar
	AGUA (Superficial)	Calidad	Cambios en las características físico-químicas del agua superficial
		Cantidad	Cambios en la cantidad de agua de los cuerpos superficiales
	AGUA (Subterránea)	Calidad	Cambios en las características físico-químicas del agua superficial
		Cantidad	Cambios en la cantidad de agua de los acuíferos
	AIRE	Calidad	Cambios en las características físico-químicas del aire
		Ruido y vibraciones	Cambios en la calidad sonora del aire
	PROCESOS	Erosión hídrica	Formas erosivas producto de la acción del agua
		Erosión eólica	Formas erosivas producto de la acción del viento
		Estabilidad de taludes	Cambios en la estabilidad de los taludes
		Compactación	Cambios en la compactación del suelo
		Anegamiento	Cambios en la cantidad de superficie cubierta por agua
	<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	VEGETACIÓN	Cobertura vegetal
Riqueza de especies			Cambios en cantidad de especies diferentes presentes en el lugar
FAUNA		Hábitat	Cambios en la calidad del hábitat
<b>MEDIO ANTRÓPICO</b>	POBLACIÓN	Oferta de mano de obra	Cantidad de mano de obra empleada en las actividades de restauración ambiental de la cantera
		Usos del suelo	Cambios en las posibilidades de uso del suelo
		Seguridad (colisión por aves)	Cambios en el riesgo de colisión de aves y aviones
	CULTURAL	Paisaje	Cambios en el impacto visual del lugar

Tabla 11 – Matriz de impacto ambiental resumida de las actividades del Proyecto de Plan de Cierre de la cantera Ruta Prov. N° 80. La versión extendida se encuentra en la Tabla I del Anexo V. Fuente: elaboración propia.

FACTORES AMBIENTALES			ACTIVIDADES DEL PLAN DE CIERRE								IMPACTO TOTAL	
			DESCONTAMINACIÓN DEL SUSTRATO	LIMPIEZA DE RESIDUOS	RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA GEOMORFOLOGÍA E HIDROLOGÍA			RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SUELO		REVEGETACIÓN		
			Biorremediación por compostaje	Limpieza de residuos	Remodelado de taludes	Relleno parcial de la cantera	Nivelación del terreno	Relleno con material de destape	Labranza vertical	Aplicación de compost		Plantación de vegetación nativa
MEDIO FÍSICO-QUÍMICO	SUELO	Calidad del suelo	25	27	0	0	0	60	44	42	37	235
		Geomorfología	0	0	52	60	60	0	0	0	0	172
	AGUA (Subterránea)	Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calidad	34	0	0	0	0	0	0	0	0	34
	AGUA (Superficial)	Cantidad	0	0	0	-48	0	0	0	0	0	-48
		Calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AIRE	Calidad	0	0	-41	-41	-41	-41	-22	0	0	-186
		Ruido y vibraciones	0	0	-29	-29	-29	-29	-29	0	0	-145
	PROCESOS	Erosión hídrica	0	0	23	0	0	0	0	0	37	60
		Erosión eólica	0	0	23	0	0	0	26	0	37	86
		Estabilidad de taludes	0	0	52	0	0	0	0	0	49	101
		Compactación	0	0	0	0	0	0	46	0	0	46
Anegamiento		0	0	0	48	0	0	0	0	0	48	
MEDIO BIOLÓGICO	VEGETACIÓN	Cobertura vegetal	0	0	28	0	0	41	39	39	52	199
		Riqueza de especies	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40
MEDIO ANTROPICO	FAUNA	Hábitat	25	30	28	45	45	60	23	39	57	352
		POBLACIÓN	Oferta de mano de obra	15	12	15	15	15	15	14	40	41
	Usos del suelo	22	27	37	33	57	57	0	0	49	282	
	Seguridad (colisión por aves)	0	0	0	37	0	0	0	0	0	37	
	CULTURAL	Paisaje	0	36	34	30	45	45	0	0	57	247
IMPACTO TOTAL			121	132	222	150		208	141	160	456	<b>1742</b>

La matriz da como resultado un alto impacto positivo sobre el ambiente, lo cual cumple con el objetivo de la rehabilitación. Se identificaron 68 impactos de los cuales sólo 11 fueron impactos negativos, en su mayoría sobre la calidad del aire tanto por contaminación por partículas como por contaminación sonora producto del movimiento de maquinaria.

#### 6.6.2. Medidas de mitigación

No se propondrán medidas de mitigación debido a que el uso de maquinaria es sólo temporal y puntual para las actividades de cierre, una vez finalizadas las tareas, las mismas serán retiradas del predio y el impacto negativo sobre el ambiente dejará de producirse.

## 6.7. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DEL PLAN DE CIERRE

### Cronograma

Tabla 12 - Cronograma de actividades del proyecto de plan de cierre. Fuente: propia.

Actividad	AÑO 1				AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Descontaminación del sustrato							X	X	X	X										
Limpieza de residuos	X																			
Relleno parcial de la cantera							X	X												
Nivelación del terreno									X											
Aplicación de compost									X											
Labranza vertical									X											
Recolección de semillas	X																			
Plantación de la vegetación									X	X										
Monitoreo y mantenimiento													X	X	X					X
Coordinación y supervisión	X						X	X	X	X	X	X	X	X						X

## Presupuesto

Tabla 13 - Presupuesto del Proyecto de plan de cierre de la cantera de la Ruta Prov. N°80.

<b>Actividad</b>	<b>Valor unitario (\$ ARS)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor total en ARS</b>	<b>Valor total en U\$S <sup>(6)</sup></b>
<b>DESCONTAMINACIÓN</b>				
Pala retroexcavadora (mezcla de materiales)	180/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	4 m <sup>3</sup>	720	43,9
Compost inmaduro CEB	900/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	2 m <sup>3</sup>	1.800	109,8
Flete compost	0	0	0	0
<b><u>Limpieza de residuos</u></b>				
Mano de obra (1 persona)	130/h.pers. <sup>(3)</sup>	8 h	1.040	63,4
Volquete de 5 m <sup>3</sup>	900 <sup>(4)</sup>	1	900	54,9
<b><u>Recolección de semillas</u></b>				
Mano de obra	130/h.pers. <sup>(3)</sup>	8h. 4 pers	4160	253,7
<b><u>Relleno parcial de la cantera</u></b>				
Escombros (pala retroexcavadora)	180/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	1.400 m <sup>3</sup>	252.000	15.365,9
Suelo y tierra (pala retroexcavadora)	180/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	5.000 m <sup>3</sup>	900.000	54.878,1
<b><u>Nivelación del terreno</u></b>				
Motoniveladora	25.000/día <sup>(1)</sup>	7 días	175.000	10.670,7
<b><u>Restauración ambiental de suelos</u></b>				
Escarificado (rotovator)	0	0	0	0
Pala retroexcavadora	180/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	17.390 m <sup>3</sup>	3.130.200	190.865,9
Labranza vertical (rotovator)	25.000/día <sup>(1)</sup>	7 días	175.000	10.670,7
<b><u>Implantación de la Vegetación</u></b>				
Plantines Vivero UNRN	50	10.560	528.000	32.195, 1
Flete plantines	300/viaje	6 viajes	1800	109,8
Compost clase A CEB	1.200/m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup>	19.200	1.170,7
Flete compost	300/viaje	2	600	36,6
Mano de obra	130/h.pers. <sup>(3)</sup>	844, 8 h (7 días/15 pers.)	109.824	6.696,6



---

Monitoreo y mantenimiento

post-cierre

Mano de obra	130/h.pers. <sup>(3)</sup>	16 h (4 h, 4 días, 1 pers.)	2080	126,83
--------------	----------------------------	--------------------------------	------	--------

Coordinación y supervisión

Profesional del Ambiente	2784,86/día <sup>(5)</sup>	100 días	278.486	16.980,85
--------------------------	----------------------------	----------	---------	-----------

---

<b>TOTAL</b>			<b>5.580.810</b>	<b>340.293,3</b>
--------------	--	--	------------------	------------------

---

- (1) Comunicación personal Claudio Guerriero (Propietario BG Excavaciones).
- (2) Comunicación personal Walter del Vecchi (CEB).
- (3) Valor hora de un jardinero local.
- (4) Comunicación personal El Montañés.
- (5) Honorarios Profesionales según Colegio de profesionales del ambiente de la Provincia de Neuquén. Mayo 2016. Corregido con un 30% correspondiente a la inflación.
- (6) 1 U\$S = 16,4 ARS.

## 7. CONCLUSIONES

La mayoría de las canteras en explotación cuentan con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) presentado y aprobado. Sin embargo, sólo cinco canteras se encuentran autorizadas para explotar actualmente, es decir, que tienen una Resolución Ambiental vigente.

En general, existe una resistencia a la presentación de las DJA (Declaración Jurada Ambiental) por parte de los empresarios mineros por razones tanto culturales como económicas (no por falta de presupuesto sino por una negativa a afrontar el gasto). Si bien muchas de las canteras cumplieron con un proceso de habilitación, sólo algunas pocas poseen las DJA actualizadas.

Los EIA a veces no son lo suficientemente detallados como para poder evaluar seriamente el impacto ambiental.

Lo declarado en las DJA no siempre refleja la realidad. Los operarios de las canteras no conocen los compromisos ambientales asumidos por la empresa.

Las canteras asociadas a obras públicas se encuentran abandonadas y en su mayoría constituyen pasivos ambientales para la ciudad.

Sólo tres canteras presentaron un plan de cierre a pesar de que muchas ya se encuentran abandonadas hace tiempo y otras se encuentran en sus límites de explotación. El Estado debería exigir a los responsables concretar los planes de cierre de las canteras abandonadas y la presentación de los mismos en aquellas que se encuentran próximas a finalizar la explotación. Hay una

necesidad de garantizar de alguna manera que se efectúe la rehabilitación del sitio.

Si bien hay suficiente legislación, el control de la actividad extractiva minera en Bariloche es insuficiente. Hay una deficiencia en los recursos disponibles para la ejecución de las inspecciones.

Los planes de ordenamiento del territorio actuales son confusos y de difícil aplicación. La demanda de materiales para la construcción va a seguir aumentando en la medida en que crezca la población y muchas de las canteras actualmente en explotación ya se encuentran cercanas al fin de su vida útil. Por ello, es urgente buscar una solución para poder seguir satisfaciendo esta demanda en el futuro.

Los principales pasivos ambientales observados en las canteras abandonadas son el impacto visual, los taludes inestables y en menor medida, la presencia de anegamientos y de basura.

Casi la mitad de las canteras se encuentran en zonas urbanas, esta superposición de usos del suelo es conflictiva como ya se evidenció en las canteras Municipal y Ñire. Los conflictos entre la actividad de las canteras y la población podrían ser minimizados con una adecuada planificación y ordenamiento del territorio.

Este inventario inédito y actualizado de las canteras, constituye una información de base prioritaria, que permitirá mejorar la regulación de la actividad de extracción de áridos en S. C. de Bariloche y alrededores. Permitirá conocer la situación actual de las canteras en la Ciudad; que el seguimiento de las canteras sea más efectivo al tener la última información disponible como

por ejemplo, si cuentan con la DJA actualizada; permitirá identificar los conflictos potenciales en cada sector y pensar en medidas para prevenirlos; servirá de base para una adecuada planificación del territorio, etc.

En la cantera en estudio (Cantera Ruta Prov. N° 80) los principales pasivos ambientales detectados son la decapitación del suelo, la remoción de la vegetación, el derrame de hidrocarburos, la modificación de la geoforma (hueco de la excavación), las áreas anegadas y la presencia de basura. El estudio de impacto ambiental del Proyecto de Plan de Cierre de la cantera Ruta Prov. N°80 demostró un alto impacto positivo.

Antes de realizar el proyecto de plan de cierre es indispensable la ejecución de un diagnóstico para cada cantera en particular ya que cada una posee características distintas.

Finalmente, se concluye que la industria de la explotación de áridos es sumamente necesaria para el desarrollo urbano ya que tiene múltiples aplicaciones, pero que también genera impactos ambientales y conflictos socio-ambientales importantes. Sin embargo con un buen manejo, implementando buenas prácticas medioambientales, respetando la normativa, con un seguimiento adecuado por parte de las Autoridad de Aplicación y planificando cuidadosamente los sitios dónde es posible la práctica de la actividad extractiva, se podrían minimizar los conflictos y los impactos ambientales, y conseguir una mejor aceptación social de la actividad, que es necesaria para mejorar la calidad de vida de la población.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Mantener el inventario actualizado.
- Volcar los datos actualizados a un Sistema de Información Geográfica de manera que la información sea de rápido acceso y visualizada de forma más clara.
- Trabajar en conjunto la Autoridad de Aplicación y los empresarios mineros a fin de generar un mayor compromiso con el medio ambiente.
- Incluir programas de educación ambiental o de buenas prácticas ambientales para los operarios de las canteras.
- Exigir la presentación de EIA más detallados y basados en estudios más serios.
- Aumentar la frecuencia de las inspecciones.
- Concretar de manera urgente un Plan de Ordenamiento del Territorio debido a que es una herramienta clave para la resolución de los conflictos socio-ambientales asociados a las canteras.
- Incluir el debate público dentro del proceso de definición de los usos del suelo.
- Investigar sobre la posibilidad de utilizar otro tipo de materiales para la construcción de carácter renovable como la madera o reciclados como los escombros, con el fin de disminuir la demanda sobre los áridos.
- Generar planes de cierre ad-hoc para cada cantera en particular.

## 9. ANEXOS

### ANEXO I

#### MARCO LEGAL

##### LEGISLACIÓN NACIONAL

*Constitución Nacional.* Art. 41: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo.” (Constitución Nacional Argentina, 1994).

*Ley N° 25.675. Ley General del Ambiente.* Reconoce al ambiente como un bien jurídico. Establece que “toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución” (Art. 11). Incorporó las instancias de Consulta y Audiencia Pública para las actividades que puedan generar efectos negativos y significativos sobre el ambiente (Art. 20). Declara que “El que cause el daño ambiental será objetivamente responsable de su restablecimiento al estado anterior a su producción” (Art. 28). (Ley General del Ambiente N° 25.675, 2002).

*Ley N° 1919. Código de Minería.* Para poder realizar la explotación de una cantera se necesita acceder a una propiedad minera (distinta a la propiedad de la tierra) (Art. 11) la cual se otorga mediante una concesión legal

por parte de la Autoridad de Aplicación correspondiente (Art. 44). Las canteras son propiedades privadas y a fines legales son consideradas inmuebles, es decir que pueden ser vendidas o alquiladas y cualquier ciudadano puede ser propietario. *“El propietario de una mina es responsable de los perjuicios causados a terceros...” (Art. 161)*

*Los concesionarios deberán abonar un canon anual al Gobierno Nacional o Provincial según corresponda. (Art. 213)*

*La autoridad deberá visitar una vez al año por lo menos los minerales sujetos a su jurisdicción, si de la inspección resulta que la vida de las personas o la conservación de la mina corren peligro, mandará a suspender los trabajos (Art. 242).*

*(Código de Minería Ley N°1919, 1884)*

*Ley N° 24.585 de Protección Ambiental.* Agregó una nueva sección al Código de Minería en la que se establecen todas las normas a cumplir por la actividad minera en materia de protección ambiental. Esta sección fue reglamentada en 1996 por el Consejo Federal de Minería a través de las Normas Complementarias para la Implementación de la Ley 24.585, con el objeto de aplicar estas disposiciones de manera uniforme en todas las Provincias.

Establece que todas las personas comprendidas en las actividades indicadas en el art. 249 del Código de Minería son responsables de todo daño ambiental que se produzca por el incumplimiento de lo establecido en la mencionada Sección y que las mismas deberán presentar ante la autoridad de aplicación un Informe de Impacto Ambiental antes del inicio de la actividad. La Aprobación



del informe se pronunciará mediante una Declaración de Impacto Ambiental, la cual debe ser actualizada cada dos años.

La Autoridad de Aplicación será la que las provincias determinen en el ámbito de su jurisdicción.

*Ley N° 24.224. Ley de Reordenamiento Minero.* Dispone la ejecución del carteo geológico regular y sistemático del territorio continental, insular, plataforma submarina y territorio antártico de la República Argentina en diferentes escalas. Fija los valores para el canon minero.

*Ley N° 26.331. Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.* Establece que la evaluación de impacto ambiental es obligatoria para los desmontes (Art. 22). En su Artículo 24, Inciso c) pide un plan de manejo sustentable del bosque nativo que será afectado a fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos y optimizar los positivos.

## LEGISLACIÓN PROVINCIAL

*Constitución de la Provincia de Río Negro. 1994.* Art. 84: “*Todos los habitantes tienen derecho a gozar de un ambiente sano, libre de factores nocivos para la salud, y el deber de preservarlo y defenderlo.*”

*Ley N° 3266. 1998. Evaluación de Impacto Ambiental.* Estarán sujetos a los términos de la presente ley la prospección, exploración, explotación, acopio e industrialización de recursos mineros y el tratamiento y depósito de los residuos. La autoridad de aplicación será la Autoridad Ambiental Provincial.

*Resolución 168. 2005.* El Consejo de Ecología y Medio Ambiente (CODEMA) concede al Municipio de S. C. de Bariloche facultades de inspección, monitoreo y control de todas las actividades mineras de 3° categoría ubicadas dentro de su ejido.

*Ley Q N° 112. 2008.* Describe las funciones de la Autoridad Minera y del Escribano de Minas.

*Decreto N° 1955/2013.* Se delega en la Secretaria de Minería el ejercicio de la Autoridad Minera de la provincia de Rio Negro.

*Ley N° 4941. 2014. Código de Procedimientos mineros.* Regula el trámite de permisos y concesiones mineras. Las canteras deben inscribirse en el Registro de la Escribanía de minas y en el Registro Provincial de Productores Mineros. Los titulares de derechos mineros, previo al inicio de las actividades mineras, deben cumplir con los requisitos que en materia de protección ambiental establece el Título XIII, Sección Segunda, del Código de Minería. Establece las funciones y atributos de la Policía Minera.

## LEGISLACIÓN MUNICIPAL

*Ordenanza N° 187-I-79.* Reglamenta la explotación de canteras dentro del ejido municipal. Toda explotación debe contar con autorización del municipio. Los permisos tienen una duración de 5 años. Se pide plan de reconversión previo a la autorización de explotación el cual consiste en nivelación y forestación del predio.

*Ordenanza N° 1364-04.* Se aprueba el convenio de asistencia técnica entre la municipalidad de S.C. de Bariloche la dirección de minería

provincia y el servicio geológico minero argentino, del que resulta que la posibilidad de asistencia mutua en cuestiones vinculadas con la investigación geológica, minera geotécnica y ambiental orientadas a sustentar, complementar, impulsar y orientar acciones que contribuyan al desarrollo local del distrito municipal.

*Carta Orgánica. 2007.* Los habitantes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y al uso racional de los recursos naturales (Art. 14). En el Art. 175 dice que “el ambiente es patrimonio de la sociedad; todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano. La Municipalidad y sus habitantes tienen el deber de preservarlo y defenderlo en resguardo de las generaciones presentes y futuras. Toda actividad que suponga un daño temido, actual o inminente al ambiente debe cesar y conlleva la obligación de recomponer e indemnizar”. La Municipalidad ejerce el poder de policía en materia ambiental dentro del ejido (Art. 176). Es responsabilidad de la Municipalidad: asegurar la calidad del aire, agua, suelo y subsuelo en su territorio, preservar la flora autóctona, la biodiversidad, los ecosistemas naturales y el suelo orgánico, asegurar que el desarrollo productivo sea compatible con la calidad ambiental, promover el uso de tecnologías no contaminantes y que prioricen el uso racional de energía y recursos naturales, preservar y restaurar el patrimonio natural, paisajístico y la calidad visual y sonora, promover acciones públicas y privadas tendientes a la recuperación ecológica de áreas degradadas, fomentar la forestación con especies autóctonas, etc. (Art. 180). Establece las políticas generales del ambiente (Art. 181) entre las cuales destacamos la obligatoriedad de los estudios de impacto ambiental de emprendimientos públicos o privados y su

discusión en audiencia pública; la protección del paisaje; y el establecimiento de normas para las actividades mineras prohibiendo aquellas que impliquen riesgo ambiental o inseguridad para las personas.

*Ordenanza N° 217-c-89. Impacto Ambiental.* En el art. 4 establece que las explotaciones mineras (canteras) deben presentar una Evaluación de Impacto Ambiental.

*Resolución N° 128/97. Reglamento para la explotación de canteras de áridos y remoción de suelos en jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales (APN).* Regula la actividad dentro de las distintas zonas del Parque Nacional. Solo pueden llevarse a cabo con la autorización de la APN.

## ANEXO II

### INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA Y LEGAL

Tabla I - Información administrativa y legal de cantera del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. Fuente: elaboración propia.

N°	NOMBRE CANTERA	PROPIETARIO MINERO	EXPEDIENTE MINERO	PROPIEDAD DE LA TIERRA	CONDICIÓN DE USO POR OBSERVACION	CONDICION DE USO EN PAPELES	MATERIAL EXTRAÍDO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	AÑO INICIO DE ACTIVIDADES	AÑO ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DJA	AÑO ABANDONO EN PAPELES	PLAN DE CIERRE	AÑO PREVISTO PLAN DE CIERRE	EJECUCIÓN PLAN DE CIERRE	USO PLANIFICADO POR EL MUNICIPIO
1	Áridos del Ñirihuau	Acuña	28067/03	Privado	Abandonada	Archivado/ Nunca fue habilitada	Gravas y arenas	NO	ND	-	-	NO	-	NO	Agrícola forestal / turístico recreativo
2	Aeropuerto	Aeropuertos Argentina 2000	no tiene	Fiscal	Abandonada	Cerrada	Gravas y arenas	SI	ND	2005	2005	SI	2005	SI	-
3	Ruta Prov. N 80	No habilitada	no tiene	Fiscal	Abandonada	-	Gravas y arenas	NO	1958-1962	-	-	NO	-	NO	Agrícola forestal / turístico recreativo
4	Ñire (Planta de beneficio)	No habilitada	no tiene	Privado	En explotación	-	Gravas y arenas	NO	ND	-	-	NO	-	NO	Vivienda / Residencial turístico
5	Estación transformadora	No habilitada	no tiene	Privado	Abandonada	-	Gravas y arenas	NO	1987	-	-	NO	-	NO	Servicio Complementario de ruta /estaciones de servicio/ moteles/ comercial
6	Arroyo del Medio	Cavalieri, Pablo	32043/07	Privado	No se pudo acceder	En explotación	Rocas de aplicación	SI	1930	2017	-	NO	-	NO	Agrícola forestal / Residencial turístico
7	Municipal	Municipio de S.C. de Bariloche	26054/01	Fiscal	En explotación	Plan de reconversión con explotación	Gravas y arenas	SI	ND	FEB-2016	-	SI	2019	NO	Vivienda individual/ residencial transitorio/ taller y depósito/ establecimientos industriales
8	Ñire*	Knorz, Antonio	19228/94	Privado	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	1994	ND	-	NO	-	NO	Agrícola Forestal/ Vivienda individual/Comercio/Recreativo cultural/Establecimientos industriales/Establecimientos productivos/Viviendas colectiva/Salud
9	Codistel	CODISTEL S.A.	18035/93	Privado	En explotación	Solo planta de beneficio	Gravas y arenas	SI	2002	DIC-2010	2012	NO	ND	NO	Agrícola Forestal /Residencial transitorio / Recreativo cultural intensivo
10	Arenera del Sur	ARENERA DEL SUR S.A.	19109/94	Privado	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	1995	DIC-2015	-	NO	2018	NO	Agrícola Forestal / Grandes establecimientos productivos / Residencial transitorio

11	Hidraco	HIDRACO S.A.	26014/01	Privado	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	2001	JUN-2014	-	NO	-	NO	Agrícola Forestal / Grandes establecimientos productivos / Residencial transitorio
12	Del Pilar	CODISTEL S.A.	34044/09	Privada	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	2010	MAR-2017	-	NO	-	NO	Agrícola forestal
13	Notrof	Knorz, Antonio	26025/01	Privado	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	2002	JUN-2014	-	SI	2016	NO	Agrícola Forestal / Grandes establecimientos productivos / Residencial transitorio
14	La Cava	BG Excavaciones	26000/01	Privado	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	2005	ENE-2015	-	NO	-	NO	Agrícola Forestal / Grandes establecimientos productivos / Residencial transitorio
15	Ruta Prov. N 82	No habilitada	no tiene	Fiscal	Abandonada	-	Gravas y arenas	NO	-	-	-	NO	-	NO	Vivienda individual/Club de campo/Comercio/ Recreativo cultural/ salud
16	Virgen de las Nieves	Ejército Argentino	19052/94	Fiscal	Abandonada	Archivado en 2011	Gravas y arenas	NO	ND	ND	ND	NO	-	NO	Vivienda individual/Club de campo/Comercio/ Recreativo cultural/ salud
17	Cerro Catedral	Ejército Argentino	21012/96	Fiscal	No se pudo acceder	En explotación	Gravas y arenas	SI	ND	ABR-2016	-	NO	-	NO	Vivienda individual/Club de campo/Comercio/ Recreativo cultural/ salud
18	Piedra Verde	Ejército Argentino	24146/99	Fiscal	Abandonada	Archivado en 2013	Piedra laja verde	NO	ND	MAR-2000	2013	NO	-	NO	Vivienda individual / Turístico recreativo extensivo
19	Ejército III	no habilitada	no tiene	Fiscal	Abandonada	-	Gravas y arenas	NO	-	-	-	NO	-	NO	Vivienda individual/Club de campo/Comercio/ Recreativo cultural/ salud
20	Catedral*	Catedral Alta Patagonia S.A.	30169/05	Fiscal	En explotación	En explotación	Gravas y arenas	SI	ND	ND	-	NO	-	NO	-
21	Chacayal (km 15 Av. Bustillo)	Moreno, Daniel Jorge y Posse, Daniel Alberto	19028/94	Privado	En explotación	Archivado en 2013	Gravas y arenas	SI	1938	2010	2013	NO	-	NO	Vivienda individual / Turístico recreativo extensivo / residencial turístico / vivienda colectiva / Estación de servicio / Consorcio urbano

\*Los expedientes no se encontraban en la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable al momento de la visita. Los datos en la tabla fueron obtenidos de documentos de la Subsecretaría de Medio Ambiente de Bariloche o por comunicación personal con Juan Carlos Inostrosa.

ND No hay datos

## ANEXO III

### INFORMACIÓN AMBIENTAL

Tabla I – Información ambiental de canteras del ejido de S.C. de Bariloche y alrededores. Fuente: elaboración propia.

N°	NOMBRE CANTERA	UBICACIÓN			ÁREA (ha)	TIPO DE CANTERA	ZONA	VEGETACIÓN PREDOMINANTE	PRECIPITACIONES (mm/año)	DISTANCIA A VIVIENDA MAS PRÓXIMA (m)	CERCANÍA A CUERPOS DE AGUA	INFRAESTRUCTURA	PRESENCIA DE ZONAS ANEGADAS	PRESENCIA DE BASURA	IMPACTO VISUAL
		LAT.	LONG.	ALT. (m)											
1	Áridos del Ñirihuau	41° 05' 10"	71° 08' 28"	811	0,5	Ladera /Borde de río	Periurbana	Matorral ribereño/vegetación herbáceo arbustiva	800	110	0	NO	NO	NO	SI
2	Aeropuerto	41° 08' 47"	71° 09' 09"	835	12,32	Terreno horizontal	Periurbana	Zona urbana / herbáceo arbustiva	1000	5000	1330	NO	NO	NO	NO
3	Ruta Prov. N°80	41° 08' 27"	71° 10' 37"	837	6,6	Terreno horizontal	Periurbana	Herbáceo arbustiva	1000	3700	40	NO	SI	SI	SI
4	Ñire (Planta de beneficio)	41° 07' 17"	71° 14' 25"	804	3,9		Urbana	Zona urbana	1000	30	180	SI	NO	NO	SI
5	Estación transformadora	41° 09' 31"	71° 15' 16"	895	0,38	Terreno horizontal	Periurbana	Matorral mixto	1200	1000	1170	NO	NO	-	NO
6	Arroyo del Medio	41° 11' 01"	71° 14' 60"	936	*	Ladera	Periurbana	Afloramientos rocosos/ forestaciones	1200	3600	160	NO	NO	-	NO
7	Municipal	41° 09' 46"	71° 18' 17"	912	11,44	Ladera	Urbana	Zona urbana	1400	3	160	NO	NO	SI	SI
8	Ñire	41° 09' 60"	71° 18' 15"	878	6,1	Ladera	Urbana	Zona urbana	1400	40	50	SI	NO	NO	SI
9	Codistel	41° 10' 45"	71° 19' 03"	898	12,5	Ladera	Urbana	Zona urbana/ herbáceo arbustiva/ forestaciones/matorral ribereño	1400	17	34	SI	NO	NO	SI
10	Arenera del Sur	41° 10' 41"	71° 20' 03"	934	16,7	Terreno horizontal	Urbana	Zona urbana/matorral mixto	1400	84	880	SI	SI	-	SI

11	Hidraco	41° 10' 31"	71° 20' 30"	944	8,6	Terreno horizontal	Urbana	Zona urbana/matorral mixto	1400	82	1590	SI	NO	-	SI
12	Del Pilar	41° 11' 05"	71° 20' 42"	950	4,14	Terreno horizontal	Urbana	Zona urbana/matorral mixto/ bosque de ciprés/ especies exóticas	1400	110	1700	NO	NO	SI	SI
13	Notrof	41° 10' 23"	71° 20' 53"	947	7,4	Terreno horizontal	Urbana	Zona urbana / herbáceo arbustiva	1400	28	2330	SI	NO	NO	SI
14	La Cava	41° 10' 24"	71° 20' 58"	948	9,3	Terreno horizontal	Urbana	Zona urbana / herbáceo arbustiva	1400	195	2460	SI	NO	NO	SI
15	Ruta Prov. N° 82	41° 07' 49"	71° 24' 48"	830	2,16	Ladera	Periurbana	Zona urbana/ Matorral de ñire/	1600	565	107	NO	NO	-	SI
16	Virgen de las Nieves	41° 07' 37"	71° 24' 58"	804	3,4	Terreno horizontal	Periurbana	Zona urbana/ Matorral mixto	1600	120	40	NO	NO	-	NO
17	Cerro Catedral	41° 08' 22"	71° 25' 26"	832	3,86	Terreno horizontal	Periurbana	Zona urbana/ Matorral mixto	1600	640	810	NO	NO	NO	NO
18	Piedra Verde	41° 07' 17"	71° 25' 38"	816	0,12	Ladera	Periurbana	Zona urbana/ Matorral mixto	1600	490	900	NO	NO	NO	SI
19	Ejército III	41° 08' 28"	71° 26' 07"	862	0,67	Terreno horizontal	Periurbana	Zona urbana/ Matorral mixto/ Bosque de ciprés	1800	1460	1555	NO	NO	-	-
20	Catedral	41° 10' 20"	71° 26' 31"	1068	1,28	Ladera	Periurbana	Zona urbana/ Bosque de coihue/ matorral mixto	2000	190	30	NO	NO	SI	SI
21	Km 15 Daniel Moreno	41° 05' 28"	71° 27' 48"	816	4,14	Terreno horizontal	Periurbana	Mixto de coihue y ciprés/ Matorral de ñire/especies exóticas	1400	42,2	630	SI	SI	-	NO

\*No se pudo definir el área de la cantera por no poder distinguir los límites en la imagen satelital ni poder acceder a la misma.



## ANEXO IV

### COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DE LA CANTERA

Tabla I - Composición de la vegetación: nombre científico (vulgar), familia botánica, origen biogeográfico, forma de vida (A arbustos, H hierbas), cobertura (%) en el área de referencia (ER) o talud (TL) o fondo de cantera (FC). La nomenclatura de Zuloaga et al., 2008.

Especies	Familia	Origen	Forma de vida	AR (%)	TL (%)	FC (%)
<i>Adesmia corymbosa</i> (-)	Fabaceae	Nativa*	H. perenne	0,03		X
<i>Boopis gracilis</i> (-)	Calyceraceae	Nativa*	H. anual	0,03	0,03	
<i>Senecio bracteolatus</i> (charcao)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	9,9	0,4	0,03
<i>Acaena splendens</i> (cepa caballo)	Rosaceae	Nativa	A. perenne	10	4,7	1,03
<i>Rumex acetosella</i> (vinagrillo)	Polygonaceae	Exótica	H. perenne	7,3	6,2	2,43
<i>Holcus lanatus</i> (pasto miel)	Poaceae	Exótica	H. anual	2,5	0,13	0,03
<i>Euphorbia collina</i> (pichoa)	Euphorbiaceae	Nativa*	H. perenne	0,5	0,97	0,03
<i>Galium richardianum</i> (-)	Rubiaceae	Nativa*	H. anual	0,7	0,03	X
<i>Pappostipa speciosa</i> (coirón amargo)	Poaceae	Nativa	H. perenne	23,7	2,8	0,07
<i>Loasa bergii</i> (-)	Loasaceae	Nativa*	H. perenne	1		X
<i>Senecio sericeonitens</i> (-)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	0,07		
<i>Hordeum comosum</i> (cola de zorro)	Poaceae	Nativa*	H. perenne	0,03	4,4	1,43
<i>Festuca pallenscens</i> (coirón dulce)	Poaceae	Nativa*	H. perenne	0,03		
<i>Tarasa humilis</i> (-)	Malvaceae	Nativa*	H. perenne	0,1		
<i>Baccharis magellanica</i> (mosaiquillo)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	4,2		2,53
<i>Sisyrinchium arenarium</i> (-)	Iridaceae	Nativa*	H. perenne	0,07	2,3	X
<i>Haplopappus glutinosus</i> (buchú)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	0,17	X	

<i>Hypochaeris montana</i> (hipoqueris)	Asteraceae	Nativa*	H. perenne	0,03	0,03
<i>Berberis microphylla</i> (calafate)	Berberidaceae	Nativa*	A. perenne	0,83	
<i>Collomia biflora</i> (colomia)	Polemoniaceae	Nativa	H. anual	0,03	0,87
<i>Oenothera odorata</i> (don Diego de la noche)	Onagraceae	Nativa*	H. anual	6,2	0,03
<i>Bromus tectorum</i> (-)	Poaceae	Exótica	H. anual	0,57	
<i>Plantago barbata</i> (-)	Plantaginaceae	Nativa*	H. perenne	0,1	0,6
<i>Baccharis linearis</i> (romerillo)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	X	0,03 X
<i>Pinus contorta</i> (murrayana)	Pinaceae	Exótica	Árbol perenne	0,03	2,83
<i>Brassica nigra</i> (nabo silvestre)	Brassicaceae	Exótica	H. anual	0,23	
<i>Senecio subulatus</i> (charcao)	Asteraceae	Nativa*	A. perenne	0,03	X
<i>Rhodophiala mendocina</i> (azucena del campo)	Amaryllidaceae	Nativa*	H. perenne	0,2	
<i>Erodium cicutarium</i> (alfilerillo)	Geraniaceae	Exótica	H. anual	0,2	0,03
<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (ruculeta)	Brassicaceae	Exótica	H. perenne		0,53
<i>Anarthrophyllum rigidum</i> (mata guanaco)	Fabaceae	Nativa*	A. perenne	X	5
<i>Epilobium brachycarpum</i> (-)	Onagraceae	Exótica	H. anual		0,2
<i>Acaena pinnatifida</i> (pimpinela)	Rosaceae	Nativa*	H. perenne		0,03
<i>Matricaria inodora</i> (manzanilla)	Asteraceae	Exótica	H. anual		0,37
<i>Acaena magellanica</i> (cadillo)	Rosaceae	Nativa	H. perenne		1
<i>Ephedra chilensis</i> (cuparra)	Ephedraceae	Nativa*	A. perenne	X	
<i>Potentilla chilensis</i> (frutilla silvestre)	Rosaceae	Nativa	H. perenne	X	
<i>Tropaeolum incisum</i> (taco de reina)	Tropaeolaceae	Nativa*	H. perenne	X	
<i>Anemone multifida</i> (anémona)	Ranunculaceae	Nativa	H. perenne	X	

<i>Quinchamalium chilense</i> (quinchamalí)	Schoepfiaceae	Nativa	H. perenne	X
<i>Fabiana imbricata</i> (palo piche)	Solanaceae	Nativa*	A.perenne	X
<i>Viola maculata</i> (violeta amarilla)	Violaceae	Nativa*	H.perenne	X
<i>Verbascum thapsus</i> (tabaco del indio)	Scrophulariaceae	Nativa*	H.bianual	X
<i>Carduus thoermeri</i> (cardo de caballo)	Asteraceae	Exótica	H. anual	X
<i>Lactuca serriola</i> (lechuga silvestre)	Asteraceae	Exótica	H. anual	X
<i>Achillea millefolium</i> (milenrama)	Asteraceae	Exótica	H.perenne	X
<i>Rosa rubiginosa</i> (rosa mosqueta)	Rosaceae	Exótica	A.perenne	X
<i>Azorella trifurcata</i> (leña de piedra)	Apiaceae	Nativa*	A.perenne	X
<i>Populus nigra</i> (álamo negro)	Salicaceae	Exótica	Árbol Perenne	X

\*endémicas.

X presente en el área pero no se registró en las parcelas.

## ANEXO V

Cada impacto se evaluó con 8 cuadrados, cada uno corresponde a una valoración como se muestra en la siguiente tabla:

Signo	Intensidad	Extensión	Persistencia
Reversibilidad	Efecto	Periodicidad	Importancia

Tabla I – Matriz de impacto ambiental extendida para la Cantera de la Ruta Prov. N°80.

FACTORES AMBIENTALES		ACTIVIDADES																														
		DESCONTAMINACIÓN DEL SUSTRATO				LIMPIEZA DE RESIDUOS		RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA GEOMORFOLOGÍA E HIDROLOGÍA				RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL SUELO																				
		Excavado del sustrato contaminado	Biorremediación por compostaje	Disposición final sobre el terreno		Limpieza de residuos	Remodelado de taludes	Relleno de áreas anegadas	Nivelación del terreno	Relleno parcial de la cantera con material de descarte		Escarificado del suelo	Aplicación de compost	Control de especies exóticas	Implantación de vegetación nativa																	
MEDIO FÍSICO-QUÍMICO	SUELO	Calidad del suelo	0	1	1	1	4	1	1	1	2	1	2	2	4	0	0	0	1	4	8	4	1	1	8	8	4	0	1	4	4	4
		Geomorfología	-1	1	1	4	0	0	0	0	1	8	4	4	0	1	8	8	4	1	8	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AGUA (Subterránea)	Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AGUA (Superficial)	Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	8	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AIRE	Calidad	-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			1	4	1	-12	0	0	0	0	0	1	4	2	-41	1	4	1	-24	1	4	2	-41	1	4	2	-41	0	1	4	1	-22

		Ruido y vibraciones	-1	2	1	1	0			0		0			0			-1	4	4	2	-1	2	2	2	-1	4	4	2	-1	4	4	2			-1	4	4	2	0		0		0												
			1	4	1	-15			0		0		0		0		0	1	4	2	-29	1	4	1	-18	1	4	2	-29	1	4	2	-29			0	1	4	2	-29		0		0												
	PROCESOS	Erosión hídrica	0			0		0		0		0		0		0	1	2	2	4	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1	4	4	4											
					0		0		0		0		0		0		0	4	1	4	23		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	8	1	4	37											
			Erosión eólica	0			0		0		0		0		0		0	1	2	2	4	0		0		0		0		0		0		0		0		0	1	2	8	4	0		1	4	4	4								
						0		0		0		0		0		0	4	1	4	23		0		0		0		0		0		0		0		0	8	1	4	39		0	8	1	4	37										
			Estabilidad de taludes	0			0		0		0		0		0		0	1	4	4	4	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1	8	4	4										
						0		0		0		0		0		0	4	4	4	36		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	8	1	4	49												
	PROCESOS	Compactación	-1	1	1	4	0		0		0		0		0		0									-1			0			1	8	1	4	0		0		0		0		0												
						-19			0		0		0		0		0													0		0	8	4	4	46		0		0		0		0												
	PROCESOS	Anegamiento	-1	1	1	4	0		0		0		0		0		0												0		0	1	8	1	4	0		4	0		4	0		0		0										
						-18			0		0		0		0		0													0		0	8	4	4	46		0		0		0		0		0										
MEDIO BIOLÓGICO	VEGETACIÓN	Cobertura vegetal	0			0		1	4	1	4	0		1	1	4	4	0														1	2	8	4	0		1	8	4	4															
					0		0		4	1	4	27		0		8	1	4	28		0		0		0		0		0		0		8	1	4	39		0	8	4	4	52														
		Cobertura de especies exóticas	0			0		0		0		0		0		0		0														1	8	4	4	0		4	0																	
	Riqueza de especies	0			0		0		0		0		0		0		0														0		0		0		1	4	4	4																
						0		0		0		0		0		0		0													0		0		0		0		8	4	4	40														
	FAUNA	Hábitat	0			1	1	1	4	0		1	2	2	4	1	1	4	4	-1		0	0		0		0		0	1	4	8	4		1	4	8	4	0		1	8	8	4												
					0		8	4	4	25		0		8	4	4	30	8	1	4	28		0		0		0	8	1	4	45		0	8	1	4	45		0	8	1	4	57													
MEDIO ANTRÓPICO	POBLACIÓN	Oferta de mano de obra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
					12		2	4	2	15		1	4	1	12		1	4	1	14		2	4	2	30		1	4	1	13		2	4	1	29		2	4	2	24		0	2	4	1	37		2	4	1	29		2	4	1	41
		Usos del suelo	0			1	1	1	4	0		1	2	2	4	1	4	4	4	1	4	2	4	1	8	8	4	1	8	8	4		1	8	8	4	0		1	8	8	4	0		1	8	8	4								
	Seguridad (riesgo colisión por aves)	0			0			0		0		0		0		0		1	4	2	4		4		4		4		4		4		4		4		0		0		0		0		0		0									
						0			0		0		0		0		0		8	1	4	33		8	1	4	57		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0									
CULTURAL	Paisaje	0			0			0		0		0		0		1	4	2	4	1	4	4	4	1	2	2	4	1	4	8	4		1	4	8	4	1		1	8	8	4														
					0			0		0		0		0		8	4	4	36		8	4	4	40		8	4	4	30		8	1	4	45		0		0		0		0		0		0		0								

## 10. BIBLIOGRAFIA

ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil). 2012. Reglamentación “Control de peligro aviario y fauna”.

ANEFA (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos); AFA (Asociación de Fabricantes de Áridos de Aragón). 2007. Manual de Restauración de Explotaciones Mineras a Cielo Abierto de Aragón. Madrid, España. 135 p.

Arce, M.E.; V. Walicki; I. Castro; M. F. Valenzuela; A. De Sosa Tomas; M.G. Rack; L. Ferro. 2015. Evaluación de la revegetación natural en canteras de áridos en dos sitios de la provincia de Chubut. Pág.: 355-383. En: Restauración ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 2. Eduardo Martínez Carretero (Ed.).Mendoza, Argentina.

Ayala Carcedo, F.J.; L. Vadillo Fernández; C. López Gimeno; P. Aramburu Maqua; M. Escribano Bombin; M. De Frutos Gómez; S. Manglano Alonso; C. Mataix González; J.M. Toledo Alonso. 1989. Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, España.

Baquero Úbeda, Juan Carlos. ANEFA. 2009. Cátedra ANEFA de tecnología de áridos.

Bariloche 2000. 1 de diciembre de 2008. Entrevista a Carlos Beros sobre vertedero en ex cantera.

Barros, V.; Cordon, V.; Moyano, C.; Mendez, R. ; Forquerra, J.; Pizzio, O. 1983. Cartas de precipitación de la zona oeste de la provincia de Río Negro y Neuquén. Primera contribución. Universidad Nacional del Comahue. Centro Nacional Patagónico, 54 p.

Binte Alam, T.; Abdelrahman, M.; Schram, S.A. 2010. Laboratory characterization of recycled asphalt pavement as a base layer. *International Journal of Pavement Engineering* 11(2): 123-131.

Blanco Fernández, D; F. Pardo Fabregat; T. Sanfeliu Montolio; A.B. Vicente Fortea. 2012. Cambio de uso mediante la restauración de una cantera de áridos en el este de España: Ordenación del Territorio. Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Bleischwitz, R; B. Walkowiak. 2006. Sustainable development in the European aggregates industry: a case for sectoral strategies. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.

Bochet, E.; P. García Fallos. 2004. Factors controlling vegetation establishment and water erosion on motorway slopes in Valencia. *Restoration Ecology* 12 (2): 166-174.

British Geological Survey (BGS). 2007. Production and process technology. Disponible en: [www.goodquarry.com](http://www.goodquarry.com). [Consulta: 10/05/2017].

Calzada Jiménez, J. A. 2014. Tesis doctoral: La evaluación estratégica del impacto paisajístico en los pasivos mineros y su rentabilidad ambiental. Universidad Nacional de la Rioja. Director: Eliseo Pablo Vergara González.

Cámara Argentina de Empresarios Mineros. Minería de Superficie. Disponible en: <http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2013/10/Miner%C3%ADa-Argentina-Todas-las-Respuestas-Miner%C3%ADa-de-Superficie.pdf>. [Consulta: 22/05/2016].

Cámara Argentina de Empresarios Mineros. Cierre de Minas. Disponible en: <http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2013/10/Miner%C3%ADa-Argentina-Todas-las-Respuestas-Cierre-de-Minas.pdf> [Consulta: 22/05/2016].

Cámara Argentina de la Construcción. 2010. Memoria de la Infraestructura vial 1810-2010.

Camino, M.; A. López de Armentia; J.L. Del Río. 2011. Análisis de las variaciones en la función amenidad de ambientes costeros por efecto de la minería de áridos y la urbanización. Caso de estudio: Mar del Sud, Provincia de Buenos Aires. *Párrafos Geográficos* 10(2): 130-145.

Campillo, N.; F. Martín; M. Simón; A. Iriarte. 2000. Cuantificación de la degradación de las propiedades de los suelos en explotaciones mineras a cielo abierto. *Edafología* 7 (3): 31-42.

Carta Orgánica de S.C. de Bariloche. 2007. Disponible en: [http://www.concejobariloche.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1867&Itemid=447](http://www.concejobariloche.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1867&Itemid=447). [Consulta: 05/05/2017].

Ceccon, E. 2013. Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Madrid, España. Ediciones Diaz de Santos.

Chen, M.; Xu, P.; Zeng, G.; Yang, C.; Huang, D; Zhang, J. 2015. Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons,



petroleum, pesticides, chlorophenols and heavymetals by composting: Applications, microbes and future research needs. *Biotechnology Advances* (33): 745-755.

Ciano, N.; J. Luque; V. Nakamatsu; C. Vicente; C. Lisoni. 2003. Plan de abandono de canteras y picadas en la cuenca del Golfo San Jorge – Patagonia Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Constitución Nacional Argentina. 1994.

Danish Technological Institute. 2004. Baseline Report for the aggregate and concrete industries in Europe. Eco-serve Network, Cluster 3: Aggregate and concrete production.

De Marco, S.G.; M.J. Bó; M. Camino; A. Lopez de Armentia; J.C. Mallo; S. Bazzini; J.L. del Río. 2008. Transformación de pasivos ambientales en ecosistemas acuáticos de alta naturalidad: canteras inundadas del Partido de General Pueyrredon. En: 1er Congreso Argentino de Áridos y VI Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. Mar del Plata, Argentina. 5 al 7 de noviembre de 2008.

Del Río, J.L. 2015. Minería en zonas periurbanas. Apuntes de Universidad Nacional de Río Negro, General Roca, Río Negro, Argentina.

Diario Río Negro. 16 de abril de 2013. Las canteras de Bariloche están al límite. Diario Río Negro. Disponible en: <http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/>. [Consulta: 26/05/2016].

Diario Río Negro. 16 de junio de 2015. La provisión de áridos demanda nuevos yacimientos. Diario Río Negro. Disponible en: <http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/>. [Consulta: 26/05/2016].

Dirección Nacional de Vialidad. 2014. Planificación para la Restauración ambiental de Canteras viales en desuso: Guía Metodológica.

Disposición provincial N° 266/2011. 2011. Provincia de Neuquén.

Domínguez, E.; Rabassa, J. 1978. Anexo III: Canteras de grava y ripio en cercanías de S.C. de Bariloche. Aspectos geomorfológicos y ambientales de las canteras de arena y ripio. Plan de reordenamiento ambiental de Bariloche y Región Andino Patagónica Volumen IV. Secretaría de de Estado de Transporte y Obras Públicas. Subsecretaría de Planeamiento Ambiental.

Dzendoletas, M.A.; S. Cavallaro; E. Crivelli; F. Pereyra. 2006. Mapa de vegetación del ejido municipal de S.C. de Bariloche y alrededores, Río Negro Patagonia Argentina. *Ecología* 20:65-88.

Espigares, T.; M. Moreno de las Heras; J.M. Nicolau. 2011. Performance of vegetation in reclaimed slopes affected by soil erosion. *Restoration Ecology* 19 (1): 35-44.

European Comission. 2010. EC Guidance on undertaking non energy extractive activities in accordance with Natura 2000 requirements. Luxemburgo. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/nee\\_i\\_n2000\\_guidance.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/nee_i_n2000_guidance.pdf). [Consulta: 10/04/17].

Fernández Rubio, R. 2008. Rehabilitación de espacios mineros: Experiencia española. Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Madrid, España.

Ferro, L.F.; Valenzuela, M.F. 2014. Áreas degradadas por actividades extractivas en el oeste de Río Negro. II Jornadas Nacionales de Ambiente. UNICEN. Tandil.

Fitch Osuna, J.M.; P. García Almirall. 2008. La incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: el caso de la región Metropolitana de Barcelona. *Arquitectura, ciudad y entorno* 6: 673-692.

Fuentes Sardiña, R.I.; A. Hernández Alvarez. 2014. Gestión ambiental de canteras de materiales para la construcción en la provincia de Matanzas, Cuba. *Minería y Geología* 30 (1): 17-32.

García-Piñón, F.; T. Sanfeliu; S. Meseguer; M.M. Jordán. 2008. Restauración de canteras para su aprovechamiento como vertederos. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. REDISA. Castellón, España.

Gilardelli, F.; S. Sgorbati; S. Citterio; R. Gentili. 2013. Restoring limestone quarries: hayseed, commercial seed mixture or spontaneous succession? *Land degradation & development*. John Wiley & Sons, Ltd.

Gómez Orea, D. 2004. Recuperación de espacios degradados. Mundi-Prensa Ediciones. Madrid, España.

González Polo, M.; Kowaljow, E.; Castán, E.; Sauset, O.; Mazzarino, M.J. 2014. Persistent effect of organic matter pulse on a Sandy soil of semiarid Patagonia. *Biology and Fertility of Soils* 51(2): 241-249.

Guacaneme, S.; J.I. Barrera Cataño. 2007. Efecto de la aplicación de biosólidos, como enmienda orgánica, en la recuperación de un suelo disturbado por actividad extractiva en la cantera de Soratama, localidad de Usaquén, Bogotá. Revista de Facultad de Ciencias. Universitas Scientiarum (Edición especial II) 12: 85-98.

Herrera Herbert, J. 2006. Métodos de minería a cielo abierto. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela técnica Superior de Ingenieros de Minas.

Jorba, M; G. Oliveira; R. Josa; V.R. Vallejo; J.M. Alcañiz; A. Hereter; J. Cortina; O. Correia; J.M. Ninot. 2010. Manual para la restauración de canteras de roca caliza en clima mediterráneo. Gràfiques Inpub. Catalonia, España.

Kowaljow, E.; M.J. Mazzarino. 2007. Soil restoration in semiarid Patagonia: Chemical and biological response to different compost quality. Soil Biology and Biochemistry 39: 1580-1588.

Kowaljow, E. M. Rostagno. 2013. Enramado y riego como alternativas de rehabilitación de regiones semiáridas afectadas por el tendido de ductos. Ecología Austral 23 (1): 62-69.

Laos, F.; Mazzarino, M.J.; Roselli, L.; Satti, P. 2012. Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos de petróleo. En: M.J. Mazzarino y P.Satti (eds). Compostaje en la Argentina: Experiencias de Calidad, Producción y Uso. UNRN - Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina. pp. 257-270.

Lavandaio, E. 2008. Conozcamos más sobre minería. Serie Publicaciones N° 168. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.

Lavandaio, E., 2014. Conozcamos más sobre Minería. Serie Publicaciones N°168 - 2ª edición. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.

Leal, J.; E. Rodríguez Fluxia. 1998. Guías para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local.

Lenoir, C.; G. Tornari. 2004. Contaminación y tratamiento de suelo.

Ley Nacional N° 1.919. 1886. Código de Minería.

Ley Nacional N° 24.224. 1993. Reordenamiento minero. Cartas Geológicas de la República Argentina. Institucionalización del Consejo Federal de Minería. Canon Minero. Disposiciones complementarias.

Ley Nacional N° 24.585. 1995. Protección Ambiental para la Actividad Minera.

Ley Nacional N° 25.675. 2002. Ley General del Ambiente.

Ley Nacional N° 26.331. 2007. Establécense los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos.

Ley Provincial N° 3.266. 1999. Estudio de impacto ambiental.

Ley Provincial N° 4.941. 2014. Código de procedimientos mineros.

Ley Q N°112. 2007. Autoridad minera de la provincia de Rio Negro.

Luaces, C. 2010. Los áridos. ANEFA.

<http://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>

[fecha de consulta: 16/05/2017]

Mancini F; A. Mazzoni; A. Prina; I. Villanova. 2016. Plantas nativas ornamentales: producción y comercialización en viveros de la Patagonia norte argentina. INTA Ediciones. Presencia (66): 44-48.

Maranta A.; G. Aparicio; J.A. Rubio; F.P.O. Mollard; A.E. Rovere. 2017. Especies invasoras y restauración en Latinoamérica (III Simposio). En: Zuleta G.A.; A.E. Rovere & F.P.O. Mollard (Eds.), "SIACRE 2015: Aportes y Conclusiones. Tomando decisiones para revertir la degradación ambiental". Cap 12: 111-116. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires. 240 págs.

Martínez Prado, A.; M.A. Pérez López; J. Pinto Espinoza; B.A. Gurrola Nevárez; A.L. Osorio Rodríguez. 2011. Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. Rev. Int. Contam. Ambie. 27 (3): 241-252.

Masini ACA, AE Rovere & DR Pérez. 2012. Requerimientos pre-germinativos de dos especies leñosas: *Anarthrophyllum capitatum* Sorarú y *Anarthrophyllum elegans* (Gillies ex Hook. & Arn.) F. Philippi. Revista Quebracho 20 (1,2): 85-96.

McKay, J.K.; C.E. Christian; S. Harrison; K. Rice. 2005. "How Local Is Local?": A Review of Practical and Conceptual Issues in the Genetics of Restoration. Restoration Ecology 13 (3): 432-440.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Washington, D. C., Island Press.

Meloni, O.; F. Ruiz Núñez. 2002. El precio de los terrenos y el valor de sus atributos. Un enfoque de precios hedónicos. Economía 48 (1-2): 69-88. La Plata, Argentina.

Mendiburu, S.; C. Romero; H. Fernández. 2004. Auditoría Ambiental Cantera Ñire. Comitente: Municipalidad de S.C. de Bariloche.

Ministerio del Interior. Disponible en:  
<http://www.mininterior.gov.ar/municipios/masinfo.php?municipio=RNO033>.  
[Consulta: 28/05/2016].

Molares S; A.E. Rovere. 2014. Restauración de un área de la reserva de la biósfera andino-norpatagónica: una propuesta basada en parámetros ecológicos y etnobotánicos. *Agrociencia* 48: 751-763.

Montero Matos, J.; J. Otaño Nogel; D. Guerrero Almeida. 2016. Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para la construcción en Cuba. *Minería y Geología* 32 (1): 106-120.

Municipalidad de S.C. de Bariloche. 1995. Código Urbano de Bariloche.

Municipalidad de S.C. de Bariloche; Provincia de Rio Negro. 2011. Políticas, instrumentos y proyectos para el Ordenamiento Territorial de S.C. de Bariloche.

Naciones Unidas. 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Nueva York, Estado Unidos.

Newton, A.C. 2007. Forest ecology and conservation. A handbook of techniques. Oxford University Press. Reino Unido.

Núñez, C.; R. Vidal-Russell; G.C. Amico; N. Tercero Bucardo. 2014. Plantas parásitas y plantas nodrizas de la Patagonia. Pág.: 79-90. En: *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina*. Raffaele, E.; M. de Torres Curth; C.L.

Morales; T. Kitzberger (Eds.). Fundación de Historia Natural Félix de Azara. 255 pp.

Ordenanza N°187-I-1979. 1979. Reglamenta la explotación de canteras minerales de naturaleza pétreo o ferrosa y en general aquellos elementos destinados a la construcción.

Ordenanza N° 217-c-89. 1989. Impacto Ambiental.

Ordenanza N° 546-CM-95. 1995. Código Urbano 1995.

Ordenanza N° 1364-04. 2004. Convenio de asistencia técnica entre la municipalidad de S.C. de Bariloche, la dirección de minería provincia y el servicio geológico minero argentino.

Ordenanza N° 2918-CM-11. 2011. Aprobar la cartografía de zonificación de los códigos de planeamiento '80 y urbano '95 de S.C. de Bariloche.

Paladino, G.L. 2017. Recortes de perforación de pozos de gas y petróleo: Alternativas de biotratamiento y reúso. Editorial Académica Española.

Pereyra, F.; J. Albertoni; C. Bréard; S. Cavaliaro; M. Coccia; E. Ducós, M. Dzenoletas; S. Fookes; E. Getino; F. Helms; W. Kruck; R. López; C. Muzio; D. Roverano; M. Tobio; M. Toloczyki; C. Wilson. 2005. Estudio Geocientífico aplicado al Ordenamiento Territorial: S.C. de Bariloche. Anales N° 42. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.

Pérez, D.R.; A. E. Rovere; M.E. Rodríguez Araujo. 2013. Restauración Ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina. Vázquez Mazzini editores. 520 pp.



Piovani, M.J.; Fookes, S. 1993. Programa Canteras de S.C. de Bariloche. Subsecretaría Desarrollo Ambiental, Dirección de Planeamiento.

Rack, M.; S.M. Ocampo; I. Castro; M.F. Valenzuela. 2011. Relevamiento preliminar del estado ambiental actual de las canteras de áridos en Comodoro Rivadavia. *Párrafos Geográficos* 10 (1): 615-626.

Real Academia Española, 2016. Diccionario de la lengua española. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=7C9PGap>. [Consulta: 19/05/2016].

Resolución N° 128. 1997. Reglamento para la explotación de canteras de áridos y remoción de suelos en jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales.

Romaniuk, R.; J.F. Brandt; P.R. Ríos; L. Giuffré. 2007. Atenuación natural y remediación inducida en suelos contaminados con hidrocarburos. *CI. Suelo (Argentina)* 25 (2): 139-149.

Rovere, A.E.; A.C.A. Masini. 2013. Caminos teóricos, metodológicos, y caminos recorridos para la recuperación de áreas áridas degradadas. Pág.: 38-48. En: *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina*. Pérez D, AE Rovere & ME Rodríguez Araujo (Eds.). Vázquez Mazzini. 520 pp.

Rovere, A.E.; G. Burgueño; G.M. Calabrese; L. Corzo-Ramírez; N.A. Di-Salvo; A. García; B. Guida Johnson; J. Missaglia; M. Weissel. 2015. Urban areas: conservation and restoration criteria. Pág.: 13-14. In: *Conclusion of IV Ibero-American and Caribbean Conference of Ecological Restoration*. Eds.: Zuleta G & F. Mollard. Buenos Aires, Argentina.

Rovere AE, Molares S, Chichizola G, Riat M & L. Roncallo. 2017. Diferentes enfoques de conservación y restauración en el ejido urbano de S.C. de Bariloche (Patagonia). VI Jornadas Forestales y III Congreso de Ecología del Paisaje 2017. 16-19 de mayo. Santiago del Estero, Argentina.

Rovere, A.E. 2015. Review of the science and practice of restoration in Argentina: increasing awareness of the discipline. *Restoration Ecology* 23 (5): 508-512.

Rovere, A.E. 2016. Aportes para valoración ecológica, social y económica de la restauración en la reserva natural del Parque Nacional Lago Puelo (Argentina). Pg.: 77-85. En: Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe. Eds.: Ceccon E. & D.R. Pérez D.R. Vázquez Mazzini,

Rovere, AE; S. Molares; A.H. Ladio. 2013. Plantas utilizadas en cercos vivos de ciudades patagónicas: aportes de la etnobotánica para la conservación. *Ecología Austral* 23:165-173.

Semple; K.T.; B.J. Reid; T.R. Farmor. 2001. Impacts of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. *Environmental pollution* 112: 269-283.

SER. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). 2009. Guía de gestión ambiental para la minería no metálica.

UICN: Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe. Editorial Unicornio. San José, Costa Rica.

Velasco, J.A.; Volke Sepúlveda, T.L. 2003. El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México. *Gaceta Ecológica* enero/marzo (66): 41-53.

Volke Sepúlveda, T; Velasco Trejo, J.A. 2002. Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología. México.

Zamora Cabrera, A. 2014. La construcción territorial de la propuesta de Lanzarote (1960-74): el arte de César Manrique entre el paisaje y el turismo. A: Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá. Junio 2014. Barcelona: DUOT, 2014.

Zuleta G.; A.E. Rovere; D. Pérez; P.I. Campanello; B. Guida Johnson; C. Escartín; A. Dalmaso; D. Renison; N. Ciano; J. Aronson. 2015. Establishing the ecological restoration network in Argentina: from Rio1992 to SIACRE 2015. *Restoration Ecology* 23 (2): 95-103.

Zuleta, G.A.; M.C. Li Puma. 2013. Diseño de enramados para rehabilitar montículos naturales en locaciones petroleras del monte austral, norpatagonia. Pág.: 181-201. En: *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina*. Pérez D, AE Rovere & ME Rodriguez Araujo (Eds.). Vázquez Mazzini. 520 pp.