

## Minería urbana en San Carlos de Bariloche: identificación y caracterización de canteras

Luciana RONCALLO<sup>1</sup> y Adriana E. ROVERE<sup>1,2</sup>

**Abstract:** *URBAN MINING IN SAN CARLOS DE BARILOCHE: IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF QUARRIES.* Quarries are one type of surface mining works, generally small in scale. However, in Argentina the extraction of industrial minerals, which includes marble, aggregates and other materials, is more important in terms of volume than the production of metallic and non-metallic minerals. Mining of industrial rock is generally carried out close to urban centres, in order to reduce transport costs, which means that numerous quarries are situated in urban and peri-urban areas, or at roadsides. Following their exploitation, the abandoned quarries have a high social and environmental impact, since they represent considerable, permanent change to the landscape and the ecosystem, and are treated as marginal lands, used as rubbish tips. In this context it is essential to identify quarries, particularly those in disuse, as a first step towards generating proposals as to how to mitigate the associated environmental liabilities. San Carlos de Bariloche has experienced enormous demographic growth over recent decades, accompanied by urban expansion and an increased demand for construction materials, which has led to the opening of new quarries and an increase in extraction from existing ones. The objective of this work was to identify and characterise existing quarries in San Carlos de Bariloche and its surroundings. Satellite images were used, as well as information provided by members of several official institutions related to this subject, and field observations. A total of 21 quarries were registered, which cover an area of 80 square km (0.3% of the city area). The majority are used for gravel and sand extraction (81%), are situated on flat land (62%), lie within private property (57%), and are located in periurban zones (57%). Thirteen quarries (62%) are currently being worked and eight (38%) are in disuse, only one of which has had a closure plan implemented. Fourteen quarries (67%) present a high level of visual impact. Finally, we would like to highlight the fact that while the existence of quarries and industrial mineral mining is irrevocably linked to social development, it is important to be apprised of the location and the state of these quarries, so that proposals can be made for mitigation of the environmental impact and the socio-environmental conflict they engender.

**Resumen:** Las canteras, son un tipo de explotación minera de superficie, generalmente de pequeña escala. Sin embargo en Argentina la extracción de rocas de aplicación que incluyen, mármol, y áridos entre otros materiales, es la más importante en volumen comparada con la producción de minerales metalíferos y no metalíferos. La explotación de rocas de aplicación se realiza en general cerca de los centros de consumo, para reducir costos de transporte, situación que genera la ubicación de numerosas canteras en áreas urbanas, peri-urbanas, o bordes de rutas. Luego de su explotación, las canteras abandonadas generan un alto impacto ambiental y social, dado que producen cambios enormes y permanentes en el paisaje y en el ecosistema, y quedan como predios marginales utilizados como basureros. En este contexto es prioritario identificar las canteras y en particular las abandonadas, como un primer paso para generar propuestas tendientes a mitigar los pasivos ambientales. San Carlos de Bariloche ha tenido un gran crecimiento demográfico en las últimas décadas, acompañado de una expansión urbanística y mayor demanda de materiales para la construcción, hecho que originó la apertura de nuevas canteras y un aumento de la extracción en las preexistentes. El objetivo del trabajo fue identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S. C. de Bariloche y sus alrededores. Para ello se utilizaron imágenes satelitales, información brindada por miembros de diferentes instituciones oficiales relacionadas a la temática, y observaciones de campo. Se registraron 21 canteras que ocupan 80 ha (0,3% del ejido municipal).

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Río Negro. e-mail: luciana.roncallo@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA), CONICET-Universidad Nacional del Comahue). e-mail: adrirovere@gmail.com

La mayoría son para explotación de gravas y arenas (81%), ubicadas en terrenos horizontales (62%), dentro de propiedad privada (57%), localizadas en zonas periurbanas (57%). Trece (62%) se encuentran en explotación y ocho (38%) abandonadas, de estas últimas solo una tiene un plan de cierre ejecutado. Catorce canteras (67%) presentan alto impacto visual. Finalmente destacamos que las canteras y la producción minera de rocas de aplicación se halla indisolublemente ligada al desarrollo de la sociedad, pero es importante conocer la localización, el estado de las mismas a fin de generar propuestas que mitiguen los impactos ambientales y conflictos socio-ambientales que generan.

**Key words:** Arid. Cities. Patagonia. Rehabilitation. Reclamation. Restoration.

**Palabras clave:** Áridos. Ciudades. Patagonia. Rehabilitación. Reclamación. Restauración.

## Introducción

Las extracciones de minerales en canteras, constituyen un tipo de explotación minera de superficie, generalmente de pequeña escala (Rack *et al.*, 2011). Sin embargo, considerando la producción total de minerales de Argentina, las denominadas rocas de aplicación que incluyen, mármol, y áridos, son la categoría que ocupa el primer lugar en volumen de extracción con 82 millones de toneladas (INDEC, 2010a). En segundo lugar de volumen de extracción, se ubican los minerales metalíferos con 66 millones de toneladas en bruto entre los que se encuentran el hierro, cobre, plata y oro entre otros, y finalmente la menor producción corresponde a los denominados minerales no metalíferos que incluyen sal, cuarzo, feldespato, entre otros, con 7 millones de toneladas (INDEC, 2010a).

En las canteras la extracción de minerales consiste en el arranque de material de naturaleza pétreo o terrosa, denominados de tercera categoría por el Código de Minería de Argentina. La existencia de canteras está indisolublemente ligada al desarrollo de la sociedad (Lavandaio, 2008). 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 y Pla

Ortiz de Urbina, 2006; Camino *et al.*, 2011; Rack *et al.*, 2011; Wichers *et al.*, 2018). La demanda de estos materiales es continua y creciente, dado que a nivel mundial el número de personas que vive en áreas urbanas supera al que vive en áreas rurales (Naciones Unidas, 2014). A su vez, dado 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 y Rabassa, 1978; Carvalho *et al.*, 2011), observándose numerosas canteras inmersas en áreas urbanas (Buondonno *et al.*, 2018; Wichers *et al.*, 2018).

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 *et al.*, 2012). Toda cantera tiene una vida útil, y una vez abandonada la explotación dichas áreas pueden quedar como predios marginales y con bajo valor económico (Bacci y Diniz, 2013). Si no hay una buena planificación del territorio pueden existir conflictos por el uso del suelo, además de constituir un riesgo para la población circundante (Rack *et al.*, 2011; Bacci y Diniz, 2013; Fuentes Sardiña y Hernández Álvarez, 2014). Es común y se ha se-

ñalado 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 y Hernández Alvarez, 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 (UICN, 2009; Dirección Nacional de Vialidad, 2014). Si las canteras luego de su explotación no se recuperan adecuadamente pueden dejar importantes pasivos ambientales, con cambios profundos en las geoformas, depósito de estériles no estéticos, pérdida de suelo productivo, 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).

El abandono de canteras sin un adecuado proceso de rehabilitación o restauración, es frecuente debido a la inexistencia o imprecisión de normativas que regulen el plan de abandono o cierre de la actividad minera, la falta de reconocimiento de la minería no metálica como fuente generadora de pasivos ambientales (Fuentes Sardiña y Hernández Alvarez, 2014), y el costo de ejecutar los planes de cierre (Buondonno *et al.*, 2018). Estudios recientes muestran que la recuperación omitida de las canteras, representa una fuente dramática de inestabilidad del territorio, deterioro del paisaje y aprehensión sociocultural (Buondonno *et al.*, 2018). En el año 1995 se incluyó una nueva Sección de Protección Ambiental dentro del Código de Minería de Argentina, en la que se establece 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).

### Antecedentes

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 y Fookes, 1993). Para el año 1978 ya se mencionaba 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 y Rabassa, 1978). En 1993 se crea el Programa Canteras en S. C. de Bariloche en el cual se determinaron 4 tipos de conflictos relacionados con el desarrollo de esta actividad. En este sentido se identificaron conflictos en el aspecto reglamentario, conflictos de seguridad (referida a taludes inestables cercanos a viviendas), conflictos ambientales y conflictos en el uso del suelo (Piovani y Fookes, 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 (Pereyra *et al.*, 2005) y se recomendó a la Municipalidad de S. C. de Ba-

riloché, 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. Si bien la recomendación de cerrar y recuperar el áreas de cantera dentro del ejido urbano fue concreta, la misma no se efectivizó. A nivel provincial, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de Río Negro tiene una base de datos de canteras, pero la misma se encuentra incompleta y desactualizada, no existiendo hasta el momento un inventario actualizado de canteras para la ciudad de S. C. de Bariloche y alrededores. Por todo lo expuesto, es prioritario generar un inventario actualizado de las canteras a fin de evaluar su número, ubicación y estado ambiental.

El objetivo de este trabajo fue identificar y caracterizar las canteras presentes dentro del ejido de S. C. de Bariloche y sus alrededores. Consideramos que los resultados obtenidos constituyen una información de base relevante y prioritaria para avanzar en la planificación y ordenamiento del territorio, y para promover planes de cierre tendientes a mitigar o prevenir los pasivos ambientales producidos por esta actividad extractiva.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

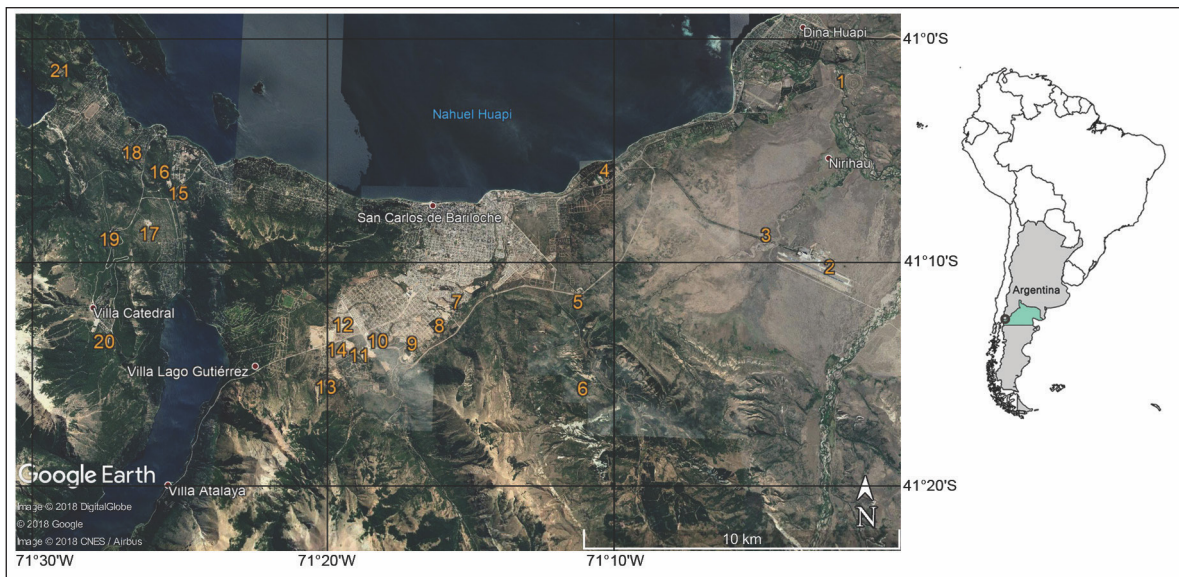
La ciudad de S. C. de Bariloche (41°08' S y 71°18' O) se ubica en el centro del Parque Nacional Nahuel Huapi, y su población actual es de 133.500 habitantes (INDEC, 2010b). El área ocupada por el ejido es de 27.470 ha. (Figura 1). La región presenta un marcado gradiente climático tanto en la dirección 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 cuatro unidades de vegetación bien diferenciadas: Bosque Andino Patagónico, Ecotono bosque-estepa, Estepa, Áreas Urbanas y otros (Dzendoletas *et al.*, 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).

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). Este crecimiento originó la apertura de nuevas canteras y un incremento de la explotación de las preexistentes. 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 y ocasionado que numerosas canteras estén dentro del ejido o en la periferia del mismo (Pereyra *et al.*, 2005). A su vez se destaca que la ciudad y alrededores constituyen un centro turístico a nivel nacional e internacional, siendo la conservación de la belleza escénica 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.

### 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 Pro 2017. A partir de las imágenes se registró la ubicación geográ-



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio. / **Figure 1.** Location of study area.

fica de las mismas (latitud, longitud y altitud), así como el área específica de explotación, excluyendo las zonas de acopio de material, zonas de obra o caminos. Las plantas de beneficio corresponden a canteras en las que se realiza el tratamiento y acopio de materiales, pero que no se explotan del lugar, motivo por el cual no se consideraron para estimar el área total de explotación. Para este trabajo en particular se consideró cantera cuando exista o haya existido explotación o acopio de material extraído organizado, no se consideraron extracciones de áridos ocasionales producidas en los bordes de caminos, que también son frecuentes. Para corroborar y 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.

### Caracterización de las canteras en Bariloche y alrededores

Para la caracterización de las canteras se utilizó como base los criterios empleados en otras canteras de áridos de Patagonia (Rack *et al.*, 2011), y en diversos trabajos (Herrera Herbert y Pla Ortiz de Urbina, 2006; Cámara Argentina de Empresarios Mineros, 2016; Dirección Nacional de Vialidad, 2014). Dicha información se recopiló mediante observacio-

nes de campo, análisis de imágenes satelitales y mediante la consulta y revisión de expedientes mineros en la Subsecretaría de Medio Ambiente del municipio de Bariloche y en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Río Negro en Viedma. Los criterios de caracterización de cantera fueron: uso y tipo del material extraído, localización, propiedad o dueño de la tierra, uso planificado del territorio por parte del municipio según el Código Urbano de Bariloche (1995), información administrativa o condición de uso legal según el expediente minero, condición actual observada en el campo, ejecución de un plan de cierre en las canteras abandonadas según el expediente minero, impacto visual desde sitios públicos como rutas y caminos (Tabla 1). Según el material y su uso, las canteras pueden clasificarse para la construcción de viviendas u obras viales (arenas, arcillas, grava, canto rodado), de rocas industriales (cuarzo, feldespato, caliza, yeso, etc.) y de piedras ornamentales (mármol, lajas, granito) (Herrera Herbert y Pla Ortiz de Urbina, 2006; Cámara Argentina de Empresarios Mineros, 2016). Para la localización de las canteras se utilizó el criterio de Herrera Herbert y Pla Ortiz de Urbina (2006), que distingue canteras en terrenos horizontales (la roca se extrae a cierta profundidad a partir del nivel del terreno), canteras en ladera (la roca se arranca en la pendien-

te de un cerro) o canteras de borde de río.

Cabe destacar que respecto a la información administrativa según se detallan en los expedientes se realizó en marzo de 2017 al igual que las observaciones de campo, esta información es importante considerarla dado que los datos de los expedientes mineros se modifican en el tiempo. Respecto a la información administrativa se registró tanto la situación respecto a la habilitación, clasificándose en canteras habilitadas, canteras nunca habilitadas, o plantas de beneficio; como también respecto al funcionamiento de las mismas clasificándose en canteras con expedientes archivados, canteras cerradas, y canteras en explotación. Dicha información se completó con observaciones de campo sobre las condiciones de uso actual, clasificándose en canteras abandonadas y en explotación. Finalmente las características respecto al plan de cierre ejecutado o no se recopiló a partir de los expedientes mineros y el impacto visual a partir de observaciones de campo.

## Resultados

Se identificaron 21 canteras dentro del ejido de S. C. de Bariloche (Figura 1), que ocupan en total 80,18 ha. De las 21 canteras, 17 corresponden a explotación de áridos principalmente gravas y arenas para la construcción de obras viales o viviendas, dos corresponden a explotación de rocas ornamentales y dos son plantas de beneficio donde no se extrae material (Tabla 1, Anexo I). Respecto a su localización en el paisaje, la mayoría de las canteras de extracción se localizan en terrenos horizontales (60%), otras en áreas de laderas (35%) y solo una se ubica en borde de río (5%). Respecto a la propiedad de la tierra donde se ubican, más de la mitad de las canteras se localizan en tierras privada (57%) y el resto en tierras fiscales (43%). En relación a su ubicación en el contexto de código urbano de la ciudad, el 57% de las canteras están en áreas periurbanas y 43% en áreas urbanas. Respecto a la información administrativa según los expedientes mineros y la condición actual por observaciones de campo, se determinaron 13

canteras habilitadas, seis nunca habilitadas y dos corresponden a plantas de beneficio. De las canteras habilitadas, 10 de ellas continúan en explotación, dos se encuentran abandonadas sin plan de cierre ejecutado y una presenta expediente archivado. Los resultados de las observaciones realizadas en el campo de todas las canteras habilitadas, coinciden con los datos declarados a excepción de una cantera (Número 21 en tabla 1 del anexo) que si bien administrativamente esta con expediente archivado es decir sin actividad de extracción, si se observó que la misma está en explotación. De las canteras nunca habilitadas administrativamente, una se encuentra archivada, una cerrada, una en explotación y tres abandonadas; únicamente la cantera cerrada presenta un plan de cierre ejecutado. El 67% de las canteras relevadas, presentan impacto visual desde algún sitio público, generalmente desde rutas o caminos.

## Discusión

En relación a la degradación de la tierra, se conoce que la sumatoria de estos espacios ocupados por canteras de extracción de áridos dan cuenta del impacto generado por esta actividad (Ferro y Valenzuela, 2014). En S. C. de Bariloche, el total del área degradada por la actividad extractiva de las canteras representa el 0,3% del ejido municipal. Sin embargo si consideramos sólo las canteras actualmente en explotación, y no las abandonadas, el área afectada corresponde a 66,71 ha, valor que representa un 0,24 % del ejido. Adicionalmente a las 21 canteras identificadas en el este trabajo, en la Subsecretaría de Medio Ambiente de Bariloche existe evidencia documentada, de la existencia de 6 canteras de las cuales no se encontraron rastros en las imágenes satelitales actuales, siendo la mayoría de ellas canteras pequeñas, actualmente integradas a la zona urbana. Por ejemplo, el ex vertedero de la ciudad de San Carlos de Bariloche, actualmente en plan de remediación, se desarrolló sobre la cantera explotada para la construcción de la ruta nacional 40.

<b>Criterios</b>	<b>Tipos</b>
Uso y tipo del material	Construcción/Rocas industriales/Piedras ornamentales
Localización	Ladera/Terreno horizontal/Borde de río
Propiedad o dueño de la tierra	Fiscal/Privada
Uso en la planificación de S. C. de Bariloche	Urbano/Periurbano
Información administrativa: -Situación -Funcionamiento	Habilitada/Nunca habilitada/Planta de beneficio  Expediente archivado/Cerrada/En explotación
Condición actual observada a campo	Abandonada/En explotación
Ejecución del plan de cierre	Si/No
Impacto visual	Si/No

**Tabla 1.** Criterios utilizados para la caracterización de canteras en Bariloche. / **Table 1.** Criteria used for the characterization of quarries in Bariloche.

La mayoría de las canteras de S. C. de Bariloche son utilizadas para la construcción de viviendas y caminos, principalmente de ellas se extra gravas y arenas, sin embargo también hay algunas canteras de piedras ornamentales de las que se extrae piedra laja verde, no registrándose canteras de rocas industriales. La mayoría de las canteras registradas presentan impacto visual desde algún sitio público, generalmente desde rutas, debido al marcado contraste de la morfología del paisaje denudado de vegetación y con frecuencia con acumulación de residuos, con el ambiente natural circundante. El impacto visual de las canteras en una ciudad turística como San Carlos de Bariloche, rodeada de ambientes con alto valor paisajístico, es un tema preocupante y que debe resolverse. En la actualidad, 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, las áreas de restricción para la extracción de áridos y la recuperación de áreas afectadas

por dicha actividad.

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.*, 2016). 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, como lo intentaría la restauración ecológica es prácticamente imposible (Jorba *et al.*, 2010). Debido a los impactos severos que se generan en la explotación de las canteras, es prudente desarrollar planes de rehabilitación, reclamación o restauración ambiental (Rovere y Masini, 2013; Dirección Nacional de Vialidad, 2014). La rehabilitación busca 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 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 (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.*, 2017). 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 (Baczyńska *et al.*, 2017). Entre ellas reservas naturales, parques recreativos, conversión a explotaciones agrícolas o forestales, construcción de vertederos de residuos, jardines botánicos, anfiteatros al aire libre, teatros; el acondicionamiento para áreas de expansión urbana, o la rehabilitación con fines recreativos como canchas deportivas, pesca, actividades edu-

cativas, cabalgatas, velódromos, escalada e incluso geoturismo (Fernández Rubio, 2008; García-Piñón *et al.*, 2008; Blanco Fernández *et al.*, 2012; Zamora Cabrera, 2014; Baczyńska *et al.*, 2017; Beranová *et al.*, 2017). Otra alternativa es convertir el cierre de canteras en otras actividades comerciales sostenibles, capaces de garantizar no solo la protección ambiental de acuerdo con la ley, sino también el progreso socio-económico (Buondonno *et al.*, 2018). Considerando el cambio de paradigma en la gestión de áreas mineras urbanas, que se propone la ciudad de San Carlos de Bariloche, de la actual condición de múltiples y dispersas canteras inmersas en la zona urbana, a una única y gran área de extracción en la periferia de la ciudad, el presente trabajo constituye un aporte muy importante.

## Conclusiones

La industria de la explotación de áridos es sumamente necesaria para el desarrollo urbano ya que tiene múltiples aplicaciones, pero que también genera impactos socio-ambientales importantes. Los resultados de este trabajo permitieron identificar y caracterizar canteras en áreas urbanas y periurbanas de San Carlos de Bariloche bajo una metodología inédita. Este estudio de base hace un primer inventario de actividades extractiva mineras de rocas de aplicación en un área urbana, abarcando aspectos administrativos, geográficos y ambientales. A su vez la localización de canteras abandonadas sin un plan de cierre ejecutado, permite identificarlas y generar propuestas para la su recuperación o la reconversión en áreas de interés social.

## Agradecimientos

CONICET, PIP: 11220150100196, Universidad Nacional del Comahue y Universidad Nacional de Río Negro. A los dos revisores de la revista, cuyas sugerencias mejoraron sustancialmente el trabajo.



## Referencias

- Arce, M.E., Walicki V., Castro I., Valenzuela, M.F., De Sosa A.T., Rack M.G. y Ferro, L. 2015. *Evaluación de la revegetación natural en canteras de áridos en dos sitios de la provincia de Chubut*. En: E. Martínez Carretero (Ed.). *Restauración ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina 2*. Mendoza, Argentina. pp. 355-383.
- Bacci, D.C. y Diniz, T.M.R.G. 2013. Mining in urban areas: methodological proposal for the identification and mediation of socio-environmental conflicts. *Revista Escola de Minas*, 66(3): 369-374.
- Baczyńska, E., Lorenc, M.W. y Kaźmierczak, U. 2017. The landscape attractiveness of abandoned quarries. *Geoheritage*, 10 (2): 271-285.
- Beranová, L., Balej, M. y Raška, P. 2017. Assessing the geotourism potential of abandoned quarries with multitemporal data (České Středohoří Mts., Czechia). *GeoScape*, 11(2): 93-111.
- Blanco Fernández, D., Pardo Fabregat, F., Sanfeliu Montolio, T. y Fortea, A.B.V. 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)*. En: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1896706008.pdf>. Fecha de acceso 12 de Abril de 2017.
- Buondonno, A., Capra, G.F., Di Palma, D., Grilli, E. y Vigliotti, R.C. 2018. Pedotechnologies for the Environmental Reclamation of limestone quarries. A protocol proposal. *Land Use Policy*, 71: 230-244.
- Cámara Argentina de Empresarios Mineros. 2016. *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].
- Camino, M., López de Armentia, A. y Del Río, J.L. 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.
- Carvalho, M.A., Fernandes, V.O. y Alixandrini, M.J. 2011. Análise da influência ambiental de pedreiras localizadas em áreas urbanas a partir da classificação de imagens multitemporais. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto—SBSR. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*: 5876–5884. Curitiba, Brazil.
- Código Urbano de Bariloche. 1995. *Plan de ordenamiento ambiental*. Municipalidad de S. C. de Bariloche. 140 pp.
- Dirección Nacional de Vialidad. 2014. *Planificación para la Restauración ambiental de Canteras viales en desuso: Guía Metodológica*. 107 pp.
- Domínguez, E. y Rabassa, J. 1978. *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 Estado de Transporte y Obras Públicas. Subsecretaría de Planeamiento Ambiental. 30 pp.
- Dzendoletas, M.A., Cavallaro, S., Crivelli, E. y F. Pereyra. 2006. Mapa de vegetación del ejido municipal de S. C. de Bariloche y alrededores, Río Negro Patagonia Argentina. *Ecología*, 20:65-88.
- Fernández Rubio, R. 2008. Rehabilitación de espacios mineros: Experiencia española. *Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)*. Madrid, España.
- Ferro, L.F. y Valenzuela, M.F. 2014. Áreas degradadas por actividades extractivas en el oeste de Río Negro. *II Jornadas Nacionales de Ambiente*. UNICEN. Tandil.
- Fuentes Sardiña, R.I. y 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., Sanfeliu, T., Meseguer, S. y Jordán, M.M. 2008. Restauración de canteras para su aprovechamiento como vertederos. *I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos* (Castellón, España), REDISA: 1-7.
- Gilardelli, F., Sgorbati, S., Citterio, S. y Gentili, R. 2016. Restoring limestone quarries: hayseed, commercial seed mixture or spontaneous succession. *Land degradation and development*, 27(2): 316-324.
- Gómez Orea, D. 2004. *Recuperación de espacios degradados*. Mundi-Prensa Ediciones. Madrid, España. 583 pp.
- Herrera Herbert, J. y Pla Ortiz de Urbina, F. 2006. *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela técnica Superior de Ingenieros de Minas. 119 pp.
- INDEC, 2010a. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina*. [https://www.indec.gob.ar/nivel4\\_default.asp?id\\_tema\\_1=3&id\\_tema\\_2=7&id\\_tema\\_3=105](https://www.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=3&id_tema_2=7&id_tema_3=105) Fecha de acceso 12 de abril de 2018.
- INDEC, 2010b. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Available online. at: [https://www.indec.gob.ar/nivel4\\_default.asp?id\\_tema\\_1=2&id\\_tema\\_2=41&id\\_tema\\_3=135](https://www.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135)
- Jorba, M., Oliveira, G., Josa, R., Vallejo, V.R., Alcañiz, J.M., Hereter, A., Cortina, J., Correia, O. y Ninot, J.M. 2010. *Manual para la restauración de canteras de roca caliza en clima mediterráneo*. Gráficas Inpub. Catalonia, España. 108 pp.
- Lavandaio, E. 2008. *Conozcamos más sobre minería*. Serie Publicaciones N° 168. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires, 92 pp.
- Ministerio del Interior. 2016. Disponible en: <http://www.mininterior.gov.ar/municipios/masinfo.php.municipio=RNO033>. [Consulta: 28/05/2016].
- Montero Matos, J., Otaño Nogel, J. y Guerrero Almeida,

- D. 2016. Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para la construcción en Cuba. *Minería y Geología*, 32 (1): 106-120.
- 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.
- Pereyra, F., Albertoni, J., Bréard, C., Cavaliaro, S., Coccia, M., Ducós, E., Dzendoletas, M., Fookes, S., Getino, E., Helms, F., Kruck, W., López, R., Muzio, C., Roverano, D., Tobio, M., Toloczyki, M. y Wilson, C. 2005. Estudio Geo científico aplicado al Ordenamiento Territorial: S. C. de Bariloche. SEGEMAR. *Anales Instituto de Geología y Recursos Minerales*, 42:1-140.
- Piovani, M.J. y Fookes, S. 1993. *Programa Canteras de S.C. de Bariloche*. Subsecretaría Desarrollo Ambiental, Dirección de Planeamiento, San Carlos de Bariloche, 23 pp. Inédito.
- Rack, M., Ocampo, S.M., Castro, I. y Valenzuela, M.F. 2011. Relevamiento preliminar del estado ambiental actual de las canteras de áridos en Comodoro Rivadavia. *Párrafos Geográficos*, 10 (1): 615-626.
- Rovere, A.E. y Masini, A.C.A. 2013. *Caminos teóricos, metodológicos, y caminos recorridos para la recuperación de áreas áridas degradadas*. En: D. Pérez, A.E. Rovere y M.E. Rodríguez Araujo (Eds.). *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vázquez Mazzini. pp. 38-48.
- 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., Molares, S., Chichizola, G., Riat M., y Roncallo, L. 2017. Diferentes enfoques de conservación y restauración en el éjido de San Carlos de Bariloche. *III Congreso Argentino de Ecología de Paisaje*: 90-94.
- SER 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) y Tucson: Society for Ecological Restoration International. [fecha de consulta: 21 Mayo 2011]. Disponible en: [http://www.ser.org/pdf/REV\\_Spanish\\_Primer.pdf](http://www.ser.org/pdf/REV_Spanish_Primer.pdf)
- UICN. 2009. *Guía de gestión ambiental para la minería no metálica*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Editorial Unicornio. San José, Costa Rica. 104 pp.
- Wichers, M., Iramina, W.S., de Eston, S.M., y da Silva, A.L.M.A. 2018. Using a noise monitoring station in a small quarry located in an urban area. *Environmental monitoring and assessment*, 190(1), 40. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6404-6>.
- 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. VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. Barcelona, España.
- Zuleta, G., Rovere, A.E., Pérez, D.R., Campanello, P.I., Guida Johnson, B., Escartín, C., Dalmasso, A., Renison, D., Ciano, N. y Aronson, J. 2015. Establishing the ecological restoration network in Argentina: from Rio1992 to SIACRE 2015. *Restoration Ecology*, 23 (2): 95-103.

**Recibido:** 08 de Mayo del 2018

**Aceptado:** 27 de Setiembre del 2018

## Anexo

N°	Área (ha)	Uso y tipo del material	Localización	Dueño de la tierra	Uso planificado	Información administrativa / Condición observada	Plan de Cierre hecho	Impacto visual
1	0,78	Construcción: gravas y arenas	Ladera /Borde de río	Privado	Periurbana	Nunca habilitada archivado / Abandonada	No	Si
2	0,46	Construcción: gravas y arenas	Terreno horizontal	Fiscal	Periurbana	Nunca habilitada cerrada / Abandonada	Si	No
3	5,80	Construcción: gravas y arenas	Terreno horizontal	Fiscal	Periurbana	Nunca habilitada / Abandonada	No	Si
4	(a)	Construcción: gravas y arenas	(a)	Privado	Urbana	Planta de beneficio-Nunca habilitada / En explotación	--	Si
5	0,10	Construcción: gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Periurbana	Nunca habilitada / Abandonada	No	No
6	(b)	Rocas de aplicación	Ladera	Privado	Periurbana	Habilitada / En explotación	--	No
7	10,33	Gravas y arenas	Ladera	Fiscal	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
8	2,91	Gravas y arenas	Ladera	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
9	(a)	Gravas y arenas	(a)	Privado	Urbana	Planta beneficio / En explotación	--	Si
10	12,33	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
11	5,61	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
12	9,52	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
13	7,40	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
14	12,50	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Urbana	Habilitada / En explotación	--	Si
15	2,62	Gravas y arenas	Ladera	Fiscal	Periurbana	Nunca habilitada / Abandonada	No	Si
16	3,40	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Fiscal	Periurbana	Habilitada archivado/ Abandonada	No	No
17	2,95	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Fiscal	Periurbana	Habilitada / En explotación (c)	No	No
18	0,12	Piedra laja verde	Ladera	Fiscal	Periurbana	Habilitada archivado / Abandonada	No	Si
19	0,39	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Fiscal	Periurbana	Nunca habilitada / Abandonada	No	No
20	1,35	Gravas y arenas	Ladera	Fiscal	Periurbana	Habilitada / En explotación	--	Si
21	1,61	Gravas y arenas	Terreno horizontal	Privado	Periurbana	Habilitada archivado / En explotación	--	No

**Tabla 1.** Características de las canteras en la ciudad de San Carlos de Bariloche. / **Table 1.** Characteristics of the quarries in the city of San Carlos de Bariloche.