



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

**“PROPUESTAS PARA LA GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO GEOTURÍSTICO
DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA COMUNA DE SAN JOSÉ DE MAIPO,
REGIÓN METROPOLITANA, CHILE”**

Memoria para optar al título de Geógrafo

CRISTÓBAL ALEJANDRO ESTAY DASKAM

Profesora Guía: Joselyn Arriagada González

SANTIAGO – CHILE

2023

AGRADECIMIENTOS

El proceso de escritura de esta memoria ha sido tan largo que me tomaría un montón de páginas agradecer a cada persona que de alguna u otra forma fue parte de él. Por eso este primer párrafo es para todas y todos quienes, sin necesidad de nombrarlos, fueron parte importante de mi vida durante estos últimos movidos y exóticos años.

Entrando a los nombres, siempre en primer lugar voy a agradecer a mi familia, que juntos o dispersos nos entregamos el apoyo que podemos y necesitamos. Sobre todo a mi mamá Carmen, por ser el pilar fundamental, pero también a mis hermanas Natalia y Emi, mis hermanos Jorge y Camilo, mis sobrinos y sobrinas Zarita, Gabo, Popita, Domi y el o la que viene en camino... Todos ustedes son el soporte básico de mi vida y espero que lo sigan siendo, como también yo para ustedes. Mención especial a mi hermano Camilo, compañero de disciplina, de trabajo, de viajes intercontinentales, dupla del voley y compañero de vida. Gracias a tu apoyo durante toda la carrera y a los infinitos “¿cómo va la tesis?” es que hoy por fin estoy escribiendo esta última página.

También agradezco a mis amigos y hermanos de la vida Jero y Anthony, con quienes desde los primeros años de carrera nos acompañamos en las jornadas de estudio, y desde mucho antes en la vida cajonina. Aquí también incluyo a la amiga Kass, recientemente incorporada pero que seguro llegó para quedarse. Aguante la Tetrarquía. Agradecimientos también para Pili, Marisol y Camila que siempre me abrieron sus puertas cuando fue necesario.

Se repiten algunos nombres, pero no puedo dejar de agradecer al equipo de Fundeso: Camilo, Anthony, Marcos y también Jorge, con quienes durante años trabajamos codo a codo y construimos el hermoso proyecto que es el origen de esta memoria. Junto a ustedes conocí realmente el Cajón del Maipo, territorio en el que todos nacimos y nos criamos, y junto a ustedes me interesé profundamente por el tema que trato en este trabajo.

Por último y muy importante, muchas gracias a la profesora Joselyn Arriagada, que a pesar de no conocerme aceptó ser la profesora guía de esta memoria. Muchas gracias por la paciencia, por aguantar las demoras y por todo el apoyo entregado en el proceso.

¡Gracias a todos y todas finalmente se pudo!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	8
1. CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN	9
1.1 INTRODUCCIÓN	9
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3 ÁREA DE ESTUDIO Y ANTECEDENTES GENERALES	12
1.3.1 Características físicas generales y recursos hídricos:.....	14
1.3.2 Contexto y descripción geológica:	14
1.3.3 Características climáticas:	16
1.3.4. Biodiversidad, flora y fauna:	16
1.3.5. Contexto turístico:	19
1.4 OBJETIVOS	21
1.4.1 Objetivo general:	21
1.4.2 Objetivos específicos:	21
2. CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL	22
2.1 GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO:	22
2.1.1 Geodiversidad, origen del concepto y definiciones:	22
2.1.2. Estudio y valorización de la geodiversidad:.....	23
2.1.3. Patrimonio geológico, origen del concepto y definiciones:	23
2.1.4. Relaciones entre geodiversidad y patrimonio geológico:	24
2.2 GEOCONSERVACIÓN E INVENTARIOS DE GEOSITIOS.....	25
2.2.1 Geoconservación: origen del concepto, escalas de comprensión y definiciones: 25	
2.2.2 Geositios e inventarios de geositios:	26
2.3. GEOPARQUES MUNDIALES DE LA UNESCO Y RED MUNDIAL:	27
2.3.1 Los Geoparques según la UNESCO y la Red Mundial de Geoparques:.....	27
2.3.2. Aspectos fundamentales en un Geoparque Mundial de la UNESCO:	28
2.4 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:	29
2.5 ANTECEDENTES NACIONALES	32
2.5.1 Protección legal y áreas protegidas:	33

3. CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	34
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO:	34
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Caracterización del inventario de geositos de la comuna de San José de Maipo.....	35
3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Propuesta de categorías y recomendaciones generales de gestión para los geositos inventariados.....	35
3.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Identificación de geositos con mayor potencial geoturístico; medidas para su gestión y aprovechamiento sostenible.....	38
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS	40
4.1 CARACTERIZACIÓN ESPACIAL Y CUANTITATIVA DEL INVENTARIO DE GEOSITOS DE LA COMUNA DE SAN JOSÉ DE MAIPO.....	40
4.1.1 Análisis de distribución geográfica:	40
4.1.2 Análisis de áreas temáticas:.....	43
4.1.3 Análisis de categoría Valor Científico (V.C.):.....	44
4.1.4 Análisis de categoría Potencial Educativo (P.E.):.....	47
4.1.5 Análisis de categoría Potencial Turístico (P.T.):.....	50
4.1.6 Análisis de categoría Riesgo de Degradación (R.D.):.....	53
4.2 PROPUESTA DE CATEGORÍAS Y RECOMENDACIONES GENERALES DE GESTIÓN PARA LOS GEOSITOS INVENTARIADOS	56
4.2.1. Definición de categorías de gestión:	56
4.2.2. Recomendaciones generales de gestión:	63
4.3 PROPUESTA DE GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE PARA GEOSITOS CON ALTO POTENCIAL GEOTURÍSTICO	69
4.3.1 Selección de Geositos de Interés Turístico:	69
4.3.2. Propuesta de Red de Geositos y Zonas de Interés Geoturístico:.....	72
5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	83
5.1 DISCUSIÓN	83
5.2 CONCLUSIONES	88
VI. BIBLIOGRAFÍA	91
VII. ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio -----	13
Figura 2. Mapa geológico general del área de estudio-----	15
Figura 3. Síntesis del flujo metodológico de esta investigación.-----	34
Figura 4. Flujo metodológico del objetivo específico N° 2. -----	36
Figura 5. Cantidad de geositos inventariados por zona geográfica.-----	41
Figura 6. Mapa de geositos según áreas temáticas y zonas geográficas.-----	42
Figura 7. Cantidad de geositos inventariados según áreas temáticas de interés geológico.-----	43
Figura 8. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Valor Científico.-----	44
Figura 9. Distribución gráfica de geositos por rango de puntaje. Categoría Valor Científico.-----	45
Figura 10. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Valor Científico.-----	46
Figura 11. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Potencial Educativo.-----	47
Figura 12. Distribución gráfica de geositos por rango de puntaje. Categoría Potencial Educativo.-----	48
Figura 13. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Potencial Educativo.--	49
Figura 14. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Potencial Turístico.-----	50
Figura 15. Distribución de geositos por rango de puntaje. Categoría Potencial Turístico.-----	51
Figura 16. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Potencial Turístico.-----	52
Figura 17. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Riesgo de Degradación.-----	53
Figura 18. Distribución gráfica de geositos por rango de puntaje. Cat. Riesgo de Degradación.-----	54
Figura 19. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Riesgo de Degradación.-----	55
Figura 20. Cantidad de geositos con puntaje destacado en cada categoría de evaluación.-----	56
Figura 21. Mapa de geositos inventariados según Categoría Prioritaria de Gestión.-----	61
Figura 22. Mapa de geositos inventariados según categoría complementaria de gestión.-----	62
Figura 23. Mapa de Geositos de Interés Turístico según categorías de gestión.-----	71
Figura 24. Mapa de zonas de concentración de Geositos de Interés Turístico.-----	73
Figura 25. Propuesta de Red de Geositos y Zonas de Interés Geoturístico-----	75
Figura 26. Geositos “Anticlinal del Maipo” y “Vuelta del Padre”-----	76
Figura 27. Geositos “Distrito Minero El Volcán” y “Puente El Cristo”-----	77
Figura 28. Geositos “Volcán San José” y “Estratos Marinos de Lo Valdés”-----	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de expertos nacionales encuestados.....	37
Tabla 2. Listado de expertos internacionales encuestados	38
Tabla 3. Zonas geográficas y superficies de extensión.	40
Tabla 4. Puntaje promedio de categoría Valor Científico por zonas geográficas.	44
Tabla 5. Geositorios mejor evaluados en categoría Valor Científico.	45
Tabla 6. Puntaje promedio de categoría Potencial Educativo por zonas geográficas.	47
Tabla 7. Geositorios mejor evaluados en categoría Potencial Educativo.	48
Tabla 8. Puntaje promedio de categoría Potencial Turístico por zonas geográficas.	50
Tabla 9. Geositorios mejor evaluados en categoría Potencial Turístico.....	51
Tabla 10. Puntaje promedio de categoría Riesgo de Degradación por zonas geográficas. ..	53
Tabla 11. Geositorios con evaluaciones negativas en categoría Riesgo de Degradación.....	54
Tabla 12. Matriz de identificación de puntajes destacados. Ejemplo “Valle del Río Maipo Z.B”.	57
Tabla 13. Matriz de identificación de Objetivos Generales de Gestión.	58
Tabla 14. Cantidad de geositorios por Categoría de Gestión.	59
Tabla 15. Geositorios inventariados según zona geográfica y categorías de gestión propuestas.	60
Tabla 16. Recomendaciones de gestión para geositorios en categoría “Desarrollo Científico”	63
Tabla 17. Recomendaciones de gestión para geositorios en categoría “Conservación”	64
Tabla 18. Recomendaciones de gestión para categoría “Desarrollo Científico y Conservación”	65
Tabla 19. Recomendaciones de gestión para categoría “Geoturismo y Educación”	66
Tabla 20. Recomendaciones para categorías “Desarrollo Geoturístico” y “Turismo de Excursión”	68
Tabla 21. Cantidad de Geositorios de Interés Turístico por categoría de gestión.	69
Tabla 22. Geositorios de Interés Turístico según zona geográfica y categorías de gestión.....	70
Tabla 23. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 1 – “Bosques y Estratos” ...	76
Tabla 24. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 2 – “Tres Valles”	77
Tabla 25. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 3 – “Placas y Fósiles”	78
Tabla 26. Descripción de Geositorios de Interés Geoturístico individuales (1)	79
Tabla 27. Descripción de Geositorios de Interés Geoturístico individuales (2)	80
Tabla 28. Descripción de Geositorios de Interés Geoturístico individuales (3)	81
Tabla 29. Recomendaciones específicas para gestión de las Zonas de Interés Geoturístico.	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resumen de metodología utilizada para el desarrollo del inventario de geositios de la comuna de San José de Maipo.....	98
Anexo 2. Libro “Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geositios del Cajón del Maipo, La Capital Geológica de Chile”. Este libro, lanzado en el año 2019, es una representación gráfica del inventario de geositios de la comuna de San José de Maipo.....	100
Anexo 3. Encuesta digital aplicada a expertos nacionales e internacionales en estudio y gestión del patrimonio geológico	101
Anexo 4. Publicaciones oficiales de trabajos asociados al inventario de geositios de la comuna de San José de Maipo, con participación del autor de esta memoria de título.	102

RESUMEN

Esta investigación toma como área de estudio la comuna de San José de Maipo, la más extensa de la Región Metropolitana de Santiago. Es un territorio con un patrimonio geológico de alto valor científico, educativo y turístico, el cual ha sido parte importante del desarrollo turístico de la comuna durante las últimas décadas. Sin embargo, este patrimonio ha sido escasamente considerado en la gestión del territorio, encontrándose actualmente en un estado de vulnerabilidad frente a distintos tipos de amenazas.

El objetivo general de este trabajo es proponer medidas para que este patrimonio geológico sea gestionado y aprovechado de manera sostenible, principalmente a través del geoturismo. Para esto se utiliza como principal fuente de información el inventario de geositorios de la comuna. La metodología fue desarrollada mediante un enfoque mixto, incluyendo caracterizaciones cuantitativas, revisión bibliográfica, encuestas abiertas a expertos, y análisis espaciales mediante sistema de información geográfica *ArcGIS Pro 2.5*.

Se obtuvo un diagnóstico del patrimonio geológico del área de estudio, se definieron seis categorías de gestión que agrupan a los geositorios según sus particularidades, y en base a lo manifestado por expertos encuestados se definieron medidas generales para su gestión. Además, se generó una red de geositorios y zonas de interés geoturístico que se propone como foco para futuras acciones de gestión asociadas al desarrollo turístico de la comuna.

En conclusión, los inventarios de geositorios y su análisis son herramientas de gran utilidad para el diagnóstico y gestión efectiva del patrimonio geológico, y representan una oportunidad para fomentar el desarrollo sostenible de los territorios. En este sentido, la Geografía como disciplina tiene mucho por aportar.

Palabras clave: patrimonio geológico, inventario de geositorios, gestión territorial, geoturismo.

1. CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La sociedad moderna ha tendido a observar el medio natural desde un punto de vista marcadamente antropocéntrico, siendo pocas veces considerado como un patrimonio natural que debe ser reconocido y conservado para próximas generaciones. En este sentido, una importante problemática actual es la baja consideración del patrimonio natural en la planificación y gestión del territorio lo que es especialmente evidente cuando se trata de aspectos abióticos, siendo postergados frente a elementos de la biodiversidad y el patrimonio cultural (Dpto. Medio Ambiente Gobierno Vasco, 2014). En respuesta, desde la década de 1990 han surgido iniciativas y conceptos que han relevado la importancia del mundo abiótico en el funcionamiento del planeta, y por lo tanto, de la sociedad, siendo los conceptos de geodiversidad y patrimonio geológico, como también la iniciativa de los Geoparques Mundiales de la UNESCO algunas de las más relevantes. Así, distintos países de Europa y Asia han logrado posicionar esta temática en las investigaciones y gestión territorial, pero en América Latina y en Chile su desarrollo aun es incipiente (Mourgues et al., 2016). Si bien durante las últimas décadas han existido importantes avances en el área, son muy pocos los trabajos orientados hacia la planificación y gestión de estos elementos como parte fundamental de los territorios (Moura et al. 2021).

En la comuna de San José de Maipo la situación no es distinta. A pesar de encontrarse en plena Cordillera de los Andes y contar con características geológicas notables, estos elementos han sido escasamente gestionados. En esta zona el tema se hace especialmente relevante, ya que existe un gran flujo turístico que tiene por principal motivación las características naturales del entorno, y además se presentan importantes amenazas e impactos sobre los ecosistemas y patrimonio en general, generados principalmente por la minería y la producción de energía hidroeléctrica. En este contexto, surge la necesidad de considerar la geodiversidad y el patrimonio geológico como elementos fundamentales del territorio, y por lo tanto, de incluirlos en su planificación y gestión, teniendo en cuenta que son parte importante de los ecosistemas y que además representan buenas oportunidades para el desarrollo sostenible de los habitantes locales (Urresty et al. 2015).

En este contexto, esta memoria de título tiene por objetivo avanzar hacia la correcta y activa gestión de la geodiversidad y patrimonio geológico del área de estudio, tomando como base el inventario de geositos realizado el año 2018. Con esa información se plantea un proceso metodológico con distintas etapas que consisten en: un análisis espacial y cuantitativo del inventario; la definición de categorías y recomendaciones para la gestión de cada uno de ellos; y una posterior propuesta orientada a la gestión de los geositos que destacan por sus atributos turísticos. Por último, este trabajo está compuesto por cinco capítulos: Capítulo I de presentación, Capítulo II de marco teórico y antecedentes, Capítulo III de planteamiento metodológico, Capítulo IV de resultados y Capítulo V de discusión y conclusiones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Especialmente durante los últimos siglos, la sociedad moderna ha tendido a observar el medio natural desde un punto de vista antropocéntrico, entendiéndolo como una simple fuente de recursos a ser aprovechados para avanzar hacia el desarrollo. Pocas veces estos han sido comprendidos como partes de un patrimonio natural que merece y necesita ser reconocido, valorado y protegido, siendo ésta una de las razones por las que hoy en día existe un constante escenario de sobreexplotación y degradación de los ecosistemas más importantes del planeta.

En este sentido, los elementos no explotables del entorno natural han sido y siguen siendo escasamente considerados en todo tipo de planificación y gestión de los territorios, situación especialmente patente cuando se trata de aspectos abióticos, ya que han sido postergados frente a otros que a primera vista parecen de mayor importancia, como es el caso de la biodiversidad y del patrimonio cultural. Esta situación se encuentra evidenciada a nivel teórico y práctico en todo el mundo, donde los conceptos, reconocimientos, normativas y protección *in situ* de la biodiversidad y patrimonio cultural se encuentran ampliamente desarrollados; mientras que la presencia del mundo abiótico en instrumentos de planificación territorial o en normativas asociadas a la gestión y protección de los territorios es muy escasa (Dpto. de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, 2014). Un ejemplo muy claro es la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, adoptada en el año 1972 por la Conferencia General de la UNESCO. Esta convención tiene una Lista de Patrimonio Mundial que al año 2021 contaba con 1.154 sitios distribuidos en 167 países del mundo, de los cuales solo el 19% son de interés natural; y de ellos, una mínima porción corresponde a sitios de interés geológico, es decir, abióticos (UNESCO, 2021).

En este contexto, desde la década de 1990 comenzaron a surgir distintas iniciativas y conceptos que relevaron la importancia del mundo abiótico en el funcionamiento del planeta, y por lo tanto, de la sociedad. Así, en el año 1991 se marcó un hito con la celebración del “Primer Congreso Internacional para la Conservación del Patrimonio Geológico” en Francia; desde el cual se emanó la “Declaración Internacional sobre los Derechos de la Memoria de la Tierra”, donde más de 100 especialistas de todo el mundo manifestaron la urgente necesidad de *“proteger el patrimonio natural y el ambiente físico, porque el pasado de la Tierra no es menos importante que el pasado del hombre”* (Declaración de Digne, 1991).

Desde aquel momento han surgido distintas visiones sobre esta temática, como es el caso de los conceptos de geodiversidad y patrimonio geológico, muy importantes para la consolidación de esta idea. El término geodiversidad se refiere a la diversidad natural de características geológicas y geomorfológicas presentes en un territorio; incluyendo sus propiedades, relaciones y sistemas (Gray, 2004). En ello se incluyen rocas, minerales, fósiles, formas del relieve, formaciones geológicas, paisajes, entre otras, que son el producto y registro de la evolución de la Tierra (Carcavilla et al., 2014). Por otro lado, el patrimonio geológico se trata de aquellos componentes de la geodiversidad que destacan por su valor

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

científico, educativo, estético y/o cultural; y que además poseen cualidades que permiten estudiar e interpretar la evolución del planeta Tierra y los procesos que la han modelado. Además, estos elementos suelen representar importantes oportunidades para el desarrollo económico sostenible de los territorios, por ejemplo, a través del turismo (Dixon, 1996, en Brocx y Semeniuk, 2007; Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad de España, en Carcavilla et al., 2014). El estudio de estos conceptos y sus implicancias figura entre las áreas de investigación más recientemente incorporadas al ámbito de las ciencias de la Tierra, y también de la planificación territorial (Carcavilla et al., 2014).

Actualmente, a nivel internacional la geodiversidad y patrimonio geológico carecen de una legislación que regule su gestión o conservación de forma explícita. Sin embargo, existen distintos reconocimientos y organismos internacionales que abordan la temática (Depto. de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco, 2014). Este es el caso de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico, la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y especialmente la Red Mundial de Geoparques, creada en el año 2004 con el apoyo de UNESCO y actualmente compuesta por 177 Geoparques distribuidos en 46 países del mundo (UNESCO, 2022). Esta figura destaca por orientarse directamente hacia el aprovechamiento de la geodiversidad y patrimonio geológico para el desarrollo de iniciativas de investigación, conservación, educación y desarrollo económico sostenible a nivel local (Brilha, 2012).

De esta manera, en distintos países de Europa y Asia esta temática ha logrado posicionarse en términos de investigaciones y gestión territorial, pero en América Latina su desarrollo aun es incipiente (Mourgues et al., 2016). Esta región cuenta con ocho Geoparques Mundiales de la UNESCO oficialmente reconocidos, decenas de proyectos que trabajan para alcanzar aquel reconocimiento, y diversas iniciativas que desde distintos ámbitos apuntan a la puesta en valor de estos elementos; sin embargo, los conceptos, métodos de investigación y posibles medidas de gestión son poco conocidas, y por tanto, raramente utilizadas.

En el caso de Chile, los expertos han reconocido y demostrado que existe una amplia geodiversidad y patrimonio geológico, de gran interés para la ciencia y con buen potencial para el impulso sostenible de las economías a nivel local (Hervé et al., 2012). En la última década se han logrado considerables avances en su estudio, principalmente a través de inventarios que han registrado cientos de sitios de interés geológico o geositios de diversas características, con distintos potenciales de uso y estados de protección (Schilling et al., 2015). Asimismo, en el año 2019 fue reconocido el primer geoparque del país, el Geoparque Mundial de la UNESCO Kütralkura en la región de la Araucanía, además de varios proyectos que trabajan para obtener aquel reconocimiento. Lamentablemente, a pesar de los avances logrados, son muy pocos los trabajos que utilizan esa información como base para generar propuestas e insumos orientados a la planificación y gestión de los territorios (Ruchkys et al. 2017 en Moura et al. 2021). Al mismo tiempo, en Chile la planificación no considera la

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

geodiversidad y patrimonio geológico como parte integral de los territorios, por lo que no existen mecanismos para su gestión y conservación. De hecho, estos conceptos no están reconocidos en el marco normativo existente, a diferencia de lo que sucede con la biodiversidad y el patrimonio cultural (Urresty et al. 2015).

En la comuna de San José de Maipo la situación no es distinta, ya que a pesar de encontrarse en pleno contexto de montaña y contar con características geológicas notables, estas han sido escasamente consideradas en el manejo del territorio. Esto considerando que en el área de estudio la temática se hace especialmente relevante por dos principales razones. Primero, porque durante las últimas décadas esta zona ha experimentado un acelerado crecimiento turístico, motivado principalmente por las características del entorno natural. No obstante, esta actividad ha contado con muy pocas medidas concretas para su correcto desarrollo, dándose comúnmente actividades turísticas sin regulación que ponen en riesgo la seguridad de los visitantes, la integridad del medio natural y el bienestar de los habitantes locales. Segundo, porque en esta comuna existen amenazas reales y potenciales sobre el patrimonio geológico y patrimonio en general, dadas principalmente por la producción minera e hidroeléctrica. El Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo y el Proyecto de Exploración Minera Escalones III son algunos de los más representativos y de mayor impacto.

Con lo anterior en cuenta, durante el año 2018 y en el marco del proyecto que busca que la comuna sea reconocida como un Geoparque Mundial de la UNESCO, se realizó un estudio de identificación y caracterización del patrimonio geológico local (Vergara et al. 2019) (Ver Anexo 1). Ese trabajo dio como resultado un inventario de 40 geositos distribuidos en distintos sectores del área de estudio, cada uno con evaluaciones cuantitativas basadas en metodologías utilizadas a nivel internacional, siendo la más relevante la de Brilha (2016). Con dicho trabajo se terminó de demostrar que el área de estudio posee una amplia geodiversidad, un importante patrimonio geológico y diversos geositos que permiten su estudio e interpretación en terreno.

En este contexto, esta memoria de título busca avanzar hacia la inclusión de la geodiversidad y el patrimonio geológico en la gestión del patrimonio natural de la comuna de San José de Maipo, y especialmente en acciones orientadas al desarrollo turístico sostenible del territorio.

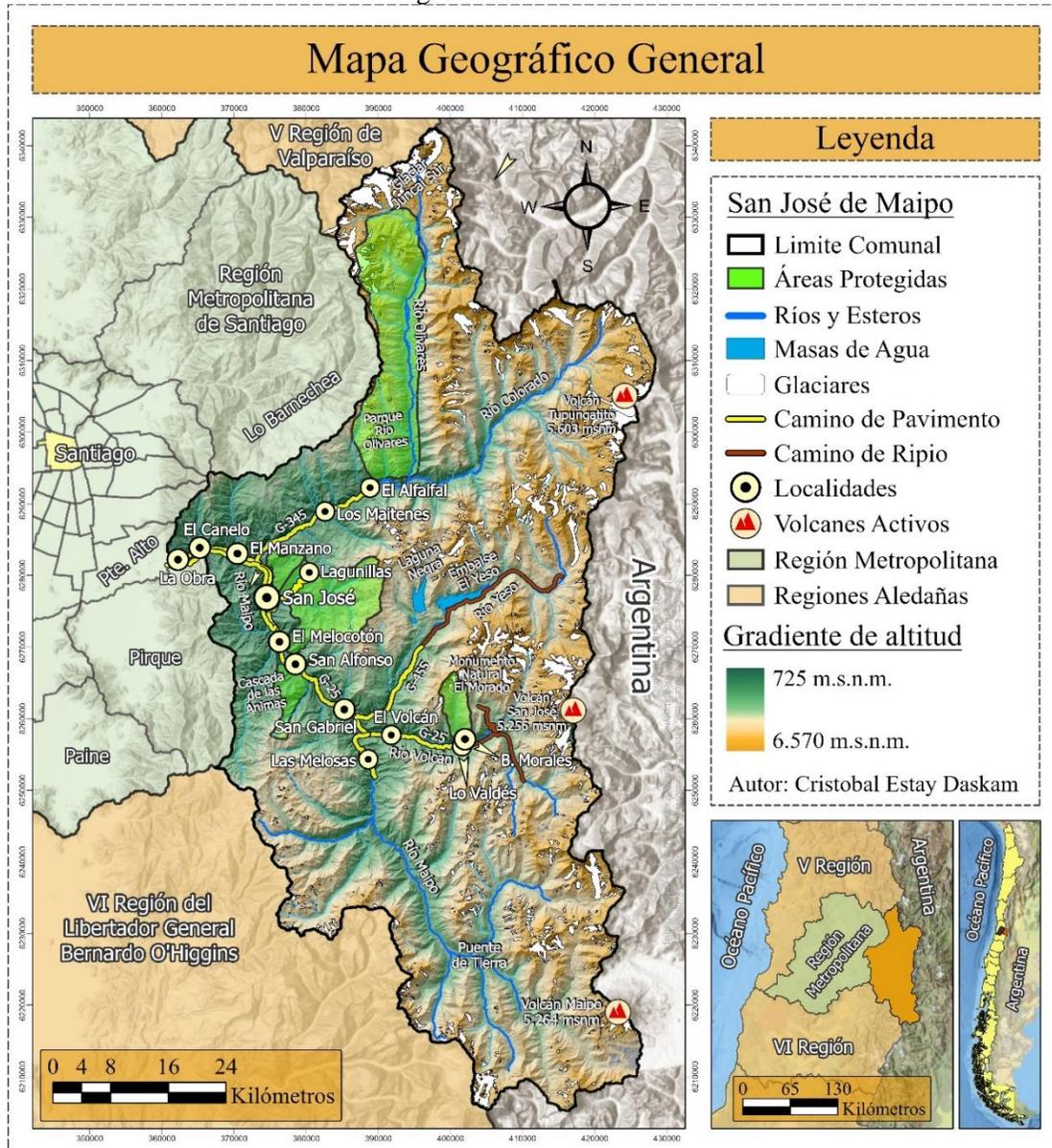
1.3 ÁREA DE ESTUDIO Y ANTECEDENTES GENERALES

El área de estudio de este trabajo corresponde a la comuna de San José de Maipo, la cual forma parte de la provincia Cordillera, ubicada en el sector sur oriente de la Región Metropolitana de Santiago (Ver Figura 1). Esta comuna cubre 4.995 km² de superficie, representando el 32,4% de la extensión de la Región Metropolitana para solo 18.189 habitantes (INE, 2017; BCN, 2021). Hacia el norte limita con la región de Valparaíso; al sur con la región del Libertador Bernardo O'Higgins; al oeste con siete comunas metropolitanas: Lo Barnechea, Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida, Puente Alto y Pirque, y hacia el este con la República Argentina. Esta comuna se conecta con el área metropolitana

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

principalmente a través de la ruta G-25 o “Camino al Volcán”, la cual se extiende en pavimento desde la intersección de las avenidas Departamental y La Florida por el noroeste, hasta la localidad de Lo Valdés por el sureste, sumando cerca de 80 kilómetros de longitud. Un acceso secundario es la ruta G-27, que proviene desde la comuna de Pirque y se extiende hasta el sector de El Toyo. Además, aquí existen varias vías de conexión interna como lo son las rutas G-345 o “Camino al Alfalfal”, G-355 o “Camino a Lagunillas”, G-455 o “Camino Embalse El Yeso”, y ruta G-465 o “Camino a Las Melosas”, entre otras de menor jerarquía (Ver Figura 1). La capital comunal es la localidad de San José, ubicada a 48 kilómetros del centro de Santiago (Vergara et al., 2019; PAC Consultores, 2010).

Figura 1. Área de estudio



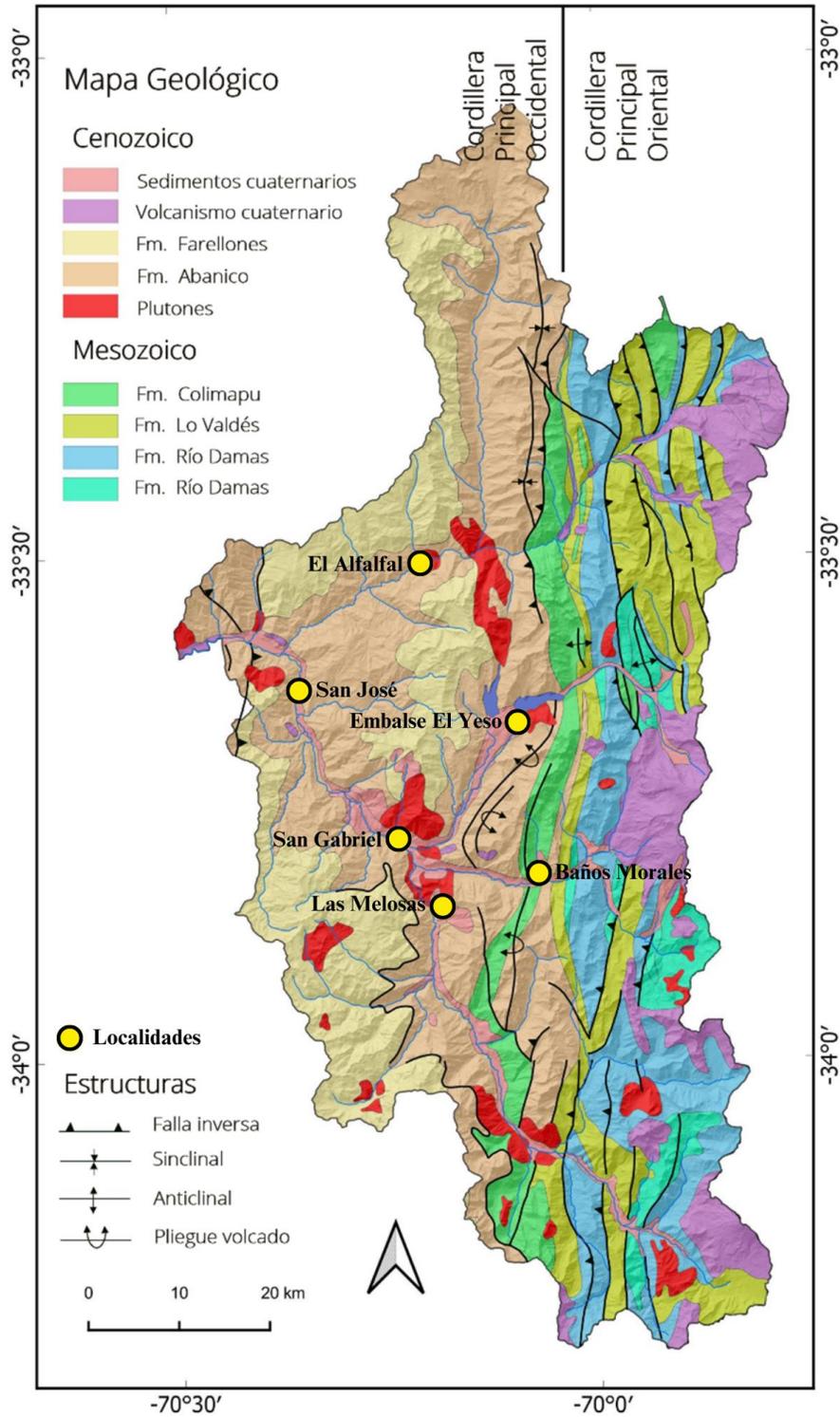
Fuente: elaboración propia, 2023.

1.3.1 Características físicas generales y recursos hídricos: Las características geográficas generales de esta comuna están determinadas por su ubicación en la Cordillera de los Andes, la cual se caracteriza por su actividad sísmica, actividad volcánica y también por alcanzar grandes altitudes (FAO, 2014). Aquí se presentan elevaciones desde los 750 hasta más de 6.500 metros de altitud, y el territorio se estructura en grandes valles de montaña, siendo el caso de los valles de los ríos Volcán, Yeso y Colorado, que luego confluyen con el río Maipo. Algunas de las cumbres que destacan en estos valles son el cerro Tupungato, que es un volcán inactivo con 6.570 metros de altitud y el punto más alto de la comuna; y el cerro Marmolejo, que también es un volcán inactivo que alcanza los 6.108 metros de altitud. Además, aquí se encuentran tres volcanes activos: volcán Tupungatito (5.603 m.s.n.m.), volcán San José (5.856 m.s.n.m.) y volcán Maipo (5.264 m.s.n.m.) de norte a sur (Vergara et al. 2019). Estas cumbres y muchas otras albergan los más de 800 cuerpos glaciares reconocidos en la comuna por la Dirección General de Aguas, los que en conjunto cubren cerca de 380 km² de superficie, es decir, aproximadamente el 7,5% del territorio comunal (Geoestudios Ltda., 2011 en Benado, 2013). Algunos de los más importantes son los glaciares Juncal Sur, Mesón Alto, El Yeso, San Francisco, El Morado, Nieves Negras y Echaurren Norte; encontrándose el último bajo monitoreo desde el año 1975, siendo el registro glaciar más amplio de toda América Latina (Buglio, 2017). Los glaciares son los que entregan la mayor parte del caudal a los esteros y ríos de la zona, reconociéndose la predominancia de un régimen hidrológico de tipo nival-glacial, con registros de mayores caudales entre los meses de octubre y marzo, y especialmente en los meses de diciembre y enero producto de los deshielos cordilleranos (DGA, 2004). Por último, aquí también se tienen decenas de cuerpos de agua de distintos tamaños, entre los cuales destacan las lagunas de Los Patos, Rubillas, Garañino, Del Encañado; y especialmente Laguna Negra y Embalse El Yeso, que en conjunto suman una capacidad de almacenamiento cercana a los 800 millones de metros cúbicos, constituyendo las reservas de agua más importantes de la Región Metropolitana (Aguas Andinas, 2021).

1.3.2 Contexto y descripción geológica: A nivel general, en el área de estudio existe un registro de más de 160 millones de años en el que distintos hitos y procesos geológicos han dejado como evidencia una amplia geodiversidad: rocas de origen marino, volcánicas y plutónicas, pliegues y fallas, volcanes activos, registros paleontológicos, fuentes termales, glaciares, remociones en masa, y diversos depósitos sedimentarios de origen fluvial, glacial, volcánico y gravitacional (Benado, 2013; Vergara et al., 2019) (Ver Anexo 2).

En este sentido, el área de estudio se encuentra en la unidad estructural conocida como Cordillera Principal, presentando rasgos que permiten dividirla en una sección occidental y otra oriental (Ver Figura 2) (Benado, 2013). En su flanco occidental está conformada por rocas volcánicas y sedimentarias cenozoicas, con edades entre 37 y 5 millones de años, y pertenecientes a las formaciones geológicas Abanico y Farellones. Por otro lado, en su flanco oriental está compuesta por rocas mesozoicas, con edades entre 166 y 100 millones de años, correspondientes a las formaciones Colimapu, Lo Valdés, Río Damas y Río Colina (Figura 2) (Thiele, 1980; Farías, 2007; Benado, 2013; en Vergara et al., 2019).

Figura 2. Mapa geológico general del área de estudio



Fuente: Vergara-Daskam y Estay-Daskam (2022), en base a SERNAGEOMIN (2003).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Por último, el área de estudio se encuentra en la Zona Volcánica de los Andes del Sur, ubicada entre los 33° S y 46° S, incluyendo tres complejos volcánicos ubicados en la frontera entre Chile y Argentina. Este es el caso de los complejos Tupungato - Tupungatito, San José - Marmolejo, y Maipo - Caldera Diamante (Stern, 2004; en Benado, 2013).

1.3.3 Características climáticas: Producto de su abrupta orografía, diferencial de insolación, presencia de numerosos cursos y cuerpos de agua, como también la amplia variación de altitudes; el área de estudio presenta distintas características climáticas según el sector que se analiza, haciéndose compleja una caracterización representativa de toda su extensión. Sin embargo, a nivel general aquí es posible diferenciar dos principales tipos de clima, correspondientes a Clima Templado Mediterráneo y Clima Frío de Altura (Gastó et al. 1993, en Fredericksen et al., 2010; Bustos, 2011).

El primero se manifiesta en los sectores de menor altitud y se caracteriza por concentrar las precipitaciones en invierno, los cuales son bastante marcados y alcanzan temperaturas mínimas por debajo de los 0 °C. En verano, las lluvias son muy escasas y predominan la sequedad y altas temperaturas, con máximas que superan los 30 °C. Una de las principales características de este clima es la existencia de una estación seca prolongada, que dura entre siete y ocho meses cada año; período que disminuye a medida que aumenta la altitud (Fredericksen et al., 2010; Bustos, 2011). A nivel específico, en la localidad de San José se han registrado temperaturas promedio de 1 °C como mínima, 28 °C como máxima, y 14 °C como promedio general. Aquí también se han registrado precipitaciones promedio de 337 milímetros anuales durante los últimos 10 años (Praxis Consultores, 2018).

Por otro lado, a medida que aumenta la altitud se transita hacia el Clima Frío de Altura, el cual se manifiesta aproximadamente desde los 3.000 metros de altitud. Este se caracteriza por sus claras disminuciones de temperatura, y por presentar una mayor cantidad de precipitaciones sólidas, permitiendo la acumulación de nieve y hielo en la alta cordillera, lo que a su vez explica el régimen principalmente nival del río Maipo y sus afluentes entre los meses de octubre y marzo (Bustos, 2011). Dadas sus rigurosas condiciones ambientales, en estos sectores es muy baja la presencia de especies de flora y fauna (Fredericksen et al., 2010). Para ambos tipos climáticos se registran mayores valores de precipitación durante las temporadas invernales, especialmente entre los meses de mayo y agosto (Bustos, 2011).

1.3.4. Biodiversidad, flora y fauna: A simple vista la Cordillera de los Andes podría parecer un paisaje algo homogéneo y escaso en términos de biodiversidad, pero un análisis con mayor profundidad entrega información interesante.

- **Flora:** A nivel general, la flora del área de estudio está compuesta por unas 443 especies de plantas vasculares, con un 71% de especies nativas, 17% de especies endémicas, y el resto de especies exóticas asilvestradas. La comparación con otras zonas mediterráneas de Chile indica una alta riqueza de especies nativas. Además existen sectores de vegas, un tipo de

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

humedal caracterizado por la presencia de agua durante gran parte del año, donde crecen cerca de 85 especies de plantas vasculares nativas (Fredericksen et al., 2011).

A medida que se asciende o desciende en altitud se presentan importantes cambios en las condiciones del suelo, de temperatura y humedad, lo que determina la existencia de diferentes pisos vegetacionales. Si bien al interior de cada piso de vegetación existe cierta heterogeneidad dada por características locales, en el área de estudio es posible establecer una clasificación general con sus especies dominantes (Fredericksen et al., 2011). Así, según lo expuesto en el Plan de Acción Santiago Andino (2011), en la comuna de San José de Maipo es posible encontrar los siguientes pisos de vegetación:

- Piso del bosque esclerófilo (750 a 1.700 metros de altitud): En este piso se encuentra un tipo de bosque muy poco común en el mundo, ubicado únicamente en zonas con climas mediterráneos, como ocurre en algunos sectores de Sudáfrica, California, Australia, alrededores del Mar Mediterráneo y zona central de Chile. Este bosque se caracteriza por soportar veranos muy secos y largos períodos de sequía, por tener hojas duras y siempre verdes, y por presentar un alto nivel de endemismo. Además, el bosque esclerófilo es parte importante del *hotspot* mundial de biodiversidad reconocido en Chile, el cual indica una prioridad internacional de conservación dados sus altos niveles de endemismo y fuerte impacto antrópico (Arroyo et al., 2006, en CONAMA, 2008). En el área de estudio este bosque se concentra en las zonas de menor altitud, coincidiendo con los sectores más poblados. Sus especies dominantes son el quillay (*Quillaja saponaria*), el litre (*Lithraea caustica*), y el bollén (*Kageneckia oblonga*). En laderas rocosas de exposición norte se encuentran especies como el colliguay (*Colliguaja odorifera*), chagual (*Puya chilensis*) y quisco (*Echinopsis chiloensis*), mientras que en laderas de exposición sur y mayor humedad aparecen especies como el peumo (*Cryptocarya alba*) (Fredericksen et al., 2011).

- Piso del bosque esclerófilo andino o piso subandino (1.650 a 2.000 metros de altitud): Este piso reúne asociaciones dominadas por el olivillo (*Kageneckia angustifolia*), la guindilla (*Guindilia trinervis*) y duraznillo (*Colliguaja integerrima*). También es posible encontrar el chagual (*Puya berteroniana*) y quisco (*Trichocereus chiloensis*), los bosques-galería de lun (*Escallonia myrtoidea*) con algunas especies higrófilas, como también vegas y otras praderas húmedas dominadas por juncos (*Juncus arcticus*).

- Piso andino inferior (1.950 a 2.800 metros de altitud): Este piso reúne asociaciones dominadas por arbustos que alcanzan hasta 1,5 metros de altura y que cubren entre el 30 y 50% del suelo. Se registra un estrato arbustivo y otro herbáceo, siendo especies dominantes el horizonte (*Tetraglochin alatum*) y la hierba negra (*Mulinum spinosum*).

- Piso andino superior (2.500 a 3.250 metros de altitud): En este piso se encuentran comunidades de matorrales que rara vez superan los 50 centímetros de altura. Se registran dos estratos principales, uno arbustivo y otro herbáceo, siendo especies dominantes la zarcilla (*Berberis empetrifolia*), llareta (*Laretia acaulis*) y *Adesmia schneideri*. También se

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

encuentran vegas, que suelen contener especies herbáceas con forma de cojín como el coirón de vega (*Patosia clandestina*).

- **Piso altoandino (3.250 a 3.600 metros de altitud):** Este piso contiene comunidades de herbáceas perennes que rara vez superan los 30 centímetros de altura. Como comunidad intrazonal se encuentran vegas similares a las descritas en el piso anterior. Sobre este piso la vegetación es muy escasa y se encuentra fragmentada, mientras que sobre los 4.000 metros de altitud su presencia es prácticamente nula.

A nivel general, en el área de estudio se han identificado nueve especies que presentan alguna categoría de conservación. Este es el caso del lirio de la cordillera (*Alstroemeria umbellata*), espinifloro (*Austrocactus spiniflorus*), quisco (*Trichocereus chiloensis*), quisquito anaranjado (*Pyrrhocactus curvispinus*), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), llareta (*Laretia acaulis*), guayacán (*Porlieria chilensis*), lingue (*Persea lingue*) y *Solaria miersioides*. También está el caso del olivillo (*Kageneckia angustifolia*), peumo (*Cryptocarya alba*) y chagual (*Puya berteroniana*), que han sido catalogadas como vulnerables (Fredericksen et al., 2011).

- **Fauna:** A nivel general, en el área de estudio se han identificado al menos 140 especies de vertebrados no acuáticos, incluyendo especies endémicas, nativas y exóticas. El grupo de mayor riqueza corresponde a las aves con el 58% de las especies, y luego los mamíferos con el 25%. Entre las aves destaca el cóndor (*Vultur gryphus*), aguilucho (*Buteo polyosoma*), zorzal (*Turdus falcklandii*), tenca (*Mimus thenca*), cometocino de gay (*Phrygilus gayi*) y pato cortacorrientes (*Merganetta armata*), mientras que en mamíferos destaca la vizcacha (*Lagidium viscacia*), zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), puma (*Puma concolor*) y guanaco (*Lama guanicoe*) (Espinosa et al., 2011; en Benado, 2013). Del total de especies identificadas casi un 20% son endémicas del país, y algunas son propias de la Región Metropolitana y sus alrededores, como es el caso de la lagartija parda de El Morado (*Liolaemus moradoensis*), el lagarto de Lo Valdés (*Liolaemus valdesianus*) y especialmente del gruñidor de El Volcán (*Pristidactylus volcanensis*), ya que según registros se encuentra únicamente en la comuna de San José de Maipo (Fredericksen et al., 2011).

En cuanto a categorías de conservación, en el área de estudio se tienen 55 especies catalogadas, donde 48 pertenecen a las categorías de amenaza y/o rareza, y 7 a peligro de extinción. Cabe destacar nuevamente el caso del gruñidor de El Volcán (*Pristidactylus volcanensis*) como especie endémica del área de estudio, y también del guanaco (*Lama guanicoe*) como el mayor mamífero terrestre del país, con una población que ha disminuido hasta encontrarse en peligro de extinción en el área de estudio (Grimberg, 2010).

- **Áreas protegidas:** Parte de la biodiversidad de esta zona es conservada a través de áreas protegidas. Es el caso del Monumento Natural El Morado, reconocido desde el año 1995 y administrado por CONAF. También es el caso del “Santuario de la Naturaleza Cascada de las Ánimas”, reconocido en el año 1995, y del “Santuario de la Naturaleza San Francisco de

Lagunillas y Quillayal”, del año 2008; las cuales se encuentran bajo la tuición del Consejo de Monumentos Nacionales y son administradas por actores privados. Por último, se tiene el caso del Bien Nacional Protegido Parque Río Olivares, decretado en el año 2010 bajo la tutela del Ministerio de Bienes Nacionales y administrado por actores privados. Por último, cabe destacar que toda la comuna es parte del Área Prohibida de Caza Santiago Andino, decretada en el año 2003 a partir de la Ley de Caza (Fredericksen et al., 2011).

1.3.5. Contexto turístico: En términos generales, en el área de estudio se reconocen varias actividades económicas asociadas a sus recursos naturales: la agricultura y ganadería, generación de energía eléctrica, extracción de minerales y áridos, el turismo, entre otras. Sin embargo, entre actores locales existe consenso en que la actividad con un mayor potencial de desarrollo sostenible y capacidad de generar empleo a nivel local es el turismo (PAC Consultores, 2010, en Benado, 2013).

A nivel general, en Chile durante el año 2016 la actividad turística aportó de forma directa el 3,3% del PIB y de forma directa e indirecta el 10,2%. En cuanto a la generación de empleo, el aporte total directo e indirecto fue de un 9,8%, posicionándose como una actividad económica muy relevante a nivel nacional (World Travel & Tourism Council, 2017; en Subsecretaría de Turismo, 2017). Asimismo, durante el 2017 ingresaron a Chile más de 6.400.000 turistas internacionales, principalmente argentinos y brasileños; superando en un 130% las llegadas del año 2010 y demostrándose el amplio crecimiento de esta industria a nivel nacional (Subsecretaría de Turismo y SERNATUR, 2021). Una de las principales razones que motiva las visitas internacionales a Chile son sus características paisajísticas, destacando la diversidad de climas y escenarios naturales que aquí existen; según el estudio de tipificación de la demanda turística de la Subsecretaría de Turismo (2016), la característica más mencionada por los turistas para visitar Chile son sus atractivos naturales, con el 41% de la muestra (Subsecretaría de Turismo, 2016). De hecho, Chile ha sido reconocido durante seis años consecutivos como el mejor destino de turismo aventura del mundo por parte de los World Travel Awards (SERNATUR, 2021). Por último, cabe destacar que el principal punto de entrada de estos turistas es el Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez, ubicado en la Región Metropolitana (Subsecretaría de Turismo, 2016).

Por otro lado, se tiene el turismo interno como parte vital de la industria turística nacional, ya que ayuda a sostener los negocios en temporada baja y entrega mayor dinamismo al rubro (Subsecretaría de Turismo, 2012). Durante el año 2019 se registraron cerca de 23.700.000 viajes internos con pernoctación, representando el 68% del gasto turístico en Chile. En aquel año las principales receptoras de este flujo interno fueron la región de Valparaíso que recibió el 19% de los visitantes, y la Región Metropolitana con el 17% (SERNATUR, 2020).

En este contexto, la comuna de San José de Maipo se encuentra ampliamente beneficiada, ya que al ubicarse en la Región Metropolitana tiene acceso potencial a millones de visitantes extranjeros que ingresan anualmente a través del aeropuerto internacional; como también al amplio flujo de turistas internos que provienen de otras regiones y del propio Gran Santiago

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

(SERNATUR, 2020). Además, al encontrarse en plena Cordillera de los Andes esta zona destaca por sus atractivos naturales y paisajes de montaña, atendiendo una de las principales motivaciones del flujo turístico nacional (Praxis Consultores, 2018). De hecho, esta comuna se encuentra claramente orientada hacia un turismo de naturaleza, donde los principales atractivos turísticos vienen dados por el contexto geográfico y geológico en el que se encuentra. Entre ellos se incluyen esteros, ríos, cuerpos de agua, glaciares, cerros, altas cumbres, baños termales, volcanes activos, registros paleontológicos, entre otros. En este sentido, algunos de los lugares más visitados son: Mirador de Cóndores, donde se observan abruptos relieves y grupos de cóndores; Puente El Cristo, que posee profundas gargantas rocosas modeladas por el río Maipo; Embalse El Yeso, con 5 km² de superficie a 2.500 metros de altitud; Termas Baños Colina y Termas del Plomo, donde emerge agua calentada por los complejos volcánicos de la zona; y el Monumento Natural El Morado, con su gran diversidad de morfologías glaciares (Vergara et al., 2019).

Es por esto que en las últimas décadas aquí ha existido un desarrollo turístico acelerado, consolidándose una amplia oferta de productos y servicios turísticos de alojamiento, alimentación, comercio, artesanía, turismo aventura, entre otros; como también ha existido un amplio y constante flujo de turistas nacionales e internacionales que si bien aumenta en temporada alta, también se mantiene en temporada baja, especialmente durante fines de semana y días festivos (Praxis Consultores, 2018).

Este conjunto de características ha permitido que el área de estudio cuente con distintos hitos asociados a su desarrollo turístico. En primer lugar, durante el año 2001 la comuna fue reconocida como Zona de Interés Turístico Nacional (ZOIT) por parte de SERNATUR, siendo este un instrumento legal de planificación turística (FADEU, s/f). Este reconocimiento fue otorgado considerando que el territorio cuenta con atractivos turísticos de jerarquía y aptos para sustentar un desarrollo turístico intensivo, presenta buenas condiciones para captar una demanda turística actual y potencial, tiene buena accesibilidad, y además carece de un instrumento de planificación territorial concordante con su vocación turística; siendo por tanto considerada como una zona prioritaria para el desarrollo turístico regional y nacional (Resolución N° 1138 SERNATUR, 2001). Luego, en el año 2015 la Municipalidad de San José de Maipo publica la Ordenanza Municipal sobre Prestadores de Servicios Turísticos, u Ordenanza de Turismo, la cual apunta a ordenar la oferta turística local apuntando hacia un desarrollo turístico sustentable, con altos estándares de seguridad y amigable con el medio ambiente (Decreto Exento N° 602 Ilustre Municipalidad de San José de Maipo, 2015). En el año 2018 es aprobado el Reglamento para la Implementación de la Ordenanza de Turismo, que establece medidas, acciones y mecanismos operativos asociados a esta (Decreto Exento N° 300 Municipalidad de San José de Maipo, 2018). Por último, cabe mencionar que la comuna de San José de Maipo es actualmente considerada un destino turístico consolidado por parte de Sernatur (SERNATUR, 2016).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Proponer medidas para la gestión y el aprovechamiento geoturístico del patrimonio geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile.

1.4.2 Objetivos específicos:

1. Caracterizar cuantitativa y espacialmente el inventario de geositos de la comuna de San José de Maipo.
2. Proponer categorías y recomendaciones generales de gestión para todos los geositos inventariados.
3. Identificar los geositos con mayor potencial geoturístico y proponer medidas para su gestión y aprovechamiento sostenible.

2. CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.1 GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO:

2.1.1 Geodiversidad, origen del concepto y definiciones: Es complejo identificar el momento en el que se utilizó por primera vez el concepto de “geodiversidad”, pero existen algunas pistas que dan aproximaciones. Los primeros acercamientos a este término fueron hechos por Sharples (1993) y Dixon (1995, 1996) en estudios asociados a la conservación de elementos geológicos en Tasmania, Australia (Gray, 2004). Sharples (1993) lo utilizó para referirse a la diversidad de características y sistemas presentes en el planeta Tierra; mientras que Dixon (1996) y la Comisión Australiana de Patrimonio (2002) lo comprendían como la diversidad de características y procesos geológicos, geomorfológicos y del suelo que existen en un territorio, incluyendo la forma en que estos se relacionan (Gray, 2004). Así, las primeras menciones de este concepto surgieron en la década de 1990, época desde la cual no siempre se ha utilizado con el mismo significado. No obstante, este concepto es cada vez más común en la literatura científica y con el tiempo se ha avanzado en la consolidación de definiciones más precisas (Carcavilla et al., 2008).

Una forma de entender este concepto la expone Johansson et al. (1999), quienes mencionan que la geodiversidad es una compleja variedad de rocas, depósitos superficiales, formas del terreno y procesos geológicos que se han encargado de formar los paisajes. El concepto apunta a comprender la multiplicidad de fenómenos y procesos geológicos (Johansson et al., 1999, en Nieto, 2001). Luego, la definición de Stanley (2001) también fue ampliamente considerada, comprendiéndolo como la variedad de ambientes, fenómenos y procesos geológicos que conforman los paisajes, rocas, minerales, fósiles, suelos y otros depósitos que proveen la estructura para la vida en la Tierra. Es el punto de unión entre los paisajes, el hombre y la cultura, a través de la interacción de estos distintos elementos (Stanley, 2001 en Nieto, 2001). En el mismo año, Nieto (2001) define geodiversidad como la variedad de estructuras y materiales geológicos que constituyen el sustrato físico natural de una región, sobre el que se asienta la actividad orgánica, incluyendo la antrópica (Nieto, 2001). Posteriormente, Gray (2004) explica este concepto como la diversidad natural de características geológicas, geomorfológicas y del suelo presentes en un territorio, incluyendo sus propiedades y relaciones (Gray, 2004). Las definiciones de Nieto (2001) y Gray (2004) fueron algunas de las más utilizadas en la época (Carcavilla et al., 2008).

Con el paso del tiempo, nuevas visiones definen la geodiversidad como la variedad de elementos geológicos presentes en un territorio, que son el producto y registro de la evolución del planeta Tierra; incluyendo las rocas, minerales, fósiles, suelos, formas del relieve, formaciones geológicas, paisajes, entre muchas otras (Carcavilla et al., 2014).

2.1.2. Estudio y valorización de la geodiversidad: Actualmente, los geólogos y otros expertos consideran la geodiversidad como un concepto de utilidad para entender el mundo abiótico de nuestro planeta; pero también como un medio para promover la investigación, la conservación y puesta en valor de estos elementos (Prosser, 2002, en Gray, 2004).

El estudio de la geodiversidad se centra en identificar y analizar qué elementos geológicos están presentes en un territorio (Carcavilla et al., 2008). Pero además, busca comprender la relación que existe entre ellos, permitiendo armar líneas de tiempo para explicar la historia natural de una zona. En este sentido, la geodiversidad tiene relación con aspectos como el paisaje y las características climáticas, pero también condiciona en gran medida la biodiversidad y cultura de los territorios (Gray, 2004; Carcavilla et al., 2014). De hecho, diversos autores (Arribas y Durán, 1998; Erikstad, 1999; Johansson et al., 1999 en Nieto, 2001) exponen claramente la relación de dependencia entre biodiversidad y geodiversidad, señalando que esta última proporciona los entramados y estructuras necesarias para el desarrollo de los ecosistemas, y, por lo tanto, de la biodiversidad (Nieto, 2001).

De esta manera, con el tiempo se ha avanzado en determinar cuál es el verdadero valor o valores que tiene la geodiversidad como recurso natural, y cuáles son las razones que justifican su conservación (Gray, 2004). En este sentido, Gray (2004) nos entrega una revisión completa sobre los valores de la geodiversidad, considerando al menos las siguientes categorías: a) valor intrínseco, ya que la geodiversidad posee un valor por lo que es y no necesariamente por sus cualidades para ser aprovechada por el ser humano; b) valor cultural, entregado por la sociedad a los elementos del entorno físico dada su importancia histórica, social o comunitaria; c) valor estético, asociado al atractivo visual del entorno físico; d) valor económico, refiriéndose al beneficio que estos elementos pueden generar si es que son aprovechados para el desarrollo de actividades económicas como el turismo; e) valor funcional, refiriéndose al rol activo que cumplen los distintos elementos geológicos en los sistemas ambientales; y, f) valor para la investigación y educación, ya que el entorno físico es un laboratorio al aire libre que entrega información de manera muy directa, tanto para la investigación científica como para la realización de actividades educativas (Gray, 2004). Entonces, se entiende que la geodiversidad es un recurso de gran importancia, por lo que naturalmente debe ser considerada en el ordenamiento y gestión de los territorios; de manera que estos elementos puedan perdurar en el tiempo (Nieto, 2001).

2.1.3. Patrimonio geológico, origen del concepto y definiciones: El término patrimonio geológico es utilizado desde hace varias décadas. En España su estudio sistemático empezó en la década de 1970, cuando se desarrolló el “Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico” (Durán et al., 2005, en Carcavilla, 2014). En otros sectores pioneros como Gran Bretaña también se dieron los primeros pasos en épocas similares. No obstante, un momento clave para su impulso tuvo lugar en el año 1991, al celebrarse la primera reunión internacional de geoconservación (Carcavilla, 2014). Este fue el “Primer congreso internacional de conservación del patrimonio geológico”, en el que participaron más de 100

especialistas. Allí se redactó la “Declaración internacional sobre los derechos de la memoria de la Tierra”, en el que se llama a los gobiernos del mundo a poner en práctica medidas para la conservación del patrimonio geológico (Carcavilla et al., 2014). Desde ese momento han surgido diversas definiciones del concepto patrimonio geológico (Brocx y Semeniuk, 2007).

Dixon (1996) comprende el patrimonio geológico como los componentes de la geodiversidad que manifiestan un gran valor para la investigación científica, la educación, apreciación estética, desarrollo cultural y contribución al sentido de pertenencia de las comunidades humanas con su territorio (Dixon, 1996, en Brocx y Semeniuk, 2007). Por otro lado, Cendrero (1996) entiende el patrimonio geológico como “el conjunto de recursos naturales, no renovables, que permiten estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo” (Cendrero 1996, en Carcavilla et al., 2007). No obstante, una definición oficial es proporcionada por la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad de España. Allí este patrimonio es definido como “el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo; ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: el origen y evolución de la Tierra; los procesos que la han modelado; los climas del pasado y presente; y, el origen y evolución de la vida” (art. 3.38 de la Ley 42/2007, en Carcavilla, 2014).

Por último, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (2010), considera que el patrimonio geológico es un recurso que destaca por: ser un valioso registro de la historia del planeta Tierra; en conjunto con la biodiversidad conformar el patrimonio natural del planeta; ser un activo socioeconómico para el desarrollo sostenible; y además formar parte indisociable de la cultura del ser humano (Consejería de Medio Ambiente Andalucía, 2010).

2.1.4. Relaciones entre geodiversidad y patrimonio geológico: En resumen, la geodiversidad es la cantidad, distribución y relaciones de los elementos geológicos y geomorfológicos presentes en un territorio; mientras que el patrimonio geológico es el conjunto de elementos geológicos de un territorio que destaca por su valor científico, turístico, educativo y/o cultural (Carcavilla et al., 2008; Gray, 2004). No obstante, para avanzar hacia una comprensión integrada de estos conceptos es necesario mencionar algunos detalles. Para esto, se ha utilizado principalmente lo mencionado por Carcavilla et al. (2008).

El estudio de la geodiversidad es independiente del estudio del patrimonio geológico, aunque ambos tienen cierta relación. La geodiversidad analiza la diversidad de elementos geológicos presentes en un territorio de manera independiente al valor que estos posean; mientras que un estudio de patrimonio geológico apunta a la selección de lo más significativo de la geología de un lugar, en función de distintos criterios y parámetros que se utilizan para su evaluación (Carcavilla et al., 2008). De esta manera, un territorio que tiene una amplia geodiversidad no necesariamente posee lugares especialmente relevantes, y viceversa. Por ello, a la hora de definir la geodiversidad de un territorio no es necesario conocer su

patrimonio geológico, aunque eventualmente sería interesante estudiar estos aspectos de manera conjunta para comprender sus relaciones. Lo que sí debe ser considerado, es que los estudios del patrimonio geológico deben ser representativos de la geodiversidad del lugar, por lo que mientras mayor es la geodiversidad del territorio, mayor cantidad de sitios de patrimonio geológico deberán ser considerados (Carcavilla et al., 2008).

2.2 GEOCONSERVACIÓN E INVENTARIOS DE GEOSITIOS

2.2.1 Geoconservación: origen del concepto, escalas de comprensión y definiciones: Para comprender el concepto geoconservación es necesario identificar el lugar y momento en el que comenzó a ser utilizado (Burek y Prosser, 2008). El primer organismo público con interés específico en la geoconservación fue probablemente la organización “*The Nature Conservancy*”, fundada a mediados del siglo XX, con algunos objetivos que incluían la conservación de elementos geológicos y geomorfológicos (Prosser, 2012, en Brilha, 2015).

Sin embargo, la palabra “geoconservación” como tal fue probablemente utilizada por primera vez en Tasmania, Australia, a inicios de la década de 1990. Desde ese momento han surgido múltiples iniciativas que trabajan por la conservación de sitios de interés geológico y geomorfológico, siendo un ejemplo la creación de la “Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico” (ProGEO) en el año 1993 (ProGEO, 2010 en Henriques et al., 2011). Por lo tanto, se trata de un concepto de origen reciente, con significados teóricos y enfoques prácticos aun en desarrollo (Sharples, 2002); pero que sin dudas ha tenido un rápido crecimiento, sobre todo con la consolidación de la figura de los Geoparques Mundiales de la UNESCO que al año 2022 ha sido otorgada a 177 territorios distribuidos en 46 países del mundo (Burek y Prosser, 2008; UNESCO, 2022).

A nivel general, la geoconservación tiene dos principales acepciones, las cuales son bien fundamentadas en la “Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad” (2010). Como idea global, la geoconservación se entiende como la corriente de pensamiento que aboga por poner en práctica políticas activas de conservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico. Por otro lado, este concepto es comprendido como el conjunto de técnicas y medidas concretas a utilizar para asegurar la conservación de estos elementos (Consejería de Medio Ambiente Andalucía, 2010). A modo de complemento, Brilha (2005) también describe este concepto en más de una escala. Por un lado, menciona que la geoconservación tiene como objetivo el aprovechamiento y gestión sostenible de la geodiversidad en su conjunto. Por otro lado, a nivel más específico este autor comprende la geoconservación como la conservación de los elementos de la geodiversidad que presenten un valor excepcional desde el punto de vista científico, educativo, turístico o cultural, es decir, de aquellos elementos que conforman el patrimonio geológico (Brilha, 2005).

Con lo anterior se entiende que el concepto de geoconservación no tiene una definición única, sino que depende del enfoque que se utilice. En este sentido, Sharples (1995) lo define como la conservación de la geodiversidad por su valor intrínseco, ecológico y geopatrimonial

(Sharples, 1995 en Sharples, 2002). Por otro lado, en Durán et al. (1998) se entrega una definición más amplia, entendiendo la geoconservación como el conjunto de estrategias y acciones destinadas a la conservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico; siendo necesaria su consideración en estrategias de conservación de mayor escala, es decir, de conservación del medio ambiente en general (Durán et al., 1998). A modo de complemento, Burek y Prosser (2008) mencionan que una conservación exitosa depende de lograr la comprensión de los elementos que se estén conservando, por lo que también es importante considerar acciones dirigidas a la sensibilización de la población (Burek y Prosser, 2008). Por último, Sharples (2002) recalca lo fundamental que es la geodiversidad para el desarrollo de los procesos ecológicos de todo tipo, concluyendo que se debe trabajar mediante un enfoque holístico que integre los elementos bióticos y abióticos (Sharples, 2002).

A modo de resumen, todas estas definiciones se basan en la existencia de dos principios básicos: por un lado, que la geodiversidad y patrimonio geológico poseen valores relevantes de ser conservados; y por otro, que estos elementos suelen presentar distintos niveles de amenazas, fragilidades y vulnerabilidades, por lo que es necesario aplicar acciones de conservación, sobre todo considerando que la mayoría de estos elementos no son renovables (Consejería de Medio Ambiente Andalucía, 2010). Sin embargo, por diversas razones es imposible conservar la totalidad de la geodiversidad, por lo que la geoconservación debe enfocarse en aquellos elementos que se definan como más relevantes.

2.2.2 Geositos e inventarios de geositos: Según Brilha (2005), los geositos son lugares que representan elementos de la geodiversidad del territorio, que tienen una buena delimitación geográfica, y que además tienen un valor singular desde el punto de vista científico, turístico, educativo o cultural (Brilha, 2005). Sin embargo, años más tarde el mismo autor (Brilha, 2016) propone que sean considerados geositos solo aquellos lugares de interés geológico en los que existe un alto valor científico, de manera independiente a la existencia de otros valores (Brilha, 2016). No obstante, para avanzar hacia una comprensión integrada del concepto, en esta investigación los geositos son comprendidos de manera transversal, donde el valor científico es un aspecto de gran relevancia, pero también lo son el valor turístico y educativo (Carcavilla et al., 2014).

En un territorio pueden existir decenas o cientos de geositos, pero identificar cuáles de ellos son los de mayor importancia y requieren de una gestión prioritaria, es una tarea compleja. Para ello se necesita, en primer lugar, la realización de un inventario que incluya como mínimo un proceso de identificación y caracterización de los geositos; los que también deben ser sometidos a un proceso de evaluación cuantitativa (Brilha, 2005). De esta manera, se busca que los inventarios de geositos muestren lo más representativo y lo más singular de la geología de un territorio (Carcavilla et al., 2014). Así, se puede conocer el estado en el que se encuentran estos elementos, y se puede avanzar en el establecimiento de estrategias de gestión que respondan a sus características y necesidades (Burek y Prosser, 2008; Brilha, 2016). Para la realización de estos inventarios de geositos es vital contar, con un buen nivel

de conocimiento de las características geológicas del territorio, y tener un respaldo metodológico sólido, que evite la incorporación de sitios poco relevantes, o lo que es peor, que los geositos de mayor relevancia queden fuera del proceso (Brilha, 2016).

En este sentido, Brilha (2016) menciona que en los últimos años esta temática ha tomado una gran relevancia a nivel internacional, desarrollándose inventarios de geositos en diversos lugares del mundo; pero lamentablemente los criterios utilizados suelen ser imprecisos y poco claros. Es por esto que Brilha (2016) hizo una amplia revisión de los principales métodos de inventario y cuantificación del patrimonio geológico de los últimos años, y a partir de ello ha propuesto un nuevo método orientado principalmente hacia la geoconservación (Brilha, 2016). Aquella es la metodología utilizada como base para el desarrollo del inventario de geositos del área de estudio en cuestión.

2.3. GEOPARQUES MUNDIALES DE LA UNESCO Y RED MUNDIAL:

2.3.1 Los Geoparques según la UNESCO y la Red Mundial de Geoparques: Desde hace varias décadas existen reconocimientos oficiales para sitios geológicos de gran valor. Sin embargo, hay muchos lugares que a pesar de tener un gran valor para la geología, no cumplen con los criterios para ser parte de estos. Por tanto, en respuesta a la necesidad expresada por numerosos países y expertos, la UNESCO decide apoyar la figura de los Geoparques Mundiales y su establecimiento en distintos lugares del mundo (UNESCO, 2010).

De esta manera, en el año 2010 es publicado uno de los primeros documentos oficiales con directrices y lineamientos para que un territorio pueda ser reconocido como un Geoparque Mundial, y así pasar a formar parte de la Red Mundial de Geoparques. En aquel documento, se define un Geoparque como un área con límites claramente definidos y con una superficie lo suficientemente grande para permitir su desarrollo económico local, principalmente a través del turismo. Además, se considera fundamental que el territorio presente un conjunto de sitios de relevancia geológica nacional e internacional, que sean representativos de la historia geológica de la zona; y que tengan buenas cualidades para el desarrollo de la investigación científica, actividades educativas y también turísticas (UNESCO, 2010). Sin embargo, también se recalca que un Geoparque no solo considera los elementos geológicos, sino que apunta a involucrar todo el entorno geográfico de la zona, explorando las relaciones existentes entre geodiversidad, biodiversidad y cultura (UNESCO, 2010).

Luego, en el año 2015 es aprobado el “Programa Internacional de Geociencias y Geoparques” como parte íntegra de UNESCO, donde se establecen nuevas formas de comprender el concepto. Aquí se define un Geoparque Mundial de la UNESCO como un mecanismo de cooperación internacional, mediante el cual distintos territorios con patrimonio geológico de gran valor se respaldan unos a otros para promover, junto con las comunidades locales, la conciencia de dicho patrimonio, adoptando un enfoque sostenible del desarrollo de la zona (UNESCO, 2015). Esto debe ser trabajado mediante un proceso ascendente en la gestión, o

también denominado “enfoque desde abajo hacia arriba”, donde las comunidades y actores locales trabajan de manera activa en la gestión del proyecto. Así, mediante la sensibilización de todos estos elementos, los Geoparques buscan dar a la población local un sentimiento de orgullo y fortalecer su identificación con el territorio (UNESCO, 2017).

2.3.2. Aspectos fundamentales en un Geoparque Mundial de la UNESCO: Cualquier territorio que apunte a obtener este reconocimiento debe tener en cuenta distintos aspectos para la construcción del proyecto, de los cuales se muestran algunos a continuación:

- **Gestión y participación local:** Un Geoparque debe ser gestionado por un organismo legal reconocido por la legislación nacional, que cuente con las competencias necesarias y que incluya a los actores locales y regionales que sean pertinentes. En este sentido, un Geoparque debe contar con una fuerte participación de la comunidad local con un enfoque “desde abajo hacia arriba”, como también debe involucrar a autoridades locales, a instituciones educativas y de investigación científica, y actores privados, por ejemplo, del mundo turístico; para que en conjunto se trabaje en el diseño y puesta en marcha de la iniciativa (UNESCO, 2010). En esta línea, cabe destacar que un Geoparque requiere de la elaboración e implementación de un plan de gestión que aborde necesidades sociales y económicas locales, que proteja el territorio, y que preserve su identidad cultural, entre otros aspectos (UNESCO, 2017).

- **Desarrollo económico:** Uno de los principales objetivos de un Geoparque es estimular el desarrollo sostenible de los territorios, entendiendo este como el desarrollo económico que satisface las necesidades del presente sin comprometer la satisfacción de las necesidades en el futuro (Informe Brundtland, 1987 en UNESCO, 2010). Respetando el medio ambiente, un Geoparque puede estimular la creación de empresas locales, emprendimientos artesanales, creación de cursos de formación y puestos de trabajo, mediante la generación de nuevas fuentes de ingresos, por ejemplo, a través de los geoproductos y el geoturismo. De hecho, UNESCO (2017) asegura que el desarrollo económico promovido por los Geoparques se basa principalmente en el geoturismo, el cual es entendido como un turismo que sustenta y mejora la identidad de los territorios, considerando su medio ambiente, geología, cultura, patrimonio y bienestar de sus residentes (Congreso Internacional de Arouca, 2011); y que tiene capacidad para ayudar a viajeros a tomar conciencia de los recursos naturales y manifestaciones culturales de la zona en cuestión (Farsani, Coelho y Costa, 2010, en Sánchez-Cortez y Simbaña-Tasiguano, 2018).

- **Educación:** La educación ambiental es un proceso permanente, en el que las personas toman conciencia de su medio y adquieren los conocimientos para actuar apuntando a resolver los problemas del medio ambiente. Se trata de un tipo de educación muy importante para avanzar hacia la puesta en valor y conservación del patrimonio natural y cultural en su conjunto (Congreso Internacional de Educación y Formación Ambiental de Moscú, 1987, en Ridao et al., 2015). Un Geoparque debe proporcionar herramientas para comunicar el conocimiento patrimonial hacia el público, por ejemplo, a través de centros de interpretación,

rutas geoturísticas guiadas, medios de comunicación, entre otros (UNESCO, 2010). Una de las principales metas educativas de un Geoparque es la vinculación de los contenidos con la realidad del contexto local, para que los estudiantes comprendan el valor del patrimonio de sus propios territorios. Para esto, los Geoparques deben trabajar de manera colaborativa con instituciones asociadas a la educación e investigación científica (UNESCO, 2010).

- Protección y conservación: Uno de los pilares más importantes para el establecimiento de un Geoparque es la conservación de su patrimonio geológico y otros tipos de patrimonio, en base a una estrategia de conservación (Komoo y Patzak, 2008). Sin embargo, el reconocimiento de Geoparque no implica un cambio en el estado legal de sus tierras, ni significa una nueva categoría de área protegida; pudiendo ser en la práctica algo muy distinto a lo que es un Parque Nacional. Para lograr la conservación de estos elementos en un Geoparque, las autoridades deben trabajar según el contexto legislativo local y nacional, tomando decisiones sobre las medidas de protección que serán aplicadas (UNESCO, 2010).

Trabajo en red: Desde los orígenes del concepto de Geoparque, el trabajo en red ha sido uno de sus principios primordiales, siendo una figura que alienta la cooperación internacional entre zonas que poseen un patrimonio geológico de valor excepcional; apuntando a contribuir en el intercambio de experiencias y la formación de iniciativas conjuntas (UNESCO, 2015). Trabajar con socios internacionales es una de las principales razones por la que los territorios buscan ser parte de la Red Mundial de Geoparques (UNESCO, 2017), la cual está comprometida con promover la gestión, conservación y divulgación del patrimonio geológico como parte del patrimonio mundial (UNESCO, 2010).

En resumen, estas son las principales características de los Geoparques Mundiales de la UNESCO, donde la posibilidad de construir la gobernanza del desarrollo sostenible a nivel local, y la opción de generar un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la protección del medio ambiente, se instalan como aspectos de gran relevancia. Asimismo, lograr la participación de los actores a través de instancias de coordinación, facilita la implementación de un enfoque integrado para la gestión de los territorios (Komoo y Patzak, 2008).

2.4 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Uno de los primeros esfuerzos internacionales hacia la puesta en valor y protección de sitios de importancia global, que incluye sitios naturales, fue puesto en marcha en el año 1972 (Brilha, 2015). Se trata de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, adoptada por la Conferencia General de la UNESCO (UNESCO, 2021).

En ella se adoptan definiciones claras respecto a lo que será considerado como patrimonio natural de valor universal, siendo comprendido como: a) los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético y/o científico; b) las formaciones geológicas y fisiográficas

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas que tengan un valor universal desde el punto de vista estético y/o científico; y c) los lugares o zonas naturales estrictamente delimitadas que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural (UNESCO, 1972).

Esta convención tiene una Lista de Patrimonio Mundial que al año 2021 contaba con 1.154 sitios inscritos distribuidos en 167 países del mundo (UNESCO, 2021). Sin embargo, la comunidad científica ha sido crítica con este programa, ya que no ha tenido una cobertura adecuada para asegurar la protección del patrimonio geológico (Eder y Patzak, 2004 en Martínez, 2017). Del total de sitios inscritos, menos de la quinta parte son sitios de interés natural, y de ellos, una pequeña porción corresponde a sitios geológicos, ya que desde sus inicios esta iniciativa ha prestado mayor atención a sitios de interés cultural (Bandarin, 2002).

En años posteriores surgieron distintas iniciativas que apuntaron a la puesta en valor de sitios de interés geológico y a su necesidad de gestión y conservación. Sin embargo, la filosofía que sustenta la figura de los Geoparques se materializó en el año 1991 cuando se celebró en Francia el primer “Simposio Internacional sobre Protección del Patrimonio Geológico”. (Martini, 1994, en Jones, 2008). En esta declaración, más de 100 especialistas, procedentes de más de 30 países, expresaron la importancia del patrimonio geológico:

“Nuestra historia y la de la Tierra son inseparables; su origen y su historia son los nuestros; su futuro será nuestro futuro” (Congreso Internacional de Conservación del Patrimonio Geológico, 1991).

Desde aquel momento se realizaron grandes avances para la conservación y puesta en valor de la geodiversidad y patrimonio geológico de todo el mundo (Jones, 2008). En el año 1993 se creó la “Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico” (ProGEO), con el objetivo de promover la protección de lugares y paisajes geológicos de gran valor (ProGEO, 2017). Luego, en el año 1996, en nombre de la comunidad geológica internacional y con el copatrocinio de la UNESCO, la “Unión Internacional para las Ciencias Geológicas” (IUGS) creó el proyecto “Global Geosites”: un ambicioso plan para promover la geoconservación a nivel global, basado en la identificación en todo el mundo de sitios geológicos relevantes para comprender la historia geológica del planeta (Wimbledon, 2000).

En 1997, la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO comenzó el desarrollo del “Programa de Geoparques UNESCO”, con la idea de brindar apoyo a los esfuerzos que trabajaban activamente por la conservación del patrimonio geológico (Jones, 2008). Así, en el año 1999 este grupo de expertos presentó una propuesta formal a la Mesa Ejecutiva, con el objetivo de promover una red global de Geoparques. Por parte de la UNESCO se evaluó la necesidad y viabilidad de promover la iniciativa, pero finalmente fue rechazada en el año 2000 (Jones, 2008). A pesar de ello, la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO mantuvo una relación cercana con la comunidad de los Geoparques, y muchos de los trabajos realizados en la época contaron con sus auspicios y aportes (Henriques y Brilha, 2017).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

De allí en adelante el concepto de Geoparque tuvo un desarrollo bastante acelerado, estableciéndose prontamente la Red Europea de Geoparques. Esta red surgió en el año 2000 gracias a la colaboración de cuatro territorios con características naturales y socioeconómicas similares; correspondientes a “Réserve Géologique de Haute-Provence” en Francia, “El Bosque Petrificado de Lesvos” en Grecia, “Geoparque Gerolstein/Vulkaneifel” en Alemania, y “Parque Cultural Maestrazgo” en España (Zouros, 2004). En el año 2001 esta red firmó un acuerdo formal con la División de Ciencias de la Tierra de la UNESCO, dando esta su apoyo directo a la organización (Zouros y McKeever, 2009 en Henriques y Brilha, 2017). De igual manera, en el año 2000 se inaugura la Red Nacional de Geoparques de la República Popular de China; incluyendo 11 Geoparques y convirtiéndose hasta la actualidad en uno de los países pioneros en la temática (Chen et al., 2015, en Martínez, 2017; Xun y Milly, 2002).

Luego de varios años, en reconocimiento del gran éxito del concepto a escala mundial, el Comité Asesor sobre Geoparques de la UNESCO estableció en el año 2004 la “Red Mundial de Geoparques”, constituida en un principio por 17 Geoparques Europeos y 8 Geoparques Chinos (Komoo y Patzak, 2008; Brilha, 2012). Actualmente, 18 años después de su creación, esta red está compuesta por 177 Geoparques distribuidos en 46 países del mundo UNESCO, (2022). A nivel general, los principales objetivos establecidos para la Red Mundial de Geoparques fueron: promover la conservación del patrimonio geológico; incentivar la educación en geociencias y temáticas ambientales; avanzar hacia un desarrollo económico sostenible a nivel local; y promover la investigación científica (Brilha, 2012). No obstante, a pesar de la creación de esta red en el año 2004, es recién en el año 2015 cuando se aprueba oficialmente el “Programa Internacional de Geociencias y Geoparques” como parte íntegra de UNESCO (Henriques y Brilha, 2017).

Con el paso del tiempo la Red Mundial de Geoparques amplió sus límites, formalizándose en el año 2008 la Red de Geoparques Asia-Pacífico, y celebrándose en el año 2010 la “Primera Conferencia Latinoamericana y Caribeña de Geoparques” (McKeever et al., 2010). En el año 2017 se celebra en Arequipa, Perú, la fundación de la “Red de Geoparques de América Latina y el Caribe”, bajo el auspicio de UNESCO y la Red Mundial de Geoparques (Red GeoLAC, 2021). Al año 2021 esta red está compuesta por ocho Geoparques oficiales distribuidos en siete países: Brasil, Uruguay, México, Perú, Ecuador, Nicaragua y Chile (Red GeoLAC, 2021). Asimismo, en la zona existen al menos 30 proyectos de Geoparque que trabajan para ser reconocidos como tales (Sánchez-Cortez y Simbaña-Tasiguano, 2018).

Finalmente, un último hito relevante ha sido la publicación en el año 2020 de las “Directrices para la Geoconservación en Áreas Protegidas”, trabajo realizado por el Grupo de Especialistas en Patrimonio Geológico de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Estas directrices tienen por objetivo incorporar la gestión y conservación del patrimonio geológico en áreas protegidas, y están especialmente orientadas a todos quienes trabajen en el establecimiento y manejo de estas (Crofts et al., 2020).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

En resumen, así es como organizaciones e instituciones de todo el mundo han trabajado para dar protagonismo a la geodiversidad y patrimonio geológico a nivel internacional. En la actualidad, el concepto de Geoparque ha alcanzado los distintos rincones del planeta (Sánchez-Cortez y Simbaña-Tasiguano, 2018).

2.5 ANTECEDENTES NACIONALES

A lo largo del siglo XX se hicieron en Chile distintos estudios geológicos (Brüggen, 1927; Segerstrom, 1967; Pacci y Pérez, 1979) que han sido precursores de los actuales esfuerzos para el estudio y gestión de la geodiversidad y el patrimonio geológico (Benado et al., 2019). Hoy en día geólogos y otros expertos han demostrado que Chile posee una geodiversidad y patrimonio geológico de gran interés para la ciencia y de gran relevancia para el desarrollo del geoturismo (Hervé et al., 2012).

Durante los últimos años en Chile se han realizado importantes avances en el estudio de estos elementos, principalmente a través de inventarios que han registrado cientos de geositos. Desde el año 2000 se han elaborado diversos inventarios de geositos que han sido impulsados por instituciones como la Sociedad Geológica de Chile (SGCh), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) (Mourgues et al., 2016); y a nivel más específico, la SEREMI de Minería de la Región de Aysén, la cual lideró el desarrollo del primer inventario de geositos a nivel regional del país (Benado et al., 2020). Además, algunas universidades y organizaciones han desarrollado trabajos orientados a la identificación y evaluación del patrimonio geológico, incluyendo estudios en lugares como: los Parques Nacionales Torres del Paine (Fernández, 2007), Conguillío (Martínez, 2010) y Pali Aike (Mardones, 2012); comunas como San José de Maipo (Benado, 2013; Vergara et al., 2019), Puchuncaví (López, 2016), Puerto Varas (Martínez, 2017) y Petorca (Pérez, 2018); y también trabajos en la Región de Atacama (Castro et al., 2010, 2012, 2013; Ramírez, 2012) (Benado et al., 2019). La gran mayoría de estos trabajos son inventarios de geositos, los que constituyen la primera etapa de una estrategia de geoconservación, siendo muy pocos los que ahondan en etapas posteriores como el análisis de las evaluaciones cuantitativas, la propuesta de medidas de gestión e incluso la ejecución de estas (Benado et al., 2019)

Por otro lado, varios de estos trabajos se han realizado en el marco de proyectos que buscan el reconocimiento de Geoparques Mundiales de la UNESCO. En Chile existen al menos siete proyectos de Geoparque que se encuentran en distintos niveles de avance, y se adhieren a los objetivos planteados por la UNESCO y la Red Mundial de Geoparques. En este sentido, uno de los hitos más importantes a nivel nacional tuvo lugar en el año 2019, cuando se logró el primer Geoparque oficialmente reconocido: el Geoparque Mundial de la UNESCO Kütralkura, en la Región de la Araucanía. Esta iniciativa ha sido pionera en el país, y ha sido liderada por instituciones como SERNAGEOMIN, el Gobierno Regional de la Araucanía, la Corporación Nacional Forestal (Benado et al., 2019); y especialmente por la Asociación de Municipalidades Cordilleranas de la Araucanía (AMCA).

2.5.1 Protección legal y áreas protegidas: En Chile existen distintas normativas, leyes y convenciones nacionales e internacionales que se refieren a la conservación de la naturaleza. La principal legislación ambiental es la “Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente”, o Ley 19.300, publicada en el año 1994. Esta ley define conceptos básicos e instrumentos para la gestión ambiental, establece sanciones para quienes causen daños sobre la naturaleza, crea un fondo económico para la protección del medio ambiente y también crea el Ministerio del Medio Ambiente. En un principio esta ley no consideraba los elementos abióticos de la naturaleza, pero en el año 2002 esto fue corregido mediante el Decreto 95 que incorpora la obligatoriedad de realizar estudios geológicos para todos los proyectos que sean introducidos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Benado et al., 2019).

Además, en Chile existen varios tipos de áreas protegidas, cada una gestionada por distintas dependencias del Estado, pero ninguna tiene como objetivo principal la conservación de la geodiversidad y/o el patrimonio geológico. Las que más se acercan son los Santuarios de la Naturaleza y Monumentos Naturales; siempre y cuando estos aspectos sean mencionados de en los documentos declaratorios y/o definidos como elementos de conservación en los planes de manejo (Benado et al., 2019). Por otro lado, existe la Ley 17.288 del año 1970 que “Legisla sobre Monumentos Nacionales”, donde se establece que las piezas paleontológicas corresponden a Monumentos Nacionales protegidos por ley, existiendo sanciones para quienes las expolien y/o hagan excavaciones sin autorización (Benado et al., 2019).

Entonces, la normativa chilena tiene instrumentos legales de utilidad para la conservación de la geodiversidad y patrimonio geológico, pero estos han resultado poco operativos ya que ninguna institución del Estado se ha hecho cargo de su registro sistemático y gestión. Esta responsabilidad se encuentra repartida en distintos organismos como el Ministerio del Medio Ambiente, el Consejo de Monumentos Nacionales y la Corporación Nacional Forestal (Schilling et al., 2015). Sin embargo, actualmente se encuentra en discusión el proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), considerado un proyecto clave para la protección del medio ambiente. Este proyecto de ley busca crear un servicio público descentralizado, dedicado exclusivamente a la conservación de la naturaleza y que integre todas las áreas protegidas del país (MMA, 2021). En este proyecto de ley se considera al patrimonio geológico de manera explícita, siendo una buena oportunidad para implementar una estrategia nacional de conservación que considere estos elementos como parte del patrimonio natural (Schilling et al., 2015).

En resumen, si bien en Chile han existido grandes avances en el estudio, registro, puesta en valor y gestión de la geodiversidad y patrimonio geológico, la temática aún se encuentra en un estado incipiente (Schilling et al., 2015; Benado et al., 2019). Por lo tanto, son necesarios nuevos trabajos que permitan representar de mejor manera la dimensión y relevancia de estos recursos, como también nuevos esfuerzos para avanzar en su gestión, conservación y puesta en valor (Hervé et al., 2012; Benado et al., 2019).

3. CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

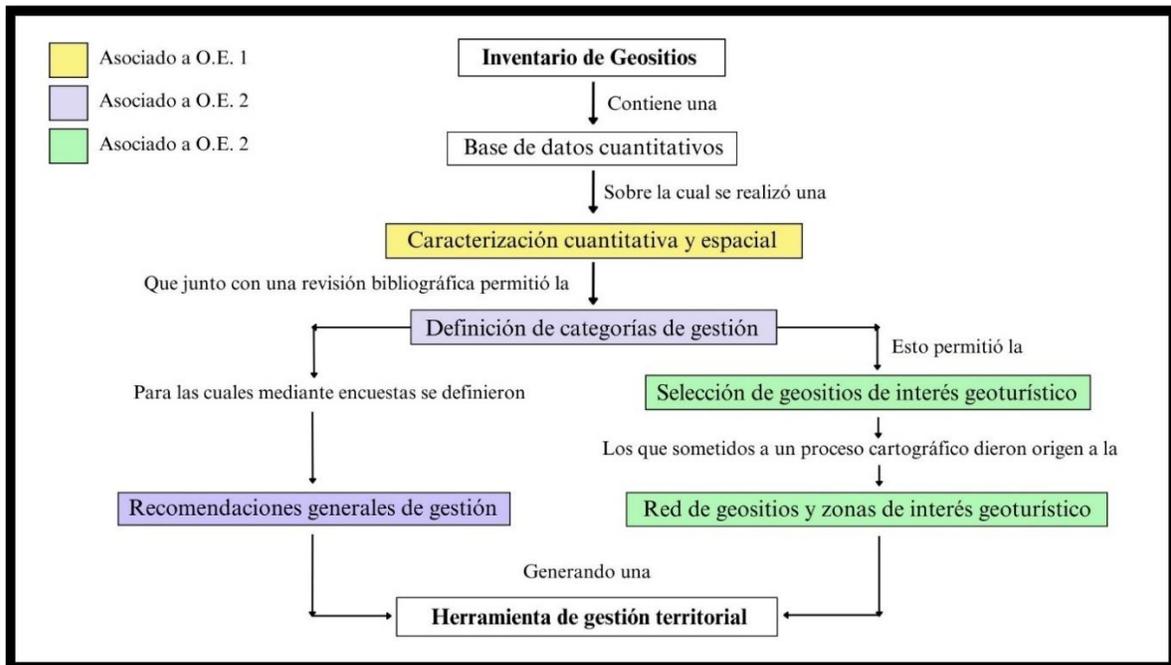
3.1 DISEÑO METODOLÓGICO:

Esta investigación fue desarrollada mediante un enfoque metodológico mixto, es decir, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas para abordar los objetivos planteados. Este proceso fue de tipo secuencial, ya que el análisis cuantitativo permitió generar insumos que luego fueron utilizados para los pasos de tipo cualitativo (Bryman, 2006, en Núñez, 2017).

Es importante mencionar que en este trabajo una de las principales fuentes de información es el inventario de geositos de la comuna de San José de Maipo, realizado durante el año 2018 (el autor de esta memoria de título fue parte del desarrollo del inventario). El inventario está compuesto de 40 geositos que representan la geodiversidad y patrimonio geológico del área de estudio, y contiene una amplia base de datos cuantitativos que fue utilizada en este trabajo. La principal referencia metodológica utilizada para el desarrollo del inventario corresponde a Brilha (2016), de la que se muestra un resumen en el Anexo 1.

En base a aquella información se desarrollaron los distintos pasos metodológicos de este trabajo, pasando por la caracterización cuantitativa y espacial de los datos contenidos en el inventario; la propuesta de categorías y recomendaciones de gestión para los geositos; y a partir de ello la definición de una red de zonas de interés geoturístico. Este proceso se muestra en la Figura 3, donde los colores indican el objetivo específico al que pertenece cada etapa.

Figura 3. Síntesis del flujo metodológico de esta investigación.



Fuente: elaboración propia según referencia de Poiraud et al. (2016).

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Caracterización del inventario de geositos de la comuna de San José de Maipo

Este objetivo fue desarrollado en dos etapas: la primera fue la caracterización espacial de los geositos y sus áreas temáticas dentro del área de estudio; y la segunda, la caracterización cuantitativa de sus evaluaciones en cada categoría, es decir, Valor Científico, Potencial Educativo, Potencial Turístico y Riesgo de Degradación.

Para la caracterización espacial de los geositos y sus áreas temáticas, se utilizó como base un mapa donde se muestra la disposición geográfica de los 40 geositos y sus áreas temáticas, permitiendo identificar tendencias espaciales de interés para este trabajo.

En segundo lugar, para la caracterización cuantitativa de sus evaluaciones en cada categoría, se utilizaron como base diversas tablas y gráficos desarrollados a partir de la base de datos del inventario de geositos. Algunos de las caracterizaciones realizadas fueron: calcular el puntaje promedio de cada criterio evaluado, determinar la cantidad de geositos según rangos de puntaje, identificar elementos en común entre los geositos mejor evaluados, entre otros, permitiendo diagnosticar el estado de estos elementos en el territorio. Finalmente, en cada categoría estas observaciones cuantitativas fueron complementadas con una caracterización espacial basada en mapas.

3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Propuesta de categorías y recomendaciones generales de gestión para los geositos inventariados

Con el fin de proponer categorías y recomendaciones generales de gestión para los geositos inventariados, se utilizaron como base las caracterizaciones obtenidas en el objetivo específico N° 1, se consideraron propuestas de distintos trabajos asociados a la gestión del patrimonio geológico, y también las sugerencias realizadas por los expertos nacionales e internacionales que fueron encuestados de manera remota para este trabajo.

A partir de ello, el desarrollo de este objetivo específico consistió en un proceso de distintas etapas que se encuentran resumidas en la Figura N° 4, tratándose de una propuesta original construida a partir de las fuentes mencionadas (Ver Figura 4).

- Definición de Categorías de Gestión: Para definir las categorías de gestión, en primer lugar se determinó que todos los geositos con puntajes desde los 250 puntos hacia arriba, es decir, pertenecientes a los rangos Alto y Muy Alto, serían considerados geositos con Puntajes Destacados. La identificación de estos puntajes fue realizada mediante una “matriz de identificación de puntajes destacados” realizada a modo de tabla.

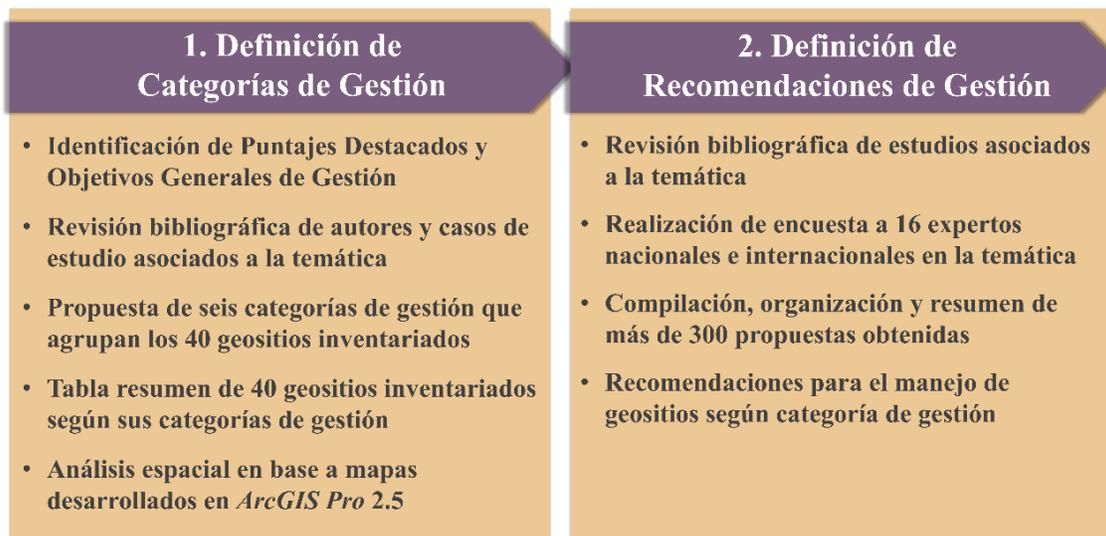
Esa información se utilizó como base para luego definir Objetivos Generales de Gestión para cada geosito. Nuevamente, este proceso fue realizado mediante una “matriz de identificación de objetivos generales de gestión” realizada a modo de tabla.

Luego, tomando como guía los Objetivos Generales de Gestión definidos para cada geositio, y siguiendo las sugerencias de Poiraud et al. (2016) y Prosser et al. (2018), se definieron seis Categorías de Gestión con la idea de agrupar distintas cantidades de geositios según similitudes en sus características. Estas categorías de gestión entregan un acercamiento al tipo de manejo que debe hacerse sobre los geositios (Prosser et al., 2018).

Algunas de estas Categorías de Gestión se definieron como simples y otras compuestas. Las categorías simples fueron asignadas a geositios que tienen solo un Objetivo General de Gestión en esas temáticas. Por otro lado, las Categorías de Gestión compuestas fueron creadas para geositios con más de un Objetivo General de Gestión y que estos son complementarios entre sí, con la idea de que su gestión sea representativa de todos los aspectos que los caracterizan (Prosser et al., 2018). Todo este proceso resultó en una tabla listado que reúne los 40 geositios con sus categorías de gestión correspondientes. Además, esta información fue complementada con el desarrollo de mapas que permitieron identificar tendencias espaciales de las categorías de gestión en el área de estudio.

- Recomendaciones generales de gestión: Una vez definidas las categorías de gestión, se definieron distintas recomendaciones generales para el manejo de los geositios agrupados en ellas. Para esto, considerando la escasez de información, se desarrolló mediante *Google Forms* una encuesta en formato digital, compuesta de siete preguntas abiertas orientadas a obtener mayor información al respecto (Ver Anexo 3). Esta encuesta fue aplicada durante los meses de abril y mayo del año 2021 a un total de 16 personas, de las cuales 11 son exponentes de la materia a nivel nacional, y 5 son expertos internacionales en el tema (Ver Tablas 1 y 2). De esta manera se recolectaron más de 300 recomendaciones de gestión, las que luego fueron organizadas, compiladas y resumidas mediante tablas, para finalmente ser expuestas de manera ordenada en cada categoría de gestión.

Figura 4. Flujo metodológico del objetivo específico N° 2.



Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 1. Listado de expertos nacionales encuestados

Encuestados/as Nacionales			
Nº	Nombre	Estudios	Cargos
1	Emil Stefani Signorio	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Estudiante Magíster en Ciencias, Mención Geología - Universidad de Chile	a) Coordinador Científico del Proyecto Geoparque Pillanmapu, Chile b) Presidente Fundación Geoparque Pillanmapu
2	Rodrigo Pérez Garay	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Estudiante Magíster en Gestión del Patrimonio y Turismo Sostenible - Universidad Autónoma de Chile	a) Coordinador Técnico del Proyecto Geoparque Pillanmapu, Chile
3	José Miguel Benado Wilson	a) Astrónomo - Universidad de Chile b) Magíster en Geoconservación - Universidad de Minho, Portugal	a) Profesional en SEREMI Minería XI Región de Aysén
4	María Jesús Bravo Pérez	a) Geóloga - Universidad de Concepción b) Estudiante Magíster en Gestión del Patrimonio y Turismo Sostenible - Universidad Autónoma de Chile	a) Coordinadora de Educación del Proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío, Chile
5	Paulo Urrutia Barceló	a) Geólogo - Universidad de Concepción b) Estudiante Magíster en Gobernanza de Riesgos y Recursos - Universidad de Heidelberg, Alemania	a) Director de Geoturismo Chile
6	Vladimir Vicencio Riveros	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Magíster en Ciencias, Mención Geología - Universidad de Chile	a) Coordinador Técnico del Proyecto Geoparque Valle de Petorca, Chile b) Presidente Fundación Escalera del Diablo
7	Manuel Arenas Abarca	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Magíster en Ciencias de Geoinformación - Universidad de Twente, Holanda	a) Geólogo de la "Unidad de Geopatrimonio" del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
8	Camilo Vergara Daskam	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Estudiante Magíster Pangea, especialidad Geoconservación - Universidad de Lille, Francia y Universidad de Minho, Portugal	a) Coordinador Científico del Proyecto Geoparque Cajón del Maipo b) Director de Fundación de Desarrollo Sostenible Cajón del Maipo
9	Sebastián Severino Valenzuela	a) Geólogo - Universidad Santo Tomás	a) Geólogo en Paleo Andes SpA b) Miembro de Proyecto Geoparque Puchuncaví
10	Manuel Schilling Danyau	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Doctorado en Ciencias, Mención Geología - Universidad de Chile	a) Coordinador Científico del Geoparque Mundial de la UNESCO Kütralkura, Chile b) Profesor - Universidad Austral de Chile
11	Tomás Martínez Ortega	a) Geólogo - Universidad de Chile b) Estudiante Magíster Pangea, especialidad Geoconservación - Universidad de Lille, Francia y Universidad de Minho, Portugal	Estudiante de Magíster

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 2. Listado de expertos internacionales encuestados

Encuestados Internacionales			
N°	Nombre	Estudios	Cargos
1	Asier Hilario Orus	a) Geólogo – Universidad País Vasco, España b) Magíster en Ciencias Geológicas - Universidad de Cardiff, Gales	a) Coordinador Científico del Geoparque Mundial de la UNESCO Costa Vasca, España. b) Presidente de la Comisión Internacional de Patrimonio Geológico, en IUGS.
2	José Luis Palacio Prieto	a) Licenciado, Magister y Doctorado en Geografía - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	a) Coordinador Científico del Geoparque Mundial de la UNESCO Mixteca Alta, México b) Director de Escuela de Ciencias de la Tierra – UNAM, México
3	Francesc Xavier Ferraro	a) Geólogo - Universidad Autónoma de Barcelona, España b) Doctorado en Geología, Universidad Autónoma de Barcelona, España	a) Director Proyecto Geoparque Minero Litoral del Biobío, Chile (período 2017 – 2020) b) Investigador Docente – Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile
4	Paulo Silva Pereira	a) Magíster en Geografía y Planificación - Universidad de Minho, Portugal b) Doctor en Ciencias U. de Minho, Portugal	a) Profesor Auxiliar en Centro de Ciencias de la Tierra - Universidad de Minho, Portugal
5	Juan Quintero Marín	a) Geólogo - Universidad Nacional Colombia b) Estudiante de Magíster Geoconservación - Universidad de Minho, Portugal	a) Estudiante de Magíster

Fuente: elaboración propia a partir de encuestas.

3.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Identificación de geositos con mayor potencial geoturístico; medidas para su gestión y aprovechamiento sostenible.

En esta etapa se seleccionaron todos los geositos que resultaron ser parte de categorías de gestión asociadas al turismo, los que fueron denominados Geositos de Interés Turístico. Se elaboró una tabla con los 27 geositos involucrados y el detalle de sus categorías de gestión, como también un mapa que muestra su distribución geográfica.

Con esta selección de geositos se desarrolló mediante *ArcGIS Pro 2.5* una interpolación Densidad de Kernel, la cual calcula la densidad de puntos en un espacio mediante la distribución de los datos puntuales en una superficie continua, lo que permitió visualizar las zonas del área de estudio con mayor concentración de estos geositos. Esta herramienta fue aplicada de manera independiente para cada zona geográfica del área de estudio, ya que en el caso contrario algunos geositos ejercían influencia sobre otros ubicados en valles vecinos arrojando resultados inválidos en términos de accesibilidad.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Las zonas de mayor concentración resultantes fueron sometidas a un proceso de ajustes, que consistió principalmente en la unificación de zonas de menor influencia que se encontraban próximas geográficamente, y la posterior definición de sus límites precisos mediante el trazado de polígonos en *Google Earth Pro*, siguiendo los principales aspectos geográficos del entorno. Este proceso resultó en la definición de tres Zonas de Interés Geoturístico y siete Geositios de Interés Turístico individuales. Además, apuntando a fortalecer el carácter de red de esta propuesta, se agregó una Ruta Geoturística General que conecta las tres zonas y algunos geositios individuales. Esta información fue plasmada en un mapa final, que exhibe la denominada Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico donde se propone que estén concentradas las acciones orientadas al desarrollo geoturístico del territorio.

Finalmente, todos estos geositios y Zonas de Interés Geoturístico fueron caracterizados mediante una ficha descriptiva elaborada en base a lo observado en el proyecto “Geoturismo Sostenible en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma del País Vasco” (2011). Cada ficha descriptiva incluyó: descripción general de la zona o geositio, fotografías representativas, descripción geográfica y geológica, recopilación de otros atractivos turísticos cercanos, resumen de oferta turística disponible y detalles sobre la disponibilidad de información sobre estos elementos.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN ESPACIAL Y CUANTITATIVA DEL INVENTARIO DE GEOSITIOS DE LA COMUNA DE SAN JOSÉ DE MAIPO

Uno de los principales objetivos de estudiar el patrimonio geológico a través de inventarios de geositios, es conocer el estado en el que este se encuentra dentro de un territorio. En este sentido, es cada vez más reconocida la importancia de contar con inventarios que incluyan evaluaciones cuantitativas de los geositios, permitiendo identificar aquellos que requieren de una gestión prioritaria, y apuntando a asegurar su puesta en valor y/o conservación (Brilha, 2016). Los resultados de estas evaluaciones son de gran importancia para el desarrollo de planes de gestión que respondan a la realidad de los geositios y para disminuir el nivel de subjetividad que poseen los gestores al momento de tomar decisiones (Prosser et al., 2018; Newsome y Dowling, 2018; Brilha, 2018, en Brilha y Reynard, 2018).

Este caso de estudio se basa en los parámetros propuestos por Brilha (2016), donde cada geositio es evaluado en cuatro categorías correspondientes a: Valor Científico (VC), Potencial Educativo (PE), Potencial Turístico (PT) y Riesgo de Degradación (RD). A continuación se hace una caracterización de los resultados cuantitativos obtenidos en cada una de ellas, comenzando con una revisión de la distribución geográfica y distribución de áreas temáticas de los geositios inventariados.

4.1.1 Análisis de distribución geográfica: La distribución geográfica de los geositios inventariados va de la mano con las zonas geográficas definidas en el área de estudio (Ver Figura 6 y Tabla 3). Estas zonas coinciden con las principales cuencas hidrográficas del territorio, tratándose de “Valle del Río Maipo – Zona Baja”, “Valle del Río Colorado”, “Valle del Río Yeso”, “Valle del Río Volcán” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta”.

Tabla 3. Zonas geográficas y superficies de extensión.

Zona geográfica	Área de extensión	Porcentaje de la comuna
Valle del Río Maipo - Zona Baja	670 km ²	13,4%
Valle del Río Colorado	1.670 km ²	33,4%
Valle del Río Yeso	627 km ²	12,6%
Valle del Río Volcán	523 km ²	10,5%
Valle del Río Maipo - Zona Alta	1.505 km ²	30,1%
Total	4.995 km ²	100%

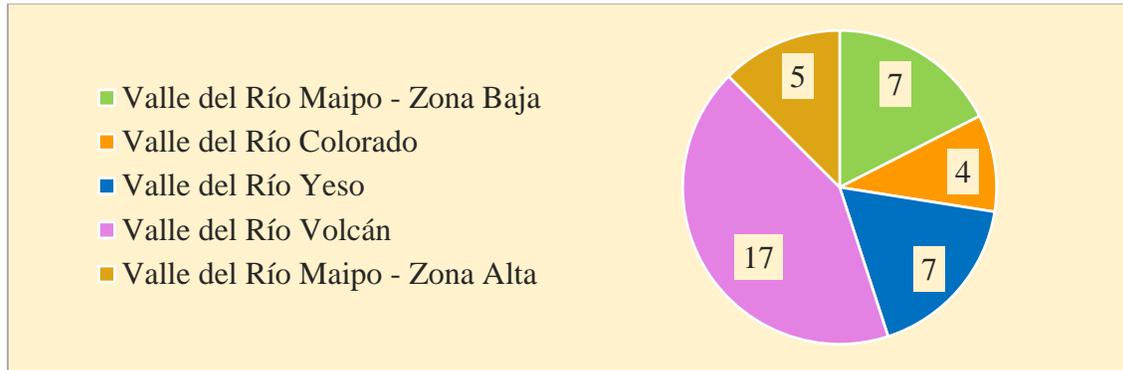
Fuente: elaboración propia.

De los 40 geositios inventariados, la mayoría se encuentra en la porción central del área de estudio; las zonas “Valle del Río Maipo – Zona Baja” y “Valle del Río Yeso” contienen 7 geositios cada una, y “Valle del Río Volcán” contiene 17, sumando entre ellas 31 de los 40 geositios. En cambio, por el norte “Valle del Río Colorado” tiene solo 4 geositios, y por el sur, “Valle del Río Maipo – Zona Alta” contiene solo 5 (Ver Figura 5). En este sentido,

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

destaca el hecho de que “Valle del Río Volcán” concentra la mayor cantidad de geositorios, siendo la de menor extensión territorial. Por el contrario, “Valle del Río Colorado” es la zona de mayor superficie y tiene sólo 4 de ellos. Esto se explica, en parte, por las amplias diferencias de estas zonas en términos de accesibilidad y limitaciones al uso.

Figura 5. Cantidad de geositorios inventariados por zona geográfica.



Fuente: elaboración propia a partir de encuestas.

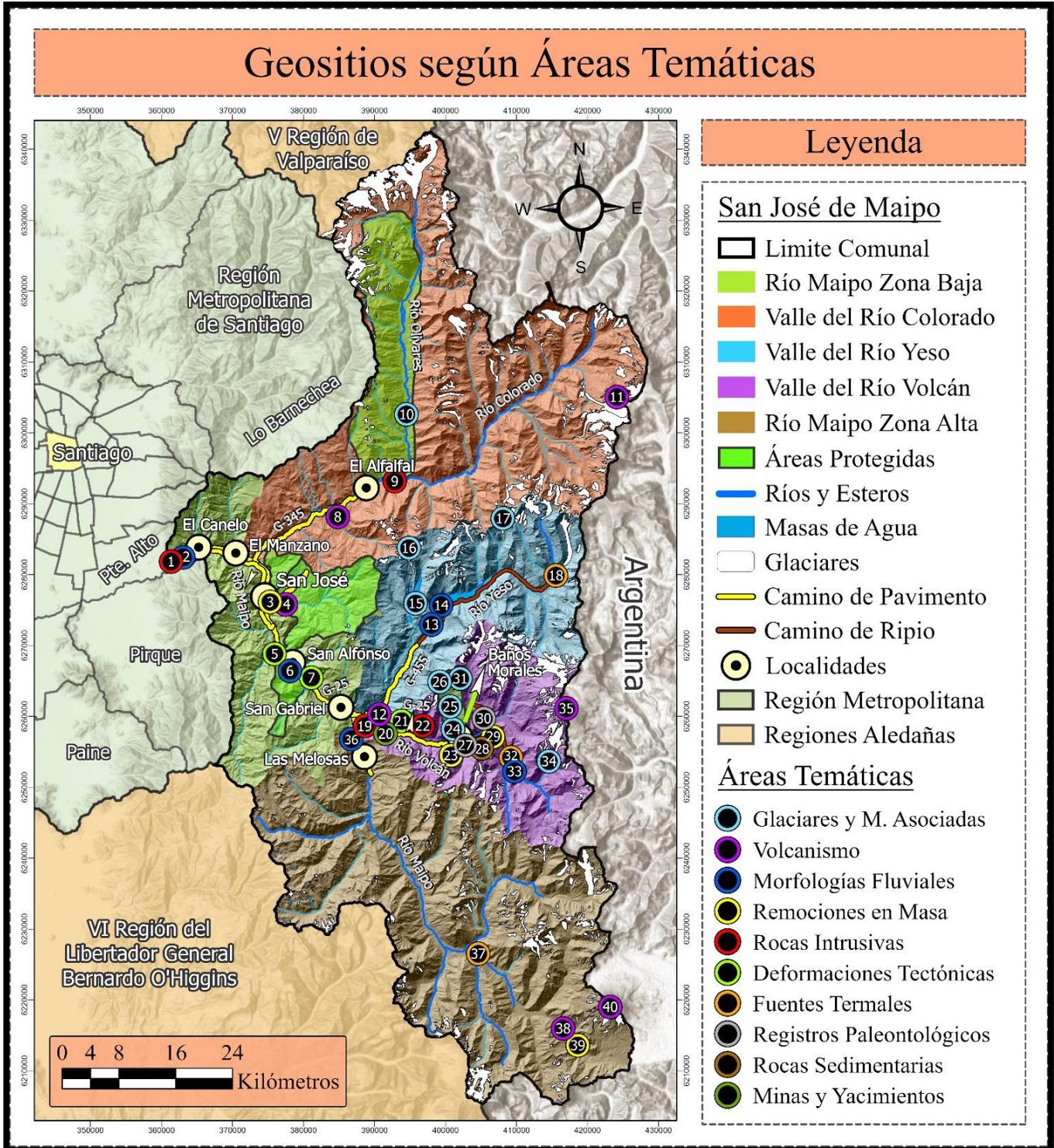
Por otro lado, al analizar la distribución geográfica de los geositorios utilizando el mapa de la Figura N° 6, se reconoce que estos tienden a ubicarse en las cercanías de los principales cursos fluviales, ya que estos a la vez coinciden con las principales rutas de acceso de la comuna. Un buen ejemplo es “Valle del Río Maipo – Zona Baja”, donde 6 de sus 7 geositorios pueden ser visualizados desde el camino principal, la ruta G-25, que en aquel sector sigue el recorrido del río Maipo. Esto se repite en “Valle del Río Volcán”, donde 11 de sus 17 geositorios pueden ser vistos desde el camino principal (Ver Figura 6). No obstante, aunque son minoría, también existen geositorios que están alejados de estas rutas. Un buen ejemplo es la zona “Valle del Río Colorado”, donde los geositorios “8. Mirador de Cóndores”, “10. Cajón del Río Olivares” y especialmente “11. Volcán Tupungatito”, requieren de expediciones de varias horas e incluso días para ser visualizados correctamente. El geositorio “11. Volcán Tupungatito” es el que presenta los menores niveles de accesibilidad en toda el área de estudio. Asimismo, hay otros ejemplos como “15. Laguna Negra”, “16. Glaciar Echaurren Norte” y “31. Glaciar Colgante El Morado” que tienen dificultades de accesibilidad, encontrándose todos ellos sobre los 2.000 metros de altitud.

Si bien la tendencia de concentración es en torno a las principales rutas de acceso, implicando un contexto de buena accesibilidad, al mismo tiempo existen amplias superficies alejadas de estas rutas que no están representadas en el inventario, como se observa en el mapa de la Figura N° 6. Un buen ejemplo es “Valle del Río Colorado”, donde sectores como la sección alta de la cuenca del río Olivares y sección alta del río Colorado se encuentran desprovistos de geositorios. Lo mismo sucede con “Valle del Río Maipo – Zona Alta”, donde la separación entre los geositorios “36. Puente El Cristo” y “37. Termas Puente de Tierra” es de 45

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

kilómetros. Por último, esto también ocurre en todo el territorio ubicado hacia el oeste del eje formado por el río Maipo, donde hay amplias superficies sin presencia de geositos.

Figura 6. Mapa de geositos según áreas temáticas y zonas geográficas.

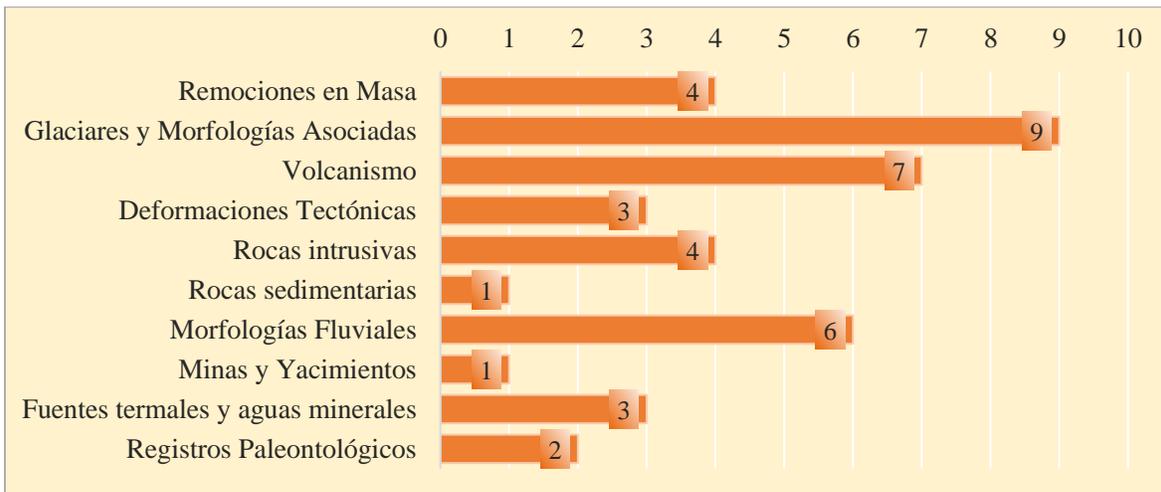


Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos, 2023.

4.1.2 Análisis de áreas temáticas: El inventario considera un total de 10 áreas temáticas en las que se enmarcan los geositos, las cuales representan los aspectos geológicos de mayor relevancia en el territorio. Estas son: “Remociones en Masa”, “Glaciares y Morfologías Asociadas”, “Volcanismo”, “Deformaciones Tectónicas”, “Rocas Intrusivas”, “Rocas Sedimentarias”, “Morfologías Fluviales”, “Minas y Yacimientos”, “Fuentes Termales y Aguas Minerales”, y “Registros Paleontológicos” (Ver Figura 7). Los 40 geositos se distribuyen en estas áreas temáticas de manera desigual, con algunas de ellas ampliamente representadas y otras en menor medida. Por ejemplo, Glaciares y Morfologías Asociadas predomina con 9 geositos, seguida de Volcanismo con 7, mientras que Rocas Sedimentarias, y Minas y Yacimientos están igualadas con solo un geosito cada una.

Al analizar la distribución geográfica de los geositos en función de sus áreas temáticas (Figura 6) se identifican algunos aspectos relevantes. En primer lugar, 5 de los 9 geositos de “Glaciares y Morfologías Asociadas” se concentran en “Valle del Río Volcán”. Luego, “Volcanismo” que posee 7 geositos, es la única que está presente en las cinco zonas geográficas. Asimismo, los 6 geositos de “Morfologías Fluviales” tienen una distribución equilibrada, con presencia en cuatro de las cinco zonas geográficas.

Figura 7. Cantidad de geositos inventariados según áreas temáticas de interés geológico.

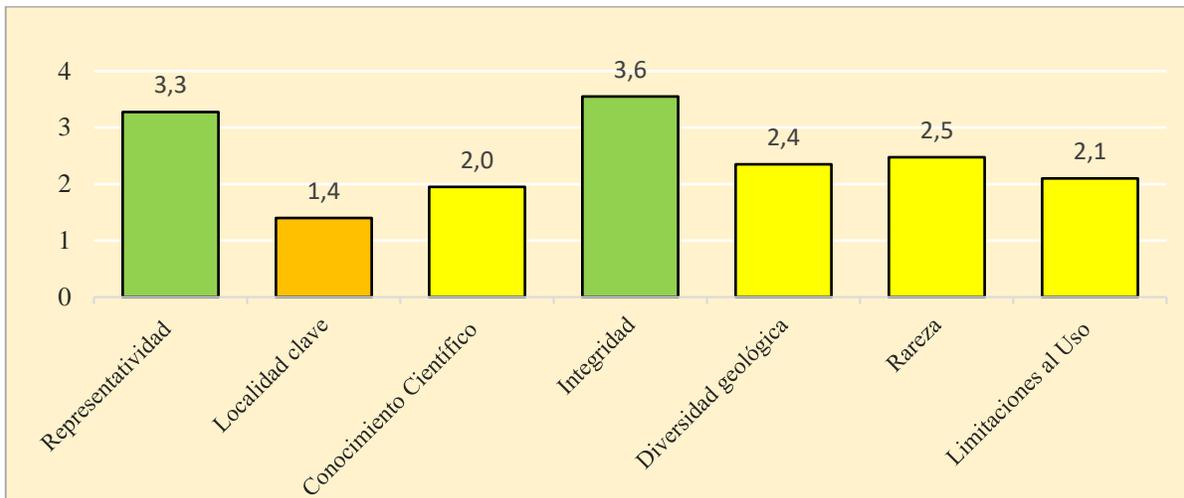


Fuente: elaboración propia

Además, se identifica que “Valle del Río Maipo – Zona Baja” presenta una buena diversidad de áreas temáticas, sumando 5 de ellas con sólo 7 geositos. Por último, se identificó que “Valle del Río Volcán” sobresale por ser la única que contiene geositos pertenecientes a las 10 áreas temáticas, consolidándose como una zona de gran geodiversidad. Esto además implica que las áreas temáticas representadas por solo un geosito, se encuentran únicamente en esta zona. Por lo tanto, se tiene que “Valle del Río Volcán” destaca en el territorio concentrando 17 de los 40 geositos e incluyendo las 10 áreas temáticas consideradas. No obstante, esto también plantea la necesidad de contar con nuevas versiones del inventario que aseguren una buena distribución geográfica y temática de los geositos.

4.1.3 Análisis de categoría Valor Científico (V.C.): La categoría Valor Científico fue evaluada a través de siete criterios, y presenta en el área de estudio un promedio general de 259 puntos de un máximo de 400. De los criterios evaluados, sólo dos presentan un promedio mayor a 3 puntos, siendo el caso de “Representatividad” (3,3) e “Integridad” (3,6) (Ver Figura 8). Los demás criterios promedian entre 2 y 2,5 puntos, a excepción de “Localidad Clave” que se encuentra por debajo de ese límite. Al analizar esta información según zonas geográficas, se identifica que cuatro de las cinco zonas presentan valores sobre el promedio general, y solamente “Valle del Río Maipo – Zona Baja” se encuentra por debajo (Ver Tabla 4). En aquella zona, seis de los siete criterios evaluados tienen un promedio menor al del área de estudio, con la única excepción de “Limitaciones al Uso” (2,3). Esto resulta en un promedio zonal de 200 puntos, muy inferior al promedio general y al de las otras zonas. Por el contrario, el sector “Valle del Río Volcán” tiene el promedio más alto con 277 puntos, destacando su alto valor en los criterios “Representatividad” (3,5) e “Integridad” (3,4). Las demás zonas geográficas tienen promedios ligeramente superiores al promedio general.

Figura 8. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Valor Científico.



Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Puntaje promedio de categoría Valor Científico por zonas geográficas.

Zona geográfica	Promedio V.C.	Desviación estándar
Totalidad área de estudio	259	60,9
Zona geográfica	Puntaje promedio	Diferencia con promedio
Valle del río Maipo - Zona Baja	200	-59
Valle del río Colorado	269	10
Valle del río Yeso	264	5
Valle del río Volcán	277	18
Valle del río Maipo - Zona Alta	266	7

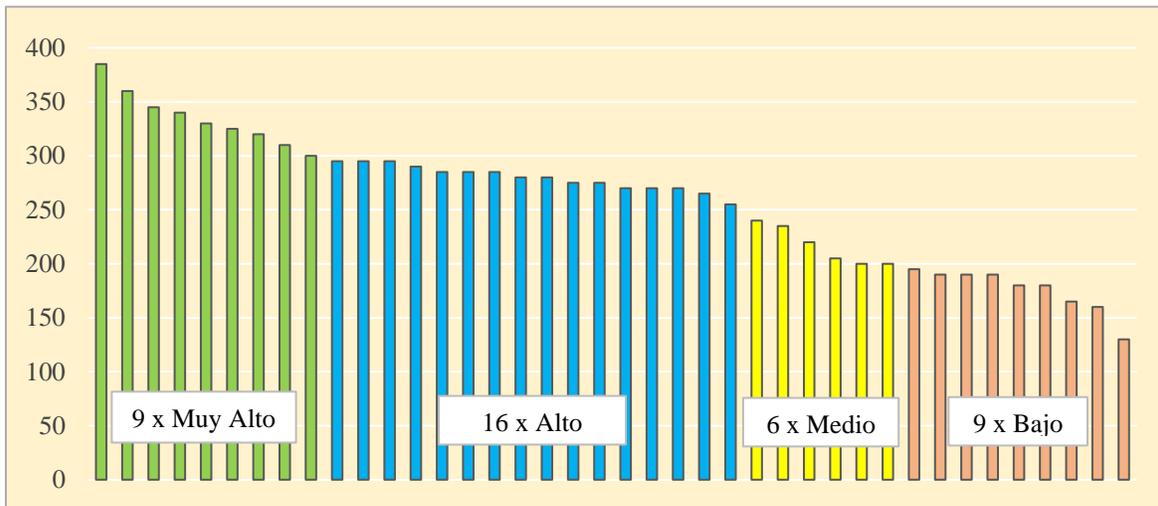
Fuente: elaboración propia

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

En esta categoría, 16 de los 40 geositios evaluados se encuentran en el rango de puntaje “Alto”, siendo el rango de mayor concentración (Ver Figura 9). Luego, se encuentran los rangos “Muy Alto” y “Bajo” con 9 geositios cada uno, mientras que “Medio” suma 6 de ellos. Cabe mencionar que la categoría Valor Científico es la que concentra los mayores puntajes dentro de las categorías evaluadas, razón por la que en total son 25 de los 40 geositios los que se concentran entre los rangos “Alto” y “Muy Alto”.

Si se analizan los puntajes de los geositios del rango “Muy Alto”, destacan especialmente los geositios “Remoción en Masa Las Amarillas” y “Centro Eruptivo Volcán Maipo – Caldera Diamante”, con 385 y 360 puntos respectivamente, bastante cercanos al máximo de 400 (Ver Tabla 5). Estos geositios bien evaluados tienen en común un puntaje máximo en el criterio “Representatividad”, y buenos puntajes en “Integridad” y “Diversidad Geológica” (3,4).

Figura 9. Distribución gráfica de geositios por rango de puntaje. Categoría Valor Científico.



Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Geositios mejor evaluados en categoría Valor Científico.

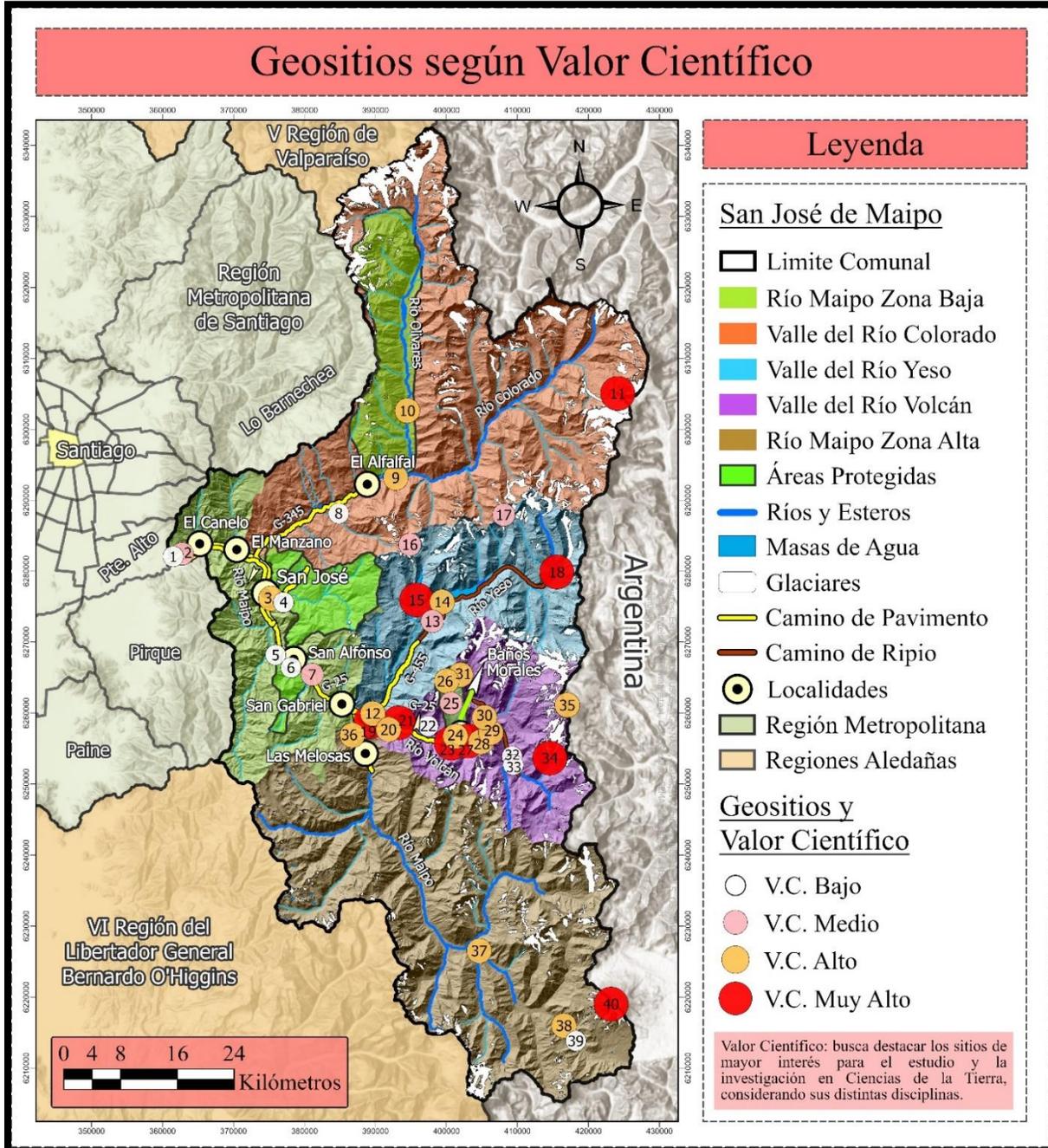
Nombre del Geositorio	Posición en el Ranking	Puntaje
Remoción en Masa Las Amarillas	#1	385
Centro Eruptivo Volcán Maipo - Caldera Diamante	#2	360
Anticlinal Volcado del Valle El Volcán	#3	345
Estratos Marinos de Lo Valdés	#4	340
Volcán Tupungatito	#5	330
Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel	#6	325
Laguna Negra	#7	320
Termas del Plomo	#8	310
Glaciar Nieves Negras	#9	300

Fuente: elaboración propia

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Asimismo, si se analizan estos geositos utilizando el mapa de la Figura 10, se reconoce que los 9 geositos del rango “Muy Alto” están en zonas altas de la comuna, y varios de ellos se ubican en su extremo oriente, lo que implica un contexto de compleja accesibilidad. Además, se observa que 8 de los 16 geositos del rango “Alto” se encuentran en “Valle del Río Volcán”, dándose allí un importante sector de Valor Científico.

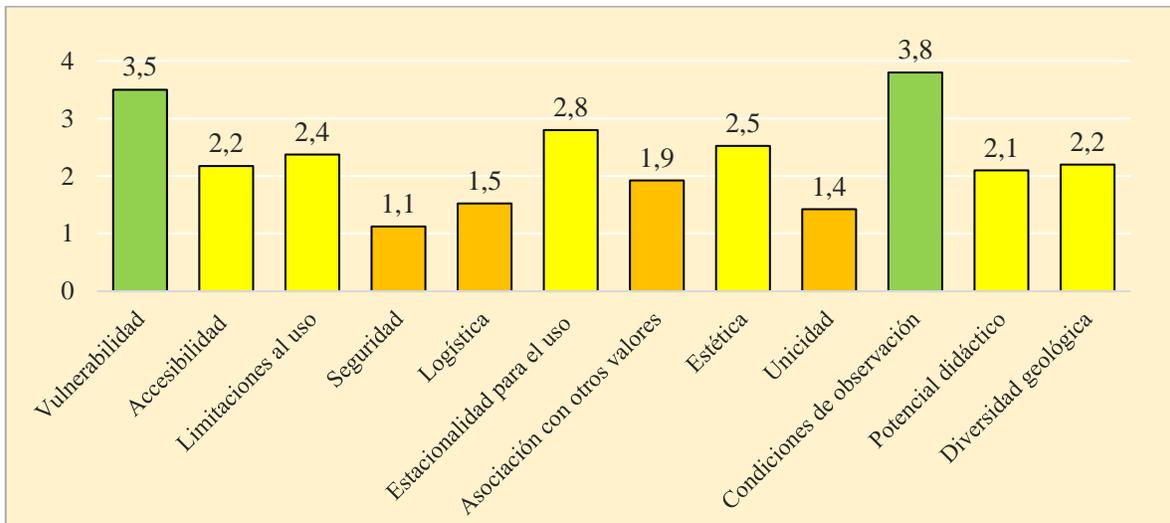
Figura 10. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Valor Científico.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos y rangos de puntajes, 2023.

4.1.4 Análisis de categoría Potencial Educativo (P.E.): La categoría Potencial Educativo fue evaluada a través de doce criterios, y tiene un promedio general de 233 puntos de un máximo de 400. De los criterios evaluados, sólo dos presentan un promedio mayor a 3 puntos, siendo el caso de “Vulnerabilidad” (3,5) y “Condiciones de Observación” (3,8). El puntaje de “Seguridad” es el más bajo de la categoría (1,1) (Ver Figura 11). Al analizar esta información según zonas geográficas, se identifica que “Valle del Río Maipo - Zona Baja” destaca por tener 30 puntos sobre el promedio general (Ver Tabla 6). Esta zona tiene el puntaje máximo en los criterios “Vulnerabilidad”, “Logística” y “Estacionalidad para el Uso”, y posee puntajes elevados en “Accesibilidad” (3,7) y “Condiciones de Observación” (3,7). Es destacable el puntaje máximo en “Logística”, ya que en el área de estudio tiene un promedio de 1,5 puntos. Sin embargo, esta zona presenta puntajes muy bajos en los criterios “Unicidad” (0,9) y “Estética” (1,1). Por otra parte, “Valle del Río Colorado” tiene el promedio más bajo de la categoría con 189 puntos. Este sector tiene buenos puntajes en “Vulnerabilidad” (4) y “Estética” (3,5), pero menores en “Seguridad” (0,5) y “Logística” (0,5), siendo los más bajos del área de estudio.

Figura 11. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Potencial Educativo.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Puntaje promedio de categoría Potencial Educativo por zonas geográficas.

Zona geográfica	Promedio P.E.	Desviación estándar
Totalidad área de estudio	233	51,1
Zona geográfica	Puntaje promedio	Diferencia con promedio
Valle del río Maipo - Zona Baja	263	30
Valle del río Colorado	189	-44
Valle del río Yeso	223	-10
Valle del río Volcán	241	8
Valle del río Maipo - Zona Alta	214	-19

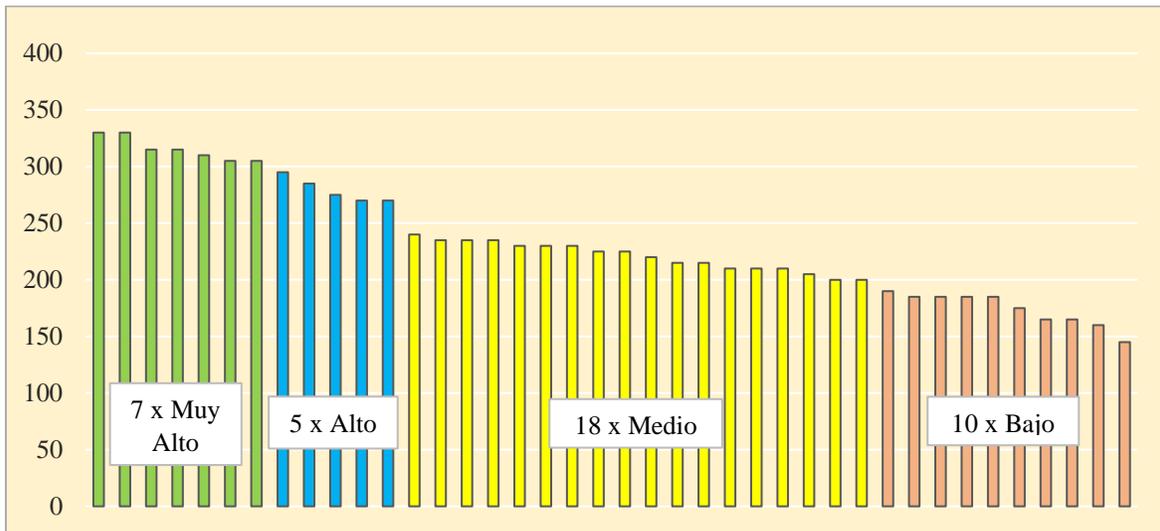
Fuente: elaboración propia

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

En esta categoría, 18 de los 40 geositiOS se encuentran en el rango de puntaje “Medio”, siendo el de mayor concentración (Ver Figura 12). Luego, se encuentra el rango “Bajo” con 10 de ellos, y finalmente los rangos “Alto” y “Muy Alto” con 5 y 7 geositiOS cada uno respectivamente. Cabe mencionar que Potencial Educativo es el que presenta los puntajes más bajos dentro de las categorías evaluadas, concentrándose sólo 12 geositiOS entre los rangos “Alto” y “Muy Alto”, mientras que 28 lo hacen en los rangos “Medio” y “Bajo”.

Si se analizan los puntajes de los geositiOS del rango “Muy Alto”, destacan especialmente los geositiOS “Distrito Minero El Volcán” y “Puente el Cristo”, ambos igualados en la primera posición con 330 puntos de un máximo de 400 (Ver Tabla 7). En general, estos geositiOS bien evaluados tienen en común un puntaje máximo en “Estacionalidad para el Uso”, y puntajes elevados en criterios como “Accesibilidad” (3,7) y “Potencial Didáctico” (3,7).

Figura 12. Distribución gráfica de geositiOS por rango de puntaje. Categoría Potencial Educativo.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. GeositiOS mejor evaluados en categoría Potencial Educativo.

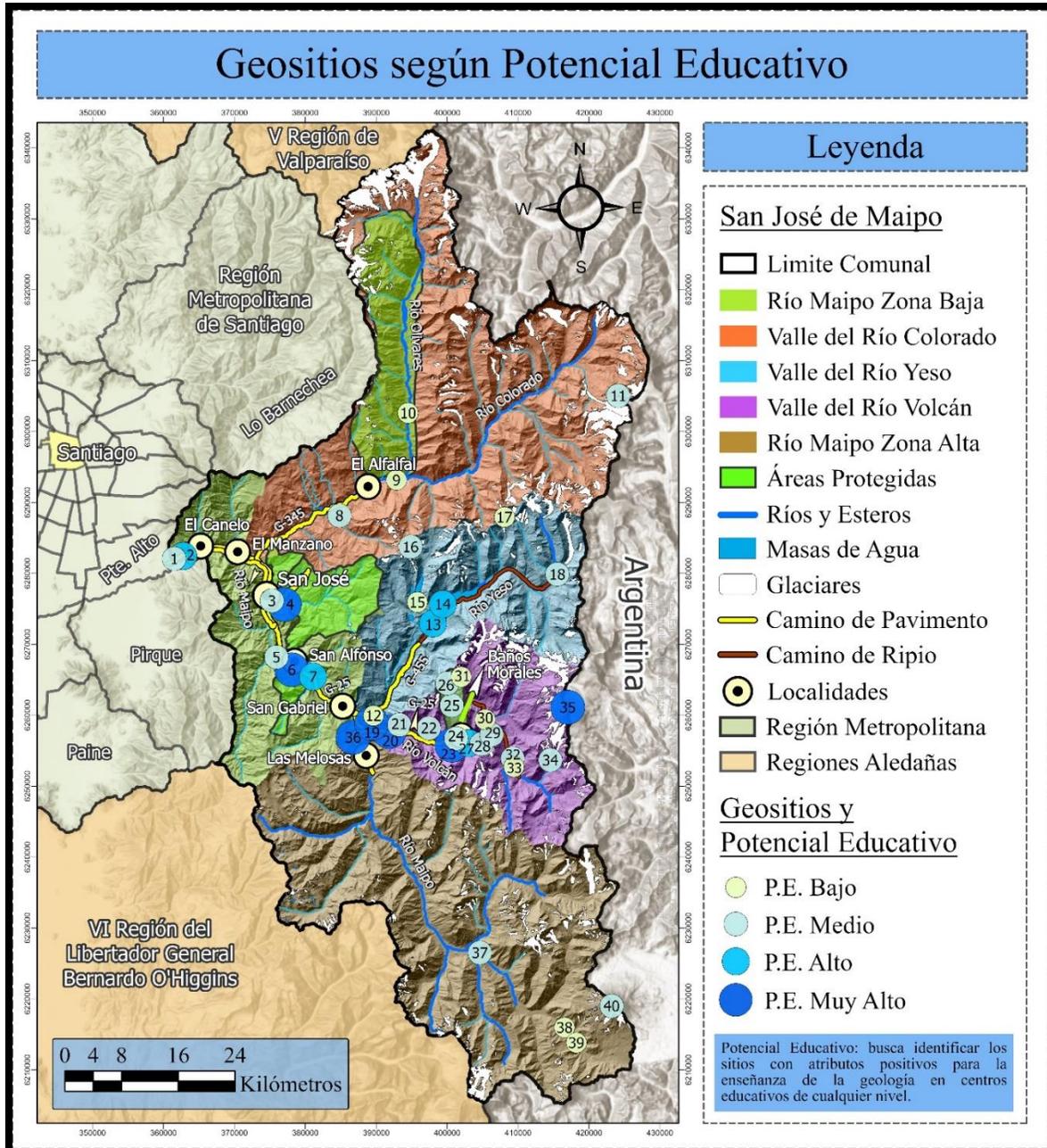
Nombre del Geositio	Posición en el Ranking	Puntaje
Distrito Minero El Volcán	#1	330
Puente El Cristo	#1	330
Cerro Likán	#3	315
Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel	#3	315
Remoción en Masa Las Amarillas	#5	310
Cascada de las Ánimas	#6	305
Volcán San José	#6	305

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Asimismo, si se analizan los geositos mediante el mapa de la Figura 13, se identifica que los 7 geositos del rango “Muy Alto” tienden a concentrarse en la principal ruta de acceso, la ruta G-25, formando un importante eje de Potencial Educativo. Además, se observa que 9 de los 18 geositos del rango “Medio” se concentran en “Valle del Río Volcán”. Luego, los 10 geositos del rango “Bajo” se distribuyen por toda el área de estudio, y ninguno de ellos se encuentra en “Valle del Río Maipo – Zona Baja”.

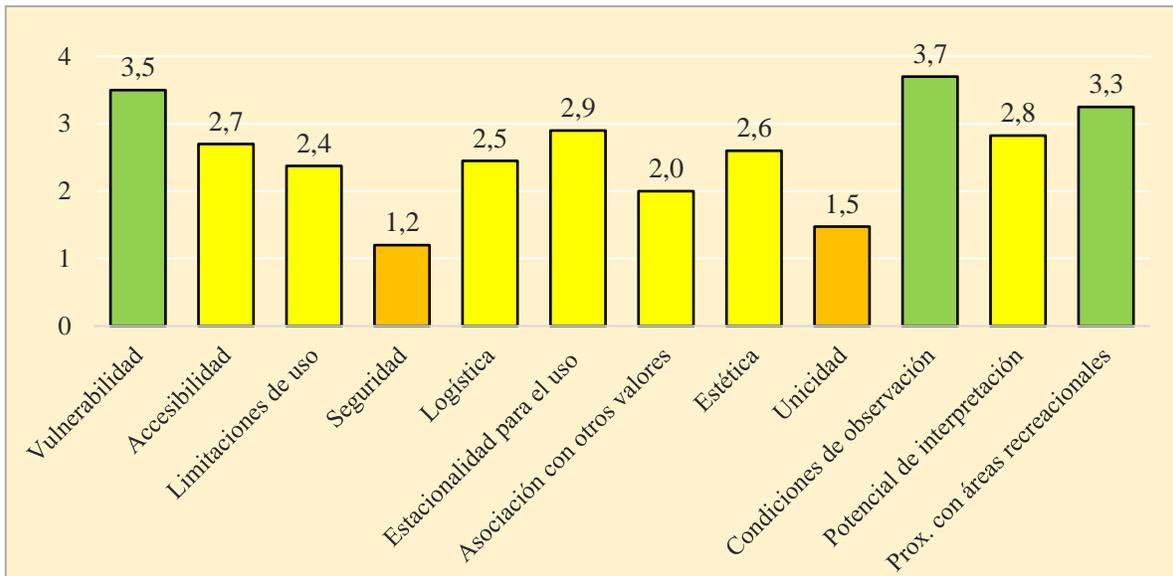
Figura 13. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Potencial Educativo.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos y rangos de puntajes, 2023.

4.1.5 Análisis de categoría Potencial Turístico (P.T.): Esta categoría fue evaluada a través de doce criterios, y tiene un promedio general de 252 puntos de un máximo de 400. De ellos, tres tienen un promedio mayor a 3 puntos, siendo el caso de “Condiciones de Observación” (3,7), “Vulnerabilidad” (3,5) y “Proximidad con Áreas Recreacionales” (3,3), mientras que siete de ellos se distribuyen entre los 2 y 2,9 puntos (Ver Figura 14). Al analizar esta información por zonas geográficas, se tiene que “Valle del Río Volcán” y “Valle del Río Maipo – Zona Baja” poseen 17 y 25 puntos sobre el promedio general, respectivamente (Ver Tabla 8). La segunda sobresale por obtener el puntaje máximo en cinco criterios correspondientes a “Vulnerabilidad”, “Accesibilidad”, “Logística”, “Estacionalidad para el Uso” y “Proximidad con Áreas Recreacionales”. Sin embargo, esta zona presenta puntajes bajos en “Unicidad” (0,9) y “Estética” (1,1). Por otro lado, las zonas “Valle del Río Colorado” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta” tienen promedios bastante inferiores al caso general, con evaluaciones muy bajas en “Seguridad” (0,8 y 0,4) y “Logística” (0,8 y 0,8).

Figura 14. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Potencial Turístico.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Puntaje promedio de categoría Potencial Turístico por zonas geográficas.

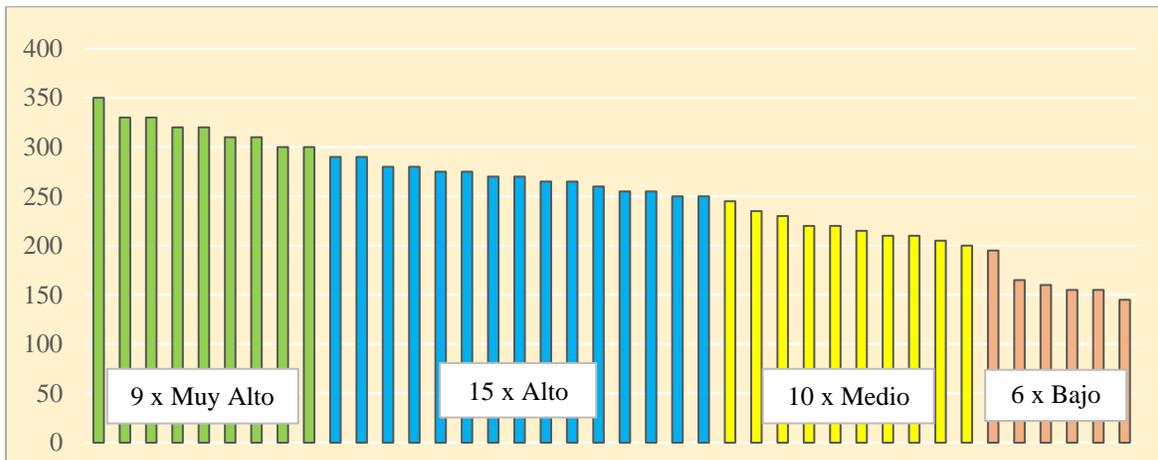
Zona geográfica	Promedio P.T.	Desviación estándar
Totalidad área de estudio	252	53,4
Zona geográfica	Puntaje promedio	Diferencia con promedio
Valle del río Maipo - Zona Baja	277	25
Valle del río Colorado	210	-42
Valle del río Yeso	236	-16
Valle del río Volcán	269	17
Valle del río Maipo - Zona Alta	213	-39

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

En esta categoría, 15 de los 40 geositos se encuentran en el rango de puntaje “Alto”, siendo el rango el de mayor concentración (Ver Figura 15). Luego, se encuentra el rango “Medio” con 10 de ellos, y por último los rangos “Muy Alto” y “Bajo” con 9 y 6 geositos cada uno respectivamente. Esta categoría está casi tan bien evaluada como Valor Científico, concentrando en total 24 geositos entre los rangos “Alto” y Muy Alto”.

Si se analizan los puntajes de los geositos del rango “Muy Alto”, destaca principalmente “Puente el Cristo”, en primera posición con 350 puntos, y los geositos “Distrito Minero El Volcán” y “Volcán San José”, igualados en segundo lugar con 330 puntos de un máximo de 400 (Ver Tabla 9). En general, estos geositos bien evaluados tienen en común un puntaje máximo en “Estacionalidad para el Uso” y “Proximidad con Áreas Recreacionales”, y buenos puntajes en “Accesibilidad” (3,8) y “Condiciones de Observación” (3,8). Las excepciones son los promedios de “Seguridad” (2,0) y “Unicidad” (1,4), que son justamente los peor evaluados en la totalidad del área de estudio.

Figura 15. Distribución gráfica de geositos por rango de puntaje. Categoría Potencial Turístico.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Geositos mejor evaluados en categoría Potencial Turístico.

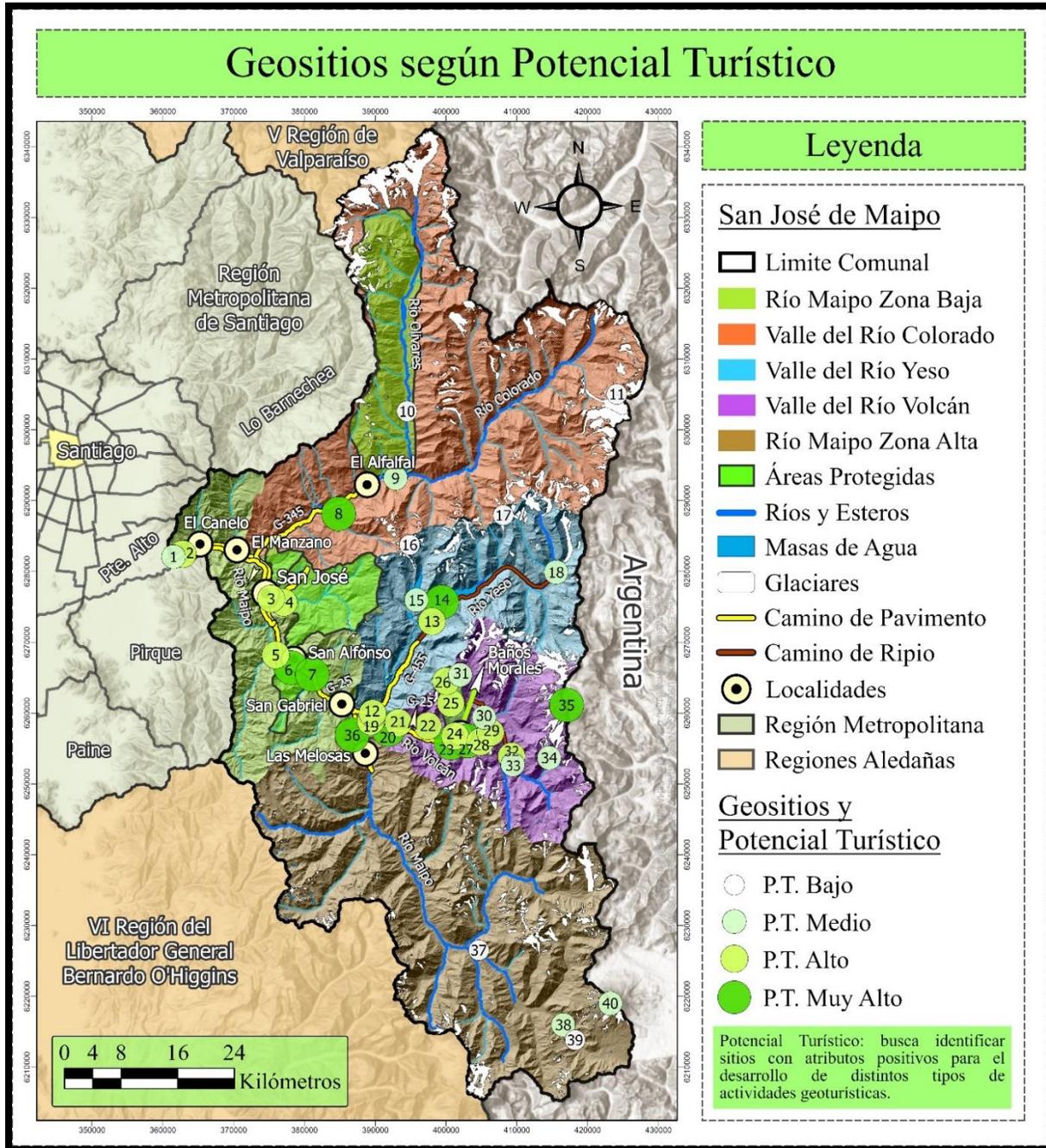
Nombre del Geosito	Posición en el Ranking	Puntaje
Puente El Cristo	#1	350
Distrito Minero El Volcán	#2	330
Volcán San José	#2	330
Cascada de las Ánimas	#4	320
Embalse El Yeso	#4	320
Remoción en Masa Las Amarillas	#6	310
Estratos Marinos de Lo Valdés	#6	310
Vuelta del Padre	#8	300
Mirador de Cóndores	#8	300

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Al analizar estos geositos mediante el mapa de la Figura 16, se observa que los 9 geositos del rango “Muy Alto” se concentran en las cercanías de las principales rutas de acceso. Además, en la Figura N° 16 se observa que 13 de los 15 geositos del rango “Alto” se concentran en “Valle del Río Volcán” y “Valle del Río Maipo – Zona Baja”, como también sucede con el rango “Muy Alto”. Por último, se tiene que el Potencial Turístico es la única categoría con geositos del rango “Muy Alto” en las cinco zonas geográficas.

Figura 16. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Potencial Turístico.

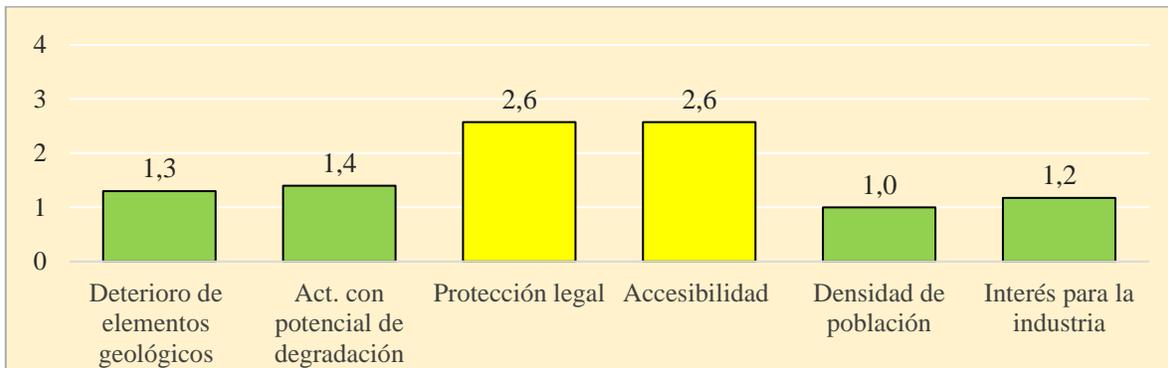


Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos y rangos de puntajes, 2023.

4.1.6 Análisis de categoría Riesgo de Degradación (R.D.): En primer lugar, se debe considerar que en esta categoría los puntajes altos representan una situación negativa, ya que implican un mayor Riesgo de Degradación. Esta categoría fue evaluada a través de seis criterios y presenta un promedio de 171 puntos de un máximo de 400, indicando una situación general bastante positiva. Los criterios mejor evaluados son “Densidad de Población” (1,0) e “Interés para la Industria” (1,2) (Ver Figura 17).

Al analizar esta información por zonas geográficas, se identifica que “Valle del Río Colorado” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta” presentan 41 y 57 puntos menos que el promedio general, indicando un bajo Riesgo de Degradación (Ver Tabla 10). La primera destaca por tener los mejores puntajes del área de estudio en “Protección Legal” (2,3) y “Accesibilidad” (1,5), mientras que “Valle del Río Maipo – Zona Alta” sobresale por sus puntajes en “Actividades con Potencial de Degradación” (0,4), “Densidad de Población” (0,2) e “Interés para la Industria” (0,8), todos menores a los promedios generales (Ver Figura N° 17). Por el contrario, las zonas “Valle del Río Volcán” y “Valle del Río Maipo – Zona Baja” presentan 18 y 22 puntos sobre el promedio general, siendo las de mayor Riesgo de Degradación (Ver Tabla 10). Destaca especialmente la segunda, ya que presenta los peores puntajes de la comuna en “Protección Legal” (2,9) y “Accesibilidad” (3,1).

Figura 17. Puntaje promedio de los criterios evaluados en categoría Riesgo de Degradación.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Puntaje promedio de categoría Riesgo de Degradación por zonas geográficas.

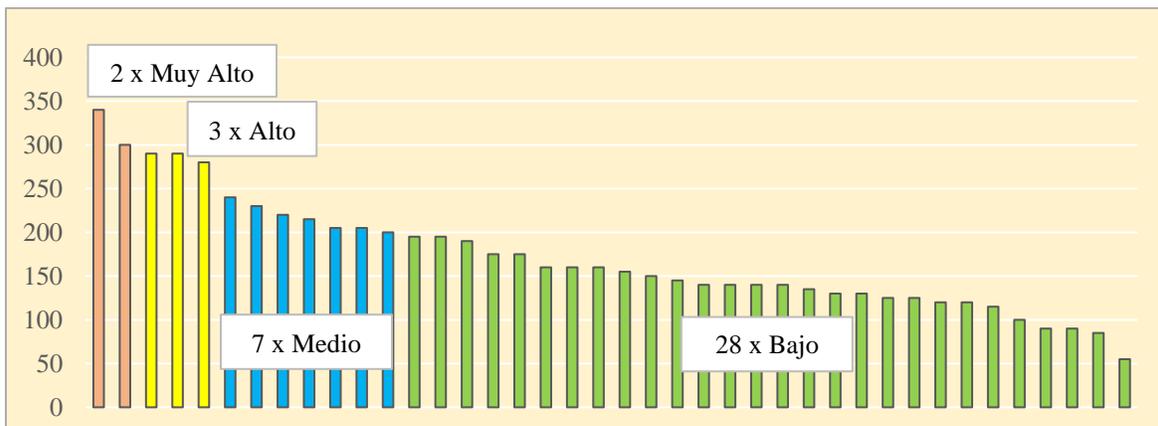
Zona geográfica	Promedio R.D.	Desviación estándar
Totalidad área de estudio	171	64,9
Zona geográfica	Puntaje promedio	Diferencia con promedio
Valle del río Maipo - Zona Baja	193	22
Valle del río Colorado	130	-41
Valle del río Yeso	171	0
Valle del río Volcán	189	18
Valle del río Maipo - Zona Alta	114	-57

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

En esta categoría, 28 de los 40 geositos están en el rango de puntaje “Bajo” siendo una evaluación muy positiva. En el rango “Medio” hay 7 de ellos, y los rangos “Alto” y “Muy Alto” presentan 3 y 2 geositos cada uno respectivamente (Ver Figura N° 18). Si se analizan los geositos de los rangos “Alto” y “Muy Alto”, que son aquellos con mayor Riesgo de Degradación, destacan principalmente “Icnitas del Valle Las Arenas” y “Contacto Fm. Abanico – Plutón San Gabriel”, con 340 y 300 puntos respectivamente, no muy lejanos al máximo de 400 (Ver Tabla 11). Estos geositos tienen en común el peor puntaje posible en “Actividades con Potencial de Degradación” (4,0) y “Accesibilidad” (4,0), como también un puntaje desfavorable en “Protección Legal” (3,6). Cabe mencionar que los geositos concentrados en los rangos “Alto” y “Muy Alto” se encuentran actualmente siendo explotados directamente, como es el caso de “Plutón La Obra” y “Terrazas Fluviales de Las Vertientes”, o bien a muy poca distancia de una actividad extractiva, como sucede en “Estratos Marinos de Lo Valdés” e “Icnitas del Valle Las Arenas”.

Figura 18. Distribución gráfica de geositos por rango de puntaje. Cat. Riesgo de Degradación.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Geositos con evaluaciones negativas en categoría Riesgo de Degradación.

Nombre del Geosito	Posición en el Ranking	Puntaje
Icnitas del valle de Las Arenas	#1	340
Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel	#2	300
Plutón La Obra	#3	290
Terrazas fluviales de Las Vertientes	#3	290
Estratos marinos de Lo Valdés	#5	280

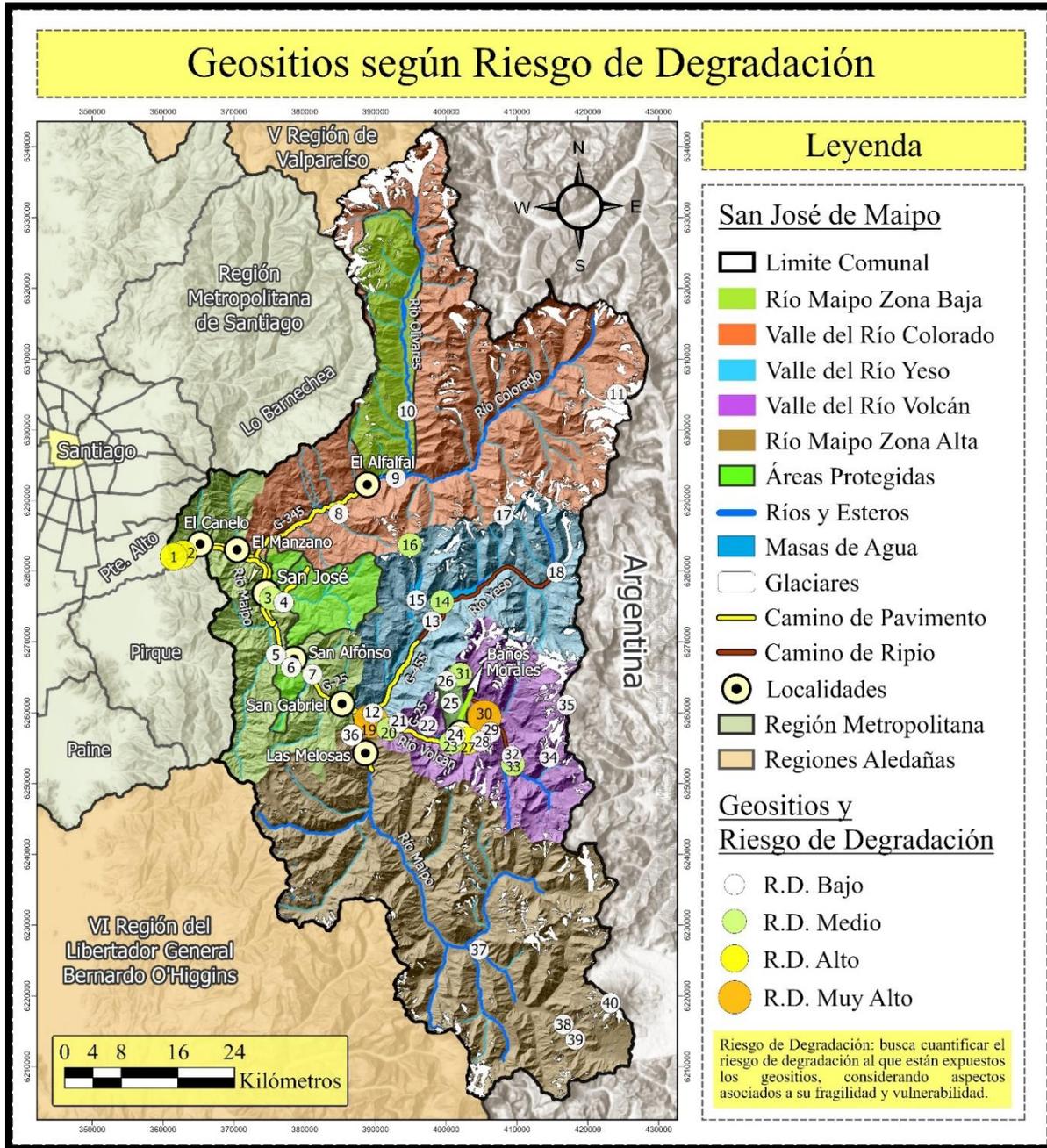
Fuente: elaboración propia.

Al analizar los geositos mediante la Figura 19, se observa que los geositos de los rangos “Alto” y “Muy Alto” se concentran únicamente en “Valle del Río Volcán” y “Valle del Río Maipo – Zona Baja”. Por otro lado, en el mapa se observa que los 28 geositos del rango “Bajo” se distribuyen ampliamente por el área de estudio, destacando las zonas “Valle del Río Colorado” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta”, ya que todos sus geositos se encuentran

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

en este rango. Por último, de los 7 geositos del rango “Medio” 5 se encuentran en “Valle del Río Volcán” y 2 en “Valle del Río Yeso”. Es el caso de los geositos “14. “Embalse El Yeso” y “16. Glaciar Echaurren Norte”, que si bien no alcanzan a tener un Riesgo de Degradación “Alto”, es importante considerar que ambos se relacionan con el suministro de gran parte del agua potable y de regadío de la Región Metropolitana de Santiago.

Figura 19. Mapa de geositos según rango de puntaje en categoría Riesgo de Degradación.



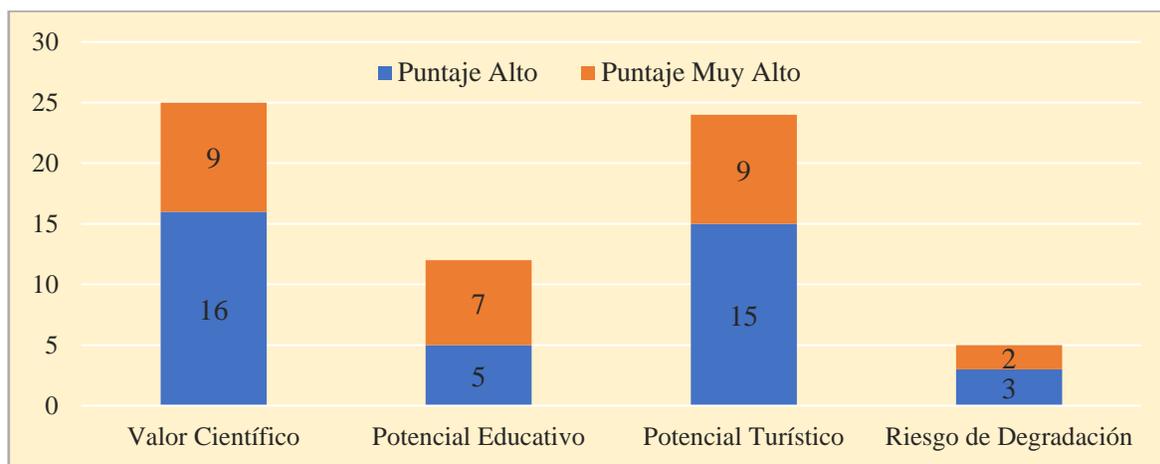
Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos y rangos de puntajes, 2023.

4.2 PROPUESTA DE CATEGORÍAS Y RECOMENDACIONES GENERALES DE GESTIÓN PARA LOS GEOSITIOS INVENTARIADOS

4.2.1. Definición de categorías de gestión: Con el fin de proponer categorías para agrupar los geositios según sus oportunidades y necesidades de gestión, se utilizaron como base sus evaluaciones cuantitativas y las propuestas de distintos autores que abordan esta temática, dándose los resultados que se exponen a continuación.

4.2.1.1. Identificación de puntajes destacados y objetivos generales de gestión: En primer lugar, para identificar las oportunidades y necesidades de gestión de los geositios, se utilizaron como base los resultados de sus evaluaciones cuantitativas en las distintas categorías, es decir, Valor Científico, Potencial Educativo, Potencial Turístico y Riesgo de Degradación. Así, se determinó que todos los geositios que tengan Puntaje Destacado en una o más categorías, es decir, que presenten un puntaje en los rangos Alto o Muy Alto, naturalmente presentan una oportunidad y/o necesidad de gestión asociada a esa temática. Este proceso permitió identificar que la categoría con mayor cantidad de geositios con Puntaje Destacado es la de Valor Científico, sumando 25 de ellos (Ver Figura 20). La sigue Potencial Turístico con 24 geositios, Potencial Educativo con 12, y finalmente Riesgo de Degradación con 5. Lo expuesto en la Figura N° 20 suma un total de 66 Puntajes Destacados, y considerando que el inventario está compuesto por 40 geositios, esto indica que varios de ellos tienen Puntaje Destacado en más de una categoría.

Figura 20. Cantidad de geositios con puntaje destacado en cada categoría de evaluación.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositios y rangos de puntajes, 2023.

Esta información se expone con mayor detalle en la Tabla 12, donde se toman como ejemplo los siete geositios del sector “Valle del Río Maipo – Zona Baja”. Hay geositios como “1. Plutón La Obra” que tienen Puntaje Destacado en sólo una categoría, siendo en este caso un puntaje Alto en Riesgo de Degradación (Ver Tabla 12). Pero hay otros, como “6. Cascada de las Ánimas”, que destacan en dos o más categorías, siendo en este caso con puntajes Muy

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Altos en Potencial Educativo y Potencial Turístico. De hecho, aunque no se observa en este ejemplo, cabe destacar el caso de los geositos “19. Contacto Fm. Abanico – Plutón San Gabriel” y “27. Estratos Marinos de Lo Valdés”, ya que son los únicos que presentan Puntaje Destacado en las cuatro categorías evaluadas. Por el contrario, los geositos “16. Glaciar Echaurren Norte”, “17. Cerro Aparejo”, “33. Cárcavas de Colina” y “39. Remoción en Masa Los Monjes” no presentan Puntajes Destacados, pero con la idea de no descartarlos de este proceso de análisis, se identificaron sus puntajes más altos y fueron considerados igualmente como Puntajes Destacados.

Tabla 12. Matriz de identificación de puntajes destacados. Ejemplo “Valle del Río Maipo Z.B”.

N°	Nombre del Geosito	V.C.		P.E.		P.T.		R.D.	
		Muy Alto	Alto						
1	Plutón La Obra								
2	Terrazas Fluviales de Las Vertientes								
3	Remoción en Masa Cerro Divisadero								
4	Cerro Likán								
5	Anticlinal del Maipo								
6	Cascada de las Ánimas								
7	Vuelta del Padre								

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis ejemplificado en la Tabla 12 permitieron la posterior definición de Objetivos Generales de Gestión para los 40 geositos inventariados. Estos Objetivos Generales de Gestión (en adelante OGG) fueron definidos como Desarrollo Científico, Uso Educativo, Uso Geoturístico y Conservación; los cuales se desprenden directamente de las temáticas abordadas en cada categoría de evaluación. Esta información se muestra con mayor detalle en la Tabla 13, donde se toman como ejemplo los mismos geositos del caso anterior, y se observa que a estos se les asignan sus OGG en directa relación con sus Puntajes Destacados (Ver Tablas 12 y 13). Por ejemplo, el geosito “1. Plutón La Obra” sólo tiene un OGG correspondiente a “Conservación”, desprendido directamente de su puntaje Alto en Riesgo de Degradación. Asimismo, “6. Cascada de las Ánimas” tiene dos OGG, correspondientes a “Uso Geoturístico” y “Uso Educativo”, provenientes de sus evaluaciones con puntaje Muy Alto en Potencial Turístico y Potencial Educativo.

Además, en la Tabla 13 algunos OGG están marcados en color azul y otros en verde, lo que indica si es que estos provienen desde un Puntaje Destacado Alto o Muy Alto respectivamente. Esto permite organizar los OGG en orden de prioridad, siendo el OGG 1 el de mayor importancia en cada caso (Ver Tabla 13).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 13. Matriz de identificación de Objetivos Generales de Gestión.

Nº	Nombre del Geosítio	OGG 1	OGG 2	OGG 3	OGG 4
1	Plutón La Obra	Conservación			
2	Terrazas Fluviales de Las Vertientes	Conservación	Uso Educativo	Uso Geoturístico	
3	Remoción en Masa Cerro Divisadero	Des. Científico	Uso Geoturístico		
4	Cerro Likán	Uso Educativo	Uso Geoturístico		
5	Anticlinal del Maipo	Uso Geoturístico			
6	Cascada de las Ánimas	Uso Geoturístico	Uso Educativo		
7	Vuelta del Padre	Uso Geoturístico	Uso Educativo		

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2 Propuesta de categorías de gestión: En base a lo anterior y considerando propuestas de autores y casos de estudio que abordan la temática, se definieron categorías de gestión que agrupan distintas cantidades de geosítios según similitudes en sus características (Ver Tabla 14). Como se muestra en la Tabla 14, se proponen seis categorías de gestión, de las cuales cuatro son simples y dos compuestas. Las categorías simples corresponden a “Desarrollo Científico”, “Desarrollo Geoturístico” y “Conservación”, asignadas a geosítios que poseen solamente un OGG asociado a esas temáticas. No se incluye una categoría de gestión de “Uso Educativo” por sí sola porque no hay geosítios con puntaje destacado únicamente en esa temática. Por otro lado, las categorías compuestas corresponden a “Ciencia y Conservación” y “Geoturismo y Educación”, las que fueron creadas combinando distintos OGG complementarios entre sí. Por ejemplo, los OGG de Uso Educativo y Uso Geoturístico tienen varios criterios de evaluación en común, pudiendo ser combinados para crear una categoría más amplia que incluya ambas temáticas, para geosítios bien evaluados en ambos aspectos. Por ejemplo, el caso del geosítio “4. Cerro Likán”, donde sus OGG de Uso Educativo y Uso Geoturístico fueron combinados para ser parte de la categoría de gestión “Geoturismo y Educación”. Lo mismo pasa con los OGG “Desarrollo Científico y “Conservación”, que en algunos casos fueron reunidos en la categoría de “Ciencia y Conservación” para aquellos geosítios con evaluaciones sobresalientes en ambos aspectos.

Asimismo, para lograr la mayor representatividad posible de estas categorías respecto a la realidad local de los geosítios, se agregó una sexta categoría de gestión denominada “Turismo de Excursión”, especial para aquellos lugares que son regularmente utilizados por el turismo, pero que obtuvieron una evaluación negativa dadas sus complejas condiciones de acceso y seguridad. Este es el caso de los geosítios “18. Termas del Plomo”, “31. Glaciar Colgante El Morado” y “34. Glaciar Nieves Negras”.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Además, cabe destacar que los 40 geositos inventariados tienen una categoría de gestión que es prioritaria, y 18 de ellos presentan además una categoría de gestión complementaria, dada por la obtención de dos o más OGG en las evaluaciones anteriores (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Cantidad de geositos por Categoría de Gestión.

Nº	Categorías de Gestión Propuestas	Gestión Prioritaria	Gestión Complementaria
1	Desarrollo Científico	17	5
2	Desarrollo Geoturístico	7	5
3	Conservación	4	0
4	Turismo de Excursión	0	3
5	Geoturismo y Educación	8	4
6	Desarrollo Científico y Conservación	4	1
Total		40	18

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la Tabla 15 se observa el listado final de los 40 geositos con el detalle de la categoría de gestión a la que pertenecen y con colores que indican su zona geográfica.

Esta información también se dispone de manera espacial en los mapas de la Figura 21 y Figura 22, en los que se notan algunas tendencias espaciales generales. En primer lugar, la Figura 21 muestra los 40 geositos simbolizados según su categoría de gestión, donde la categoría “Desarrollo Científico” es la mayoría con 17 unidades. Estos tienden a ubicarse en sectores altos del área de estudio y están bien distribuidos en las distintas zonas geográficas. Luego, se tienen 8 geositos en color verde-azul correspondientes a “Geoturismo y Educación” que tienden a ubicarse en zonas bajas y de buena accesibilidad, y especialmente en la zona central del área de estudio, con presencia en “Valle del Río Maipo – Zona Baja”, “Valle del Río Yeso” y “Valle del Río Volcán”. Luego, se encuentran 7 geositos en color verde pertenecientes a la categoría “Desarrollo Geoturístico” que se concentran principalmente en “Valle del Río Volcán”. Por último, se encuentran los puntos de color amarillo y amarillo-rojo de las categorías “Conservación” y “Desarrollo Científico y Conservación” respectivamente, con 4 geositos cada una. En el grupo de “Conservación” solo cabe destacar la cercanía entre los geositos “1. Plutón La Obra” y “2. Terrazas Fluviales de Las Vertientes”, mientras que los 4 geositos de “Desarrollo Científico y Conservación” se concentran solo en “Valle del Río Volcán”.

Por otro lado, en la Figura 22 se muestran los 18 geositos que además tienen una categoría de gestión complementaria. En este caso predominan las categorías “Desarrollo Científico” y “Desarrollo Geoturístico” con 5 geositos cada una, y “Geoturismo y Educación” con 4; tendiendo estos a concentrarse principalmente en “Valle del Río Volcán”. Luego, aparece por primera vez la categoría “Turismo de Excursión” con 3 geositos ubicados en sectores altos, y por último, “Desarrollo Científico y Conservación” con solo uno.

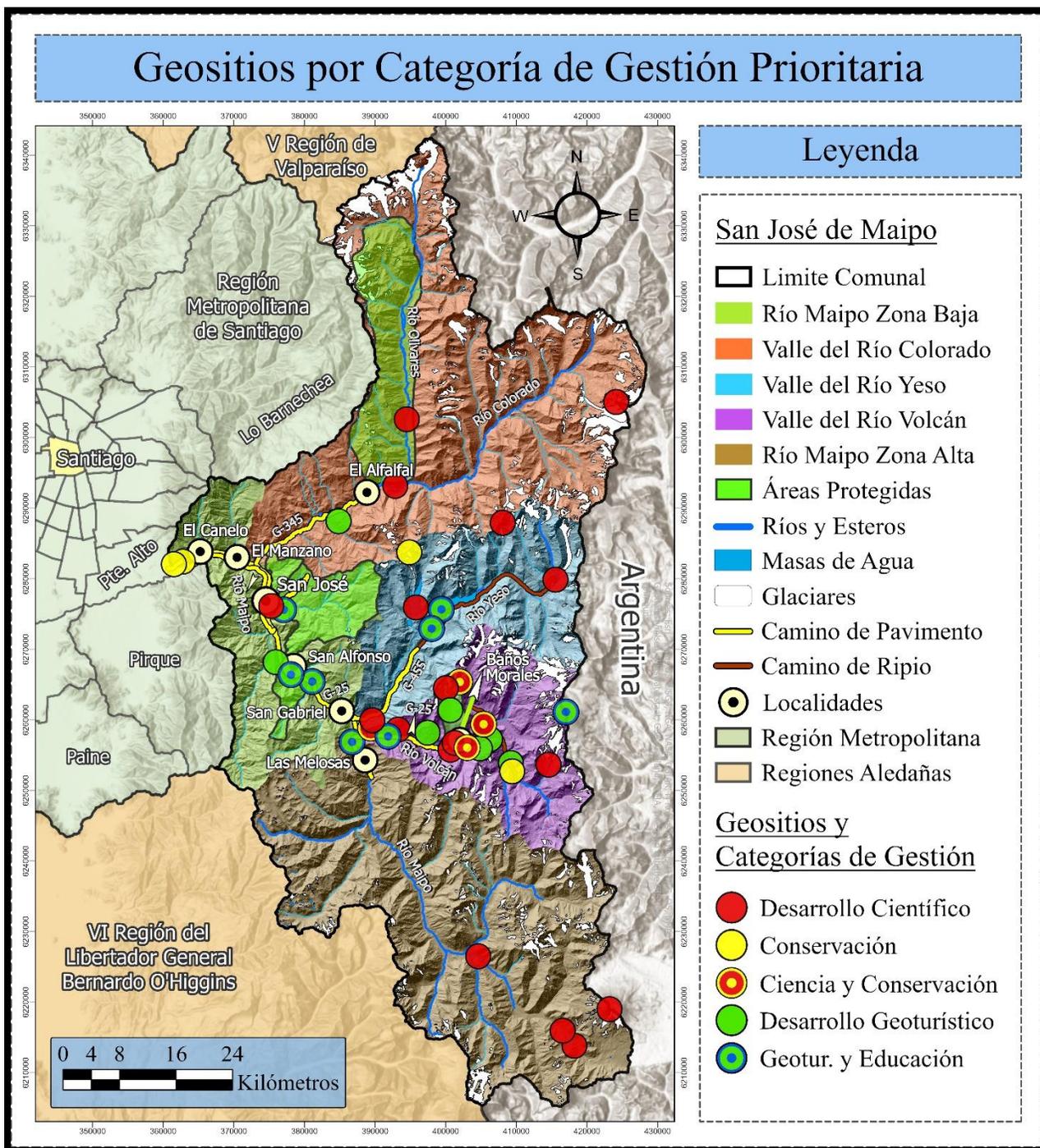
Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 15. Geositos inventariados según zona geográfica y categorías de gestión propuestas.

N°	Nombre del Geosito	Gestión Prioritaria	Gestión Complementaria
1	Plutón La Obra	Conservación	
2	Terrazas Fluviales de Las Vertientes	Conservación	Geoturismo y Educación
3	Remoción en Masa Cerro Divisadero	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
4	Cerro Likán	Geoturismo y Educación	
5	Anticlinal del Maipo	Desarrollo Geoturístico	
6	Cascada de las Ánimas	Geoturismo y Educación	
7	Vuelta del Padre	Geoturismo y Educación	
8	Mirador de Cóndores	Desarrollo Geoturístico	
9	Plutón La Gloria	Desarrollo Científico	
10	Parque Río Olivares	Desarrollo Científico	
11	Volcán Tupungatito	Desarrollo Científico	
12	Ignimbrita de Los Piches	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
13	Cascada El Yeso	Geoturismo y Educación	
14	Embalse El Yeso	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico
15	Laguna Negra	Desarrollo Científico	
16	Glaciar Echaurren Norte	Conservación	
17	Cerro Aparejo	Desarrollo Científico	
18	Termas del Plomo	Desarrollo Científico	Turismo de Excursión
19	Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel	Ciencia y Conservación	Geoturismo y Educación
20	Distrito Minero El Volcán	Geoturismo y Educación	Ciencia y Conservación
21	Anticlinal Volcado del Valle El Volcán	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
22	Plutón Los Lunes	Desarrollo Geoturístico	
23	Remoción en Masa Las Amarillas	Desarrollo Científico	Geoturismo y Educación
24	Morrena del Morado	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
25	Laguna Morales	Desarrollo Geoturístico	
26	Sistema Glaciar El Morado - San Francisco	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
27	Estratos Marinos de Lo Valdés	Ciencia y Conservación	Geoturismo y Educación
28	Punta Zanzi	Desarrollo Geoturístico	Desarrollo Científico
29	Remociones en Masa La Silla del Diablo	Desarrollo Geoturístico	Desarrollo Científico
30	Ignitas del Valle de Las Arenas	Ciencia y Conservación	
31	Glaciar Colgante El Morado	Ciencia y Conservación	Turismo de Excursión
32	Termas Baños Colina	Desarrollo Geoturístico	
33	Cárcavas de Colina	Conservación	
34	Glaciar Nieves Negras	Desarrollo Científico	Turismo de Excursión
35	Volcán San José	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico
36	Puente El Cristo	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico
37	Termas Puente de Tierra	Desarrollo Científico	
38	Columnas Basálticas Cruz de Piedra	Desarrollo Científico	
39	Remoción en Masa Los Monjes	Desarrollo Científico	
40	C.E. Volcán Maipo - Caldera Diamante	Desarrollo Científico	

Fuente: elaboración propia.

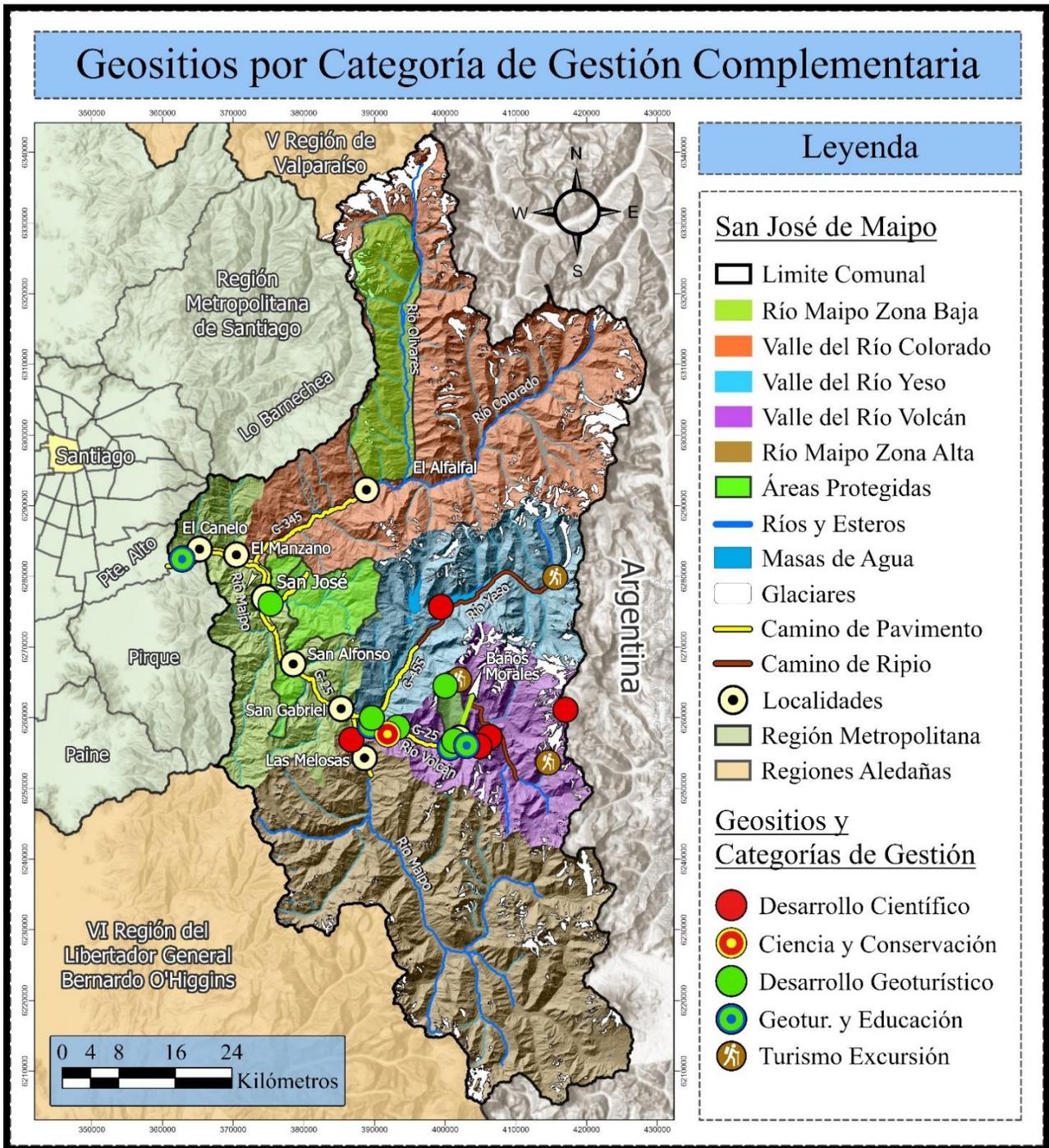
Figura 21. Mapa de geositos inventariados según Categoría Prioritaria de Gestión.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos, 2023.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Figura 22. Mapa de geositos inventariados según categoría complementaria de gestión.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos, 2023.

4.2.2. Recomendaciones generales de gestión: Luego de establecidas las categorías, se definieron recomendaciones de gestión para cada una. Todas estas recomendaciones son el resultado de la organización y resumen de más de 300 propuestas obtenidas a través de encuestas a expertos. En todas las categorías, las recomendaciones están agrupadas en tres ámbitos de gestión: “Manejo y Conservación”, “Ciencia e Investigación” y “Desarrollo Geoturístico y/o Educativo” (Tablas 16, 17, 18, 19 y 20).

- **Categoría de Gestión “Desarrollo Científico”:** Esta categoría incluye geositios que destacan principalmente por su alto Valor Científico. Está compuesta de 22 geositios, y sus recomendaciones de gestión se observan en la Tabla 16. A nivel específico, estos geositios destacan por sus buenas evaluaciones en “Representatividad”, es decir, poseen buenas cualidades para representar e ilustrar distintos elementos geológicos de interés, y por su alto valor en “Integridad”, ya que suelen encontrarse en buen estado de conservación. Por el contrario, estos geositios tienden a presentar puntajes bajos en “Localidad Clave”, indicando el poco reconocimiento que poseen como referentes para el estudio de las Ciencias de la Tierra, y también en “Limitaciones al Uso”, dada la existencia de obstáculos que dificultan su aprovechamiento científico. Lo mismo pasa con “Conocimiento Científico”, ya que no siempre existen investigaciones que demuestren la relevancia científica de estos lugares.

Tabla 16. Recomendaciones de gestión para geositios en categoría “Desarrollo Científico”

Ámbito de Gestión	Recomendaciones y medidas de gestión
Manejo y Conservación	Elaboración e implementación de planes de manejo que establezcan reglas de uso para evitar la degradación del sitio, definiendo acciones no permitidas, zonas de uso, áreas de restricción, entre otras.
	El número de visitantes en cada geositio debe estar determinado por su capacidad de carga y características particulares para evitar su degradación. En cada caso se debe evaluar el nivel de regulación de acceso a ser aplicado.
	Evaluar opción de resguardo legal de geositios que lo ameriten, idealmente mediante figuras oficiales de protección.
	Implementar un plan de monitoreo y seguimiento del estado de conservación de los geositios que lo ameriten.
	Definir los límites exactos de todos los geositios.
Ciencia e Investigación	Incentivar la investigación de los geositios en colaboración con instituciones académicas y educativas, como universidades. Se pueden incluir trabajos de título.
	Vincular la investigación científica con la comunidad, mediante la divulgación abierta de resultados que se obtengan.
	Incluir estos geositios en el inventario nacional, incluyendo caracterizaciones de sus principales valores y potenciales.
	Contar con una base bibliográfica de estudios e información sobre estos geositios.
Desarrollo Geoturístico y/o Educativo	Evaluar posibilidad de uso turístico y/o educativo de estos sitios según su potencial de uso. En caso de buen potencial, se pueden realizar actividades de uso científico, turístico y educativo, por ejemplo, con escuelas y universidades.
	Preparación y puesta en valor del sitio para recibir visitas, mediante infraestructuras de uso y materiales interpretativos, desarrollados por expertos que aseguren su correcta implementación.
	Preparar relatos comprensibles y educativos sobre las características de los geositios para el público en general, y apuntar a su difusión a nivel local.
	Informar a los visitantes sobre la conducta que deben tener en el sitio, exponiendo información clara sobre acciones que no se permiten, para evitar el deterioro del lugar y mantener una buena seguridad personal.
	En sitios que lo ameriten, se puede establecer un régimen de visitas solo con guías capacitados y autorizados.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

- **Categoría de Gestión “Conservación”**: Esta categoría incluye geositos que destacan principalmente por sus evaluaciones negativas en Riesgo de Degradación, donde la mayoría de los criterios evaluados consideran factores externos que se posicionan como amenazas para su integridad. Esta categoría de gestión contiene 4 geositos, y sus recomendaciones generales de gestión pueden ser observadas en la Tabla 17.

A nivel específico, estos geositos tienden a evaluaciones negativas en “Accesibilidad”, donde un acceso fácil representa mayores probabilidades de deterioro por parte de visitantes; y también presentan valores negativos en “Protección Legal”, ya que ninguno se encuentra oficialmente protegido, y tienen restricciones de acceso que no están asociadas a la conservación. Lo mismo sucede con “Deterioro de Elementos Geológicos”, indicando que estos geositos tienen altas probabilidades de pérdida de elementos geológicos de interés, en algunos casos producto de actividades de tipo industrial, y en otros, debido a su fragilidad intrínseca. Por otro lado, estos geositos tienden a mejores evaluaciones en “Densidad de Población”, ya que en sus alrededores presentan una baja concentración de habitantes que puedan dañarlos. Estos detalles deben ser considerados en la planificación y ejecución de acciones concretas sobre los geositos de esta categoría.

Tabla 17. Recomendaciones de gestión para geositos en categoría “Conservación”

Ámbito de Gestión	Recomendaciones y medidas de gestión
Manejo y Conservación	Evaluar la continuidad de estos geositos en el inventario considerando que no presentan valores destacables, y orientar la prioridad de gestión hacia geositos con valores de mayor importancia.
	Estos geositos presentan baja prioridad de gestión. Se podría apuntar a acciones simples y de bajo costo, que se encarguen principalmente de evitar la continuidad de su deterioro.
	En el caso de utilizarse, el número de visitantes debe estar definido por su capacidad de carga y aspectos particulares. En cada caso se debe evaluar el nivel de regulación de acceso a ser aplicado, siendo posible la restricción total.
	Implementar un plan de monitoreo simple y de bajo costo para el seguimiento del estado de conservación de los geositos que lo ameriten.
	Eventualmente, si es que alguna característica lo amerita, se podría evaluar la posibilidad de resguardo legal mediante figuras de protección.
Ciencia e Investigación	Promover e incentivar la investigación científica en estos geositos, apuntando a aumentar su valor.
	Apuntar a incluir estos geositos en el inventario nacional, incluyendo caracterizaciones detalladas y evaluaciones de sus principales valores y potenciales.
Desarrollo Geoturístico y/o Educativo	Evaluar posibilidad de uso turístico y/o educativo, siempre que se asegure su conservación y se evite el deterioro.
	En el caso de utilizarse, asegurarse de informar a los visitantes sobre el valor del sitio y sobre la conducta que deben tener para evitar el deterioro del lugar y mantener una buena seguridad personal.
	Evaluar la necesidad de controles de acceso y/o de cantidad de visitantes para minimizar los impactos. Algunos sitios podrían ser visitados únicamente con guías capacitados, y en otros restringirse totalmente el acceso.
	Limitar y evitar su difusión pública en programas turísticos y/o educativos para evitar su degradación, al menos hasta que las condiciones del sitio lo permitan.

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

- **Categoría de Gestión “Desarrollo Científico y Conservación”:** Esta categoría incluye geositios que destacan por su alto Valor Científico y, a la vez, por sus altos niveles de Riesgo de Degradación, siendo la categoría de mayor prioridad de gestión en el área de estudio. Esta categoría contiene 5 geositios, y sus recomendaciones generales de gestión pueden ser observadas en la Tabla 18.

En cuanto a su Valor Científico estos geositios destacan por sus buenas evaluaciones en “Representatividad”, “Rareza” y “Diversidad Geológica”, refiriéndose el último a la amplia variedad de elementos geológicos que en ellos se observa. Por otro lado, tienden a presentar puntajes bajos en “Conocimiento Científico” y “Localidad Clave”, siguiendo la tendencia de los geositios de la categoría de gestión “Desarrollo Científico” ya revisada. Sin embargo, la diferencia se encuentra en las evaluaciones negativas en “Integridad”. En esta línea, respecto al Riesgo de Degradación, estos geositios destacan por sus evaluaciones negativas en “Accesibilidad”, “Protección Legal” y “Deterioro de Elementos Geológicos”, repitiéndose la tendencia de la categoría de “Conservación” también revisada. Por último, estos geositios también presentan una situación negativa en “Actividades con Potencial de Degradación”, dada mayormente por actividades de tipo industrial.

Tabla 18. Recomendaciones de gestión para categoría “Desarrollo Científico y Conservación”

Ámbito de Gestión	Recomendaciones y medidas de gestión
Manejo y Conservación	Elaboración e implementación de planes de manejo con medidas orientadas principalmente a la conservación, y basadas en el tipo de riesgo de degradación en cuestión. Estos planes deben considerar aspectos como capacidad de carga, régimen de propiedad, acciones no permitidas, entre otros.
	El número de visitantes en cada geositio debe estar determinado por su capacidad de carga y características particulares, para evitar su degradación. En cada caso se debe evaluar el nivel de regulación de acceso a ser aplicado, pudiendo limitarse únicamente con fines de investigación.
	Evaluar opción de resguardo legal de geositios que lo ameriten, idealmente mediante figuras oficiales de protección.
	Implementar planes de monitoreo y seguimiento del estado de conservación de los geositios que lo ameriten.
	Definir los límites exactos de todos los geositios.
Ciencia e Investigación	Promover e incentivar la investigación de la geodiversidad en colaboración con instituciones académicas y educativas, y asegurando que los sitios no se vean perjudicados. Se pueden incluir trabajos de título de distintos niveles.
	Apuntar a incluir estos geositios en el inventario nacional, incluyendo caracterizaciones detalladas y evaluaciones de sus principales valores y potenciales.
	Contar con una base bibliográfica de estudios e información sobre estos geositios
Desarrollo Geoturístico y/o Educativo	Evaluar posibilidad de uso de estos geositios según sus características particulares. Se puede hacer uso turístico y/o educativo siempre que se asegure su conservación y se evite el deterioro.
	En el caso de utilizarse, asegurarse de informar a los visitantes sobre el valor patrimonial del sitio y sobre la conducta que deben tener para evitar el deterioro del lugar y mantener una buena seguridad personal.
	Evaluar la necesidad de controles de acceso y/o de cantidad de visitantes para minimizar los impactos. Algunos sitios podrían ser visitados únicamente con guías capacitados, y en otros restringirse totalmente el acceso.
	Si presenta bajo potencial de uso, se debería limitar su difusión pública, evitando su aparición en mapas, folletos, puntos de información, entre otros, al menos hasta que las condiciones del sitio lo permitan.

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

- **Categoría de Gestión “Geoturismo y Educación”:** Esta categoría incluye geositios que destacan por su alto Potencial Turístico y, a la vez, alto Potencial Educativo. Estos son los geositios con mejor potencial para el desarrollo de actividades geoturísticas y educativas en el área de estudio, considerando aspectos funcionales y calidad interpretativa/didáctica. Esta categoría contiene 12 geositios, y sus recomendaciones generales de gestión pueden ser observadas en la Tabla 19.

Estos geositios destacan por sus buenas evaluaciones en criterios asociados a la funcionalidad para el desarrollo de actividades geoturísticas y educativas, como es el caso de “Estacionalidad Para el Uso”, “Limitaciones al Uso”, “Accesibilidad”, “Logística” y “Proximidad con Áreas Recreacionales”. De igual manera, tienen buenos puntajes en “Vulnerabilidad”, indicando sus bajas probabilidades de deterioro por parte de grupos de visitantes; y también en “Potencial de Interpretación” y “Potencial Didáctico”, refiriéndose a su facilidad para ser comprendidos por público sin mayores conocimientos sobre la temática, incluyendo estudiantes de distintos niveles. Por el contrario, estos geositios tienden a presentar puntajes bajos en “Unicidad” y “Seguridad”, existiendo algunas condiciones de riesgo para el desarrollo de actividades con grupos de visitantes en estos lugares.

Tabla 19. Recomendaciones de gestión para categoría “Geoturismo y Educación”

Ámbito de Gestión	Recomendaciones y medidas de gestión
Manejo y Conservación	Elaboración de planes de manejo y reglamentaciones de uso orientadas a la conservación y aprovechamiento educativo sostenible de los geositios. Estos deben considerar aspectos como capacitación de personas para el manejo de los sitios, zonificación de usos, definición de senderos y miradores, entre otros.
	El número posible de visitantes en cada geositio debe estar determinado por su capacidad de carga y características particulares para evitar su degradación. En cada caso se debe evaluar el nivel de regulación de acceso a ser aplicado.
	Implementar planes de monitoreo del estado de conservación y comportamiento de los visitantes en los geositios.
	Evaluar necesidad y posibilidad de resguardo legal de estos geositios mediante figuras oficiales de protección, especialmente si además tienen alto valor científico.
	Definir los límites exactos de todos los geositios.
Ciencia e Investigación	Promover e incentivar la investigación científica en estos geositios.
	Apuntar a incluir estos geositios en el inventario nacional, incluyendo caracterizaciones detalladas y evaluaciones de sus principales valores y potenciales.
Desarrollo Geoturístico y/o Educativo	Fomentar el desarrollo de actividades educativas y geoturísticas que aprovechen el alto potencial didáctico que poseen estos geositios, siempre apuntando al mínimo impacto en el lugar.
	Preparación y puesta en valor de sitios para recibir visitas, incluyendo infraestructuras de protección, señaléticas de uso y materiales didácticos para escuelas y universidades. Es ideal que los contenidos estén vinculados con currículos formales.
	Fomentar la promoción y divulgación de estos sitios para su aprovechamiento como recursos didácticos, orientados principalmente a la comunidad educativa y en menor medida hacia el geoturismo.
	Fomentar la capacitación de profesores y guías locales para la realización de actividades educativas de calidad, que aseguren la puesta en valor y uso sostenible de los geositios.
	Evaluar la necesidad de controles de acceso y/o control de cantidad de visitantes. Dependiendo de cada geositio el acceso puede ser libre, con pago de entrada, o únicamente con guías capacitados.
	Informar a los visitantes sobre la conducta que deben tener en el sitio, exponiendo información clara sobre acciones no permitidas para evitar el deterioro del lugar y mantener una buena seguridad personal.

Fuente: elaboración propia.

- **Categoría de Gestión “Desarrollo Geoturístico”**: Esta categoría incluye geositos que destacan principalmente por su alto Potencial Turístico, teniendo en consideración aspectos funcionales y su calidad estética e interpretativa. Esta categoría contiene 12 geositos, y sus recomendaciones generales de gestión pueden ser observadas en la Tabla 20.

A nivel específico, este grupo de geositos destaca por sus buenas evaluaciones en algunos criterios asociados a la funcionalidad para las actividades geoturísticas, siendo el caso de “Proximidad con Áreas Recreacionales”, “Condiciones de Observación”, “Logística” y “Accesibilidad”. De igual manera, tienen puntajes positivos en “Vulnerabilidad”, indicando sus bajas probabilidades de deterioro por parte de actividades geoturísticas; y en “Potencial de Interpretación”, por sus buenas cualidades para ser comprendidos por público sin conocimientos sobre el tema. Por el contrario, estos geositos tienden a puntajes bajos en “Unicidad” y “Asociación con Otros Valores”, ya que sus atractivos suelen ser netamente geológicos, y sus principales elementos de interés son relativamente comunes en el área de estudio. Por último, lo mismo sucede con “Seguridad”, siendo comunes algunas condiciones de riesgo frente al desarrollo de este tipo de actividades.

- **Categoría de Gestión “Turismo de Excursión”**: Esta categoría ha sido agregada de manera extracurricular para geositos que en la práctica son utilizados para el turismo, pero que en este trabajo obtuvieron una mala evaluación al respecto, debido principalmente a sus mayores complejidades de acceso y seguridad. Esta categoría tiene 3 geositos, siendo la de menor concentración en el área de estudio, y sus recomendaciones generales de gestión pueden ser observadas en la Tabla 20.

Estos geositos destacan principalmente por puntajes muy elevados en “Estética”, presentando paisajes de gran belleza escénica y capaces de atraer visitantes para el desarrollo de actividades geoturísticas. Asimismo, tienen buenas evaluaciones en “Condiciones de Observación”, siendo simple y factible la visualización de sus elementos de interés, y también en “Potencial de Interpretación”, dada su facilidad para ser comprendidos por públicos sin mayores conocimientos en la temática. Por el contrario, estos geositos presentan puntajes muy bajos en “Logística”, y especialmente en “Accesibilidad” y “Seguridad”, ya que requieren de una mayor planificación y disponibilidad de tiempo para ser visitados, y al encontrarse alejados de las principales vías de acceso tienen mayores niveles de riesgo para el desarrollo de actividades geoturísticas en ellos. Estos detalles deben ser considerados en la planificación y ejecución de acciones concretas sobre los geositos de esta categoría.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 20. Recomendaciones para categorías “Desarrollo Geoturístico” y “Turismo de Excursión”

Ámbito de Gestión	Recomendaciones y medidas de gestión
Manejo y Conservación	Elaboración e implementación de planes de manejo con medidas orientadas a la conservación y uso sostenible de los geositos, considerado su nivel de riesgo de degradación. Estos planes deben considerar aspectos como capacitación de personas para el manejo de los sitios, instalación de infraestructuras de protección física, códigos de conducta para visitantes, delimitación de zonas de uso y zonas de restricción, definición de senderos y miradores, entre otros.
	Evaluar necesidad y posibilidad de resguardo legal de estos geositos mediante figuras oficiales de protección, especialmente si además tienen alto valor científico.
	El número posible de visitantes en cada geosito debe estar determinado por su capacidad de carga y características particulares para evitar su degradación. En cada caso se debe evaluar el nivel de regulación de acceso a ser aplicado.
	Implementar planes de monitoreo del estado de conservación y comportamiento de los visitantes en los geositos.
	Definir los límites exactos de todos los geositos.
Ciencia e Investigación	Promover e incentivar la investigación científica en estos geositos.
	Apuntar a incluir estos geositos en el inventario nacional, incluyendo caracterizaciones detalladas y evaluaciones de sus principales valores y potenciales.
Desarrollo Geoturístico y/o Educativo	Evaluar la posibilidad de uso de estos geositos según su estado de conservación. En caso de alto riesgo de degradación, deben priorizarse acciones orientadas hacia la conservación. En caso de bajo riesgo de degradación, se puede fomentar su uso geoturístico y/o educativo, siempre apuntando al mínimo impacto en el lugar.
	Preparación y puesta en valor del sitio para recibir visitas de manera planificada, incluyendo infraestructuras de protección, señaléticas de uso, y material interpretativo desarrollado por expertos.
	Fomentar la capacitación de guías locales para la realización de actividades geoturísticas de calidad, que aseguren la puesta en valor y uso sostenible de los geositos.
	Evaluar la necesidad de controles de acceso y/o control de cantidad de visitantes. Dependiendo de cada geosito el acceso puede ser libre, con pago de entrada, únicamente con guías capacitados, o completamente restringido.
	Advertir a los visitantes sobre la conducta que deben tener en el sitio según su estado de conservación, exponiendo información clara y precisa para evitar el deterioro del lugar y mantener una buena seguridad de las visitas.
	Fomentar la promoción y divulgación de estos sitios para su aprovechamiento geoturístico y educativo, apuntando a públicos y actividades de mínimo impacto, y siempre desde un enfoque de sostenibilidad.

Fuente: elaboración propia.

En resumen, cada categoría contiene recomendaciones generales de gestión que responden a las cualidades de sus geositos. Algunas de ellas tienen propuestas bastante similares, como es el caso de “Geoturismo y Educación” y “Desarrollo Geoturístico”. Esto tiene sentido considerando que ambas apuntan a la visita de sus geositos, y solo muestran pequeñas diferencias en términos de acceso, seguridad y enfoque de los contenidos para el público. Por otra parte, hay recomendaciones transversales a las distintas categorías, dando a entender que se trata de aspectos clave en la gestión de cualquier geosito, independiente de sus características específicas. Además, cabe mencionar que la categoría “Turismo de Excursión” no tiene recomendaciones de gestión por sí sola, sino que se adhiere a las propuestas de la categoría “Desarrollo Geoturístico”. Finalmente, es importante recalcar que todas las recomendaciones de gestión aquí expuestas deben ser consideradas como un apoyo para el manejo del patrimonio geológico del área de estudio y eventualmente de otros territorios, pero estas deben ser complementadas con propuestas de otras disciplinas asociadas que tengan la capacidad de aportar en el proceso de gestión.

4.3 PROPUESTA DE GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE PARA GEOSITIOS CON ALTO POTENCIAL GEOTURÍSTICO

4.3.1 Selección de Geositorios de Interés Turístico: La existencia de categorías de gestión que agrupen distintas cantidades de geositorios, abre la opción de seleccionar una o varias de ellas, según la temática que traten, para avanzar hacia una propuesta real de gestión sobre el territorio. En este caso se busca entregar insumos para la planificación y desarrollo geoturístico del área de estudio, por lo que se ha generado una propuesta específica orientada a ello en base a los geositorios que manifestaron características positivas en ese sentido.

Por lo tanto, se seleccionaron todos los geositorios que son parte de alguna categoría de gestión asociada al turismo, es decir, “Geoturismo y Educación”, “Desarrollo Geoturístico” y “Turismo de Excursión”, que en total suman 27 de los 40 geositorios inventariados (Ver Tabla 21). Algunos geositorios son parte de estas categorías desde un nivel prioritario y otros desde un nivel complementario, pero desde este punto en adelante los 27 serán considerados igualmente como Geositorios de Interés Turístico.

Tabla 21. Cantidad de Geositorios de Interés Turístico por categoría de gestión.

N°	Categorías de Gestión	Gestión Prioritaria	Gestión Complementaria	Total
1	Desarrollo Geoturístico	7	5	12
2	Geoturismo y Educación	8	4	12
3	Turismo de Excursión	0	3	3
Total		15	12	27

Fuente: elaboración propia.

Esta información puede ser revisada al detalle en la Tabla 22, donde se muestra el listado de los 27 Geositorios de Interés Turístico y sus categorías de gestión. Allí se advierte que la mayoría se concentra en la zona “Valle del Río Volcán” (color morado) con 15 geositorios; seguida de “Valle del Río Maipo – Zona Baja” (color verde) con 6 de ellos. El sector “Valle del Río Yeso” (color azul) concentra 4 geositorios, mientras que “Valle del Río Colorado” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta” presentan solo uno en cada caso. Por otro lado, se observa que algunos geositorios tienen prioridad en otras categorías de gestión como “Conservación” o “Desarrollo Científico” (Ver Tabla 22), y si bien esto debe ser considerado al momento de planificar su gestión, ello no quita que estos sigan reuniendo buenas condiciones en términos funcionales e interpretativos para su aprovechamiento geoturístico.

La información de la Tabla 22 también puede observarse de manera espacial en el mapa de la Figura 23, donde se muestran todos los Geositorios de Interés Turístico según su categoría de gestión, dando cuenta de algunas tendencias de distribución en el territorio. En primer lugar, los 12 geositorios en color verde-azul de la categoría “Geoturismo y Educación” tienden a concentrarse en las cercanías de las rutas de acceso más importantes, principalmente porque

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

la evaluación del Potencial Educativo es relativamente estricta en términos de accesibilidad. Luego, la situación es ligeramente distinta en los 12 geositos de “Desarrollo Geoturístico”, ya que su evaluación es menos rigurosa que en el caso anterior, tendiendo estos a alejarse ligeramente de las principales rutas de acceso. Por último, los 3 geositos de la categoría “Turismo de Excursión” se caracterizan por presentar mayores complejidades de acceso y seguridad, alejándose de las rutas y ubicándose todos por sobre los 2.500 metros de altitud.

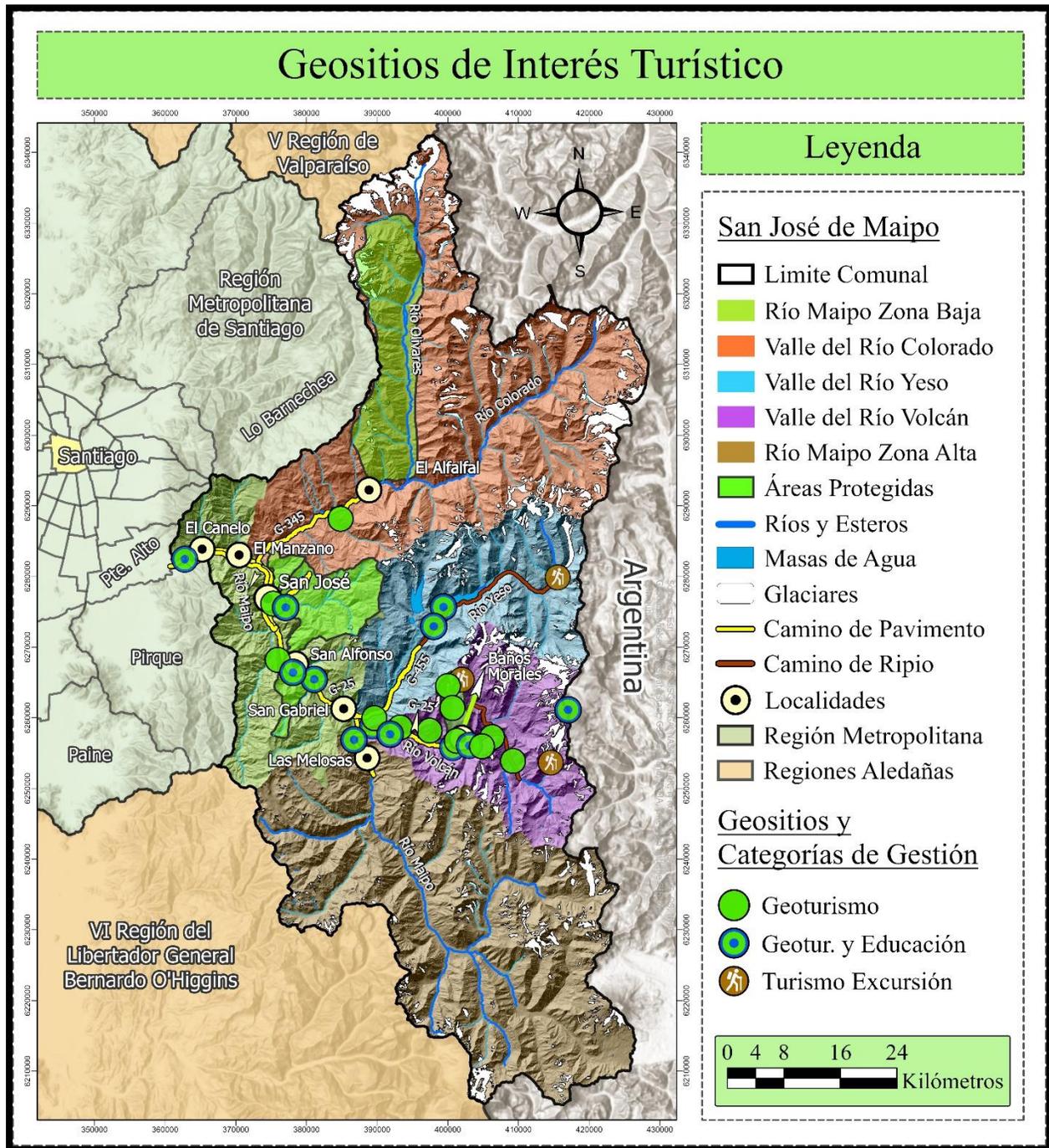
Tabla 22. Geositos de Interés Turístico según zona geográfica y categorías de gestión.

Nº	Nombre del Geosito	Gestión Prioritaria	Gestión Complementaria
2	Terrazas Fluviales de Las Vertientes	Conservación	Geoturismo y Educación
3	Remoción en Masa Cerro Divisadero	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
4	Cerro Likán	Geoturismo y Educación	
5	Anticlinal del Maipo	Desarrollo Geoturístico	
6	Cascada de las Ánimas	Geoturismo y Educación	
7	Vuelta del Padre	Geoturismo y Educación	
8	Mirador de Cóndores	Desarrollo Geoturístico	
12	Ignimbrita de Los Piches	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
13	Cascada El Yeso	Geoturismo y Educación	
14	Embalse El Yeso	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico
18	Termas del Plomo	Desarrollo Científico	Turismo de Excursión
19	Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel	Ciencia y Conservación	Geoturismo y Educación
20	Districto Minero El Volcán	Geoturismo y Educación	Ciencia y Conservación
21	Anticlinal Volcado del Valle El Volcán	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
22	Plutón Los Lunes	Desarrollo Geoturístico	
23	Remoción en Masa Las Amarillas	Desarrollo Científico	Geoturismo y Educación
24	Morrena del Morado	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
25	Laguna Morales	Desarrollo Geoturístico	
26	Sistema Glaciar El Morado - San Francisco	Desarrollo Científico	Desarrollo Geoturístico
27	Estratos Marinos de Lo Valdés	Ciencia y Conservación	Geoturismo y Educación
28	Punta Zanzi	Desarrollo Geoturístico	Desarrollo Científico
29	Remociones en Masa La Silla del Diablo	Desarrollo Geoturístico	Desarrollo Científico
31	Glaciar Colgante El Morado	Ciencia y Conservación	Turismo de Excursión
32	Termas Baños Colina	Desarrollo Geoturístico	
34	Glaciar Nieves Negras	Desarrollo Científico	Turismo de Excursión
35	Volcán San José	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico
36	Puente El Cristo	Geoturismo y Educación	Desarrollo Científico

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Figura 23. Mapa de Geositorios de Interés Turístico según categorías de gestión.



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositorios, 2023.

4.3.2. Propuesta de Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico: La selección de Geositios de Interés Turístico ha sido la base para generar una nueva propuesta de desarrollo geoturístico en el área de estudio, centrada principalmente en la puesta en valor y aprovechamiento sostenible de estos lugares. A nivel general, la propuesta consiste en el establecimiento de distintas Zonas de Interés Geoturístico, definidas a partir de la concentración espacial de estos geositios en sectores específicos del territorio; y también de Geositios de Interés Turístico individuales, que si bien no están agrupados junto a otros, son parte importante de este escenario. Así se busca avanzar hacia el establecimiento de una Red de Geositios y Zonas de Interés Turístico en el área de estudio, que se propone sea el foco de futuras intervenciones asociadas al desarrollo geoturístico del territorio.

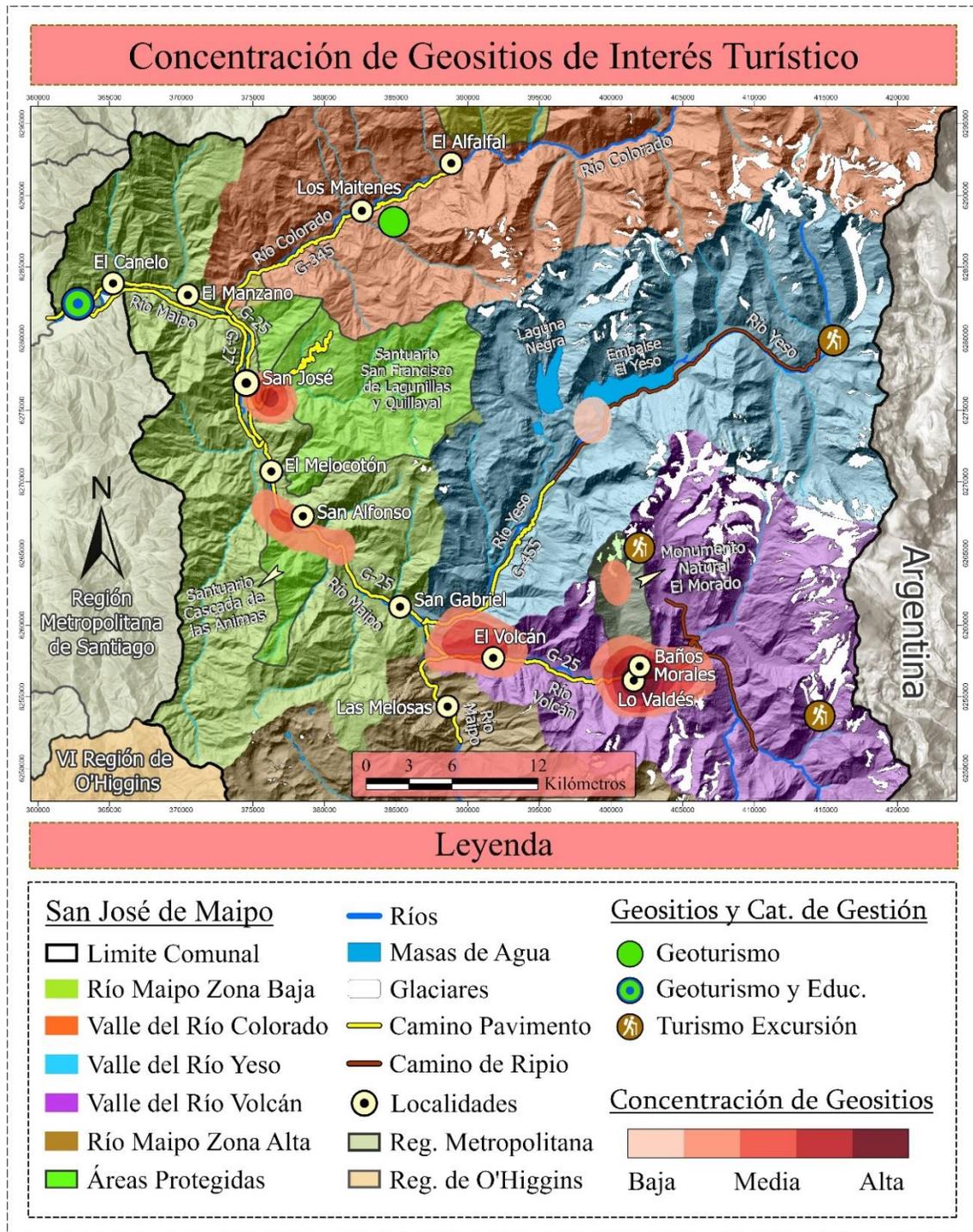
El principal objetivo de esta red es fomentar aspectos como la articulación, planificación y ejecución de iniciativas orientadas al desarrollo geoturístico del territorio, tanto a nivel de cada zona que se defina, como a escala de la red completa; apuntando al establecimiento de un escenario geoturístico coordinado, que ponga en valor el patrimonio del territorio, y que signifique una oportunidad para el desarrollo económico sostenible a nivel local. Cabe destacar que esta propuesta sigue la referencia del proyecto “Geoturismo Sostenible en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma del País Vasco”, desarrollado por el “Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco” (2011).

4.3.2.1 Definición de la Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico: Las Zonas de Interés Geoturístico se definieron como porciones del territorio que poseen un alto potencial geoturístico, dado principalmente por la proximidad de varios de estos geositios en superficies relativamente reducidas; pero suficientes para permitir su desarrollo, por ejemplo, a través de actividades geoturísticas como salidas de senderismo, rutas realizadas por guías locales, recorridos de observación en vehículo, entre otras. Así, en este caso de estudio las Zonas de Interés Geoturístico fueron definidas mediante un análisis cartográfico y espacial que ha permitido visualizar los sectores del territorio en los que estos geositios se concentran.

Un primer resultado se encuentra en el mapa de la Figura 24 donde se observan seis zonas de distintos tamaños y colores, en el que tonalidades oscuras representan una mayor concentración de estos geositios, y viceversa. En primer lugar, se distingue que la zona de mayor importancia se encuentra en “Valle del Río Volcán”, en los alrededores de las localidades de Lo Valdés y Baños Morales. Otra zona relevante se encuentra en la parte baja del mismo valle, en torno a la localidad de El Volcán, incluyendo pequeñas porciones de los valles vecinos “Valle del Río Yeso” y “Valle del Río Maipo – Zona Alta”. Luego, hay dos polígonos menores en “Valle del Río Maipo – Zona Baja”, entre las localidades de San José y San Alfonso; y por último, se tienen dos polígonos de menor influencia en Embalse El Yeso y Monumento Natural El Morado.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Figura 24. Mapa de zonas de concentración de Geositos de Interés Turístico.



Fuente: elaboración propia en base a geositos de interés turístico, 2023.

En el mismo mapa se observan cinco geositos que no son parte de las zonas mencionadas y que no fueron incluidos en el proceso cartográfico, ya que al estar apartados espacialmente generaban discordancias en los resultados. Por lo tanto, estos han sido definidos como

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Geositorios de Interés Turístico individuales que también deben ser incluidos en la gestión geoturística del área de estudio. Este es el caso de “2. Terrazas Fluviales de Las Vertientes” y “8. Mirador de Cóndores”, simbolizados en color verde-azul y verde respectivamente; y también de “18. Termas del Plomo”, “31. Glaciar Colgante El Morado” y “34. Glaciar Nieves Negras” de norte a sur, simbolizados con un caminante en tono blanco (Ver Figura 24).

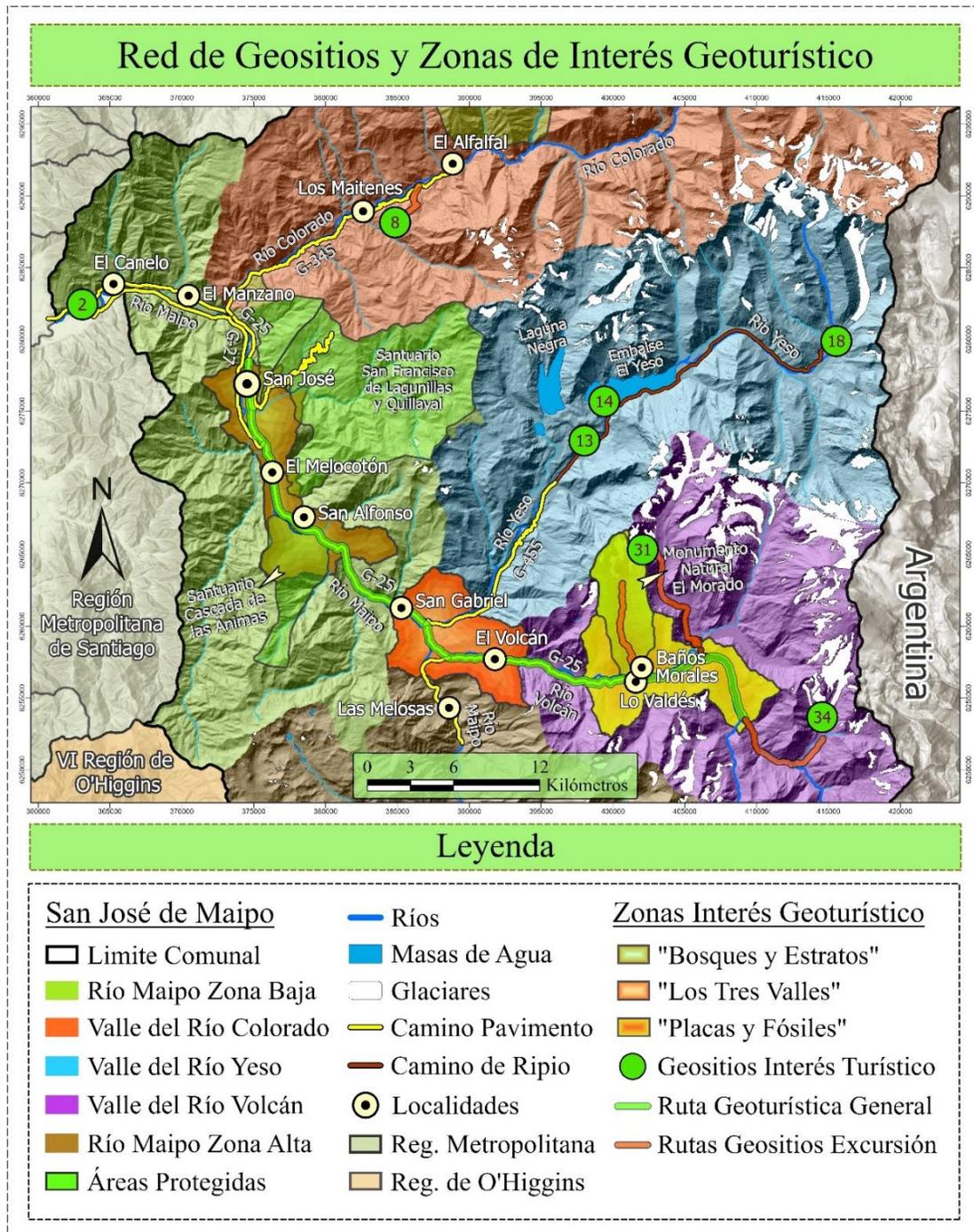
Esta información espacial fue utilizada como base para la posterior definición de las Zonas de Interés Geoturístico en su versión definitiva. En este sentido, las zonas que se observan en la Figura 25 fueron ajustadas con la idea de reforzar y consolidar la propuesta. Estas modificaciones consisten principalmente en la unificación de aquellas zonas de menor influencia que se encuentran próximas espacialmente, y también en la posterior definición de límites precisos para ellas, siguiendo para eso aspectos geográficos de sus alrededores.

De esta manera, las dos zonas que en la Figura 25 están ubicadas entre las localidades de San José y San Alfonso fueron conectadas para crear una zona de mayor relevancia. Asimismo, el polígono ubicado en Monumento Natural El Morado fue anexionado a la zona ubicada en los alrededores de las localidades de Lo Valdés y Baños Morales. Por último, se determinó la separación del polígono menor ubicado en el sector Embalse El Yeso, ya que está compuesto solo por dos geositorios y además se encuentra a grandes distancias de localidades pobladas y servicios turísticos. Esos geositorios, correspondientes a “13. Cascada El Yeso” y “14. Embalse El Yeso” poseen un potencial turístico muy alto, pero no son suficientes para la definición de una zona por sí sola, por lo que han sido definidos como Geositorios de Interés Turístico individuales. Finalmente, como se ha mencionado, los límites precisos de estas nuevas zonas fueron definidos siguiendo aspectos geográficos de cada sector, considerando las divisorias de aguas y cursos de agua como quebradas, esteros y ríos; pero también elementos como rutas de acceso y límites de localidades pobladas. Este proceso dio como resultado un total de tres Zonas de Interés Geoturístico y siete Geositorios de Interés Turístico individuales, que en conjunto forman la Red de Geositorios y Zonas de Interés Geoturístico.

En la Figura 25 se observan las tres Zonas de Interés Geoturístico definidas, denominadas “Bosques y Estratos”, “Los Tres Valles” y “Placas y Fósiles” de oeste a este; y también los siete Geositorios de Interés Turístico individuales. En el caso de los geositorios individuales que están alejados de las principales rutas de acceso, se muestran también los recorridos a realizarse para su visita en terreno. Asimismo, dentro de la zona “Placas y Fósiles” se expone la ruta que conecta los tres geositorios ubicados al interior del Monumento Natural El Morado. Por último, apuntando a fortalecer el carácter de Red de esta propuesta, se ha agregado una Ruta Geoturística General que conecta las tres Zonas de Interés Geoturístico, incluyendo además algunos de los geositorios individuales. Esta ruta se extiende desde la localidad de San José por el noroeste, hasta el geositorio “32. Termas Baños Colina” por el sureste; pudiendo ser recorrida completamente en vehículo, y sumando un total de 55 kilómetros de extensión correspondientes en su totalidad a la ruta G-25.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Figura 25. Propuesta de Red de Geositos y Zonas de Interés Geoturístico



Fuente: elaboración propia en base a inventario de geositos, 2023.

4.3.2.2 Caracterización de Geositos y Zonas de Interés Geoturístico: A continuación se hace una caracterización de cada una de estas zonas y geositos a través de una ficha descriptiva, elaborada en base al mencionado proyecto "Geoturismo Sostenible en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma del País Vasco" (2011).

Zona de Interés Geoturístico N° 1 – “Bosques y Estratos”

Figura 26. Geositios “Anticlinal del Maipo” y “Vuelta del Padre”



Fuente: elaboración propia

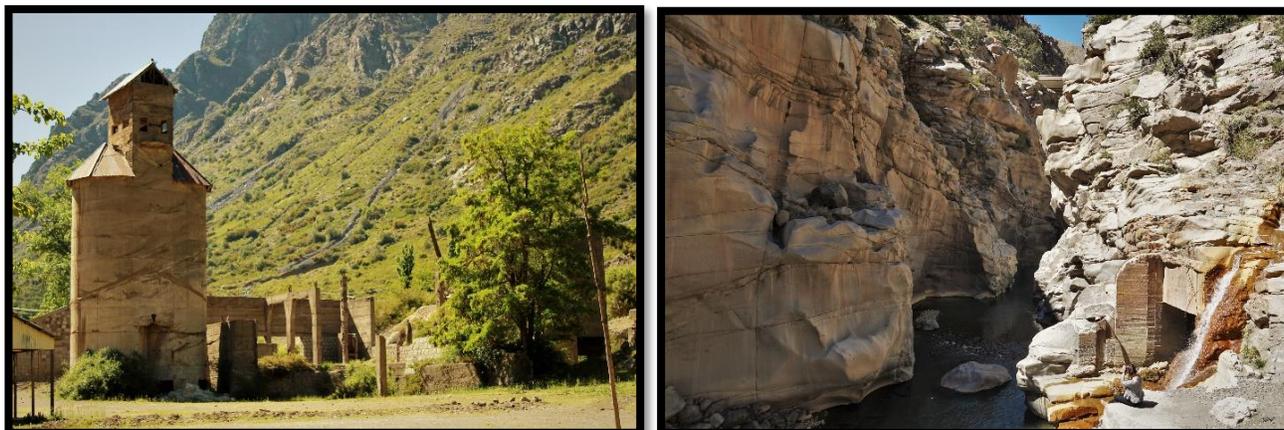
Tabla 23. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 1 – “Bosques y Estratos”

Descripción general	La Zona de Interés Geoturístico "Bosques y Estratos" se extiende desde la capital comunal San José por el norte, hasta la localidad de San Alfonso por el sureste, llegando hasta el Túnel El Tinoco. Esta zona cubre cerca de 71 km ² de superficie, y a nivel de la ruta vehicular abarca entre 960 y 1.135 metros de altitud, encontrándose conectada por la principal ruta de acceso del área de estudio, la ruta G-25 o "Camino al Volcán".
Características geográficas y geológicas	Esta zona se caracteriza por sus grandes montañas con estratificaciones muy claras, compuestas principalmente por rocas de las formaciones geológicas Abanico y Farellones, que abarcan aproximadamente entre 5 y 37 millones de años de antigüedad. Estas rocas son de origen principalmente volcánico, pero también incluyen depósitos asociados a la actividad de ríos, glaciares y remociones en masa a lo largo del tiempo. En algunos sectores, estas formaciones se encuentran intensamente deformadas y plegadas, como consecuencia de la compresión tectónica asociada al levantamiento de la Cordillera de los Andes (Thiele, 1980; Charrier et al., 2002; Farías et al., 2008, en Benado, 2013, y en Vergara et al., 2019). Por otro lado, esta zona también se caracteriza por presentar grandes coberturas de Bosque Esclerófilo, un tipo de bosque muy poco común en el mundo que se presenta en la zona mediterránea de Chile (Arroyo et al., 2006, en CONAMA, 2008).
Geositios de interés turístico	Remoción en Masa Cerro Divisadero, Cerro Likán, Anticlinal del Maipo, Cascada de las Ánimas, Vuelta del Padre.
Otros atractivos turísticos	Zona Típica Centro Histórico de San José de Maipo, Monumentos Históricos "Iglesia de San José de Maipo", "Edificio Ex Sanatorio Laennec" y "Casa de Salud de Mujeres Carolina Deursther", Feria de Artesanos de San José, Camino a Centro de Ski Lagunillas, Estero San José, Puente El Toyo, Proyecto Ave Fénix en Ex-Estación El Melocotón, Santuario de la Naturaleza Cascada de las Ánimas, Estero San Alfonso, Túnel El Tinoco.
Oferta turística general	Esta zona es la que concentra la mayor cantidad de habitantes, y ofrece una amplia gama de servicios básicos, comercio y oferta turística, incluyendo supermercados, cafeterías, restaurantes, cabañas, hostales, hoteles, turismo aventura, entre otras. Algunas opciones son: Isoterma Turismo Aventura, Chocolatería Adicción del Maipo, Camping El Sauce, Observatorio Astronómico Roan Jasé, Hotel Altiplánico, Tienda Casa Chocolate, Centro de Ecoturismo Cascada de las Ánimas, Centro Turístico Santuario del Río, Observatorio Astronómico Pailalén.
Puesta en valor y disponibilidad de información	En esta zona no existe un centro de información o interpretación de acceso público que exponga contenidos geográficos, geológicos o de otros tipos sobre el territorio. Sin embargo, aquí existen dos Geopuntos de Información desarrollados en el marco del Proyecto Geoparque Cajón del Maipo. Uno de ellos se encuentra en Observatorio Astronómico Roan Jasé, y otro en Parque Pailalén. Ambos están compuestos por distintas láminas interpretativas sobre geología, geositios destacados de la zona y otros elementos. Por último, cabe mencionar la oferta de recorridos guiados en el Centro de Ecoturismo Cascada de las Ánimas, donde se encuentra el geositio del mismo nombre.

Fuente: elaboración propia.

Zona de Interés Geoturístico N° 2 – “Tres Valles”:

Figura 27. Geositios “Distrito Minero El Volcán” y “Puente El Cristo”



Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 2 – “Tres Valles”

Descripción general	La Zona de Interés Geoturístico "Tres Valles" se encuentra 22 kilómetros valle arriba de la capital comunal San José, comenzando en la localidad de San Gabriel por el noroeste, extendiéndose hasta la localidad de El Volcán por el sureste, e incluyendo los primeros tres kilómetros de las rutas G-355 o "Camino Embalse El Yeso", y ruta G-465 o "Camino Las Melosas". Cubre cerca de 55 km ² de superficie, y a nivel de las rutas vehiculares abarca entre 1.250 y 1.450 metros de altitud, encontrándose conectada por la principal ruta de acceso del área de estudio, la ruta G-25.
Características geográficas y geológicas	Esta zona se caracteriza geográfica y geológicamente por dos principales aspectos. En primer lugar, la mayor parte se encuentra inmersa en un gran plutón, llamado Plutón San Gabriel. Este consiste en un gran conjunto rocoso originado hace unos 11 millones de años debido al enfriamiento y solidificación de una antigua masa de magma a grandes profundidades, que luego de millones de años ha aflorado en superficie. En los sectores que no aflora este plutón es posible encontrar otros conjuntos rocosos principalmente volcánicos, de las formaciones geológicas Abanico y Farellones, que abarcan un registro aproximado entre 5 y 37 millones de años de antigüedad (Thiele, 1980; Baeza, 1999; Charrier et al., 2002, en Benado, 2013, y en Vergara et al., 2019; Tarbuck y Lutgens, 2005). En segundo lugar, esta zona abarca parte de los ríos Yeso y Volcán, e incluye los puntos de confluencia de estos con el río Maipo, presentándose diversas morfologías fluviales como cascadas, bancos de sedimentos, superficies pulidas, marmitas de gigante, confluencias de ríos, entre otras (Benado, 2013, en Vergara et al., 2019). Por otro lado, esta zona también tiene coberturas de Bosque Esclerófilo, aunque menos densas que en sectores de menor altitud. Hay bastante presencia de quillay (<i>Quillaja saponaria</i>) y de algunas especies de mayores altitudes como el olivillo o frangel (<i>Kageneckia angustifolia</i>). Por último, cabe destacar que este es uno de los pocos lugares de la Región Metropolitana donde se encuentran el ciprés de la cordillera (<i>Austrocedrus chilensis</i>), una especie endémica de los Andes Centrales.
Geositios de interés turístico	"12. Ignimbrita en Los Piches", "19. Contacto Fm. Abanico - Plutón San Gabriel", "20. Distrito Minero El Volcán", "21. Anticlinal Volcado del Valle El Volcán" y "36. Puente El Cristo".
Otros atractivos turísticos	Estero San Gabriel, Cerro San Gabriel, Sector Los Rodados, Confluencia de ríos Yeso y Maipo, Puente El Yeso, Camino a Embalse El Yeso, Puente El Volcán, Cascada Queltehues, Central Hidroeléctrica Queltehues.
Oferta turística general	Esta zona presenta una baja disponibilidad de servicios básicos, comercio y oferta turística, siendo en la práctica un sector de paso para visitar otros atractivos de mayor relevancia. Algunas ofertas existentes son: Centro Turístico Parque Almendro, Cabañas Refugio Boyenar, Alojamiento y Pícnic El Paso del Cóndor, Restaurante El Tarro, Cabañas y Cafetería Emporio de la Memé, Cabañas Piedras Coloradas, Camping El Cine, Turismo Minero Cajón del Maipo, Camping Valle del Bosque.
Puesta en valor y disponibilidad de información	En esta zona no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística. Sin embargo, cabe destacar la iniciativa de Turismo Minero Cajón del Maipo, quienes ofrecen salidas interpretativas basadas en la historia minera de la zona, recorriendo la localidad de El Volcán y el interior de los antiguos piques mineros que se encuentran a su alrededor.

Fuente: elaboración propia.

Zona de Interés Geoturístico N° 3 – “Placas y Fósiles”:

Figura 28. Geositios “Volcán San José” y “Estratos Marinos de Lo Valdés”



Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Caracterización de Zona de Interés Geoturístico N° 3 – “Placas y Fósiles”

Descripción general	La Zona de Interés Geoturístico "Placas y Fósiles" se encuentra a 39 kilómetros de la localidad de San José, internándose por el valle del río Volcán. Se extiende desde el kilómetro 72 de la ruta G-25 por el oeste, hasta Termas Baños Colina por el sureste; y desde la quebrada Las Amarillas por el sur, hasta el cerro El Morado por el norte. En total cubre cerca de 87 km ² de superficie, a nivel de la ruta abarca entre 1.700 y 2.500 metros de altitud, y está conectada principalmente por la ruta G-25.
Características geográficas y geológicas	Esta zona se caracteriza geográfica y geológicamente por ser un sector de transición entre formaciones geológicas predominantemente volcánicas, como la Formación Abanico; y formaciones principalmente sedimentarias, como las formaciones Colimapu, Lo Valdés, Río Damas y Río Colina. Estas formaciones están dispuestas en extensas franjas de orientación norte-sur, compuestas principalmente por depósitos sedimentarios marinos y continentales, y en conjunto abarcan un registro aproximado entre 100 y 166 millones de años. En aquel período, la configuración de este paisaje se caracterizaba por la existencia de una amplia cuenca extensional conocida como Cuenca de Neuquén, que era afectada constantemente por transgresiones y regresiones marinas. Algunas de estas formaciones geológicas, como Río Colina, tienen su origen en la acumulación de material sedimentario en el fondo de antiguos mares ubicados en esta cuenca, incluyendo los restos de su fauna marina, y que actualmente son parte de los registros fósiles de la zona. En cambio, otras formaciones como Río Damas, son depósitos sedimentarios principalmente continentales, asociados a antiguos lagos y ríos que actuaban en períodos de regresiones marinas (Thiele, 1980; Charrier y Muñoz, 1994, en Benado, 2013, y en Vergara et al., 2019).
Geositios de interés turístico	Plutón Los Lunes, Remoción en Masa Las Amarillas, Morrena Morales, Laguna Morales, Sistema Glaciar San Francisco - El Morado, Estratos Marinos de Lo Valdés, Punta Zanzi, Remociones en Masa Silla del Diablo, Termas Baños Colina, Volcán San José.
Otros atractivos turísticos	Río Volcán, Estero Morales, Termas Baños Morales, Aguas Panimávidas, Cerro El Morado, Sector La Mina, Cerro Punta Ventanas, Laguna de Rubillas, Estero La Engorda, El Cabrero.
Oferta turística general	Esta zona presenta una baja disponibilidad de servicios básicos, comercio y oferta turística, predominando opciones de alojamiento. Algunas opciones son: Lodge El Morado, Alojamientos Espacio Crisol, Hostal Piolet Refugio de Montaña, Hostal Refugio Chacaya, Restaurante Los Chicos Malos, Pizzería El Álamo, Refugio de Montaña Los Correcaminos, Hostería Baños Morales, Refugio Placa Roja, Refugio Alemán Lo Valdés.
Puesta en valor y disponibilidad de información	En la entrada del Monumento Natural El Morado existe un pequeño centro de recepción de visitantes con paneles informativos sobre la historia del predio como área protegida, y sobre sus características geográficas y geológicas generales. Además, en esta zona también existe un Geopunto de Información desarrollado en el marco del Proyecto Geoparque Cajón del Maipo, ubicado en Alojamientos Espacio Crisol, en la localidad de Baños Morales; que cuenta con distintas láminas interpretativas sobre las características geográficas y geológicas del sector.

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 26. Descripción de Geositios de Interés Geoturístico individuales (1)

Geositio de Interés Geoturístico - "02. Terrazas Fluviales de Las Vertientes"	
Descripción general	El geositio "Terrazas Fluviales de Las Vertientes" se extiende entre las localidades de La Obra y Las Vertientes, observándose entre los kilómetros 14 y 17 de la ruta G-25 o "Camino al Volcán". Este sector es el de menores altitudes en el área de estudio, con elevaciones entre los 785 y 805 metros a nivel de la ruta vehicular.
Características geográficas y geológicas	Los procesos y morfologías fluviales son aspectos dominantes en las superficies continentales de la actualidad, existiendo dos principales grupos de relieves fluviales; los erosionales y los deposicionales, que en una acción conjunta pueden llegar a desarrollar, por ejemplo, sistemas de terrazas fluviales (Strahler & Strahler, 1989). En el área de estudio se reconoce al río Maipo y sus afluentes como rasgos geomorfológicos fundamentales por sus extensiones e importante capacidad de modelar el paisaje, existiendo en todos los valles principales estos sistemas de terrazas sobre los que se han desarrollado los poblados, caminos, áreas de cultivo, entre otras. En este geositio específico, se observan al menos tres niveles escalonados de terrazas fluviales, además de un sector en el que se encuentra activa la extracción de áridos (Álvarez, 2006; Vergara et al., 2019). Por otro lado, aquí también se encuentran varias especies de flora nativa; algunas propias de bajas altitudes como el espino (<i>Acacia caven</i>), otras de laderas de mayor incidencia solar como el quisco (<i>Echinopsis chilensis</i>), y algunas típicas del Bosque Esclerófilo como el litre (<i>Lithraea cáustica</i>) y el quillay (<i>Quillaja saponaria</i>).
Otros atractivos turísticos	Mirador en Restaurant Vista al Río, Plaza La Obra, Mirador Cuesta Las Achupallas, Camino El Toyo.
Oferta turística general	Los alrededores de este geositio tienen una buena disponibilidad de comercio y oferta turística. Algunas opciones son: Restaurante Vista al Río, Restaurante El Arbol, Minimarket Rumary, Hostería y Restaurante El Tucán, Cafetería Rinar, Minimarket Franz, Restaurante Mamishiana, Cervecería Cardelius, Centro Turístico Los Cuernos del Toro, Centro de Eventos Casona San José de Las Vertientes.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.
Geositio de Interés Geoturístico - "08. Mirador de Cóndores"	
Descripción general	El geositio "Mirador de Cóndores" se ubica en el valle del río Colorado. Para visitarlo se debe llegar al kilómetro 19,2 de la ruta G-345 o "Camino al Alfalfal", y luego recorrer un sendero de 4 kilómetros de extensión y 740 metros de desnivel, entre los 1.300 y 2.040 metros de altitud; para finalmente llegar a la zona de observación.
Características geográficas y geológicas	Este geositio es un buen lugar para la observación de aspectos geológicos y geomorfológicos típicos de la Cordillera de los Andes. A lo largo del sendero y en la meseta del mirador se observan distintos afloramientos y estratos rocosos de las formaciones geológicas Abanico y Farellones principalmente, que en total abarcan un registro aproximado entre 5 y 37 millones de años. En algunos sectores, estos estratos presentan deformaciones producidas por la compresión tectónica, mostrando una disposición inclinada respecto a la horizontal. Además, estas capas rocosas también han sido ampliamente disectadas por la constante fuerza de erosión del Río Colorado, pudiendo observarse su continuación en la ladera opuesta del valle, y generando acantilados rocosos de decenas de metros de altura (Thiele, 1980; Charrier et al., 2002; Fock, 2005; en Benado, 2013, y en Vergara et al., 2019). Por otro lado, desde el mirador también se observan otros elementos como el geositio "Plutón La Gloria", que es el mayor afloramiento de un cuerpo intrusivo en el área de estudio; la cumbre del volcán Tupungato, que con 6.570 metros de altitud es la mayor elevación en la comuna; y también es muy frecuente la presencia de individuos de cóndor (<i>Vultur gryphus</i>), lo que da el nombre al geositio (Vergara et al., 2019).
Otros atractivos turísticos	Río Colorado, Localidad Los Maitenes, Localidad El Alfalfal, Central Hidroeléctrica Maitenes, El Relvo, Ruta Patrimonial y Bien Nacional Protegido Río Olivares - Gran Salto.
Oferta turística general	En los alrededores de este geositio hay una baja disponibilidad de comercio y oferta turística, y se concentra en el comienzo de la ruta G-345. Algunas opciones son: El Granero del Cajón, Cafetería Newen, Refugio Abuela Quillay, Bungee Mundo Dinamo, Restaurante Río Colorado, Camping Quempo Turismo, Camping El Alfalfal.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística. Solo hay un panel de bienvenida en los últimos metros del sendero, con información y recomendaciones básicas para evitar el impacto en el lugar y su fauna.

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 27. Descripción de Geositios de Interés Geoturístico individuales (2)

Geositio de Interés Geoturístico - "13. Cascada El Yeso"	
Descripción general	El geositio "Cascada El Yeso" se encuentra en el valle del río Yeso, en el kilómetro 20,2 de la ruta G-455 o "Camino Embalse El Yeso", a 2.430 metros de altitud. Desde ese punto, se recorre un camino de 300 metros para llegar a un mirador que se encuentra dentro de un pequeño parque turístico llamado "Parque Salto El Yeso".
Características geográficas y geológicas	El geositio "Cascada El Yeso" es una cascada de 7 metros de altura, con una piscina de inmersión de 25 metros de diámetro en su base. Aquí el agua del río Yeso destaca por su color turquesa, indicando una baja carga de sedimentos en transporte a pesar de encontrarse en el tramo alto de la cuenca. Esto se debe principalmente a su cercanía con el Embalse El Yeso, donde el caudal del río es regulado y los sedimentos decantan antes de continuar su curso. (Vergara et al., 2019). Por último, se tiene que en los últimos años este lugar se ha convertido en un importante atractivo turístico, por su belleza propia y cercanía con el Embalse El Yeso.
Otros atractivos turísticos	Cerro Mesón Alto, Glaciar Mesón Alto, Sector Las Cáscaras, Geositio Embalse El Yeso, Cordón de los Picos Negros, Laguna del Encañado, Geositio Laguna Negra.
Oferta turística general	En los alrededores de este geositio hay una baja disponibilidad de comercio y oferta turística, dada su ubicación a 20 kilómetros de la localidad más cercana, El Romeral. Algunas opciones son: Alojamientos Refugio del Yeso, Parque Salto El Yeso, Restaurante Pulpería del Arriero, Restaurante El Tarro.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.
Geositio de Interés Geoturístico - "14. Embalse El Yeso"	
Descripción general	El geositio "Embalse El Yeso" se encuentra en el valle del río Yeso, entre los kilómetros 23 y 26 de la ruta G-455 o "Camino Embalse El Yeso", a 2.570 metros de altitud. Entre los meses de abril y agosto esta ruta puede ser recorrida en vehículo hasta el kilómetro 21,7, por lo que desde punto se debe continuar caminando.
Características geográficas y geológicas	El geositio "Embalse El Yeso" es una represa artificial inaugurada en el año 1964, emplazada sobre un antiguo lago natural, y que junto a Laguna Negra constituyen la mayor reserva de agua líquida superficial potable de la Región Metropolitana de Santiago. Actualmente, este cuerpo de agua tiene poco más de 3 kilómetros de largo y cerca de 1,6 kilómetros de ancho en promedio, abarcando una superficie cercana a los 4,8 km ² . Presenta un régimen hidrológico de origen mixto nival-glacial, con el aporte de glaciares como El Yeso, Bello, Del Pirámide y parte del glaciar Marmolejo, por lo que sus caudales son mayores durante primavera y verano (Benado, 2013, en Vergara et al., 2019). Por último, cabe mencionar que en la última década este lugar se ha convertido en uno de los principales atractivos turísticos de la Región Metropolitana, siendo destino constante de turistas nacionales y extranjeros.
Otros atractivos turísticos	Cordón de los Picos Negros, Cerro Mesón Alto, Glaciar Mesón Alto, Geositio Laguna Negra, Laguna del Encañado, Geositio Cascada El Yeso, Sector Las Cáscaras.
Oferta turística general	En los alrededores de este geositio hay una baja disponibilidad de comercio y oferta turística, dada su ubicación a 23 kilómetros de la localidad más cercana, El Romeral. Algunas opciones son: Alojamientos Refugio del Yeso, Parque Salto El Yeso, Restaurante Pulpería del Arriero, Restaurante El Tarro.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.
Geositio de Interés Geoturístico - "18. Termas del Plomo"	
Descripción general	El geositio "Termas del Plomo" se encuentra en el extremo superior del valle del río Yeso, unos 18 kilómetros luego del Embalse El Yeso, a 2.970 metros de altitud. Dada su ubicación en un entorno de alta montaña, presenta condiciones de acceso muy complejas en los meses de otoño e invierno, las que mejoran en primavera y verano.
Características geográficas y geológicas	El geositio "Termas del Plomo" es una manifestación termal que consiste en cinco pozas y un chorro de abastecimiento. Las pozas han sido moldeadas artificialmente en forma ovalada, variando entre 7 y 14 metros de largo. El chorro de agua termal que las abastece, aflora a unos 4 metros de altura, desde una secuencia de estratos rocosos fuertemente inclinados pertenecientes a la Formación Lo Valdés. El agua de este afloramiento se caracteriza por ser salada, de color verdoso al acumularse, y por dar un fuerte color anaranjado a las rocas con las que se encuentra en contacto, dada la presencia de hidróxidos de hierro y microorganismos en ella (Benado, 2013).
Otros atractivos turísticos	Cajón Yeguas Muertas, Cajón del Río Yeso, Cajón del Pirámide, Confluencia Estero Yeguas Muertas y Río Yeso, Cerro Panimávida, Cascada Hermosa, Laguna Los Patos, Cerro Mirador de Piuquenes
Oferta turística general	En este geositio no existe comercio u oferta turística dada su ubicación a 41 kilómetros de la localidad más cercana, El Romeral. En primavera y verano se ofrece acceso a las termas, caminatas y cabalgatas por el sector.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.

Fuente: elaboración propia.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 28. Descripción de Geositorios de Interés Geoturístico individuales (3)

Geositorio de Interés Geoturístico - "31. Glaciar Colgante El Morado"	
Descripción general	El geositorio "Glaciar Colgante El Morado" se encuentra en el valle Las Arenas, dentro del valle del río Volcán. Para visitarlo se debe llegar al Puente La Engorda, y luego recorrer un sendero de 10 kilómetros de extensión y 1.000 metros de desnivel, entre los 2.260 y 3.260 metros de altitud; para finalmente llegar a la laguna del glaciar.
Características geográficas y geológicas	El geositorio "Glaciar Colgante El Morado" es un glaciar de aproximadamente 2 kilómetros de longitud, que abarca elevaciones entre los 3.300 metros de altitud en su base, y 4.450 metros en su cabecera. Es considerado un glaciar de valle, con características típicas de frente desprendente, y con zonas de acumulación y ablación bien determinadas, separadas por una línea de equilibrio que se encuentra cerca de los 4.050 metros de altitud. En su zona distal, la configuración morfológica se caracteriza por la existencia de una laguna proglacial, originada por el efecto de erosión generado por el paso del glaciar y el posterior relleno con agua debido a su retroceso. La formación de esta laguna ha sido propiciada por la existencia de cordones morrénicos terminales que han actuado como barrera de contención del agua de fusión (Benado, 2013, en Vergara et al., 2019).
Otros atractivos turísticos	Estero La Engorda, Cerro Punta Ventanas, Volcán San José, Cerro Arenas, Estero El Morado, Cerro Unión, Cerro El Morado, Cerro Mesón Alto, Glaciar Loma Larga.
Oferta turística general	En los alrededores de este geositorio no existe disponibilidad de comercio u oferta turística, dada su ubicación a 18 kilómetros de las localidades más cercanas de Lo Valdés y Baños Morales. En esos poblados hay opciones como: Lodge El Morado, Espacio Crisol, Hostal Piolet, Refugio Alemán Lo Valdés, Refugio Placa Roja.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.
Geositorio de Interés Geoturístico - "34. Glaciar Nieves Negras"	
Descripción general	El geositorio "Glaciar Nieves Negras" se encuentra en la cabecera del valle del río Volcán, alojado en la ladera suroeste del Volcán San José. Para visitarlo se debe llegar a Termas Baños Colina, y luego recorrer un sendero de 5 kilómetros, entre los 2.500 y 2.690 metros de altitud; para finalizar en un mirador a orillas del río Colina.
Características geográficas y geológicas	El geositorio "Glaciar Nieves Negras" es un gran glaciar de aproximadamente 6 kilómetros de longitud, que abarca elevaciones entre los 3.000 metros de altitud en su base, y cerca de 5.000 metros en su cabecera. Es un glaciar casi totalmente descubierto en la parte alta, y cubierto con detritos en su parte baja, donde el hielo aflora solo esporádicamente. Se encuentra inserto en un valle con clara forma de "U", morfología típica de valles glaciares; y posee dos morrenas laterales bien definidas que descienden siguiendo la topografía del valle, dejando claras evidencias del poder erosivo de este glaciar a lo largo del tiempo. En algunos sectores, estos depósitos han sido retrabajados por procesos periglaciales, modificando su morfología original (Ballantyne, 2002, en García, 2014; Benado, 2013, en Vergara et al., 2019). Por último, cabe mencionar que la fusión de este glaciar alimenta al estero Blanco, que luego confluye con el río Colina, el cual finalmente aporta su caudal al río Volcán.
Otros atractivos turísticos	Geositorio Termas Baños Colina, Geositorio Cárcavas de Colina, Río Colina, Quebrada Los Caballos, Cerro Puntagudo, Cerro Amarillo, Estero Blanco, Vega Nieves Negras, Geositorio Volcán San José.
Oferta turística general	En los alrededores de este geositorio no existe disponibilidad de comercio u oferta turística, dada su ubicación a 18 kilómetros de las localidades más cercanas de Lo Valdés y Baños Morales. En esos poblados hay opciones como: Lodge El Morado, Espacio Crisol, Hostal Piolet, Refugio Alemán Lo Valdés, Refugio Placa Roja.
Puesta en valor e información	En este sector no existe un centro ni puntos de información que expongan contenidos sobre las características del territorio y/o su oferta turística.

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la Tabla 29 se muestran distintas recomendaciones específicas para apoyar la gestión de estas Zonas de Interés Geoturístico, también aplicables a los geositorios individuales. Estas recomendaciones han sido elaboradas a partir de las propuestas del mencionado proyecto "Geoturismo Sostenible en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma del País Vasco" (2011) (Ver Tabla 29).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Tabla 29. Recomendaciones específicas para gestión de las Zonas de Interés Geoturístico.

Recomendaciones de gestión	Zona “Bosques y Estratos”	Zona “Los Tres Valles”	Zona “Placas y Fósiles”
1. Seguir las recomendaciones para las categorías de gestión "Geoturismo y Educación", "Desarrollo Geoturístico" y "Turismo de Excursión" expuestas en las Tablas 19 y 20 del resultado anterior.	Si	Si	Si
2. Agregar nuevos Geositos de Interés Turístico complementarios a los existentes, asegurando una distribución equilibrada dentro de cada zona.	Si	Si	No
3. Definir puntos para la observación de los geositos de cada zona, asegurando buenas condiciones de acceso y seguridad para su utilización.	Si	Si	Si
4. Establecer al menos una ruta para cada zona conectando la mayor cantidad posible de sus geositos, que sea la base para el desarrollo de itinerarios geoturísticos por parte de empresas locales. Las rutas podrían incluir sitios de otros tipos de interés.	Si	Si	Si
5. Desarrollar material informativo e interpretativo para cada zona según sus características específicas. Algunos ejemplos: una guía de campo sobre su geología y geositos, y un mapa/folleto de atractivos y oferta turística.	Si	Si	Si
6. Habilitar nuevos puntos de información con materiales interpretativos de cada zona. Pueden instalarse en las infraestructuras de la oferta turística.	Si	Si	Si
7. Incentivar el establecimiento de nuevos servicios y productos geoturísticos complementarios a los existentes en cada zona, asegurando en ello un enfoque de sostenibilidad.	No	Si	Si
8. Promocionar cada zona como un atractivo geoturístico sostenible. Algunas acciones básicas son: disposición de material informativo en puntos estratégicos del territorio, y desarrollo/gestión de plataformas digitales como sitio web y/o redes sociales.	Si	Si	Si
9. Conformar una mesa de trabajo para la gestión geoturística de cada zona, compuesta por personas, emprendimientos y empresas turísticas que desarrollen sus actividades en ellas, y que vele por la ejecución de las tareas necesarias.	Si	Si	Si

Fuente: elaboración propia en base a Dpto. de Medio Ambiente del Gobierno Vasco (2011).

5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 DISCUSIÓN

Los conceptos de geodiversidad y patrimonio geológico han sido incorporados hace pocas décadas en la investigación científica, y hace menos tiempo en el ámbito de la planificación y gestión territorial (Carcavilla et al., 2014). Por lo tanto, a pesar de existir grandes avances en el tema, hay pocas referencias que lo incluyan como parte importante de la gestión del de los territorios (Poiraud et al., 2016; Moura et al., 2021; Prosser et al., 2018).

El presente trabajo busca avanzar en esa línea, para lo que se aplicó un proceso metodológico orientado a aprovechar los resultados del inventario de geositos como base para definir recomendaciones asociadas a su gestión. Los resultados obtenidos demuestran claramente que los inventarios de geositos son instrumentos de gran utilidad para avanzar hacia la incorporación del patrimonio geológico en la gestión de los territorios.

5.1.1 Análisis espacial y cuantitativo del inventario de geositos: La comuna de San José de Maipo cuenta desde el año 2018 con un inventario compuesto de 40 geositos, distribuidos en cinco zonas geográficas, diez áreas temáticas y evaluados cuantitativamente en cuatro categorías; valor científico, potencial educativo, potencial turístico y riesgo de degradación (Vergara et al., 2019). Distintos autores recalcan la importancia de que los inventarios sean analizados y procesados, con la idea de evaluar su calidad y aprovecharlos para su gestión (Brilha, 2016; Poiraud et al., 2016). Por lo tanto, en base a este inventario se llevó a cabo un análisis de la distribución espacial de los geositos y sus áreas temáticas, y también un análisis cuantitativo para cada una de las categorías mencionadas.

Sobre la distribución geográfica de los geositos destacan dos principales aspectos: primero, que la zona geográfica de mayor superficie, el Valle del Río Colorado, es la que menos geositos posee. Esto ocurre principalmente por las restricciones de acceso implantadas por actores públicos y privados en el lugar, las que dificultan la investigación científica en terreno. Es por esto que grandes porciones de ese sector están desprovistas de geositos. Segundo se tiene lo contrario, ya que la zona de menor superficie, el Valle del Río Volcán, concentra casi la mitad de los geositos. Esto se explica por sus buenas condiciones de acceso, permitiendo que desde hace décadas el sector sea visitado por investigadores de las ciencias de la Tierra, y que haya sido ampliamente visitado en terreno para el desarrollo del inventario. Por último, se tiene que la mayoría de los geositos se ubica en las cercanías de las principales rutas viales de la comuna, lo que ocurre por ser zonas con buena accesibilidad para el estudio en terreno. Por otro lado, respecto a las áreas temáticas destaca la desigual representación de cada una en el inventario, esto porque no fueron consideradas como criterio de primer orden al ser seleccionados los geositos. Además, la predominancia de las áreas temáticas de Morfologías Fluviales y Glaciares y Morfologías Asociadas, se asocia a la importancia que tienen hoy en día los recursos hídricos para la comuna y país.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

- **Evaluación Valor Científico:** Esta categoría tiene los mayores puntajes del inventario, promediando 259 puntos de un máximo de 400. Esto ocurre porque la mayoría de los geositos fueron seleccionados en base a una revisión bibliográfica asociada a las ciencias de la Tierra, tal como lo propone Brilha (2016), asegurándose un puntaje base de valor científico. Además, sus criterios de evaluación apuntan sobre todo a características intrínsecas de los sitios, dando poca relevancia a su estado de gestión. El criterio mejor evaluado es Integridad, ya que la mayoría de los geositos representa aspectos geológicos de gran envergadura, siendo menos vulnerables frente a posibles impactos.

- **Evaluación Potencial Educativo:** En esta categoría los puntajes se reducen, promediando entre los 40 geositos un total de 233 puntos. Esto ocurre por la incorporación de criterios que evalúan el potencial para realizar actividades educativas con grupos numerosos de estudiantes, lo que no es un punto fuerte del área de estudio. El criterio mejor evaluado es Condiciones de Observación, ya que la mayoría de los geositos son de gran envergadura y pueden observarse desde distintos puntos. Lo mismo explica que el segundo mejor evaluado sea Vulnerabilidad, ya que en general estos sitios no suelen ser dañados producto de actividades educativas. Por el contrario, el peor evaluado es Seguridad, ya que es el único que necesita una gestión previa para obtener puntajes positivos. Su evaluación se basa en la existencia de infraestructuras de seguridad como cercas, escaleras, pasamanos, entre otras, siendo que el área de estudio tiene muy pocos geositos con esas condiciones.

- **Evaluación Potencial Turístico:** En esta categoría los puntajes remontan, promediando entre los 40 geositos un total de 252 puntos. Si bien esta categoría comparte la mayoría de los criterios con Potencial Educativo, en este caso los asociados al uso de los geositos tienen evaluaciones menos estrictas, resultando puntajes ligeramente superiores. Esta diferencia surge porque la evaluación de Potencial Educativo considera actividades con grupos numerosos de estudiantes, mientras que Potencial Turístico considera grupos de menor tamaño y con menos presencia de menores, viéndose reflejado especialmente en los criterios de Accesibilidad y Logística. Por último, los criterios mejor evaluados siguen siendo Condiciones de Observación y Vulnerabilidad, al igual que el peor evaluado continúa siendo Seguridad, todos por las mismas razones que en el caso anterior.

- **Evaluación Riesgo de Degradación:** Entre los 40 geositos se tiene un promedio de 171 puntos, indicando una situación general bastante buena. Destaca el puntaje del criterio Densidad de Población, dado que en el área de estudio las zonas con mayor cantidad de habitantes y/o visitantes suelen ser específicas, existiendo amplias superficies alejadas de esa realidad. Por el contrario, destaca negativamente el puntaje en Protección Legal, ya que la superficie cubierta por áreas protegidas es reducida, y además gran parte de los geositos se encuentra en sectores sin control de acceso. Cabe mencionar que varios geositos se encuentran en terrenos privados sin acceso, lo que suele mantenerlos en buen estado de conservación, pero al mismo tiempo restringe su uso por parte de habitantes y visitantes.

5.1.2 Propuesta de categorías y recomendaciones generales de gestión: Una vez realizado el análisis del inventario se tiene mayor claridad sobre la situación de los geositos, reconociéndose sus principales fortalezas y debilidades (Poiraud et al., 2016), lo que es muy importante para la elaboración de planes de gestión adecuados a las características del territorio. En este sentido, Brilha (2016) menciona que toda propuesta de gestión para geositos debe realizarse en base a una priorización de sus necesidades. Para esto, distintos autores recomiendan hacer una clasificación de los geositos según similitudes en sus características (Poiraud et al., 2016; Prosser et al., 2018), definiendo cuales deben ser aprovechados para la investigación científica, para actividades turísticas y educativas, y cuales requieren prontas medidas de conservación (Brilha, 2016). Por lo tanto, en función de los parámetros evaluados y lo propuesto por Poiraud et al., (2016), Prosser et al., (2018) y Moura et al., (2021), se definieron seis categorías de gestión. Los 40 geositos fueron asignados a cada categoría según los resultados de sus evaluaciones cuantitativas. Así, se tiene que las categorías de gestión propuestas representan de buena manera las recomendaciones de los autores, y también los aspectos comúnmente considerados en la gestión del patrimonio geológico a nivel mundial. No obstante, se recomienda que en el futuro se incluyan nuevas temáticas en las etapas de evaluación y clasificación, apuntando a una visión más amplia sobre los valores que los geositos pueden tener en el territorio.

Sin embargo, como menciona Prosser et al. (2018), cuando se tienen categorías que agrupan geositos es posible proponer medidas aplicables a conjuntos de ellos, entregando un marco general para avanzar hacia su gestión. En esta línea, una parte importante de este trabajo es la propuesta de recomendaciones de gestión para cada categoría según el tipo de geositos que contiene. Como no son muchos los trabajos que aborden esta etapa, las propuestas fueron generadas a partir de la consulta directa a expertos nacionales e internacionales en el tema. Las recomendaciones resultantes son diversas, ya que están basadas en la experiencia de los expertos en sus territorios y ámbitos específicos de trabajo, pero son coherentes unas con otras y tienen un hilo conductor bastante claro, ya que la mayoría de las personas consultadas pertenecen al área de las ciencias de la Tierra.

En términos prácticos, algunas de las medidas propuestas resultaron ser transversales a las distintas categorías, dando a entender que son aspectos clave en la gestión de cualquier tipo de geosito. Además, algunas categorías comparten buena parte de sus propuestas, como es el caso de “Geoturismo y Educación” y “Desarrollo Geoturístico”, lo que hace sentido considerando que ambas apuntan a la visita pública. En resumen, todas estas recomendaciones deben ser consideradas como un apoyo para la toma de decisiones asociada a la gestión del patrimonio geológico del área de estudio y eventualmente de otros territorios. No obstante, algunas recomendaciones inmediatas son las de incorporar expertos de otros ámbitos en las etapas de planificación y propuestas de gestión, como también avanzar hacia una metodología que disminuya la visión del autor en los resultados finales.

5.1.3 Propuesta de Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico: Una vez establecidas las categorías de gestión, definidos los geositios que las componen y propuestas sus recomendaciones, es posible comenzar a elaborar planes de gestión más específicos para cada geositio, o para grupos de ellos con características similares (Moura et al., 2021). Sin embargo, como ya se ha mencionado, hoy en día son mucho más comunes los ejemplos sobre el desarrollo de inventarios de geositios que aquellos sobre la gestión práctica de estos. Según Prosser et al. (2018) esto se explica en parte, al menos en teoría, porque toda gestión práctica de los geositios debe estar basada en los resultados de esos estudios previos, siendo la ejecución una tarea naturalmente posterior, y que en muchos casos no llega a concretarse. Al mismo tiempo, Poiraud et al. (2016) menciona que mientras las metodologías para el desarrollo de inventarios han sido ampliamente aceptadas y aplicadas a distintas escalas, las etapas posteriores no cuentan con un marco metodológico definido que ayude a guiar el proceso. Asimismo, Prosser et al. (2018) plantea que los expertos involucrados en el desarrollo de inventarios de geositios, en general vinculados a las ciencias de la Tierra, tienden a generar un mayor volumen de publicaciones, mientras que los involucrados en la gestión práctica de estos lo hacen en menor medida. Respecto a lo último, en este trabajo se considera muy importante que las etapas de análisis, planificación y ejecución de la gestión del patrimonio geológico cuenten sin falta con la participación de expertos/as de áreas relacionadas con la gestión del patrimonio natural y los territorios, como lo es sin duda la geografía.

Por lo tanto, para avanzar en estas etapas poco desarrolladas, en este trabajo se hace una propuesta orientada al aprovechamiento geoturístico del patrimonio geológico de la comuna. Esto considerando que durante las últimas décadas ésta ha experimentado un acelerado crecimiento turístico, motivado principalmente por las características del entorno natural, pero que lamentablemente no ha tenido una estrategia para su correcto desarrollo. Así, siguiendo las recomendaciones del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco (2011) y de Poiraud et al. (2016), se propone para el área de estudio el establecimiento de una Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico, generada en base a un análisis espacial de los 27 geositios que manifestaron buenas condiciones para ser aprovechados con un enfoque geoturístico.

Esta propuesta de red, compuesta de siete geositios y tres zonas de interés geoturístico, ha resultado ser muy representativa de los lugares que hoy en día son efectivamente utilizados por el turismo, pero también incluye elementos que a pesar de tener un alto potencial turístico aún no han sido aprovechados como tales, entregando de esa forma un buen escenario para avanzar en el desarrollo geoturístico del territorio. Por lo tanto, el objetivo de esta red es ser el foco donde se concentren las gestiones geoturísticas, buscando establecer un escenario geoturístico coordinado, que asegure la puesta en valor y conservación del patrimonio geológico, y que represente una oportunidad para el desarrollo sostenible de la comuna (Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco (2011). En este sentido, la propuesta no busca precisamente aumentar la cantidad de visitantes, ya

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

que al encontrarse en plena Región Metropolitana el flujo turístico es constante y elevado, sino que apunta a entregar una oferta turística renovada, especializada y de mayor valor que la existente. Así, una meta de gran relevancia es la diversificación del uso de los atractivos turísticos existentes, ya que geositos como Mirador de Cóndores, Embalse El Yeso y Puente El Cristo son visitados de manera intensa, mientras que otros de buen potencial son poco utilizados actividades turísticas.

Por último, es necesario que esta propuesta sea utilizada como base para generar otras más específicas para cada geosito y zona geoturística definida. Por ejemplo, algunos territorios como los Geoparques Mundiales de la UNESCO Arouca en Portugal y Costa Vasca en España, entre muchos otros, han demostrado que la implementación de rutas de interés geológico basadas en geositos entregan muy buenos resultados (Hilario, 2012, Rocha, 2016; en Moura et al. 2021). En este sentido, desde ya se recomienda que esta propuesta sea fortalecida en base a una mayor cantidad y mejor distribución espacial de los geositos, para obtener resultados que representen de la mejor forma posible la realidad del área de estudio. Asimismo, otra recomendación es la de incluir sitios que representen otros tipos de patrimonio, como lo pueden ser sitios de valor ecosistémico, biológico, arqueológico, histórico o cultural. Así se puede avanzar hacia una gestión del territorio desde un enfoque amplio e integral, tal como lo proponen los Geoparques Mundiales de la UNESCO.

5.1.4 Limitaciones de la investigación y recomendaciones: A nivel general, la principal limitante para el desarrollo de trabajos en esta temática, es su reciente incorporación en el ámbito de la planificación territorial (Carcavilla et al., 2014). Si bien existen grandes avances, por ejemplo, en la aplicación de metodologías de inventarios de geositos, el siguiente paso, asociado a la existencia de un marco para analizar, planificar y ejecutar la gestión, aún se encuentra en un estado embrionario (Fassoulas et al., 2012, en Poiraud et al., 2016). En el caso de Chile, los conceptos de geodiversidad, patrimonio geológico, geositos, entre otros, recién comienzan a tomar fuerza, por lo que no están reconocidos en términos metodológicos ni legislativos (Urresty et al., 2015).

A nivel más específico, este trabajo ha contado con dos principales aspectos limitantes en su desarrollo, los cuales inciden de manera directa en los resultados obtenidos.

En primer lugar, se tienen limitantes asociadas al inventario de geositos. Uno de los más importantes es que para el proceso de selección y evaluación cuantitativa no existen criterios o metodologías que sean infalibles, ya que siempre habrá un nivel de subjetividad asociado a la visión y experiencia de la/s personas que lo hacen (Bruschi y Cendrero, 2005, en Brilha, 2016; Poiraud et al., 2016). Para reducir la subjetividad al mínimo, es necesario que las personas a cargo del inventario cuenten con un excelente manejo de información sobre el área de estudio, utilicen un marco metodológico sólido, y que sean lo más rigurosas posible en el desarrollo de las distintas etapas (Brilha, 2016). El inventario de geositos del área de estudio fue realizado por dos geólogos, un egresado de geología y un egresado de geografía, todos habitantes de la comuna con conocimientos sobre el tema, por lo que sus resultados se

ajustan de buena manera a la realidad local. En la misma línea, otro factor limitante es la gran extensión de la comuna, que abarca cerca de 4.995 km² de superficie, y al encontrarse en pleno contexto de montaña implica dificultades de accesibilidad. Asimismo, sucede que grandes porciones del área de estudio son terrenos privados, lo que representa dificultades para ser considerados en estos estudios. Por último, también han existido limitaciones en la disponibilidad de recursos económicos, humanos y de tiempo para el desarrollo del inventario, las que en caso de ser mejoradas permitirían obtener mejores resultados. Una de las características del inventario que refleja estas limitaciones, es la existencia de grandes superficies que no fueron exploradas, y que por tanto no cuentan con geositos que las representen, como sucede con ciertos sectores del valle del río Colorado y valle del río Yeso, entre otros.

En segundo lugar, se tienen aspectos limitantes en la definición de categorías y recomendaciones de gestión para los geositos. Como se ha mencionado, si bien hoy en día es reconocido que el análisis de los inventarios permite avanzar hacia la gestión de estos, todavía no existen metodologías concretas que permitan hacerlo a través de un proceso claro, ordenado y que disminuya al mínimo los niveles de subjetividad. Por lo tanto, los pocos estudios que abordan estas etapas son realizados a través de un enfoque experto o *expert approach*, donde la visión y experiencia de quienes lo trabajan incide fuertemente en los resultados que se obtienen (Poiraud et al., 2016). Las distintas propuestas de gestión presentes en este trabajo fueron elaboradas mediante un proceso metodológico que incorpora recomendaciones de otros autores y estudios, pero que en esencia es original y se ha desarrollado según lo que su autor consideró conveniente para obtener los resultados esperados. Entonces, si bien los resultados obtenidos tienen sentido y se ajustan a la realidad del territorio, estos están condicionados por el juicio del autor y podrían ser distintos según la persona que lo realice. Por esto se recomienda que el desarrollo de inventarios de geositos, como también las etapas de análisis, planificación y ejecución de su gestión, cuenten con la participación de expertos de distintas disciplinas acordes a la temática. Así, los resultados serán producto del consenso entre distintas visiones, avanzando hacia una gestión representativa del patrimonio geológico de los territorios. Esto es especialmente relevante cuando se trata de planificación y gestión, donde autores como Poiraud et al., (2016), Jiménez et al., (2018), Prosser et al., (2018) y Moura et al., (2021) consideran esencial trabajar con un enfoque participativo, incluyendo actores del mundo público, privado, académico y también de la comunidad local.

5.2 CONCLUSIONES

Este trabajo es el producto de un amplio análisis de geoconservación realizado en el área de estudio, el cual comenzó con el análisis del inventario de geositos, continuó con la propuesta de categorías y recomendaciones para su gestión, y culminó con una propuesta orientada a su aprovechamiento geoturístico. Así, el principal objetivo de esta investigación ha sido avanzar hacia la consideración de la geodiversidad y el patrimonio geológico como aspectos

fundamentales en la configuración de un territorio, y por lo tanto, como elementos que deben ser incluidos en su gestión. Así, los resultados obtenidos han permitido establecer las distintas conclusiones que se muestran a continuación.

1. En primer lugar, se concluye que el inventario de geosítios es una muy buena herramienta para diagnosticar el patrimonio geológico de un territorio, y que su posterior análisis espacial y cuantitativo entrega información importante para avanzar hacia su gestión. La etapa de análisis se considera fundamental por dos principales razones. Primero, porque permite evaluar la calidad del propio inventario según su representatividad sobre el territorio. Por ejemplo, mediante el análisis espacial se reconoció que si bien el inventario tiene presencia de geosítios en todas las zonas geográficas, la distribución de estos no es ideal, ya que existen amplias extensiones que no están representadas. Estos hallazgos permiten tener claridad sobre aspectos del inventario que deben ser mejorados en el futuro. Segundo, el análisis es fundamental porque entrega información sobre las principales fortalezas y debilidades de los geosítios. Por ejemplo, a través del análisis cuantitativo se reconoció que estos geosítios destacan por su alto valor científico, donde algunos como Remoción en Masa Las Amarillas y Centro Eruptivo Volcán Maipo – Caldera Diamante tienen un puntaje casi perfecto. Asimismo, se observó que los geosítios tienden a presentar buenas condiciones para el desarrollo de actividades turísticas y educativas, donde algunos como Puente El Cristo y Distrito Minero El Volcán están muy bien evaluados, aunque en su mayoría carecen de todo tipo de infraestructuras de seguridad para visitantes. Por último, se tiene que estos tienden a presentar un bajo riesgo de degradación, pero al mismo tiempo se reconoce que algunos se encuentran en un proceso activo de degradación por explotación humana, como es el caso de Contacto Fm. Abanico – Plutón San Gabriel y Plutón La Obra.

Este análisis ha demostrado que la metodología utilizada para el desarrollo del inventario es confiable, ya que su información es concordante con la realidad del territorio. No obstante, se ha evidenciado que estos resultados dependen en buena medida de la visión y experiencia de quienes lo desarrollan, por lo que se recalca la importancia de que estos sean trabajados de manera rigurosa y en base al mejor manejo posible del contexto geológico y geográfico del área, apuntado a disminuir al mínimo el nivel de subjetividad en cuestión.

2. Respecto a la propuesta de categorías y recomendaciones de gestión para los geosítios, se constató que la evaluación cuantitativa y su posterior análisis son muy importantes, ya que al tener mayor claridad sobre sus características es posible reflexionar sobre el tipo de gestión que estos ameritan. En base a esos antecedentes y lo propuesto por distintos autores, se definieron seis categorías de gestión en las que fueron agrupados los geosítios según similitudes en sus características. En este proceso también se confirmó la escasez de publicaciones respecto a etapas posteriores al desarrollo mismo de los inventarios. Por lo tanto, con la idea de complementar las fuentes disponibles y tener una base de información contundente para generar recomendaciones de gestión, resultó muy útil la aplicación de la encuesta remota a distintos expertos en el tema. Así, se logró proponer recomendaciones de

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

gestión para cada categoría según el tipo de geositios que contiene, estableciéndose un marco general para avanzar hacia la gestión de este patrimonio geológico.

3. También se ha constatado la utilidad de tener categorías de gestión que agrupen geositios con necesidades similares, ya que permiten seleccionar grupos temáticos para avanzar en el desarrollo de planes específicos de gestión. En este sentido, aquí se reconocieron 27 geositios con buen potencial para su aprovechamiento geoturístico, los que fueron la base para el desarrollo de una nueva propuesta de Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico en el área de estudio. La propuesta resultante es un insumo de gran utilidad para la gestión de estos elementos, con la idea de establecer un escenario geoturístico coordinado, que asegure la puesta en valor y protección del patrimonio geológico, y que represente una oportunidad para el desarrollo sostenible de la comuna y sus habitantes.

En esta propuesta de Red de Geositios y Zonas de Interés Geoturístico, el aspecto de mayor relevancia ha sido el análisis y procesamiento espacial realizado sobre los 27 geositios. Esta etapa permitió definir las zonas del área de estudio que requieren y ameritan una gestión geoturística, nutriendo los resultados con un enfoque espacial y geográfico. Así, la propuesta es representativa de los lugares que hoy en día son utilizados por el turismo, y también incluye sectores que tienen un alto potencial pero que aún no han sido aprovechados como tales. Por lo tanto, a través del análisis espacial y geográfico se ha logrado obtener una herramienta para avanzar hacia el desarrollo geoturístico del territorio.

4. En resumen, el amplio análisis de geoconservación realizado en el área de estudio ha demostrado la posibilidad de avanzar hacia la inclusión de la geodiversidad y el patrimonio geológico en la gestión de los territorios. Por lo tanto, aquí se plantea como primer desafío la consideración de las propuestas de este trabajo en la gestión del patrimonio geológico del área de estudio. Además, se plantea la importancia de realizar estos estudios en distintas zonas del país, ya que al igual que en San José de Maipo, a nivel nacional existen muchos otros territorios que poseen un patrimonio geológico notable, y que al no ser gestionado es vulnerable frente a otras actividades, principalmente extractivas, que pueden significar su degradación de manera irreversible. Por último, uno de los desafíos más importantes es la necesidad de desarrollar un marco metodológico que permita realizar estos trabajos de manera clara, contundente y reduciendo al mínimo la subjetividad de cada autor, apuntando a entregar información precisa para la gestión de los territorios.

En este sentido, una de las conclusiones más importantes de este trabajo, es que los principales desafíos reconocidos pueden y deben ser abordados por disciplinas relacionadas con la gestión del patrimonio natural y de los territorios, siendo justamente la geografía una de las más apropiadas, ya que tiene la capacidad de integrar las distintas variables de la temática en un análisis compuesto orientado al desarrollo armonioso de los territorios. Esto es especialmente relevante cuando se trata de un territorio que trabaja para ser reconocido como Geoparque Mundial de la UNESCO, como es el caso de esta comuna.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguas Andinas. (2021). *Reporte Integrado 2021*. Aguas Andinas S.A., 352 pp.
- Álvarez, M. (2006). *Factibilidad de Utilización de Técnicas Geofísicas en Estudios de Fenómenos de Remoción en Masa. Caso Deslizamiento de San José de Maipo*. Memoria para optar al título de Geólogo, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Arroyo, M.T.K., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R., Massardo, F. (2006). *El Hotspot Chileno, Prioridad Mundial para la Conservación*. Biodiversidad de Chile, CONAMA, 2008. Segunda Edición, Capítulo II, pp. 90-93.
- Bandarin, F. (2002). *La Convención sobre el Patrimonio Mundial: 30 Años Después*. Revista PH; No 40-41 Especial, pp. 142-152. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 2002.
- BCN. (2021). *Mapas Vectoriales – Mapoteca*. Biblioteca del Congreso Nacional, Información Territorial, 2021. Recuperado en Noviembre 2021 de https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales/index.html.
- BCN. (2021). *San José de Maipo – Reporte Comunal 2021*. Biblioteca del Congreso Nacional, Chile, 2021. Recuperado en Febrero 2022 de https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=13203.
- Benado, J (2013). *Patrimonio Geológico del Proyecto Geoparque Cajón del Maipo, Región Metropolitana, Chile*. Universidade do Minho, Escola de Ciências, Mestrado em Património Geológico e Geoconservação, Portugal.
- Benado, J., Andrade, F., Muñoz, E., Reyes, F., Crisostomo, E., Quilamán, E., Valenzuela, D. (2020). *Geositos de la Región de Aysén (Chile): Resumen de la Historia Geológica Regional, Propuesta de Contextos Geológicos Temáticos e Inventario*. Revista de Aysenología. Número 8, 2020, pp. 4-19, Coyhaique, Chile.
- Benado, J., Hervé, F., Schilling, M., Brilha, J. (2019) *Geoconservation in Chile: State of the Art and Analysis*. *Geoheritage*, 11(3), pp. 793-807.
- Brilha, J. (2005). *Património Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Depósito Legal 230962/05. ISBN 972-8575-90-4.
- Brilha, J. (2012). *A Rede Global de Geoparques Nacionais: Um Instrumento para Promoção da Geoconservação*. Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra, Portugal.
- Brilha, J. (2015). *Geoconservation, History of*. Springer Reference, Springer-Verlag Berlín Heidelberg 2015.
- Brilha, J. (2016). *Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review*. *Geoheritage*, 8(2), pp. 119-134.
- Brocx, M., Semeniuk, V. (2007). *Geoheritage and geoconservation: history, definition, scope and scale*. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90, pp. 53-87.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Buglio, F. (2017). *Reanálisis de las Series de Mediciones del Balance de Masa del Glaciar Echaurren Norte, Región Metropolitana, Chile*. Memoria para optar al título de geólogo, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Burek, C.V., Prosser, C.D. (2008). *The History of Geoconservation: An Introduction*. The Geological Society, London, Special Publications N° 300, pp. 1-5.

Bustos, D. (2011). *Cambio Climático y Eventos de Emergencia en el Suministro de Agua Potable en el Gran Santiago*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Carcavilla, L., López-Martínez, J., Durán, J. J. (2007). *Patrimonio Geológico y Geodiversidad: Investigación, Conservación, Gestión y Relación con los Espacios Naturales Protegidos*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Cuadernos del Museo Geominero, N° 7, 360 pp. Ministerio de Educación y Ciencia, España.

Carcavilla, L., Durán, J. J., López-Martínez, J. (2008). *Geodiversidad: Concepto y Relación con el Patrimonio Geológico*. VII Congreso Geológico de España, Las Palmas de Gran Canaria. Geo-Temas, pp. 1299-1303.

Carcavilla, L. (2014). *Guía Práctica para Entender el Patrimonio Geológico*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Vol. 22, Núm. 1, pp. 5-18.

Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García-Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A., Vegas, J. (2014). *Geodiversidad y patrimonio geológico*. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. Edición Parques Nacionales.

CIREN. (2014). *Redefinición de la Clasificación de Red Hidrográfica a Nivel Nacional – Informe Final*. Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN. Santiago, 2014.

Congreso Internacional de Conservación del Patrimonio Geológico. (1991). *Declaración Internacional Sobre los Derechos de la Memoria de la Tierra*. I Congreso Internacional de la Conservación de nuestro Patrimonio Geológico, Digne, Francia, 1991.

Congreso Internacional de Geoturismo Arouca (2011). *Declaración de Arouca*. International Congress Arouca - Geotourism in Action, Geopark Arouca, 9-14 Nov., Portugal.

Consejería de Medio Ambiente. (2010). *Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad*. Dirección General de Gestión del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (2013). *Guía para el Uso Sostenible del Patrimonio Geológico de Andalucía*. Dirección General de Gestión del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía.

Crofts, R., Gordon, J.E., Brilha, J., Gray, M., Gunn, J., Larwood, J., Santucci, V.L., Tormey, D., and Worboys, G.L. (2020). *Guidelines for Geoconservation in Protected and Conserved Areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 31. Gland, Switzerland: IUCN.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial (2014). *Estrategia de Geodiversidad de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2020*. Gobierno Vasco, España.

DGA. (2004). *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad: Cuenca del Río Maipo*. Dirección General de Aguas, Chile.

DGA. (2014). *Inventario de Cuencas, Subcuencas, y Subsubcuencas de Chile – Informe Técnico*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Chile, 2014.

DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Chile. Recuperado en Noviembre 2021 de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>.

Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental (2011). *Geoturismo Sostenible en la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma del País Vasco, Red GEO-BASQUE*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, España.

Durán, J. J., Brusi, D., Palla, Ll., López-Martínez, J., Palacio, J., Vallejo, M. (1998). *Geología Ecológica, Geodiversidad, Geoconservación y Patrimonio Geológico: la Declaración de Girona*. Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico, pp. 69-72. Sociedad Geológica de España, Miraflores de la Sierra, Madrid, 1998.

Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, FADEU (s/f). *Memoria Explicativa de Estudio de Actualización y Adecuación del Plan Regulador Comunal de San José de Maipo*. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Food and Agriculture Organization, FAO. (2014). *Cordillera de los Andes, una Oportunidad para la Integración y Desarrollo de América del Sur*. Santiago, Chile, 124 pp.

Fredericksen, N., Astorga, B., Morales, F. (2010). *Santiago Andino: La Mayor Reserva Natural de Agua de la Región Metropolitana*. Sistemas de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña, Chile.

Fredericksen, N., Pérez, J., Contreras, X. (2011). *Manual de Buenas Prácticas para Uso Sustentable de Ecosistemas de Montaña*. Plan de Acción Santiago Andino. Sistemas de Producción Sustentables para Ecosistemas de Montaña, Chile.

García-Cortés, A., Carcavilla Urquí, L. (2013). *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España, Versión 18-07-2013, 64 pp.

García, J.L., Pizarro, F., Calcagni, V. (2014). *Fluctuaciones Glaciales Holocénicas en el Cajón del Maipo, Andes Centrales de Chile: Observaciones Morfoestratigráficas de los Glaciares Loma Larga y Nieves Negras*. Los Riesgos Traen Oportunidades. Serie GEO libros N° 20, Instituto de Geografía – Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014.

Geopark West Jutland. (2016). *Development Plan for Geopark West Jutland 2016-2020*. Supplement A4-1, pp. 28-35.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. University of London, Department of Geography.

Grimberg, M. (2010). *Plan Nacional de Conservación del Guanaco (Lama guanicoe) en Chile, 2010-2015*. Corporación Nacional Forestal, Chile, 2010.

Henriques, M.H., Brilha, J. (2017). *UNESCO Global Geoparks: a Strategy Towards Global Understanding and Sustainability*. International Union of Geological Sciences. Episodes 2017; 40(4), pp. 349-355.

Henriques, M.H., Pena dos Reis, R., Brilha, J., Mota, T. (2011). *Geoconservation as an Emerging Geoscience*. *Geoheritage* (2011) 3, pp. 117–128.

Hervé, F., Schilling, M., Calderón, M., Solari, M., Mourgues, F. A. (2012). *La Difícil Tarea de Identificar y Proteger el Patrimonio Geológico de Chile*. XIII Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Agosto 2012, pp. 899-901.

Hilario, A., Mendía, M., Agirrezabala, L.M., Aramburu, A., Arriolabengoa, M., Orue-Etxebarria, X., Monge-Ganuzas, M., Mugerza, I. (2013). *Lugares de Interés Geológico, Inventario y Propuesta de Actuación*. Geoparque de la Costa Vasca, 2013.

IDE Chile. (2021). *Información Territorial*. Ministerio de Bienes Nacionales, Infraestructura de Datos Geospaciales, IDE. Recuperado en Noviembre 2021 de <https://www.ide.cl/index.php/informacion-territorial/descargar-informacion-territorial>.

Ilustre Municipalidad de San José de Maipo. (2015). *Ordenanza Municipal Sobre los Prestadores de Servicios Turísticos y la Obtención de Patentes en la Comuna de San José de Maipo*. Decreto Exento N° 602, 2015.

Ilustre Municipalidad de San José de Maipo. (2018). *Reglamento para Implementación de Ordenanza de Turismo en San José de Maipo*. Decreto Exento N° 300, 2018.

INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadísticas, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Recuperado en Febrero 2022 de <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c2155cac57d04032bf6ca5f151cd4dd6d>.

Jiménez, C., Cabanilla, E., Rosero, P. (2018). *La Utilidad de un Plan Promocional para la Diversificación del Uso de los Atractivos Turísticos del Parque Nacional Machalilla, Manabí*. IV CONGRETUR: Impacto del Turismo en el Desarrollo del Ecuador, Quito, Ecuador, 2018. Libro de Actas, pp. 80-91.

Jones, C. (2008). *History of Geoparks*. The Geological Society, London, Special Publications 2008, N° 300, pp. 273-277.

Komoo, I., Patzak, M. (2008). *Global Geoparks Network: An Integrated Approach for Heritage Conservation and Sustainable Use*. *Geoheritage of East and Southeast Asia*, pp. 3-13. Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), University Kebangsaan, Malaysia – Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP).

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Martínez, T. (2017). *Valoración de la Geodiversidad en la Comuna de Puerto Varas: Nuevas Perspectivas para el Desarrollo Local*. Memoria para optar al título de geólogo, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

McKeever, P., Zouros, N., Patzak, M. (2010). *The UNESCO Global Network of National Geoparks*. The George Wright Forum. Vol. 27, No. 1 (2010), pp. 14-18.

Medina, W. (2015). *Importancia de la Geodiversidad. Método para el Inventario y Valoración del Patrimonio Geológico*. Contribuciones a la Geología Argentina, Serie Correlación Geológica, 31 (1), 57-72.

Mendia, M., Hilario, A., Apellaniz, E., Aranburu, A., Carracedo, M., Cearreta, A., Eguíluz, L., Gil Crespo, P.P., González, M.J., López-Horgue, M., Martínez-Torres, L.M., Mugerza, I. (2013). *El Inventario de Lugares de Interés Geológico de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV)*. Patrimonio Geológico, un Recurso para el Desarrollo. Cuadernos del Museo Geominero, N° 15, pp. 457-466. Instituto Geológico y Minero de España.

MMA. (2021). *Ministerio del Medio Ambiente Destaca la Importancia de Aprobar el Proyecto de Ley que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)*. Nota de Prensa, Abril 2021. Recuperado en Noviembre 2021 de <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-destaca-la-importancia-de-aprobar-el-proyecto-de-ley-que-crea-el-servicio-de-biodiversidad-y-areas-protegidas-sbap/>.

Moura, P., Motta, M., Brilha, J. (2021). *Guidelines for Management of Geoheritage: an Approach in the Sertão Central, Brazilian Northeastern Semiarid*. Geoheritage (2021) 13:42.

Mourgues F. A., Contreras, K., Schilling, M., Benado, J., Partarrieu, D. (2016). *Patrimonio Geológico y su Conservación en América Latina: Situación y Perspectivas Nacionales*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. Colección: Geografía para el Siglo XXI. Serie: Libros de Investigación, N° 18, pp. 81-120.

Nieto, L. M. (2001). *Geodiversidad: Propuesta de una Definición Integradora*. Instituto Geológico y Minero, España. Boletín Geológico y Minero, Vol. 112, Núm. 2, pp. 3-12, 2001.

Núñez, J. (2017). *Los Métodos Mixtos en la Investigación en Educación: Hacia un Uso Reflexivo*. Cadernos de Pesquisa. Vol. 47, N° 164, 2017, págs. 632-649.

PAC Consultores. (2010). *Plan de Desarrollo Comunal San José de Maipo 2010-2014*. Tomo I, Diagnóstico Técnico Comunal. Ilustre Municipalidad de San José de Maipo.

Pereira, Z. (2011). *Los Diseños de Método Mixto en la Investigación en Educación: Una Experiencia Concreta*. Revista Electrónica Educare, Vol. XV, N° 1, 2011, pp. 15-29

Poiraud, A., Chevalier, M., Claeysen, B., Biron, P.E., Joly, B. (2016). *From Geoheritage Inventory to Territorial Planning Tool in the Vercors Massif (French Alps): Contribution of Statistical and Expert Cross Approaches*. Applied Geography 71 (2016), pp. 69-82.

Praxis Consultores. (2018). *Actualización Plan de Desarrollo Comunal San José de Maipo 2018-2022*. Informe Final.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

- ProGEO. (2017). *Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geoconservación – La Guía de ProGEO*. The European Association for the Conservation of the Geological Heritage, 2017.
- Prosser, C.D., Díaz-Martínez, E., Larwood, J. (2018). *The Conservation of Geosites: Principles and Practice*. Geoheritage: Assessment, Protection, and Management. Elsevier, Amsterdam, 450 p. ISBN: 978-0-12-809531-7.
- Red GeoLAC. (2021). *¿Qué es la GeoLAC? Red de Geoparques Mundiales de la UNESCO de América Latina y el Caribe*. Recuperado en Octubre 2021 de <http://www.redgeolac.org/>.
- Reynard, E., Brilha, J. (Edts.) (2018). *Geoheritage: Assessment, Protection and Management*. Elsevier, Amsterdam, 450p. ISBN: 978-0-12-809531-7
- Ridao, J., Águila, E., Bernabé, J. M., Pérez, I., (2015). *Educación Ambiental y Conservación de la Geodiversidad*. Guías Didácticas de Educación Ambiental. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Andalucía, España.
- Sánchez-Cortez, J. L., Simbaña-Tasigano, M. (2018). *Los Geoparques y su Implantación en América Latina*. Estudios Geográficos, Vol. 79 (285), pp. 445-467. Julio-Diciembre 2018.
- Schilling, M., Mourgues, F. A., Contreras, K., Benado, J., Partarrieu, D. (2015). *Patrimonio Geológico y su Conservación en Chile: Avances y Perspectivas*. XIV Congreso Geológico Chileno, La Serena, 2015. Impacto de las Geociencias en la Sociedad, pp. 416-419.
- SERNATUR. (2001). *Declara Zona de Interés Turístico Nacional a Comuna de San José de Maipo*. Resolución 1138 Exenta; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- SERNATUR. (2016). *Destinos Turísticos Consolidados de Chile: Antecedentes Básicos para la Gestión Turística*. Primera edición, 2016.
- SERNATUR. (2020). *Cuenta Pública Participativa 2019*. Servicio Nacional de Turismo, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- SERNATUR. (2021). *Por Sexto Año Consecutivo Chile se Instala como el Mejor Destino de Turismo Aventura del Mundo*. Servicio Nacional de Turismo, Chile. Nota de Prensa, Diciembre 2021. Recuperado en Febrero 2022 de <https://www.sernatur.cl/por-sexto-ano-consecutivo-chile-se-instala-como-el-mejor-destino-de-turismo-aventura-del-mundo/>
- Sharples, C. (2002). *Concepts and Principles of Geoconservation*. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service Website, September 2002.
- Subsecretaría de Turismo. (2012). *Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Subsecretaría de Turismo. (2016). *Estudio de Tipificación de la Demanda Turística – Temporada Invernal*. Tomo I, Informe Final de Resumen Ejecutivo.
- Subsecretaría de Turismo. (2017). *Plan Especial de Infraestructura MOP de Apoyo al Turismo Sustentable a 2030*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Dirección de Planeamiento, Ministerio de Obras Públicas.

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

Subsecretaría de Turismo y SERNATUR. (2021). *Llegadas de Turista Extranjeros al País, Años 2008-2021*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Tarback, E., Lutgens, F., Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la Geología Física*. 8va Edición, 736 pp. Pearson Educación S.A., Madrid, 2005.

UNESCO. (1972). *Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural*. Adoptado por Conferencia General de UNESCO, 17ª reunión, París, 1972.

UNESCO. (2010). *Directrices y Criterios para Parques Nacionales Interesados en Recibir Asistencia de la UNESCO para Integrar la Red Mundial de Geoparques (GGN)*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura, UNESCO, 2010.

UNESCO. (2015). *Directrices Operativas para los Geoparques Mundiales de la UNESCO*. Estatutos del Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques.

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, Ciencia y Cultura, UNESCO, 2017.

UNESCO. (2021). *World Heritage List*. Recuperado en Noviembre 2021 de <https://whc.unesco.org/en/list/>.

UNESCO. (2022). *La UNESCO Designa Ocho Nuevos Geoparques Mundiales*. Comunicado de Prensa, Abril 2022. Recuperado en Abril 2022 de <https://www.unesco.org/es/articles/la-unesco-designa-ocho-nuevos-geoparques-mundiales-0>.

Urresty, C., Rauld, R., González, C., Rozas, C. (2015). *La Incorporación del Concepto de Geodiversidad y Geopatrimonio en la Planificación Territorial en Chile*. XIV Congreso Geológico Chileno, La Serena, 2015. Impacto de Geociencias en la Sociedad, pp. 392-395.

Vergara, C., Estay, C., Contreras, M., Prior, A., Godoy, V., Zapata, J. (2019). *Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geositios del Cajón del Maipo*. Fundación de Desarrollo Sostenible Cajón del Maipo, Proyecto Geoparque Cajón del Maipo.

Vergara-Daskam, C., Estay-Daskam, C. (2022). *Geoheritage of Cajón del Maipo Aspiring Geopark: Inventory, Assessment, and Opportunities for Local Development in the Andes of Central Chile*. Visages of Geodiversity and Geoheritage. Geological Society, London.

Wimbledon, W.A.P., Ishchenko, A.A., Gerasimenko, N.P., Karis, L.O., Suominen, V., Johansson, C.E., Freden, C. (2000). *Proyecto Geosites, una Iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS)*. *La Ciencia Respaldada por la Conservación*. Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión, pp. 73-100, Madrid, Spain.

Zouros, N. (2004). *The European Geoparks Network - Geological Heritage Protection and Local Development*. IUGS. Episodes 2004; 27(3), pp. 165-171.

Xun, Z., Milly, W. (2002). *National Geoparks Initiated in China: Geoscience in the Service of Society*. International Union of Geological Sciences. Episodes 2002; 25(1), pp. 33-37.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Resumen de metodología utilizada para el desarrollo del inventario de geositios de la comuna de San José de Maipo

Un territorio que busca ser reconocido como Geoparque Mundial de la UNESCO debe demostrar que posee un patrimonio geológico notable y de relevancia internacional (UNESCO, 2017). Para ello, la primera tarea es el desarrollo de un inventario de geositios que se encargue como mínimo de identificar, caracterizar y cuantificar estos sitios, permitiendo conocer su estado y posibilitando el establecimiento de estrategias de gestión basados en sus características y necesidades (Brilha, 2016; Burek y Prosser, 2008). En este sentido, y en el marco del proyecto que busca que la comuna de San José de Maipo sea reconocida como un Geoparque Mundial de la UNESCO, durante el año 2018 se desarrolló el inventario de geositios de este territorio. Los resultados de aquella investigación conforman la base desde la cual se ha desarrollado esta memoria de título, por lo que se hace necesaria una breve exposición de la metodología utilizada para ello.

La metodología utilizada para elaborar este inventario de geositios fue construida en base a la revisión y compilación de distintos trabajos asociados al patrimonio geológico y sus métodos de inventario (García-Cortés y Carcavilla, 2013; Hilario et. al., 2013; Medina, 2015; Mendia et. al., 2013), siendo el trabajo de Brilha (2016) la principal referencia. En el trabajo de Brilha (2016) se hace una amplia revisión de los principales métodos de inventario y cuantificación del patrimonio geológico utilizados en los últimos años, y a partir de ello se propone un nuevo método orientado hacia la geoconservación. Según el autor, hoy en día es cada vez más reconocida la importancia de contar con evaluaciones que permitan seleccionar los sitios de mayor valor, y así poder preparar planes sólidos de gestión que respondan a la realidad del territorio en el que se encuentran (Brilha, 2016).

- Etapa 1, Diagnóstico y revisión preliminar: El primer paso para avanzar hacia un inventario de geositios consiste en la recopilación y análisis de material bibliográfico asociado a las características geológicas del área de estudio (Brilha, 2016). En esta etapa se revisaron más de 100 artículos científicos de revistas nacionales e internacionales, memorias de título, tesis de postgrado, informes técnicos y mapas geológicos de la zona; destacando entre ellos el trabajo realizado por Benado (2013) como una de las principales referencias sobre el patrimonio geológico de la comuna. Luego, se contactó a expertos de los departamentos de geología de la Universidad de Chile y Universidad Andrés Bello para consultar sus conocimientos sobre elementos geológicos de interés en el territorio. Finalmente, la información obtenida fue enriquecida mediante propuestas del mismo equipo de trabajo que desarrolló el inventario, compuesto en su mayoría por personas originarias de la comuna con conocimientos sobre la temática. Esta etapa concluyó con el establecimiento de un listado preliminar de 60 potenciales geositios.

- **Etapa 2, Levantamiento en terreno y listado final de geositos:** Una vez establecido el listado preliminar de geositos, se procedió a realizar una caracterización cualitativa de ellos. Para esto, en primer lugar se llevó a cabo una campaña de levantamiento de información en terreno, que consistió en un total 14 días efectivos de trabajo de campo en las distintas zonas del área de estudio, realizados entre el 8 de mayo y 22 de junio del año 2018. En terreno se caracterizaron 50 geositos, dando prioridad a los más estudiados y/o con mejores condiciones de acceso; de los cuales la mayoría era parte del listado preliminar, y algunos fueron agregados al descubrirse en terreno. Para este levantamiento de información se utilizó como base una ficha descriptiva elaborada en base a las referencias mencionadas, la cual incluye para cada sitio elementos como: nombre, ubicación geográfica, propiedad del terreno, condiciones de acceso, estado de conservación, descripción geológica, entre otros.

La información obtenida en terreno fue complementada con un nuevo trabajo de gabinete, incluyendo la descripción de muestras de roca, interpretación de imágenes satelitales y fotografías. De esta manera, se estableció un listado final de 40 geositos que componen el inventario de la comuna, y que luego fueron sometidos al proceso de evaluación cuantitativa.

- **Etapa 3, Evaluación cuantitativa:** Uno de los principales objetivos de estudiar el patrimonio geológico a través de inventarios, es conocer el estado en el que este se encuentra dentro en un territorio, e identificar aquellos sitios que requieren de una gestión que asegure su puesta en valor y/o conservación, dependiendo del caso. Una forma de disminuir la subjetividad en este proceso, es mediante la evaluación cuantitativa de cada geosito utilizando parámetros que reflejen numéricamente sus valores, potenciales y vulnerabilidades (Brilha, 2016). Siguiendo los parámetros propuestos por Brilha (2016), se definieron cuatro categorías de evaluación correspondientes a Valor Científico (VC), Potencial Educativo (PE), Potencial Turístico (PT) y Riesgo de Degradación (RD). Así, los 40 geositos fueron evaluados cuantitativamente siguiendo los criterios y ponderaciones de cada categoría.

En estas categorías cada criterio de evaluación cuenta con indicadores específicos que guían la asignación de los puntajes. De esta manera, a cada geosito se le asignan puntajes de 0, 1, 2 o 4 puntos en cada criterio, los que luego son ponderados según su relevancia, obteniéndose finalmente resultados que oscilan entre los 0 y 400 puntos. Por ejemplo, en la categoría Valor Científico cada geosito es evaluado a través de siete criterios, donde cada uno puede obtener 0, 1, 2 o 4 puntos. Una vez asignados esos puntajes, son multiplicados por la relevancia de cada criterio en la ponderación de la categoría, dándose resultados finales entre 0 y 400 puntos para cada geosito. Por último, estos puntajes finales fueron divididos en rangos y clasificaciones.

- **Etapa 4, Resultados y productos finales:** Los resultados obtenidos fueron analizados, sintetizados y aprovechados para la elaboración de productos finales que conforman la base para futuras iniciativas de puesta en valor de los geositos inventariados. Entre ellos se encuentran: el libro “Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geositos del Cajón del Maipo”, con toda la información geológica necesaria para la eventual postulación de la

Propuestas para la Gestión y Aprovechamiento Geoturístico del Patrimonio Geológico de la comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana, Chile

comuna al reconocimiento de Geoparque Mundial de la UNESCO; la base de datos asociada a la evaluación cuantitativa de los 40 geositios; varios mapas que permiten la representación espacial de los resultados; un repositorio de material fotográfico y audiovisual generado en terreno, compuesto aproximadamente por 3.000 fotografías y 400 archivos de registro audiovisual, incluyendo tomas aéreas obtenidas con dron; y la producción de tres videos de divulgación y puesta en valor del patrimonio geológico y los geositios inventariados.

La aplicación de esta metodología de trabajo permitió definir los 40 geositios que actualmente conforman el inventario de geositios de San José de Maipo, los cuales representan en buena medida la geodiversidad y patrimonio geológico del territorio. Toda la información contenida en este inventario ha sido fundamental para la posterior propuesta de categorías y recomendaciones de gestión para estos lugares, en función de los principales objetivos planteados en esta memoria de título.

Anexo 2. Libro “Geodiversidad, Patrimonio Geológico y Geositios del Cajón del Maipo, La Capital Geológica de Chile”. Este libro, lanzado en el año 2019, es una representación gráfica del inventario de geositios de la comuna de San José de Maipo



Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Encuesta digital aplicada a expertos nacionales e internacionales en estudio y gestión del patrimonio geológico

Presentación: ¡Hola! Les saluda Cristobal Estay Daskam, miembro de "Fundación de Desarrollo Sostenible Cajón del Maipo", una de las principales entidades impulsoras del Proyecto Geoparque Cajón del Maipo. Soy egresado de la carrera de Geografía de la Universidad de Chile, y me encuentro desarrollando el trabajo de investigación para optar al título profesional de Geógrafo.

La temática central de mi memoria de título, tiene que ver con las posibilidades que ofrecen los inventarios de "geositios" y sus evaluaciones cuantitativas para la generación y priorización de propuestas de gestión sobre los elementos inventariados, en el marco de un Proyecto de Geoparque. Lamentablemente, no son muchos los trabajos que abordan específicamente esta temática. Por esto, he considerado necesaria y de gran utilidad la opción de recoger, mediante este formulario, los conocimientos que poseen actualmente las personas que trabajan esta materia en Chile y otros lugares del mundo.

Nota: Las personas que colaboren con sus conocimientos a través de este formulario, serán mencionadas explícitamente en la sección de metodología de esta memoria de título. De antemano muchas gracias por su tiempo y voluntad.

Preguntas: La idea de este formulario es que según sus conocimientos y experiencias, puedan proponer a nivel GENERAL y ESPECÍFICO posibles medidas de gestión para "geositios" según los seis casos que se plantean a continuación. Lo ideal es que las respuestas sean mediante un punteo o listado de las medidas de gestión que estimen convenientes en cada caso, partiendo por las generales y avanzando hacia las específicas.

1. ¿Qué medidas generales y específicas de gestión recomendaría para un "geositorio" que destaca por su ALTO Valor Científico, y BAJO Riesgo de Degradación?
2. ¿Qué medidas generales y específicas de gestión recomendaría para un "geositorio" que destaca por su ALTO Valor Científico, y ALTO Riesgo de Degradación?
3. ¿Qué medidas de gestión recomendaría para un "geositorio" que destaca por su ALTO Riesgo de Degradación, y BAJO Valor Científico y Potencial Turístico/Educativo?
4. ¿Qué medidas generales y específicas de gestión recomendaría para un "geositorio" que destaca por su ALTO Potencial Turístico y, BAJO Riesgo de Degradación?
5. ¿Qué medidas generales y específicas de gestión recomendaría para un "geositorio" que destaca por su ALTO Potencial Turístico, y ALTO Riesgo de Degradación?
6. ¿Qué medidas generales y específicas de gestión recomendaría para un "sitio de geodiversidad" que destaca por su ALTO Potencial Educativo, y BAJO Riesgo de

Degradación? ¿Cuáles serían las principales diferencias al caso planteado en la pregunta 4, de un "sitio de geodiversidad" con ALTO Potencial Turístico?

Anexo 4. Publicaciones oficiales de trabajos asociados al inventario de geositos de la comuna de San José de Maipo, con participación del autor de esta memoria de título.

A) Portada de artículo “*Geoheritage of Cajón del Maipo aspiring Geopark: inventory, assessment, and opportunities for local development in the Andes of Central Chile*”.

**Geoheritage of Cajón del Maipo aspiring geopark:
inventory, assessment, and opportunities for local
development in the Andes of central Chile**



Camilo Vergara-Daskam^{1,2*} and Cristóbal Estay-Daskam¹

¹FUNDESO and Cajón del Maipo Geopark Project, San José de Maipo 9460000, Chile

²Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Campus de Gualtar
4710-057, Braga

 CV-D, 0000-0003-2464-3548

*Correspondence: vergara.daskam@gmail.com

Abstract: Cajón del Maipo is a mountainous territory located in the Andes Cordillera of central Chile (c. 5000 km²), 48 km away from Santiago, and is a highly visited tourist destination. It reaches a maximum altitude of 6570 m, and its geology is controlled by the subduction regime between the Nazca and the South American plates. In its rocks, the Andean Tectonic Cycle is recorded, and its geodiversity includes active stratovolcanoes, thermal springs, tectonic structures, glacial and fluvial morphologies, landslides, marine fossils and abandoned mines. The area hosts an important and strained water system, with more than 800 glaciers that supply the city of Santiago with drinking water. This work shows the inventory of geoheritage of Cajon del Maipo, which includes 40 geosites. They were selected and assessed using a quantitative approach in the three main types of use (scientific, educational and touristic), and in their degradation risk. The results are displayed with an innovative synthetic map. Combining statistical quantitative and qualitative analysis, management priorities and opportunities for local development were identified. This inventory must be the framework for developing a geoconservation strategy, and the basis for the application of Cajon del Maipo as a UNESCO Global Geopark.

Supplementary material: The tables related to the quantitative valuation of geosites are available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.6376898>

Fuente: Vergara-Daskam, C. and Estay-Daskam, C. (2023). In Kubalíková, L., Coratza, P., Pál, M., Zwoliński, Z., Irapta, P., and van Wyk de Vries, B. (eds). Visages of Geodiversity and Geoheritage. Geological Society, London, Special Publications. SP530-2022.

B) Portada de artículo “El Geoparque Aspirante Cajón del Maipo (Chile): un laboratorio natural para las Ciencias de la Tierra y el Cambio Global”

El Geoparque aspirante Cajón del Maipo (Chile): un laboratorio natural para las Ciencias de la Tierra y el Cambio Global.

Cajón del Maipo aspiring Geopark (Chile): a natural laboratory for Earth sciences and Global Change.

C. Vergara-Daskam^{1,2} y C. Estay-Daskam²

- 1 Instituto de Ciências da Terra, Polo da Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal. vergara.daskam@gmail.com
2 FUNDES0 Cajón del Maipo, 9460000 San José de Maipo, Chile.

Resumen: El Cajón del Maipo es un territorio montañoso ubicado en los Andes de Chile central (~5.000 km²), a menos 50 km de la capital del país, Santiago. Su geología presenta rasgos excepcionales asociados a la orogénia andina, como estructuras tectónicas, volcanismo, sismicidad y un relieve que supera los 6.500 m de altitud. En su zona alta alberga más de 800 glaciares, los que junto con los ríos y lagos de la cuenca son la principal fuente de agua para el consumo de Santiago y sus 7.000.000 de habitantes. Desde 2010, esta zona ha experimentado la "Megasequía de Chile Central", la más grave de la historia reciente. Estudios recientes muestran que los glaciares están retrocediendo drásticamente, mientras que el volumen de agua de los lagos está disminuyendo. Estas tendencias negativas están impulsadas por el Cambio Global, pero probablemente están aceleradas por las actividades antropogénicas locales, y tienen graves implicaciones para la seguridad hídrica de la región. En este complejo contexto se desarrolla el proyecto Geoparque Cajón del Maipo, que pretende aportar a la adaptación al Cambio Global a escala local mediante la implementación de acciones de investigación, conservación, educación y turismo sostenible.

Palabras clave: Los Andes, Geoparque, Cambio Global, Megasequía, Cajón del Maipo.

Fuente: Vergara-Daskam, C., & Estay-Daskam, C. (2022). “El Geoparque aspirante Cajón del Maipo (Chile): un laboratorio natural para las Ciencias de la Tierra y el Cambio Global”. Revista Geo-Temas, 19, 103–106.

C) Portada de presentación de resumen “Inventory of Geoheritage as a tool for local Sustainable development in Cajón del Maipo Geopark Project, Central Chile

EGU21-9236, updated on 04 Mar 2021
<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-9236>
EGU General Assembly 2021
© Author(s) 2021. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Inventory of geoheritage as a tool for local sustainable development in Cajón del Maipo Geopark Project, Central Chile

Camilo Vergara Daskam^{1,2}, Cristóbal Estay Daskam¹, and Anthony Prior Carvajal¹

¹FUNDESOL Cajón del Maipo, San José de Maipo, Chile (camilosaxo@gmail.com)
²PANGAEA Master Program, University of Lille, Lille, France & University of Minho, Braga, Portugal

Cajón del Maipo is a mountainous territory located in the Andes Cordillera of central Chile (~ 5,000 km²), 50 km away from Santiago city, and is one of the most visited tourist destinations in the country. It reaches a maximum altitude of 6,570 masl, and its geology is controlled by the compressive subduction regime between the Nazca and the South American plates. In its rocks, 166 million years of geological history are recorded, and its geodiversity includes: sedimentary and igneous rocks, active stratovolcanoes, thermal springs, tectonic structures, glacial and fluvial morphologies, landslides, marine fossils, and abandoned mine shafts. The area is part of the Chilean biodiversity hotspot, and hosts an important and strained water system, with ~650 glaciers that supplies almost the entire city of Santiago with drinking and irrigation water, home to more than 7 million people.

This work shows the existing inventory of geoheritage of Cajon del Maipo, which includes 43 geosites classified in 10 geological thematic areas. Geosites were selected and assessed using a quantitative approach in the three main types of use (scientific, educational and geotouristic), and in their degradation risk. Of the inventory list, 5 geosites have international relevance, 17 national relevance, 10 regional and 11 local relevance. Additional values were highlighted associated with potential for developing geopark activities (cultural and intangible heritage, biodiversity, climate change and geological hazards), as well as legal aspects regarding protection. Combining statistical, geographical, and qualitative analysis of the previous parameters, geosites were categorized in multi labeled management classes, which are: geotourism, education, science, and conservation. For each class, management priorities and opportunities were identified, including research, protection, promotion, infrastructure habilitation, and monitoring. In the next years, this inventory must be the framework for developing a local geoheritage management plan, and the basis for the elaboration of the application dossier of Cajon del Maipo as a UNESCO Global Geopark.

Cajon del Maipo Geopark Project has been developed since 2017 with the main goals of providing economic opportunities for local community and promoting the sustainable management of natural and cultural heritage. Framed in the project Action Plan, actions and initiatives have been implemented, including: geoheritage research and geoconservation; geotourism and local products development; geoeducation programs focused on local schools; and networking at local, national, and international levels. All the mentioned initiatives are supported by the creation and the permanent updating of the Cajon del Maipo inventory of geoheritage.

Fuente: Vergara Daskam, C., Estay Daskam, C., and Prior Carvajal, A.: “Inventory of geoheritage as a tool for local sustainable development in Cajón del Maipo Geopark Project, Central Chile”.

EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-9236,
<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-9236>, 2021.