

Proyecto Geoparque Pillanmapu: Estrategias de Gobernanza local para la resiliencia ante escenarios multiamenaza en Chile Central

Felipe Orellana¹, Rodrigo Pérez², Carlos Rungruangsakorn³, Emil Stefani², Cristobal Salazar⁴

¹ Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile faorellana@ucm.cl

² Fundación Geoparque Pillanmapu

³ Universidad Autónoma de Chile.

⁴ Universidad Católica de Temuco

Palabras clave: Multiamenaza, Geositios, Transdisciplina, Maule.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente a 272 km al sur de Santiago de Chile se encuentra la región del Maule, territorio con una gran geodiversidad cordillerana, siendo objeto de interés científico, particularmente en la comuna de San Clemente – 4.504 km² de superficie y 41.366 habitantes – por albergar importantes volcanes, que si bien, por más de 5 décadas han estado sin variaciones (o en alerta verde) representan un alto riesgo asociado (Descabezado Grande #19, Quizapu #10 según el Ranking de Riesgo Específico de la Red de Vigilancia Volcánica del SERNAGEOMIN).

A ellos contrasta la inestabilidad presente en el Complejo Volcánico Laguna del Maule (CVLdM, #27 Ranking de Riesgo Específico), lo que permite afirmar que se encuentra por sobre su línea base, siendo una de las tres Alertas Amarillas volcánicas en Chile durante el 2021. El acceso principal a esta comuna se da en dirección este por la Ruta pavimentada CH-115 o Paso Internacional Pehuenche, donde se recorre toda la Región hasta la frontera con la República de Argentina. Lo anterior hace a esta comuna un territorio clave, junto a otras 5 más (Romeral, Curicó, Colbún, Molina y Linares), para ser reconocidas como un Geoparque Mundial UNESCO.

Dada su naturaleza multiamenaza, la consolidación del proyecto Geoparque Pillanmapu (Fig. 1) permite desarrollar un modelo de gestión territorial que establece una línea base de acciones, consagrando el desarrollo de un modelo de gobernanza 'Ciencia-Sociedad', que integre a los actores clave tanto del sector público como privado, llegando a tomadores de decisiones a nivel local y regional, fomentando, así, la

resiliencia y sostenibilidad en los territorios de Montaña de la región.

Contexto Global

Chile se emplaza en un margen activo, en el Cinturón de Fuego del Pacífico; lo suficientemente largo y angosto para presentar ecosistemas montañosos como costeros, territorios áridos, semi-áridos y boscosos.

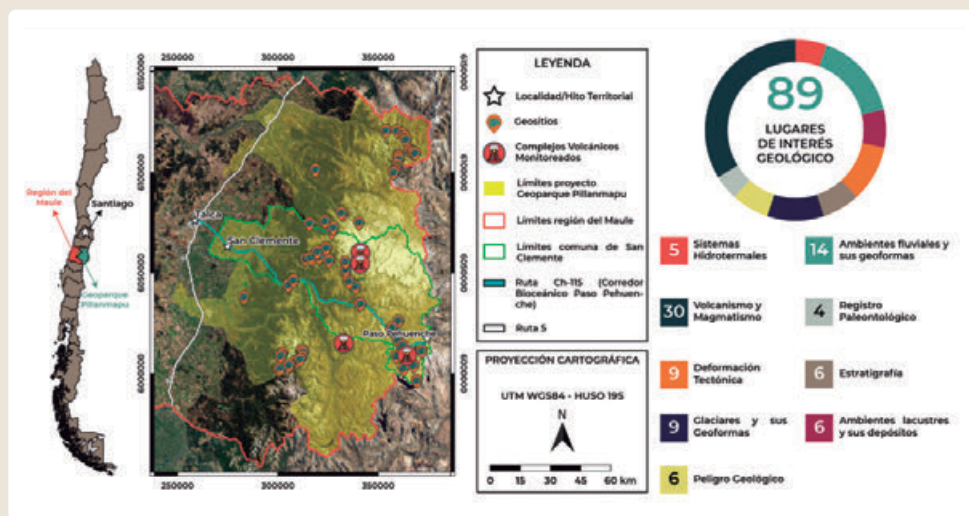
Es propenso a la desertificación, a la sequía, pérdida de biodiversidad y contaminación atmosférica, y con una alta susceptibilidad a desastres siconnaturales. Todas características que, conjugadas, ubican a Chile en el lugar 25 en índice de Riesgo Climático Global (Eckstein et al. 2021).

A esto se suma la inequívoca influencia antrópica durante, al menos, los últimos 170 años, lo que ha generado impactos irreversibles en nuestro planeta a escala humana (IPCC, 2022), dado que, la riqueza humana se basa en el uso y el consumo de los recursos naturales, y el continuo aumento de este hecho y de los impactos ambientales relacionados a ello pueden tener variados efectos negativos que conduzcan a crisis ecológicas y amenazas a la seguridad. Por ello, el uso y la gestión sostenible de los recursos naturales han cobrado protagonismo y han sido objeto de numerosos debates políticos a lo largo de décadas, empezando por la cumbre Medioambiente y Desarrollo en Río de Janeiro de 1992 (Moll et al., 2005).

El actual contexto de Crisis Ambiental Global refuerza la necesidad de acelerar estrategias de acción directa y eficaz, bajo una perspectiva territorial que permitan

desarrollar estrategias "Bottom up" cuestión que se viene planteando desde la Agenda Local 21 (Naciones Unidas, 1992). Estos principios fueron reafirmados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible - Rio+20 - celebrada en el 2012, poniendo en valor la acción local para generar cambios sostenidos y que se ajusten estrategias de gobernanza bajo una mirada sostenible.

Asimismo, instrumentos como el Marco de Acción de Hyogo y su sucesora, el Marco de Sendai, presentan entre sus prioridades de acción el fortalecer la Gobernanza de la Gestión del Riesgo del Desastres invirtiendo en ella para apuntar a una mayor resiliencia, todo suscrito además dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la mayoría de sus 169 metas.



► Fig. 1 Distribución de geosítios identificados y categorizados, y de complejos Volcánicos monitoreados, en la Comuna de San Clemente, Proyecto Geoparque Pillanmapu.

Contexto Local

Por una parte, la actividad geológica de los Andes del Maule trae consigo un registro de eventos volcánicos manifestado en su diversidad geológica (Geodiversidad), posicionando a sectores como el Paso Pehuenche como un modelo que da cuenta del riesgo de desastres en territorios de montaña. Mientras que, por otra parte, la Geodiversidad converge con otras dimensiones indisolubles para la gestión integrada del territorio, pues sustenta una biodiversidad considerada uno de los 25 Hotspot mundiales para los ecosistemas del clima mediterráneo (Andrasanu, 2006; Myers et al. 2000) y ha definido el estilo de vida de grupos humanos prehispánicos desde hace 8000 años que han utilizado los recursos geológicos como la obsidiana para la confección de herramientas (Duran et al., 2004).

Adicionalmente, y dada la virtud del Paso Pehuenche como un corredor binacional y que conecta el Pacífico con el Atlántico, se presenta una oportunidad de relevancia para quienes conforman el territorio, entre ellos quienes habitan la comuna de San Clemente. En este caso, la generación de conocimiento bajo un modelo de gobernanza Ciencia-Sociedad, en la cual se trabaje de manera coordinada con el Municipio y la comunidad, permite generar un modelo de gestión territorial desde una perspectiva sostenible que permita incidir en las políticas públicas a nivel local, desarrollando modelos funcionales y replicables a nivel regional y nacional (alineadas a la Agenda 2030).

Esta ruta tiene importantes implicancias para un desarrollo integrado de la comunidad, entregando ventajas comparativas para realizar investigación y desarrollo científico, permitiendo integrar distintas áreas del conocimiento, generando sentido de

pertenencia e identidad local, creando un relato que une ciencia, historia, cultura y tradición. Esto genera externalidades positivas en su entorno (spillovers), tales como el incremento en el capital humano, tecnológico y social, desarrollo de universidades y otros centros de investigación, intercambio de experiencias de transferencia tecnológica, creación de nuevos emprendimientos y desarrollo del turismo, entre otras (Aguilera y Larraín, 2016).

En consecuencia, la Comuna de San Clemente y en particular el Corredor Bioceánico Paso Pehuenche, constituye uno de los mejores modelos conocidos a nivel nacional para abordar la temática de desastres en territorios cordilleranos, al verse expuestos a amenazas posibles de encontrar tanto en el norte de Chile como en la zona sur. Esto, dota de versatilidad al territorio para ser abordado integralmente como un laboratorio natural de cualquier tipo (Aguilera y Larraín, 2018), con énfasis en desastres siconaturales, además de su vínculo con otras tipologías de laboratorios naturales.

Patrimonio Local

La complementariedad entre la variedad de elementos Geológicos presentes como registro de la evolución de la Tierra, la flora y fauna en el territorio, conforman el Patrimonio Natural de la Región del Maule. El patrimonio Geológico (Geopatrimonio) se constituye por un conjunto de lugares con elementos

geológicos de relevancia y valor especial, los cuales son vestigios clave para reconstruir el pasado, comprender el presente y predecir el futuro (Schilling et al., 2012), reconociendo un importante valor en el ámbito científico, educativo, turístico y/o cultural. Eluso del patrimonio geológico en conexión con los demás aspectos del patrimonio natural y cultural es considerado una herramienta fundamental para aumentar la comprensión de los principales conflictos que enfrenta la sociedad, como el aprovechamiento sostenible de los recursos, la mitigación de los efectos del cambio climático y la reducción del impacto de los desastres (UNESCO, 2017).

Ese cruce en el Patrimonio Natural, de ciencias biológicas y geológicas, se potencia al incorporar una mirada integral y con foco en la innovación, donde exista una coordinación de voces expertas, que sitúen la investigación más allá de la preservación entendiendo que esa diversidad pone al territorio en un escenario altamente vulnerable, considerando su condición multiamenaza (de peligros Geológicos, hidrometeorológicos o antrópicos), y el grado de exposición de quienes los habitan (sean humanos u otras especies). Estas voces expertas no pueden venir únicamente de las universidad y centros de investigación, deben surgir del mundo privado y también del mundo público, como el saber local de las y los habitantes del territorio para potenciar la transdisciplinariedad.



► Fig. 2 Geositio de las Mesetas escalonadas del Valle de los Cóndores, San Clemente, Región del Maule. Fotografía de Pablo Cifuentes. Proyecto Geoparque Pillanmapu.

Escenario Multiamenaza

Como principal amenaza en el territorio se reconoce la de Riesgo Volcánico, donde ha cobrado cierta popularidad durante los últimos años el Complejo Volcánico Laguna del Maule (CVLdM, #27 Ranking de Riesgo Específico), destacando por su singularidad, siendo un caso de estudio único en el mundo. Presenta más de 40 centros eruptivos (Hildreth et al. 2021), tanto monogenéticos como poligenéticos, registrando erupciones explosivas y efusivas (Contreras, 2020), llamando la atención de distintos centros de investigación a nivel nacional e internacional.

Adicionalmente el territorio se encuentra expuesto a diversos riesgos hidrometeorológicos (Remociones en Masa, Aluviones, Avalanchas de nieve, sequía entre otros) que lo hacen vulnerable a otras amenazas como incendios forestales. En consecuencia, gran parte del territorio a lo largo de la Ruta CH115 - Paso Internacional Pehuenche, y principal vía de evacuación, se ve expuesto a escenarios multiamenaza que requieren la comprensión de los procesos relacionados con el ciclo del riesgo en materia de prevención, respuesta, recuperación y mitigación (De la Llera et al. 2018 en Laboratorios Naturales para Chile de Aguilera y Larraín).

Esta ruta se ha consolidado en los últimos años como un nodo de articulación y destino turístico emergente a nivel regional, lo que se evidencia en las 156.992 personas que atravesaron por el Paso Fronterizo Pehuenche (Salinas, 2017) y en los 85.996 visitantes que subieron al sector Lo Aguirre en temporada invernal de 2019 (Gobernación de Talca, 2019). No obstante, el territorio carece de infraestructura e información que permita el desarrollo de un turismo seguro y sostenible, pese a contar con un recurso turístico y patrimonial con potencial de posicionar el turismo maulino ante mercados nacionales e internacionales. Este diagnóstico se condice con la "Estrategia Regional de Innovación" (Gobierno Regional del Maule, 2021) y la "Política Pública de Turismo de la Región del Maule" (Gobierno Regional del Maule, 2020), los que establecen al turismo de montaña, y con ello al Paso Pehuenche, como ejes estratégicos de desarrollo y competitividad regional.

El paso Pehuenche como Laboratorio Natural

Laboratorios Naturales 'Tipo I' de la ruta Ch-115, Corredor Bioceánico Paso Pehuenche

Las condiciones geográficas de altas pendientes, la ubicación en una zona amenazada por 4 de los 45 volcanes considerados actualmente monitoreados a nivel nacional y la susceptibilidad a crisis hídrica ante el cambio climático en la cuenca de mayor productividad agrícola e hidroeléctrica a nivel regional hacen de la ruta al Paso Internacional Pehuenche un caso de estudio relevante de fomentar dada su capacidad de impulsar investigación aplicada y transdisciplinar, potenciando la generación de nuevas vertientes disciplinares.



► Fig. 3 Cráter Volcán Quizapu., San Clemente, Región del Maule. Fotografía de Nicolas Mendoza. Proyecto Geoparque Pillanmapu.

Uno de los riesgos de desastres más relevantes en los últimos años ha sido el riesgo volcánico asociado al CVLdM, y que ha atraído a cientos de investigadores de todo el mundo para comprender las implicancias de un ícono mundial dada su singularidad. Otro ícono de la ruta Ch-115 corresponde al Volcán Quizapu (Fig. 3) ubicado en el límite de la Precordillera con la Cordillera Andina, el cual generó la erupción efusiva más voluminosa de Chile durante el siglo XIX, y la erupción más violenta de Chile durante el siglo XX, siendo la quinta más explosiva a nivel mundial para el mismo siglo (Hildreth y Drake, 1992). La erupción del Quizapu de 1932 generó un impacto ambiental, social y económico catastrófico al cubrir más de 90.000 ha de

material volcánico, generando la muerte de la flora y fauna silvestre y de miles de vacunos y caprinos en Argentina.

Por otra parte, estos procesos volcánicos se encuentran estrechamente ligados a otros laboratorios naturales (Aguilera y Larraín, 2018), siendo el de las energías renovables ligado a la producción hidroeléctrica la más importante. La cuenca del Maule posee la mayor producción de energía hidroeléctrica del país a través de sus 11 centrales, convirtiendo al río Maule en una de las cuencas más intervenidas a nivel nacional en número de centrales de embalse y pasada (Carrasco, 2019). Desafortunadamente, el riesgo de crisis climática amenaza directamente la sostenibilidad de este tipo de energía, mientras que las centrales hidroeléctricas Los Cóndores, Río Colorado y Cipreses se encuentran dentro de los polígonos amenazados por el riesgo volcánico (IDE, 2021).

Laboratorios Naturales 'Tipo II' de la ruta Ch-115, Corredor Bioceánico Paso Pehuenche

La resiliencia en territorios de montaña exige desafíos mayores considerando la exposición multiamenaza (de peligros Geológicos, hidrometeorológicos o antrópicos), y el grado de exposición de quienes los habitan (sean humanos u otras especies). En este contexto, no solo basta con perseguir la captación de una masa crítica de investigadores y emprendedores que generen impacto internacional (De la Llera et al. 2018), sino que se deben destinar esfuerzos a la captación de una masa crítica de expertos que puedan desarrollar de manera transdisciplinar, investigación aplicada a la reducción del riesgo de desastres. Un aspecto relevante para considerar es que la transdisciplinariedad en el campo de la gestión de desastres posee la particularidad de exigir la participación de actores públicos y privados, y sobre todo las comunidades locales, pues son estas las que se ven afectadas por los eventos.

El cruce disciplinar que impulsa la temática de desastres permite a su vez constituir un catalizador del perfeccionamiento de nuevas áreas de investigación. Un ejemplo de aquello es el vínculo entre elementos del patrimonio geológico con el arqueológico, donde las canteras de obsidiana de la Laguna del Maule dan cuenta que, si bien el complejo volcánico constituye

un elemento de riesgo, este ha sido utilizado desde épocas prehispánicas para el desarrollo de herramientas, cruzándose así con el Laboratorio Natural del Poblamiento de América propuesto por Aguilera y Larraín. Otro ejemplo para destacar es el vínculo con la producción hidroeléctrica en la cuenca del Maule, la cual posee 11 centrales en el área de intervención de la presente iniciativa (Carrasco, 2019), pero 4 de estas se encuentran amenazadas por riesgo volcánico y la totalidad por el riesgo climático que amenaza la productividad. De esta manera, la temática de Desastres presenta puntos de interrelación con las Energías Renovables, otro laboratorio natural propuesto (Aguilera y Larraín, 2018); lo cual cobra relevancia en un contexto de cambio climático en el cual se busca avanzar hacia el desarrollo sostenible en línea con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Laboratorios Naturales 'Tipo III' de la ruta Ch-115, Corredor Bioceánico Paso Pehuenche

Dada la virtud del Paso Pehuenche de ser un corredor bioceánico que conecta la región del Maule (Chile) con la provincia de Malargüe (Argentina), la ruta CH- 115 constituye el principal nodo articulador y polo de desarrollo económico regional. Esta ruta, y la cuenca del río Maule en sus porciones cordilleranas, sustentan una de las mayores fuentes de producción hidroeléctrica a nivel nacional a través de las 11 centrales de embalse y pasada (Carrasco, 2019). Por otra parte, de este río y la mantención de los embalses cordilleranos, accesibles gracias a la ruta Pehuenche, dependen 190.000 ha de riego para el sector agrícola, principal motor de desarrollo regional (Palma, 2018). Adicionalmente, en los últimos años el sector ha evidenciado un incremento acelerado de la actividad turística, la cual acude al sector por su entorno natural

vinculado al recurso hídrico y nival, alcanzando un total de 156.992 visitantes que accedieron por la ruta Ch-115 a través del Paso Fronterizo Pehuenche en 2016 (Salinas, 2017) y 85.996 visitantes que subieron al sector Lo Aguirre en temporada invernal de 2019 (Gobernación de Talca, 2019).

No obstante, la ruta CH-115 presenta diversos escenarios multi-amenaza por los desastres previamente mencionados, amenazando el modo de vida de una región. En este contexto, la presente

iniciativa busca proponer e implementar estrategias de socialización de los desastres a través de hitos

patrimoniales validados de manera participativa, avanzando así hacia sociedades resilientes.

COMENTARIOS FINALES

La Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (CREDEN) define la Resiliencia como las "capacidades de un sistema, persona, comunidad o país expuestos a una amenaza de origen natural, para anticiparse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, para lograr la preservación, restauración y mejoramiento de sus estructuras, funciones básicas e identidad". En consecuencia, es necesario incorporar el I+D+i+e en el desarrollo de capacidades tanto técnicas como científicas comprendiendo así los desastres siconaturales en su contexto general, junto a la académica, el sector público y el sector privado. Pero para lograr que se consagre una estrategia

contundente deben involucrarse los diversos organismos de la Sociedad Civil como las diversas comunidades que habitan el territorio, permitiendo, así, anticiparse y recuperarse ante diversos eventos.

Es por tal motivo que las estrategias de Gobernanza a nivel local deben ser bajo un carácter transdisciplinar, que permita la evaluación del impacto desde un esfuerzo colectivo de todas aquellas personas involucradas con el territorio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Municipalidad de San Clemente y al Departamento de Gestión Ambiental Local del Ministerio del Medioambiente.

REFERENCIAS

- ▶ Aguilera, J. M. & Larraín, F. (Eds.). (2018). Laboratorios Naturales para Chile: Ciencia e innovación con ventaja (1st ed.). Ediciones UC. <https://doi.org/10.2307/j.ctv14rmr8>
- ▶ Andrasanu, A. (2006). Basic concepts in geoconservation. In Z. Csiki (Ed.), Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments – Tributes to the career of Dan Grigorescu. ED. Ars Docendi, p. 37-41
- ▶ Armesto, J. J.; Rozzi, R.; Smith-Ramirez, C. & Arroyo, M. T. (1998). Conservation targets in South American temperate forests.
- ▶ Contreras Hidalgo, C. (Author). (2020). Silicic Eruptive Transitions of Laguna del Maule
- ▶ De la Llera, J. C.; Rivera, F.; Gil, M. & Schwarzhaupt, Ú. (2018). Un gran laboratorio de resiliencia frente a desastres. En J.M. Aguilera y F. Larraín (Eds.), Laboratorios naturales para Chile, ciencia e innovación con ventaja. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- ▶ Duran, V.; Giesso, M.; Glascock, M.; Nerme, G.; Gil, A.; & Sanhueza, L. (2004). Estudio de fuentes de aprovisionamiento y redes de distribución de obsidiana durante el Holoceno Tardío en el sur de Mendoza (Argentina). Estudios Atacameños (28), pp. 25-43.
- ▶ Eckstein, D.; Künzle, V. & Schäfer, L. (2021). GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2021.

- ▶ Gobernación de Talca (2019). Noticia: Más de 85 mil personas disfrutaron de la nieve en sector Lo Aguirre en vacaciones de invierno. Gobernación de Talca: Talca, Chile. Noticia disponible en : <http://www.gobernaciontalca.gov.cl/noticias/mas-de-85-mil-personas-disfrutaron-de-la-nieve-en-sector-lo-aguirre-en-vacaciones-de-invierno/>
- ▶ Gobierno Regional del Maule (2020). Política Pública de Turismo de la Región del Maule 2020. Gobierno Regional del Maule, Talca, Chile. Disponible en: <https://www.goremaule.cl/goremauleVII/wp-content/uploads/2021/05/Informe-Final-Politica-Publica-de-Turismo-Region-del-Maule.pdf>
- ▶ Gobierno Regional del Maule (2021). Política Pública de Turismo de la Región del Maule 2020. Gobierno Regional del Maule, Talca, Chile. Disponible en: <https://www.goremaule.cl/goremauleVII/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Regional-de-Innovacion.pdf>
- ▶ Hildreth, Wes. (2021). Comparative Rhyolite Systems: Inferences from Vent Patterns and Eruptive Episodicities: Eastern California and Laguna del Maule. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 126. 10.1029/2020JB020879.
- ▶ Hildreth, W. & Godoy, Estanislao & Fierstein, J. & Singer, Brad. (2010). Laguna del Maule Volcanic and Eruptive history of a Quaternary basalt-to-rhyolite distributed volcanic field on the Andean range crest in central Chile. *Boletín Servicio Nacional de Geología y Minería*. 63.
- ▶ Hildreth, W., & Drake, R. E. (1992). Volcán Quizapu, Chilean Andes. *Bulletin of Volcanology*, 54(2), 93-125. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00278002>
- ▶ IPCC, (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- ▶ Moll, S.; Skovgaard, M.; & Schepelmann, P. (2005). Sustainable use and management of natural resources.
- ▶ Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- ▶ NACIONES UNIDAS. Agenda 21: Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y Desarrollo, Rio de Janeiro, 3- 14 junio, 1992. NACIONES UNIDAS.
- ▶ Palma, M. (2018). Propuesta de modificación convenio de operación embalse Laguna del Maule y sus efectos sobre los recursos disponibles para riego y generación hidroeléctrica [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- ▶ Salinas (27-30 de junio de 2017). Avances en paso pehuenche y desafíos futuros [Sesión de conferencia]. Conferencia Internacional Sobre Vialidad Invernal, Mendoza, Argentina.
- ▶ Schilling, M.; Toro, K.; Contreras, P.; Levy, C.; & Moreno, H. (2012). Geoparque Kütralcura: Patrimoniogeológico para el desarrollo sustentable de la Región de la Araucanía. In Congreso Geológico de Chile No 13, Actas, T-10, Geopatrimonio: 893-895.
- ▶ UNESCO (2017). Los Geoparques Mundiales de la UNESCO: Celebrando el patrimonio de la Tierra, sosteniendo las comunidades locales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Oficina de París, Francia. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243650_spa