

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA FORMULAR PLANES DE MANEJO DE
CAMINOS EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS: EL CASO DE LA RUTA
DEL SANTUARIO SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS, COMUNA SAN JOSÉ
DE MAIPO.**

Tomás Paulo González Astorga

Santiago, Chile
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA FORMULAR PLANES DE MANEJO DE
CAMINOS EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS: EL CASO DE LA RUTA DEL
SANTUARIO SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS, COMUNA SAN JOSÉ DE
MAIPO.**

**METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE FORMULATION OF ROAD
MANAGEMENT PLANS IN PROTECTED WILD AREAS: THE ROUTE OF
SANTUARIO SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS, COMUNA SAN JOSÉ DE MAIPO
CASE STUDY.**

Tomás Paulo González Astorga

**Santiago, Chile
2012**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA FORMULAR PLANES DE MANEJO DE CAMINOS EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS: EL CASO DE LA RUTA DEL SANTUARIO SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS, COMUNA SAN JOSÉ DE MAIPO.

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

TOMÁS PAULO GONZÁLEZ ASTORGA

PROFESORES GUÍAS

Calificaciones

Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph. D.	7.0
Patricio Rodrigo S. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Ecología.	7.0

PROFESORES EVALUADORES

Andrés de la Fuente de la F. Ingeniero Agrónomo.	7.0
Juan Manuel Uribe M. Ingeniero Agrónomo.	6.5

COLABORADOR

Felipe Labra O.
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables.

**Santiago, Chile
2012**

“Al final, conservaremos sólo lo que amamos. Amaremos sólo lo que entendemos, y entenderemos sólo lo que nos han enseñado”

Baba Dioum

AGRADECIMIENTOS

Le dedico este trabajo a la memoria de mi abuelo Eduardo Astorga que junto con sus hijos e hijas me enseñaron el amor por la tierra y su gente.

Me gustaría agradecer a todas las personas que contribuyeron, de distinta forma, al desarrollo de mi memoria. En especial a mi familia que siempre me apoyo durante mi carrera y en todos los proyectos que me involucré.

Por supuesto agradecerle a mis profesores guías que siempre estuvieron con muy buena disposición para recibirme y a Sara Larraín por el interés y trabajo en conjunto en terreno, en su casa y en su oficina. Además darle las gracias al gran equipo que se formó con el plan de acción Santiago Andino y especialmente a Felipe Labra, Benjamín Astorga, Karla Astorga, Andrés de la Fuente, Ximena Contreras y los demás. También agradecer a Álvaro Covarrubias y a Gianpaolo Darigo de la Dirección de Vialidad del MOP por su entusiasmo en el presente estudio.

También le agradezco a mis primos, amigos y compañeros de universidad por darme inolvidables momentos durante este periodo.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
Área de estudio	16
Materiales	19
Metodología.....	19
RESULTADOS	21
Metodología de Plan de Manejo de Caminos generalizable a Áreas Silvestres Protegidas.	21
Caracterización y Diagnóstico de la Situación Actual del Camino	21
Descripción General de la Ruta y su Entorno	21
Determinación de los Criterios para el Manejo de Caminos.....	22
Determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia (ZHI).....	23
Diagnóstico Territorial	26
Objetivos de Uso Requeridos.....	27
Identificación de los Objetivos de Uso y la Meta del Camino.....	27
Zonificación y Normas de Manejo Asociadas	28
Objetivos de la Zonificación	28
Cruce de Variables de Zonificación	28
Desarrollo de una Memoria Explicativa de la Propuesta de Plan de Manejo	29
Metodología Generalizable a otras Áreas Silvestres Protegidas.....	29
Metodología Aplicada al Caso de Estudio:	31
Ruta N° G-355 del Santuario San Francisco de Lagunillas.....	31
Caracterización y Diagnóstico de la Situación Actual del Camino	31
Descripción General de la Ruta y su Entorno	31

Determinación de los Criterios para el Manejo de Caminos.....	53
Determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia	59
Diagnóstico Territorial	65
Objetivos de Uso Requeridos.....	81
Identificación de los Objetivos de Uso y la Meta del Camino.....	81
Zonificación y Normas de Manejo Asociadas	83
Objetivos de la Zonificación	83
Cruce de Variables de Zonificación	84
Desarrollo de una Memoria Explicativa de la Propuesta de Plan de Manejo	90
DISCUSIÓN.....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA.....	103
APÉNDICES	108
Apéndice 1. Medio, Unidades de Caracterización y Criterios Asociados.....	108
Apéndice 2. Descripción de los Criterios y Factores para el Manejo de Caminos.....	111
Apéndice 3. Ficha de Determinación de Zonas de Influencia Ecológica.....	122
ANEXOS.....	123
Anexo 1. Declaración de Santuario de la Naturaleza los Predios denominados San Francisco de Lagunillas y Quillayal, ubicados en la Comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera, Región Metropolitana.	123
Anexo 2. Marco legal ambiental.....	124
Anexo 3. Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) Asociados a Proyectos Viales.....	126
Anexo 4. Legislación Ambiental Sectorial y su Aplicabilidad a Proyectos Viales.....	127
Anexo 5. Instrumentos Jurídicos Internacionales Relevantes.	129

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Unidades de Caracterización y Criterios Asociados.....	22
Cuadro 2. Criterios y Factores para el Manejo de Caminos.....	23
Cuadro 3. Ejemplos de Actores e Impactos de Rutas y sus Consecuencias en Áreas Protegidas Colindantes.	27
Cuadro 4. Ejemplos de Zonas de Influencia, Amenazas, Conflictos y Potencialidades	27
Cuadro 5. Ejemplo de Clasificación para la Zonificación.....	29
Cuadro 6. Resumen Medio Físico	31
Cuadro 7. Sectores y Distritos climáticos.....	33
Cuadro 8. Valores de Distritos Climatológicos.....	34
Cuadro 9. Resumen Medio Biótico	41
Cuadro 10. Resumen Medio Socioeconómico	50
Cuadro 11. Actores e Impactan y sus Consecuencias en el Santuario	75
Cuadro 12. Zonas de Influencia Ecológica, Amenazas y Conflictos, Potencialidades	76
Cuadro 13. Zonas de Influencia Sociocultural y Económica, Amenazas, Conflictos y Potencialidades	77
Cuadro 14. Zonas de Influencia Político-Administrativa, Amenazas, Conflictos y Potencialidades	79
Cuadro 15. Clasificación de la Primera Zonificación	84
Cuadro 16. Clasificación de la Segunda Zonificación	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carta Base del Camino dentro del Santuario San Francisco de Lagunillas	16
Figura 2. Resumen de la Metodología por Objetivo	21
Figura 3. Zonificación Climática.....	32
Figura 4. Geformas	35
Figura 5. Pendiente	36
Figura 6. Grupos de Suelo	38
Figura 7. Erosión	39
Figura 8. Remoción en Masa.....	40
Figura 9. Inundación.....	41
Figura 10. Pisos Vegetacionales.....	45
Imagen 1. Piso del Bosque Andino Esclerófilo. Sector con dominancia de <i>Kageneckia angustifolia</i>	47
Imagen 2. Piso del Bosque Andino Esclerófilo. Sector con dominancia de <i>Guindilia trinervis</i> y <i>Baccharis neaei</i>	47
Imagen 3. Piso Andino Inferior	48
Imagen 4. Piso Andino Inferior. Matorral bajo con <i>Mulinum spinosum</i> y <i>Quinchamalium chilense</i>	48
Figura 11. Uso Actual.....	52
Figura 12. Exposición.....	53
Figura 13. Zonas de Influencia Ecológica.....	62
Figura 14. Zonas de Influencia Sociocultural y Económica.....	64
Figura 15. Zonas de Influencia Político-Administrativa	65
Figura 16. Puntos Críticos de Manejo Prioritario.....	66
Figura 17. Primera Zonificación Base.....	87
Figura 18. Segunda Zonificación Base.....	89

ÍNDICE DE SIGLAS

APP: Área Protegida Privada

ASP: Área Silvestre Protegida

ENCB: Estrategia Nacional de Conservación de Biodiversidad

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

OT: Ordenamiento Territorial

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

MOP: Ministerio de Obras Publicas

PAS: Permisos Ambientales Sectoriales

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIT: Sistema de Información Territorial

SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

ZIE: Zonas de Influencia Ecológica

ZIPA: Zonas de Influencia Político-Administrativo

ZISE: Zonas de Influencia Sociocultural y Económica

ZHI: Zonas Homogénea de Influencia

RESUMEN

La presente investigación se enmarca dentro del Plan de Acción Santiago Andino, el cual es realizado por el SAG, el MMA, la Universidad de Chile, el Programa Chile Sustentable, empresarios agrícolas y turísticos, y organizaciones ciudadanas. Este es un plan de gestión pública y privada para la Conservación de la Biodiversidad, promoviendo un manejo territorial sustentable en atención a las características, potencialidades y proyecciones regionales. El Plan Santiago Andino busca implementar la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad (ENCB) en sitios prioritarios que pertenecen al territorio de la Comuna de San José de Maipo, que incluye el sitio El Morado, en el cual se encuentra el Santuario San Francisco de Lagunillas, donde es necesario planificar el manejo de caminos.

El presente estudio propone una metodología para formular planes de manejo de caminos en Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Se tomó como caso de estudio el Santuario San Francisco de Lagunillas y la Ruta N° G-355. La ruta es un camino público, secundario y de ripio, cuyo inicio está al término de la zona urbana de San José de Maipo. La G-355 es un camino de acceso que lleva al centro invernal de Lagunillas, que se encuentra ubicado a 17 km de la localidad de San José de Maipo y está ubicado dentro del Santuario. El estudio utilizó una combinación y adaptación de metodologías que incluyen las utilizadas por el Proyecto Santiago Andino sobre de ordenamiento territorial y planificación participativa, la metodología de la CONAF para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas y elementos del Manual de Carreteras del MOP. El plan se apoyó en visitas a terreno, las herramientas de los SIG y la percepción remota.

Como resultado se obtuvo una Metodología de Plan de Manejo de Caminos Generalizable a Áreas Silvestres Protegidas, basada en dos orientaciones. Primero, con la caracterización y diagnóstico de la ruta, la determinación de los criterios para el manejo de caminos, la determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia y la identificación de los impactos y potencialidades de cada zona con los actores asociados. Segundo, con la determinación de los objetivos de uso y la meta del camino según las necesidades del ASP. Con la relación de ambas orientaciones se obtuvo la zonificación, definida de forma progresiva en dos fases, la primera se estableció para enfrentar los problemas e impactos de la ruta que necesitan medidas a corto plazo, reduciendo y mitigando los conflictos y amenazas estructurales, y la segunda fase propone zonificar el camino en la medida que la vía sea lo más parecido a una ruta escénica que resalte el extraordinario paisaje que presenta. Con esto se realizó la propuesta de plan de manejo del camino en la cual se expone una memoria explicativa para la aplicación de las medidas establecidas en la zonificación, tales como el emplazamiento de señalética de cada zona y propuestas de áreas de descanso y miradores.

Palabras clave: Santiago Andino, Áreas Silvestres Protegidas, Santuario San Francisco de Lagunillas, Manejo de Caminos, Zonas Homogéneas de Influencia.

ABSTRACT

This research is part of the Santiago Andino Action Plan, which is carried out by the SAG, the Ministry of the Environment (MMA), the University of Chile, the Chile Sustentable Program, agricultural and tourism entrepreneurs, and citizen organizations. Santiago Andino is a public and private management plan for the conservation of biodiversity, promoting sustainable territorial management in response to the characteristics, potential and regional projections. The Santiago Andino Plan seeks to implement the National Biodiversity Conservation Strategy (ENCB) in priority sites in the community of José de Maipo. The location in which the planning of the roads management was necessary is the San Francisco de Lagunillas Sanctuary, located in priority site El Morado.

The present study proposes a methodology to develop management plans for roads in Protected Wild Areas (ASP). The San Francisco de Lagunillas Sanctuary and route N° G-355 are explored in this work as the primary case studies. The route is a public, secondary, gravel road, just outside of the urban area of San José de Maipo. G-355 is an access road in the sanctuary which leads to the winter resort of Lagunillas, located 17 km from the town of San José de Maipo. The study uses a combination and adaptation of three principal methodologies. The first is the land and participation planning used by Santiago Andino Project. The second, the methodology of CONAF for the planning of protected areas management. And finally, elements of the Roads Manual Ministry of Public Works (MOP). The plan relied on field visits, GIS tools and remote sensing.

As a result, a Methodology of the Management Plan for Roads, replicable to other protected wild areas and based on two angles, was obtained. The methodology starts first with the characterization and diagnosis of the route, the determination of the criteria for the management of roads, the determination of Homogeneous Zones of Influence and the identification of impacts and potentials of each area with associated stakeholders. Secondly, it focus on the determination of the objectives of use and the goal of the road according to the needs of the ASP. Zoning, defined gradually in two phases, was obtained through the relationship between the two parts previously described. The first was established to deal with the problems and impacts of the route that needs short-term solutions that reduce and mitigate conflict and structural threats. The second phase proposes zoning of the road based on its close resemblance to a scenic route that highlights the extraordinary landscape. This general proposal for the Road Management Plan outlines a report explaining the implementation of the established measures in the zoning, such as the placement of signs of each zone and proposals for rest areas and lookouts.

Key words: Santiago Andino, Protected Wild Areas, San Francisco de Lagunillas Sanctuary, Roads Management, Homogeneous Zones of Influence.

INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes de las sociedades organizadas, el hombre ha comprendido la necesidad e importancia de proteger las áreas naturales y sus recursos; actualmente, la expansión urbana y la aparición de tecnologías más complejas, aumentan la necesidad de contar con áreas naturales protegidas (Leiva, 2010). Bajo este contexto, Chile ha promulgado varias leyes que incluyen la dimensión de protección de la naturaleza desde la década de los '90 y a fines del año 2003 adoptó una estrategia nacional de diversidad biológica. Las leyes y reglamentos sobre recursos naturales y los planes de desarrollo del turismo incorporan disposiciones de manejo sustentable (CEPAL/OCDE, 2005). Chile ha declarado legalmente protegido casi una quinta parte de su territorio, incluidas nueve áreas sujetas a la Convención de Ramsar y siete reservas de la biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). La red del SNASPE cubre en la actualidad aproximadamente un 19% del territorio nacional (141.230 km²) y comprende 31 parques nacionales, 48 reservas nacionales y 15 monumentos naturales. Además, los intereses privados como organizaciones no gubernamentales, empresas e individuos, manejan casi 17.000 km² con fines de conservación y son equivalentes a alrededor de 12% de las áreas estatales protegidas (CEPAL/OCDE, 2005).

Proveer acceso a la naturaleza constituye una faceta indispensable de la gestión de las ASP en todo el mundo, de ahí la importancia de senderos y caminos en zonas de conservación de la biodiversidad (CEPAL/OCDE, 2005). El desarrollo de caminos conlleva múltiples beneficios a la sociedad, destacándose la integración del patrimonio, oportunidades y mejoras de comercio, desarrollo rural/urbano y comunicación, entre otras. La presencia de caminos facilita asimismo el movimiento de las personas y sus bienes, además de favorecer las interacciones sociales (Bello-Morales Merino, 1986, Forman et al. 2003).

En el pasado, los moderados niveles de demanda y las restricciones en cuanto a disponibilidad de recursos, generalmente hacían que la geometría de los caminos se adaptara en forma ceñida a la topografía del terreno y que la faja de la ruta fuera relativamente estrecha. Consecuentemente las alteraciones que los proyectos viales imponían sobre el medio ambiente eran mínimas. El incremento de la demanda derivado del crecimiento de la población, del desarrollo económico y de los avances tecnológicos ha impuesto mayores exigencias de capacidad, seguridad y confort. Esto ha redundado en que la geometría de los trazados en planta y alzado sea más amplia, con lo que en las etapas de construcción y operación de un camino se alteran, en menor o mayor medida, las condiciones ambientales prevalecientes en el corredor en que la ruta se emplaza (MOP, 2010). De la ecología de caminos se sabe que el desarrollo caminero puede traer consigo efectos negativos, como disminución de la calidad de las aguas, del aire, pérdida de hábitat para la vida silvestre, degradación del paisaje y de la vegetación circundante (Forman et al. 2003, National Research Council, 2005). Sin embargo, es posible manejar estos cambios para así minimizar o evitar consecuencias adversas, explícitamente considerando parámetros ambientales desde el inicio del desarrollo de un proyecto vial (Gómez-Orea et al, 2007), o en su defecto incorporando medidas de restauración de las rutas a aplicar una vez terminadas las faenas iniciales de construcción.

La mayoría de las acciones que se llevan a cabo dentro un Área Silvestre Protegida (ASP), resultan en un significativo impacto ambiental (Ohreman et al, 2003). Estas acciones son producidas preferentemente por obras de conectividad, ya sea senderos o caminos, en las cuales los impactos se diferencian en tres tipos: impactos directos que se refieren a los efectos inmediatos que ocurren en el sitio de construcción y los alrededores de la ruta; originados por el proceso constructivo, la ejecución de obras complementarias y las actividades relacionadas; impactos indirectos, que se ligan de cerca al proyecto, pueden tener consecuencias más profundas en el ambiente que los impactos directos, son más difíciles de medir, pero pueden en última instancia ser más importantes; y los impactos acumulativos, estos son los efectos multiplicativos o sinérgicos, que pueden entonces dar lugar a daño en la función de uno o varios ecosistemas o tener efectos sobre el potencial turístico de un área dada, especialmente en áreas protegidas de singular belleza natural, extraordinario interés ecológico o prístina vida silvestre (Boo, 1991).

La identificación de estos impactos potenciales empieza con una descripción precisa de las acciones propuestas y las condiciones ambientales existentes en la ruta. Los elementos de la acción propuesta y su calendario proyectado deben describirse con el detalle suficiente como para permitir la evaluación de sus impactos. El tipo de camino, su ubicación y/o trazado, las técnicas usadas en su construcción, la cantidad de usos que recibirá y los componentes circundantes del sitio, son todas causas interrelacionadas de impactos, por lo que la necesidad de contar con una gama de criterios y diseños, que engloben tanto las variables ambientales como económico, sociales y culturales, son de imperativa necesidad en la planificación de este tipo de áreas.

La presente investigación se enmarca dentro del Plan de Acción Santiago Andino, el cual es realizado por el SAG, el MMA, la Universidad de Chile, el Programa Chile Sustentable, empresarios agrícolas y turísticos, y organizaciones ciudadanas. Este es un plan de gestión pública y privada para la Conservación de la Biodiversidad, promoviendo un manejo territorial sustentable en atención a las características, potencialidades y proyecciones regionales. Tiene como objetivo conservar, restaurar y proteger in situ ecosistemas de alta montaña representados en la Cordillera de los Andes, zona central de Chile que actualmente se encuentran en peligro y que revisten la máxima prioridad a nivel global (Bosque y Matorral Andino Mediterráneo y Estepa Alto Andina). El Plan Santiago Andino busca implementar la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad (ENCB) en sitios que pertenecen al territorio de la Comuna de San José de Maipo. Abarca los Sitios Prioritarios de la Región: N° 3 “Altos del Río Maipo”, N° 4 “El Morado”, N° 5 “Río Olivares - Río Colorado y Tupungato”, N°10 “Sector Alto Andino”. Dentro del sitio El Morado se encuentra el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas donde se pretende efectuar el manejo de caminos.

Particularmente la idea de realizar un plan de manejo de caminos nace a partir de la necesidad del Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunillas, de dar un manejo adecuado a la ruta existente, que aproveche de mejor forma las potencialidades territoriales como educación ambiental y turismo de baja intensidad, pudiendo además controlar los

impactos negativos del mal uso de la ruta, como la caza de fauna, basurales ilegales y corta de vegetación para leña, todas ilegales y que ocurren con frecuencia en la actualidad.

Como la ruta en estudio es un camino público, trae problemas e impactos ambientales a los objetos de conservación del Santuario. Esto se suma a la vulnerabilidad de los espacios geográficos de montaña por un uso histórico inadecuado, como el aumento de la escorrentía superficial, derrumbes por lluvias y fraccionamiento de ecosistemas. El uso público de un área protegida comprende el conjunto de actividades relacionadas con el acceso de visitantes para que conozcan y disfruten de los valores ecológicos del lugar sin afectar negativamente su objetivo mayor, que es la conservación. Esto incluye en forma especial la recreación y el ecoturismo, pero también muchas otras actividades como los deportes en la naturaleza, la educación e interpretación ambiental y la investigación científica, por mencionar algunas. Si bien la mayoría de las áreas protegidas administradas por el Estado incluyen por ley el uso público entre sus objetivos, para las Áreas Protegidas Privadas (APP) esto es solamente una opción de desarrollo sujeta a los intereses y expectativas de cada propietario, y depende de su compatibilidad con otros objetivos y formas de aprovechamiento contemplados para el desarrollo del área (Tacón et al, 2004).

En Chile no existe información sobre las condiciones que debiera cumplir un camino para respetar los objetivos de conservación de un área protegida. En el caso del trabajo de Leiva (2010) se realizó una propuesta metodológica para el diseño y construcción de caminos tipo rutas escénicas en áreas silvestres protegidas, la cual se basa en establecer nuevas rutas que optimicen la belleza escénica del área, pero que no resuelve el tema de los caminos ya existentes. Un plan de manejo de un camino existente debe levantar información, buscar puntos claves y proponer soluciones intentando conciliar los intereses del propietario con los públicos, desarrollando escenarios de manejo que satisfagan los requerimientos de las partes involucradas.

El Plan cuenta con el apoyo de los Sistemas de Información Geográfica para poder visualizar los distintos componentes y elementos de la ruta y además permiten la zonificación. La zonificación como resultado de la planificación y ordenamiento territorial pretende minimizar las relaciones negativas y estimular aquellas positivas, entre calidad ambiental y calidad de vida. (Provoste, 2005).

Es importante destacar que de acuerdo con estudios realizados en países desarrollados, la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones, ha significado no sólo mitigar y neutralizar los impactos negativos que producen los caminos, sino que, en determinados casos, ha contribuido a mejorar el medio donde se emplazan, a conservar y aprovechar racionalmente los recursos naturales renovables en beneficio de la población local y a desarrollar el potencial recreativo y turístico del área (MOP, 2010).

Actualmente la Dirección de Vialidad del MOP tiene un proyecto que busca darle un mejoramiento al camino de acceso a Lagunillas del kilómetro 0 al 19, donde pretenden ampliar el camino y pavimentarlo. Esto puede ser una oportunidad de utilizar el manejo propuesto para tener consideración sobre la delimitación de áreas y medidas sobre la ruta.

Objetivo General

Desarrollar una propuesta metodológica para formular planes de manejo de caminos en Áreas Silvestres Protegidas, tomando como estudio el caso de la Ruta N° G-355 del Santuario San Francisco de Lagunillas.

Objetivos Específicos

1. Sistematizar y proponer una metodología de Plan de Manejo de Caminos generalizable a Áreas Silvestres Protegidas.
2. Realizar una caracterización y diagnóstico de la situación actual del camino de Lagunillas para enfocar el manejo en las potencialidades e impactos ambientales asociados a la ruta.
3. Establecer los objetivos de uso requeridos para generar un plan de manejo del camino existente en el área de estudio.
4. Desarrollar una zonificación y propuesta de Plan de Manejo del Camino que mejoren su utilización y reduzcan los impactos ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El plan de manejo del camino se realizó en las zonas de la ruta que colindan con el Santuario San Francisco de Lagunillas. El santuario se ubica en la Comuna de San José de Maipo en la provincia Cordillera, Región Metropolitana de Santiago. Ésta área privada de conservación se localiza en los 33°38' Latitud Sur; 70°18' Longitud Oeste y se ubica a 17 km al suroeste de San José de Maipo y a 65 km de Santiago, en la cordillera de los Andes.

El Santuario San Francisco de Lagunillas tiene una superficie real de aproximadamente 11.400 ha. Altitudinalmente presenta un gradiente que varía entre los 1.100 y 3.800 metros sobre el nivel del mar. En este fundo se realizan actividades asociadas principalmente con la agricultura y ganadería (Figura 1).

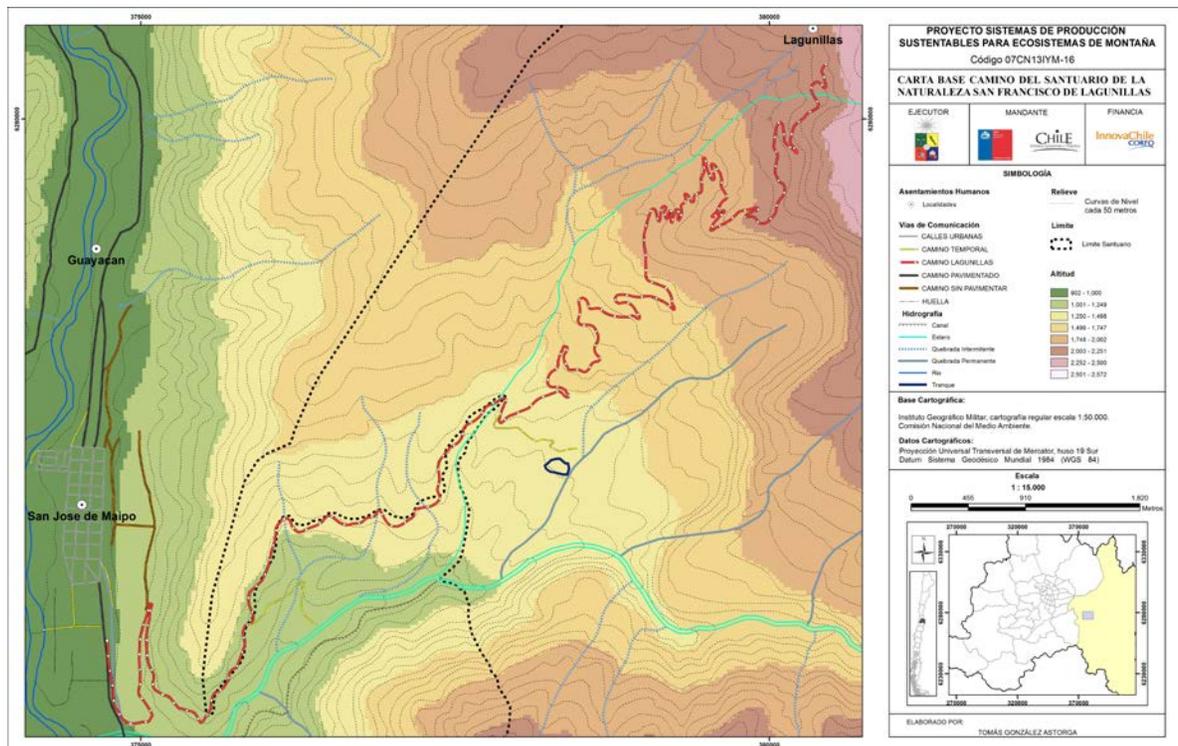


Figura 1. Carta Base del Camino dentro del Santuario San Francisco de Lagunillas

El territorio fue declarado santuario el año 2008 bajo el decreto N° 775 (BCN, 2011), el cual indica que posee méritos de carácter ambiental que se reflejan en las características generales y específicas expuestas en el Anexo 1.

El “Camino Lagunillas” (ruta N° G-355) es un camino secundario, de ripio, cuyo inicio está

a la salida de la zona urbana de San José de Maipo, a los 35,9 km de la Ruta G-25 (Camino al Volcán). La extensión total del camino es de 17,5 km, es de una calzada de un ancho aproximado de 4 m en las partes más angostas y de 8 m en las de mayor extensión. Es un camino de acceso que lleva al centro invernal de Lagunillas, el que se encuentra ubicado 18 km de la localidad de San José de Maipo, a una altura de más de 2.200 msnm y está ubicado al interior del Santuario. En el área protegida también existe una red de caminos vehiculares de unos 3 km. A esto se le suma una red de senderos ecuestres que conectan a todos los sectores del predio (Fletcher y Sarmiento, 2007).

El camino se utiliza principalmente para actividades turísticas enfocadas en las canchas de esquí de Lagunillas. Esta actividad se enfoca especialmente en los centros invernales correspondientes al Club Andino y Club Suizo, además del refugio de la Dirección General de Deportes (DIGEDER) actual Instituto Nacional del Deporte (IND). Estos centros ofrecen atractivos turísticos en toda época del año, existiendo una mayor demanda en la estación de invierno especialmente en los meses de julio, agosto y septiembre (temporada alta). El Club Andino de Chile en el año 2009 tuvo su temporada alta entre el 15 de julio al 20 septiembre, generando aproximadamente un ingreso de 400 personas por día correspondiente a los fines de semana, festivos y los días del periodo de vacaciones de invierno, los otros periodos del año están sujetos a las actividades realizadas en el sector. Por ejemplo en diciembre del 2009 se realizó una competencia de ciclismo generando un flujo de personas igual al de temporada alta (400 personas aprox.) (M & C Ingenieros Consultores S.A, 2010.).

Una característica de esta ruta que condiciona su velocidad de operación es la presencia de varios sectores con curvas de retorno típicas de caminos de montaña. En general la faja del camino es estrecha y con mucha fricción lateral. El flujo vehicular existente bordea las 85 pasadas diarias y no existe un flujo de vehículos pesados importante. El pavimento existente corresponde a una carpeta granular y los primeros 1.500 m el camino presenta un perfil angosto que varía entre los 4,5 m a 6 m, ubicándose viviendas inmediatamente al costado izquierdo de la ruta. Este es el tramo de camino que presenta un flujo vehicular y peatonal más alto y constante que el resto del camino, ya que es usado por residentes además de los visitantes de los refugios ubicados en el centro invernal Lagunillas. En general, el resto del camino se desarrolla como ruta de montaña en su mayor parte a media ladera y remonta desde la cota 990 msnm a la cota 2.200 msnm, lo que se traduce en que la pendiente media sea del orden del 7%, existiendo sectores con pendientes del 10%. La calzada actual oscila entre los 5 a 6 m de ancho promedio, dentro de una faja fiscal de ancho variable de unos 20 m como máximo (M & C Ingenieros Consultores S.A, 2010.).

Los antecedentes históricos del territorio del camino de Lagunillas datan de los primeros pueblos precolombinos, en el cual existían senderos en los que actualmente se encuentran construcciones incásicas. Los trazados modernos tienden a seguir los trazados muy antiguos, ya sean españoles o precolombinos. De estos pueblos se encuentran los Chiquillanes que llegaron hace unos 10.000 años y se aventuraron por los cajones cordilleranos. Desde muy antiguo existe una red de senderos que une los valles e incluso permite pasar hasta las pampas argentinas, esto por una razón muy sencilla: la cordillera está organizada en verdaderos pisos ecológicos, lo cual implica el poder hallar diferentes

recursos para recolectar o cazar en cualquier época del año. Entre los pasos más importantes de debemos mencionar (sur a norte): Paso Maipo, Paso Piuquenes, Paso Tupungato y Paso las Pircas. De todos ellos, el único que permite hoy el tránsito de vehículos es el Paso Maipo (Ecomaipo, 2006). El sendero que actualmente es el camino de Lagunillas unía el Paso Maipo con el Paso Piuquenes.

Durante la colonia, la actividad de San José quedó marcada por sus vocaciones naturales de crianza de animales y la minería. Incluso ambas estaban ligadas, pues las faenas mineras requerían gran cantidad de animales tanto para el cateo de nuevas minas, como la explotación de las mismas. Hacia finales del Siglo XIX aparece una nueva actividad por esta zona: el andinismo. Los Andes comienzan a ser explorados por los primeros deportistas. En sus comienzos, casi todos ellos eran extranjeros, principalmente alemanes, suizos e italianos. Pero pronto se incorporan algunos chilenos a esta naciente actividad. Muy grande fue la sorpresa de estos primeros deportistas cuando, tras gran esfuerzo, alcanzaban las altas cumbres y hallaban que los habían precedido cateadores de minas o habitantes precolombinos (Ecomaipo, 2006).

El siglo XX fue de grandes cambios en San José de Maipo. En efecto, a inicios del Siglo XX la industrialización permitió el desarrollo de la gran minería del cobre. En 1906 se abren las faenas en la mina de cobre de El Teniente. Si bien esta mina se conocía desde el pasado, solo la disponibilidad de maquinaria y el ferrocarril hicieron posible su desarrollo. Con el ferrocarril que unió los pueblos San José de Maipo y el Volcán en el año 1922, se abrió el Cajón a los primeros deportistas que quisieron alcanzar las altas cumbres de la zona. En los años '30 se construye el Refugio Alemán en Lo Valdés, el refugio del Club Andino en Lagunillas y los refugios menores de montaña como el Plantat (volcán San José), Piuquencillos (cerca del cerro del mismo nombre) y el de Los Azules (al interior del estero El Manzano). Los refugios grandes eran para acceder a las expediciones mayores y los más pequeños para los aventureros que querían escalar en primavera o verano o bien practicar el esquí de campo travesía en invierno (Ecomaipo, 2006). “En el año 1930 el camino de Lagunillas ya era transitado por carretas y caballos hasta el lugar denominado Plaza de Mulas y desde ahí solo existía una huella hasta el refugio porque la nieve era muy profunda y los turistas subían a caballo para esquiar.”¹

“Una de las primeras cartografías que cubre el camino de Lagunillas datan del año 1953 en el Atlas de Cartografía Preliminar del Instituto Geográfico Militar. En éste se ven los pasos mencionados y otros senderos de arrieros de origen precolombinos. Uno de estos senderos va por el Morro las Tórtolas y pasa por el sitio donde actualmente está el refugio de Lagunillas y baja por el estero el Sauce, hasta el sitio de Tres esteros.”¹ Desde estos años ya existía personal de Vialidad en un campamento en Plaza de Mulas, arreglando el camino, las cunetas y sacando el material de los terrenos aledaños. El objetivo principal del camino era turístico y ganadero, ya que los arrieros lo utilizaban para llevar los animales a las

¹ Roberto Román. Ingeniero Civil Mecánico, U. de Chile, Dr. Energías Renovables, Université de Provence, Marseilles, Francia. Académico Depto. Ingeniería Mecánica, U. de Chile. Fac. Cs Físicas y Matemáticas. 9 de mayo 2011 (Comunicación personal).

veranadas. Dentro de los años siguientes la Dirección de Vialidad lo terminó hasta su recorrido actual con acceso de vehículos hasta el centro invernal.

Hacia 1970 el Cajón del Maipo nuevamente comienza a cambiar, ya que por esta época inician a llegar personas desde Santiago que buscan un lugar alternativo para vivir. Las mejores vías de acceso hicieron que de a poco lo que eran viviendas de fin de semana se transformaran en lugares de vivir de forma permanente (Fletcher y Sarmiento, 2007).

Materiales

Los materiales que se utilizaron en este estudio fueron los siguientes:

- Material bibliográfico: Manuales de planificación y gestión de ASP, documentos científicos, estudios técnicos, publicaciones electrónicas y sitios web.
- Material cartográfico en formato digital, escalas: 1:25000 y 1:50.000.
- Software para el procesamiento de información cartográfica (ArcView 3.2, ArcGis 10, ENVI e Idrisi Andes).
- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Metodología

La metodología que se empleó en el trabajo estuvo destinada a determinar el manejo adecuado para un camino público en un ecosistema de montaña dentro de un ASP. Esto enmarcado dentro de los lineamientos y objetivos de este tipo de áreas de acuerdo a la normativa de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que busca la conservación de los recursos naturales y su uso público, optimizando el uso de las bellezas escénicas, la investigación, educación y recreación con impactos ambientales mínimos y a costos razonables.

La investigación utilizó una combinación y adaptación de metodologías que analizó el proyecto Santiago Andino² sobre Ordenamiento Territorial (OT) de Gastó et al (2002) y elementos de Planificación Participativa para el OT. Además se apoyó en la metodología de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas (Núñez, 2008) y en elementos del Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2010).

Entre las consultas a investigaciones internacionales se encuentran manuales y guías

² Proyecto Sistemas de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña. 2008-2011. Universidad de Chile. Código 07CN13IYM-16, Innova CORFO.

ambientales para el manejo de los caminos. En primer lugar está el Manual de Caminos y Medio Ambiente de Tsunokawa y Christopher (1997) del Banco Mundial. Este manual se refiere específicamente al tema de los planes de manejo ambiental como la síntesis de todas las medidas propuestas de mitigación y monitoreo, ajustado a una línea de tiempo con una función específica asignada y define las acciones de seguimiento. Consiste en la información que normalmente se obtienen al realizar el trabajo de la línea base del camino, el análisis de los impactos ambientales potenciales, las alternativas a considerar, la planificación de medidas correctivas y el monitoreo y evaluación. Define los planes como un conjunto de tareas realizables con asignaciones específicas para el proponente, el contratista y el organismo regulador, todo dentro de un período específico de tiempo.

Por otro lado se encuentra la Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en Latinoamérica y el Caribe de USAID (2003) que hace referencia a los efectos ambientales adversos más significativos sobre carreteras rurales sin pavimentar. Según la guía, estos impactos se asocian generalmente con una deficiente operación y mantenimiento del equipo de carretera, y un entrenamiento inadecuado del personal que trabaja en ellas. Afirma que se requieren planes adecuados de manejo y personal bien entrenado en el trabajo de carreteras para garantizar que el trabajo se concluya de manera satisfactoria, siguiendo programas de mantenimiento especificados. En definitiva resume las actividades que puedan tener impactos y las medidas de mitigación que se utilizarían en cada caso.

Por último se incluyen las pautas entregadas por el “Guidelines for Mountains Protected Areas and Ecological Guidelines for Balanced Land Use” de la UICN (Hamilton et al, 2004), porque proporciona recomendaciones generales para desarrollar programas de conservación. Es una guía útil para definir los elementos a considerar en el momento de plantear estrategias de conservación.

RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados obtenidos de manera secuencial y ordenada de acuerdo a los objetivos presentados en la metodología.

Metodología de Plan de Manejo de Caminos generalizable a Áreas Silvestres Protegidas.

En la Figura 2 se puede observar el resumen de la metodología propuesta.

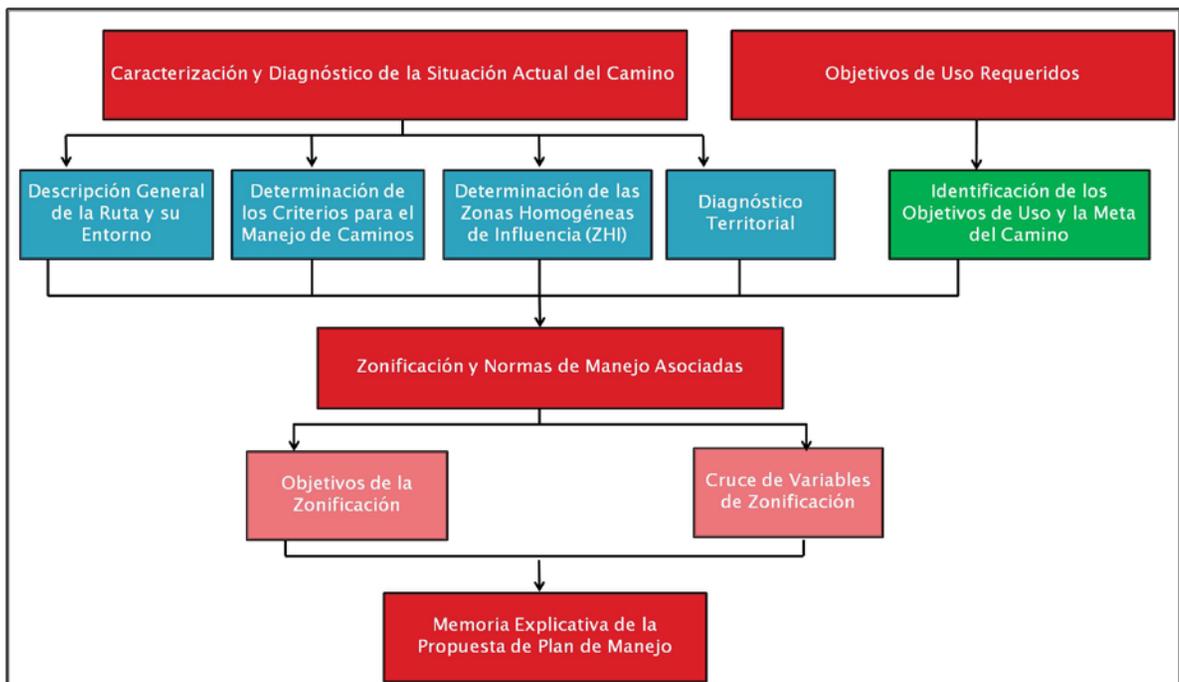


Figura 2. Resumen de la Metodología por Objetivo

Cada uno de estos puntos serán explicados según jerarquía a continuación:

Caracterización y Diagnóstico de la Situación Actual del Camino

Descripción General de la Ruta y su Entorno

Mediante una completa revisión bibliográfica de diferentes estudios de impacto ambiental, declaraciones de impacto ambiental, tesis desarrolladas en el área, entre otros documentos, es que se debe recopilar, seleccionar y analizar la información para realizar la descripción de los componentes del camino y su entorno. El análisis se centra en los parámetros relevantes y representativos que permiten hacer un diagnóstico de la situación actual del sistema ambiental y que facilitan estimar su proyección futura.

La descripción del estado actual del camino se realiza con referencia a trabajos anteriores o relacionados con otros proyectos. Si parte de la información necesaria no está disponible o no existe, se pueden realizar visitas a terreno con lo cual se completa o detalla la información restante.

Se deben tomar en cuenta criterios de diferentes unidades de caracterización como se observa en el cuadro 1. Estas unidades son establecidas de la metodología de Planificación del Manejo de Áreas Protegidas por parte de CONAF (2008) para la clasificación de unidades homogéneas.

Cuadro 1. Unidades de Caracterización y Criterios Asociados

Medio	Unidades de Caracterización	Criterios
Físico	Agua	Hidrografía del Área
	Clima	Climatología del Área
	Unidad Geomorfológica	Interés Geomorfológico
	Unidad de Pendiente	Topografía de Sectores
	Unidad de Suelo y Erosión	Suelo e Intensidad de Procesos Dinámicos
	Riesgos Naturales	Riesgos de Remoción en Masa Riesgos de Inundación
Biótico	Ecosistemas	Unicidad de Ecosistemas
		Fragilidad de Ecosistemas
		Interés Científico
	Comunidad Vegetal	Grado de Naturalidad de Comunidades Vegetales
		Nivel de Degradación de Comunidades Vegetales
		Fragilidad del Suelo según Cobertura Vegetal
Socioeconómico	Arqueología y Patrimonio Cultural	Valor Arqueológico y cultural
	Unidad de Ocupación y Uso	Grado de Ocupación y Uso
	Unidad de Paisaje	Valor Paisajístico

Fuente: Modificado de CONAF, 2008

Estos criterios se establecen para las zonas aledañas al camino, con la respectiva cartografía de las unidades, para poder visualizarla territorialmente. La definición de las unidades con sus criterios se puede ver en el Apéndice 1.

Determinación de los Criterios para el Manejo de Caminos

Se establecen los criterios ambientales que se deben tomar en cuenta para un manejo adecuado de un camino en un área protegida. Estos criterios deben estar enfocados en poder

discriminar si la forma en que es manejada una ruta y/o su entorno es correcto, insuficiente o deficiente. Los criterios deben expresar el tipo de relación entre el área protegida y el camino y cómo se influyen mutuamente. Hay tres tipos principales de criterios: técnico, estético y ecológico y socioeconómico y cultural. Los distintos criterios con sus factores pueden observarse en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Criterios y Factores para el Manejo de Caminos

Criterio	Factores
Técnico	Marco legal ambiental
	Normas de seguridad
	Protección contra la erosión y mejorar las condiciones edafológicas
	Estabilización de taludes
	Protección contra polvo y gases
Estético y ecológico	Protección de la flora y fauna
	Recuperación y restauración la vegetación
	Resguardo de cursos de agua
	Reposicionar el paisaje
Socioeconómico y Cultural	Mejorar la calidad de vida
	Uso actual, Vinculación entre Sistemas Productivos y Utilización de Vías
	Capacidad de Carga
	Demografía del Área

La descripción de los criterios y factores para el manejo de caminos se puede ver en el Apéndice 2.

Determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia (ZHI)

El camino tiene relaciones que pueden expresarse o definirse espacialmente y en donde es posible desarrollar o aplicar una serie de actuaciones de beneficio tanto para el entorno como para la ruta. Como consecuencia de ello, la gestión del camino se debe realizar a partir de los territorios adyacentes o de circunstancia inmediata, que por sus distintas características físicas, socioculturales, ecológicas y/o político-administrativas, puede tener dimensiones variables, y que se denominan como “zonas de influencia” (CONAF, 2008). Con visitas a terreno y realizando una revisión bibliográfica, se describieron aquellos componentes del entorno que rodean al camino y que están relacionados con los impactos que genera el camino en él o viceversa. La distancia que se establece para describir el entorno depende de las diferentes secciones del camino que tienen una condición homogénea.

Junto con el propietario y los criterios anteriores se debe hacer la primera exploración de las

zonas de influencia según la adaptación a la metodología de la CONAF. Estas zonas se clasifican en tres: Ecológica, Sociocultural y Económica y Político-Administrativa (Ver ficha para la determinación de las zonas de influencia ecológica en el Apéndice 3).

- Zonas de Influencia Ecológica (ZIE): Entornos en donde ocurren procesos naturales que tienen relación con los componentes ambientales del área protegida, que deben considerarse en el Plan de Manejo del Camino, lo que ayuda a garantizar los objetivos y la estabilidad de los ecosistemas del interior de ella. Esta zona se caracteriza, en la práctica, por territorios de vital importancia ecológica, como:
 - Corredores Biológicos, que permiten la interconexión, el mantenimiento y la dispersión de flujos génicos entre poblaciones de flora y fauna.
 - Espacios vitales para la continuidad hacia el exterior de las áreas protegidas, de ecosistemas y procesos evolutivos.
 - Hábitat de especies que en particular son prioritarias para la conservación al interior de las áreas protegidas.
 - Espacios de alta sensibilidad ecológica, relacionados con el área protegida, y de interés para su conservación fuera de ella.

Esta área de influencia debe incluir el medio físico, ya que los ecosistemas en general, tienen componentes particulares de este medio que determinan la gran fragilidad del entorno. Por esta razón que estos componentes son de mucha importancia para los procesos posteriores de zonificación y orientación del plan de manejo. En términos generales la geomorfología del lugar tiene que ser un indicador de otros componentes pertenecientes a este medio y sobre todo al medio biótico.

El medio biótico se identifica y describe en esta zona de influencia, ya que es vital para el posterior trabajo de diagnóstico del área en los ecosistemas. Se debe estar atento al nivel de intervención que han sido víctima los componentes de este medio y la fragilidad que estos presentan. Dentro de este medio, el componente de vegetación es de gran importancia para el proceso posterior de zonificación y se podrá utilizar para predecir la fauna posible de encontrar en el camino a trabajar.

- Zonas de Influencia Sociocultural y Económica (ZISE): Constituyen espacios territoriales en donde tienen lugar diversas manifestaciones económicas, sociales y/o culturales de la comunidad local, que involucren también al área protegida, como:
 - Espacios discriminados por su uso actual y la infraestructura que se encuentra en él.
 - Espacios con presencia actual o potencial de actividades ligadas al turismo de naturaleza, tales como servicios e infraestructura ecoturística, cuya funcionalidad depende de los atractivos naturales y/o culturales del área protegida.
 - Espacios en los cuales la recuperación, el manejo y la utilización sustentable de recursos naturales presenta un interés recíproco para el entorno por el impacto positivo de sus actividades al interior del santuario y que amortigüen impactos por la gestión del entorno.

- Espacios con desarrollo de actividades ligadas a economías de subsistencia y de uso tradicional de recursos naturales (talaje, recolección de frutos, extracción de leña, etc.) que involucran al área protegida.

En este capítulo se debe buscar describir al sistema social del camino y a caracterizar a los propietarios que lo rodean, a los trabajadores, a la población residente y a los usuarios permanentes y ocasionales.

Además hay que tener en cuenta el medio perceptual donde se pretende realizar una caracterización estética y paisajística del camino, que tiene como objetivo principal dar cuenta del potencial turístico que éste presente, evaluando la calidad visual del paisaje tanto de su entorno natural como el medio construido.

- Zonas de Influencia Político-Administrativa (ZIPA): Territorio de cualquiera de los niveles de la división administrativa de la región a la que pertenece el área protegida y las áreas que colindan con la ruta, como:
 - Los territorios administrativos (nivel regional, provincial y comunal).
 - Políticas, planes, programas u otros instrumentos de planificación territorial o de desarrollo,

El contenido u objetivos de esta zona de influencia van a sugerir que el Plan de Manejo de Camino se puede integrar como un instrumento de gestión ambiental de vital importancia y contribución para el ASP.

Luego se hace necesaria una representación cartográfica de las zonas de influencia definidas. Esta cartografía debe ser de escala que facilite su manejo, y adecuada para la representación de espacios territoriales que caracterizan al camino. El modo de determinar las ZHI es gracias a la fotointerpretación a lo que se le suman visitas a terreno con GPS que van a completar y corregir la técnica inicial. Luego de su determinación territorial se puede visualizar a partir de un Sistema de Información Territorial (SIT) que representa una zonificación preliminar de las zonas homogéneas de influencia gracias a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con su respectivo análisis territorial.

Un Sistema de Información Territorial (SIT) es una unidad de información para sistematizar los datos del área de estudio. Debe posibilitar visualizar diferentes cartas temáticas, y relacionar diferentes datos tanto para las representaciones, como para las decisiones de ordenamiento. El SIT debe contener sólo aquella información pertinente con el trabajo y debe irse actualizando en todo momento, cuando se desarrolla el Plan de Manejo del Camino y, más importante aún, cuando éste se esté implementando. Este sistema debe representar las zonas de influencia establecidas anteriormente teniendo en cuenta la relación de estas zonas con los criterios de manejo determinados.

Conviene realizar una completa recopilación de todo aquel material cartográfico disponible por distintas instituciones para el área de estudio, generando nueva información, para montar el SIT del camino. Se debe tener en cuenta que la escala del trabajo sea la adecuada,

para poder hacer un análisis adecuado a una ruta.

El análisis territorial se realiza con la información territorial base que ya se ha generado de otros proyectos o estudios y se le suma a la que es encontrada en el actual SIT. Es en este capítulo donde se genera nueva información territorial, comparada, actualizada en terreno y orientada a establecer un conocimiento del área protegida que rodea al camino, de manera que sirva al proceso de planificación, pero sin profundizar en aspectos que escapan a la información estricta y necesaria para la etapa de zonificación final.

Diagnóstico Territorial

Identificación de Amenazas, Conflictos Territoriales y Potencialidades del Camino

Con el propietario y las instituciones asociadas se deben identificar aquellas amenazas o conflictos territoriales que están en desmedro de las características del camino y sus potencialidades. La identificación de las amenazas es un punto clave en el desarrollo del Plan de Manejo del Camino. Se debe partir de la base, en la mayoría de los casos, que el propietario del área protegida es quien más conoce sobre el camino que colinda con su predio y las amenazas a éste. Es de gran importancia la determinación espacial de las amenazas y potencialidades (puntos críticos) para así poder realizar estrategias de minimización y aprovechamiento del área, respectivamente.

Para la realización de una adecuada gestión territorial es necesario identificar aquellos conflictos que afectan la sostenibilidad del territorio de forma negativa o, mejor dicho, que perturbaran a los objetivos planteados en el Plan de Manejo, y de esta manera poder aplicar la gestión intentando solucionar dichos conflictos. Los impactos derivados del uso público se asocian tanto a la presencia de los visitantes como a la construcción de infraestructura e instalaciones (caminos, senderos, edificaciones, sitios de camping, tomas de agua, desagües u otras obras menores) cuya localización exacta debe ser estudiada cuidadosamente para minimizar los riesgos (Tacón et al, 2004).

Las potencialidades del camino tienen una estrecha relación con la identificación de objetivos que nos llevarán a la Meta del Camino, concepto explicado más adelante. Se debe discutir con el propietario y/o administrador del área protegida aquellas actividades que actualmente se desarrollan de manera no ideal y aquellas que serán realizadas a futuro de acuerdo con las potencialidades establecidas.

En esta etapa del Plan de Manejo del Camino el propietario debe expresar las actividades deseadas a desarrollar, su magnitud y lugar geográfico de acuerdo a las potencialidades y limitantes que se observaron del camino.

Diagnóstico Territorial de la Ruta

El diagnóstico de la ruta persigue lograr una síntesis de la situación actual, identificando signos o síntomas y los actores que los provocan (Cuadro 3), como base para concertar la orientación del desarrollo del camino hacia el futuro y poder enfocar las medidas en los sujetos que lo afectan.

Cuadro 3. Ejemplos de Actores e Impactos de Rutas y sus Consecuencias en Áreas Protegidas Colindantes.

Actores	Impactos	Consecuencias
<i>Visitantes</i>	<i>Lanzan Basura</i>	<i>Afectan en la estética del paisaje de camino y a los recursos en él.</i>
<i>Comunidad Local</i>	<i>Caza Ilegal</i>	<i>Perturban la fauna nativa del área protegida.</i>

Este diagnóstico evalúa en términos cualitativos el sistema del camino tomando algunos de los componentes territoriales que colindan con él, ya sean ambientales, económicos o sociales, los que fueron previamente descrito como indicadores del estado de los ecosistemas y sistema tecnológico social. Estos indicadores estarán dados por la identificación y caracterización de la ruta, por los criterios establecidos de manejo, por las zonas de influencia y por los impactos y potencialidades existentes. Lo anterior queda reflejado en la construcción del Cuadro 4.

Cuadro 4. Ejemplos de Zonas de Influencia, Amenazas, Conflictos y Potencialidades

ZI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
<i>Tipo Ecológica</i>	<i>Campamentos Ilegales</i>	<i>Uso Turístico</i>
<i>Tipo Social y Económica</i>	<i>Robo de Cercos</i>	<i>Reforestación</i>
<i>Tipo Político-Administrativo</i>	<i>Reparaciones y Mantenimiento</i>	<i>Zonas de Restauración</i>

Objetivos de Uso Requeridos

Identificación de los Objetivos de Uso y la Meta del Camino

Junto con el propietario se hace la primera exploración de qué se busca con el manejo del camino, para tener la visión de la situación ideal que se quiere lograr y cuáles son los problemas específicos que no permiten que se alcance.

Se da a conocer al propietario el estado actual del territorio (diagnóstico), principalmente de aquellos componentes ambientales, como son el suelo, vegetación y fauna, claros indicadores del grado de intervención antrópica que se ha experimentado el territorio, pues

dependiendo de esta percepción el propietario establecerá los objetivos de la Meta del Camino.

La definición de los objetivos debe ser un trabajo conjunto con el propietario, con el cual se analizan los capítulos anteriores del Plan, en especial el diagnóstico, amenazas y potencialidades del territorio. Es aquí donde se intenta conciliar los intereses de los distintos actores asociados a la gestión de la ruta y su entorno. La determinación de la Meta del Camino, con los objetivos que persigue alcanzar el Plan de Manejo, deben ser acordes con las características particulares de los ecosistemas estudiados, las limitantes y potencialidades del camino y la ENCB.

Zonificación y Normas de Manejo Asociadas

Objetivos de la Zonificación

La zonificación final consiste en la separación y segregación del territorio respecto de su entorno, donde se reconocen por una parte elementos que lo diferencian, y por otra, se actúa con el fin de aislarlos para un propósito en particular.

La zonificación puede considerarse como un proceso de sectorización de áreas globales en un arreglo espacial de unidades identificadas por la similitud de sus componentes. Luego, estas unidades son evaluadas en función de sus potencialidades y limitantes, con el propósito de determinar sus necesidades de manejo o preservación; tolerancia a la intervención antrópica; y asignación de un destino o uso (Gastó et al, 2002).

Este proceso se realiza a partir de un análisis estratificado de las áreas que se deben priorizar para darles un manejo adecuado a partir de las zonas de influencia que se afectan según las amenazas y conflictos y las potencialidades y los objetivos del Área Protegida. Por último se debe realizar la visualización de la zonificación gracias a la representación cartográfica.

Cruce de Variables de Zonificación

La zonificación base se subdivide el territorio en distintas zonas que engloban el mismo sentido de forma que cada área se analiza según su estado (diagnóstico) y sus objetivos de uso. Según esto se determinan las normas de manejo de cada territorio. En el Cuadro 5 se puede observar la forma en que se clasifican las zonas, las cuales se dividen en distintas áreas, como por ejemplo zonas de seguridad, de estabilización, de protección, de recuperación y de desarrollo turístico.

Cuadro 5. Ejemplo de Clasificación para la Zonificación

Zonificación Base	Tipo de Zona	Estado	Objetivos de Uso	Normas de Manejo
<i>Zona de Protección</i>	<i>Cursos de agua y corredores biológicos</i>	<i>Sin Protección</i>	<i>Protegerlos</i>	<i>Cercar y Situar Señalética</i>
<i>Zona de Recuperación</i>	<i>Áreas con Basura</i>	<i>Focos de Basura</i>	<i>Limpiar</i>	<i>Limpiar y Recuperar</i>
<i>Zonas de Desarrollo Turístico</i>	<i>Senderos</i>	<i>Sin Control de Visitantes</i>	<i>Controlar Entrada</i>	<i>Fomentar y Mejorar</i>

Las zonas de influencia que necesitan un mayor nivel de intervención o conservación y tenían potencialidades o amenazas y conflictos evidentes se evalúan de forma prioritaria en la zonificación con sus respectivas normas de manejo. La normativa de manejo se debe diseñar para cada zona determinada en forma particular y tiene por objetivo limitar los usos que pueda sostener dicho territorio, pudiendo lograr además potenciar diferentes actividades exclusivas para cada zona. Se tendrá en cuenta la estacionalidad climática y los usos del territorio para la clasificación y norma de manejo asociada.

Memoria Explicativa de la Propuesta de Plan de Manejo

En este capítulo se describen todos los detalles, técnicos, ambientales y económicos del Plan de Manejo, equivalente a la carta de navegación del propietario, sus técnicos y administradores.

En la memoria se procede a identificar, ordenar y clasificar las etapas y procedimientos generalizables descritos en la metodología de los objetivos anteriores, de manera de capturar los hechos o interrelaciones de ésta, tratando de dar una visión estructural, coherente y global; buscando ser la base para un mejor conocimiento compartido de la metodología y para la apropiación colectiva por parte de sus diversos actores.

Metodología Generalizable a otras Áreas Silvestres Protegidas.

La funcionalidad de un Plan de Manejo de Caminos y su importancia viene dada por la necesidad de muchas áreas protegidas de poder implementar los objetivos de conservación o recreación que presenten. Muchas veces estas aspiraciones quedan mermadas por tener un camino privado o público dentro del área protegida y no les es posible alcanzarlas. El alcance del plan va a depender de la amplitud del camino dentro del área protegida y de la cantidad de caminos que existan de la ruta principal. Además estará determinado por las necesidades del propietario, o del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, de dar un manejo que permita que el territorio pueda seguir cumpliendo con sus objetivos iniciales, sin excluir actividades primordiales de estos sitios, como son el turismo y la recreación.

Una característica primordial que debe cumplir la metodología es ser lo suficientemente

flexible y adaptativa a otros territorios que tengan interés en aplicar este tipo de planes. Hay que considerar que en otras áreas puede haber capítulos de la metodología que tomen mayor o menor importancia según las condiciones que se le presenten al investigador. Esto es relevante a la hora de evaluar la aplicación del plan y el enfoque principal que se le está dando.

Por lo anterior se hace relevante que durante y después de la realización del plan se realice un monitoreo y evaluación de su aplicación, para analizar su puesta en marcha en otras Áreas Protegidas. Los criterios para realizar este punto se enfocan en estimar la eficiencia y eficacia del método propuesto y qué otros elementos deben agregarse para aplicarlo en otras zonas a manejar. Esto puede realizarse a partir de un tiempo definido luego de la aplicación del plan, donde se observa si los criterios se han cumplido o no y qué debe realizarse en cada caso.

Se debe considerar que independiente de la ruta en el área protegida, estos planes son llevados a cabo por quien realiza el plan, es decir el profesional a cargo, el propietario, los técnicos y administradores de las áreas, las instituciones públicas y privadas asociadas y obviamente por los diversos visitantes, los cuales deben estar al tanto del plan para cumplir con las normas de manejo establecidas.

**Metodología Aplicada al Caso de Estudio:
Ruta N° G-355 del Santuario San Francisco de Lagunillas.**

Caracterización y Diagnóstico de la Situación Actual del Camino

Descripción General de la Ruta y su Entorno

1. Medio Físico:

Cuadro 6. Resumen Medio Físico

Medio	Unidades de Caracterización	Criterios
Físico	Agua	Hidrografía del Área
	Clima	Climatología del Área
	Unidad Geomorfológica	Interés Geomorfológico
	Unidad de Pendiente	Topografía de Sectores
	Unidad de Suelo y Erosión	Suelo e Intensidad de Procesos Dinámicos
	Riesgos Naturales	Riesgos de Remoción en Masa Riesgos de Inundación

- Hidrografía

En el predio San Francisco de Lagunillas se desarrollan dos sub-cuencas hidrográficas de importancia, el estero San José y el estero El Sauce. Además existen abundantes quebradas permanentes e intermitentes.

Como afluente del Río Maipo se encuentra el estero San José, ubicado en el límite sur con orientación este-oeste, nace a los 2000 msnm cuando se unen tres cursos menores: el estero Quingua, el estero del Medio y el estero Coironal. El estero El Sauce nace a los 1655 msnm cuando se unen las quebradas El Paradero, Fresna y Colliguay. El estero El Sauce está orientado de noreste a suroeste y corresponde al principal afluente del estero San José en su curso medio. Otros cursos de agua menores son: quebrada Luncito, quebrada Guayacán, quebrada Los Palitos, entre otras. A los 1400 msnm existe una laguna artificial la que permanece con agua todo el año, y en el sector Rincón de los Lunes encontramos pequeñas lagunas naturales (Fletcher, 2007). El estero El Sauce atraviesa la ruta aproximadamente en el kilómetro 8 y otras tres quebradas lo hacen más abajo.

La infraestructura de drenaje del camino está compuesto por obras de arte tipo tubos de cemento comprimido y acero corrugado, puentes losa, cunetas de mampostería revestidas y en tierra. Existen en esta ruta tres estructuras mayores que son puentes de losa de un tramo de 0,50 m de espesor, calzada de 7,1 m. sin bermas, con un ancho que oscila entre los 5.8 y 7.5 m. y un largo entre los 5 y 5.2 m. El estado de conservación de estas estructuras es regular a mal estado y la armadura de losa está a la vista

- Clima:

Según la caracterización climática descrita por Koeppen el santuario (Figura 3) se encuentra dominado por el clima denominado “Provincia Secoestival Media” (Reino: Templado, Dominio Secoestival: Mediterráneo), donde en los sectores más húmedos las precipitaciones sobrepasan los 1.000 mm clasificándose sólo los meses de verano como secos. Además encontramos en una pequeña sección, en la parte baja del predio, el clima denominado “Provincia Secoestival Prolongada” (Reino: Templado, Dominio Secoestival: Mediterráneo), la cual se caracteriza por presentar lluvias invernales, temperatura media del mes más frío entre los 3 y 18 °C y una estación seca que se prolonga entre 6 a 8 meses al año (Gastó, 1993).

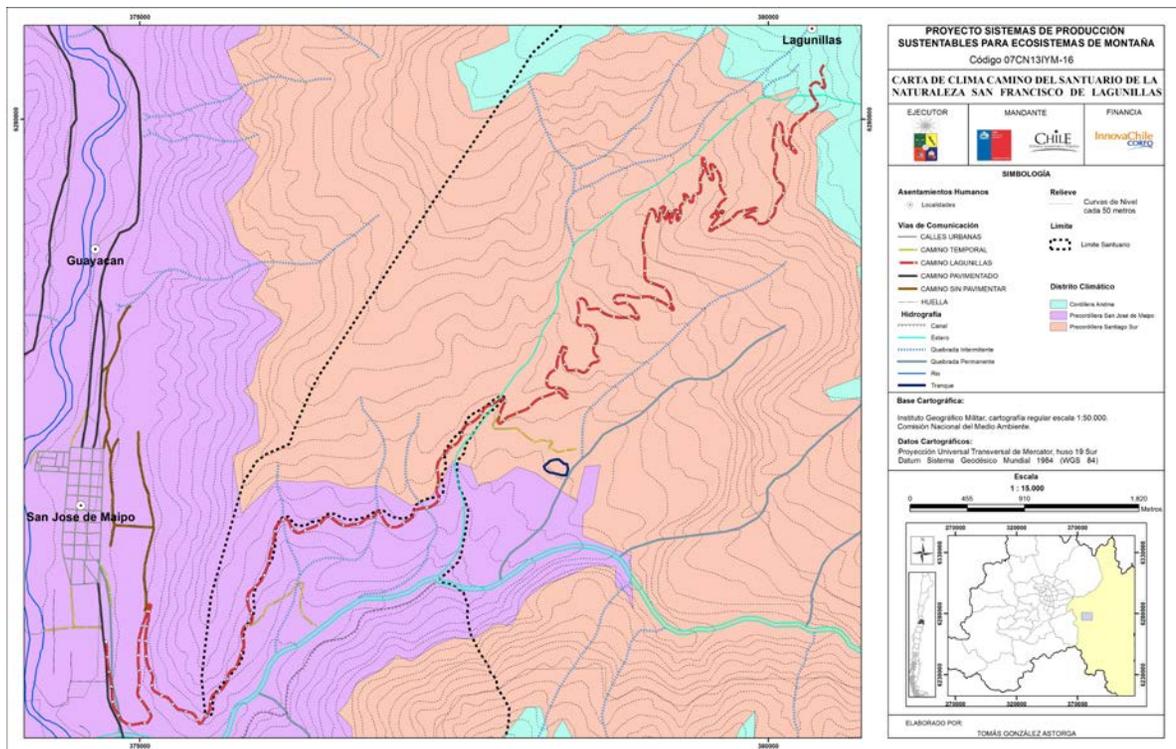


Figura 3. Zonificación Climática

Sectores y Distritos Climáticos

Según la Corporación Chile Ambiente (2004) en el área de estudio se han reconocido dos Sectores Climáticos (Cuadro 7) por los cuales atraviesa la ruta:

Cuadro 7. Sectores y Distritos climáticos

Sector	Distrito	Piso Altitudinal
I Precordillera Andina	Precordillera San José de Maipo	750 – 1.100
	Precordillera Santiago Sur	1.100 – 2.000
II Cordillera Andina	Cordillera Andina	> 2.000

Fuente: Corporación Chile Ambiente, 2004.

I. Sector Precordillera Andina

Al oriente de la Cuenca de Santiago se identifica el sector Precordillera Andina, el cual se extiende por sobre los 750 hasta los 2.000 msnm, recibiendo una importante ventilación. Forma también parte de este Sector, una zona de valle cordillerano.

Sobre los 1000 msnm el gradiente vertical de la temperatura es generalmente normal y no se deben esperar inversiones térmicas frecuentes. No obstante, debido al desarrollo de vientos ascendentes y como consecuencia de la convección orográfica provocada por laderas y quebradas, los contaminantes pueden alcanzar mayor altura, reptando por las laderas.

Se reconocen dos distritos climáticos con características de clima Precordillera; a saber:

1. Distrito Precordillera San José de Maipo: corresponde a una cuenca cerrada de valle estrecho, y se extiende siguiendo el valle encajonado del Río Maipo, desde los 750 msnm aproximadamente hasta la localidad de El Melocotón a casi 1.100 msnm. Es algo más cálido en verano y menos helado en invierno que el entorno. Se caracteriza por una alta luminosidad. Las heladas comienzan en junio y duran hasta septiembre, llegando a un promedio de 8,3 heladas mensuales en julio y 2,7 heladas en abril y septiembre.

2. Distrito Precordillera Santiago Sur: Se delimita hasta aproximadamente los 2.000 msnm, con fuerte pendiente. Se caracteriza por el control orográfico de la temperatura, que desciende progresivamente hacia el oriente.

II. Sector Cordillera Andina

Corresponde al clima de tipo Polar o Andino; ocupa todas las zonas de altas montañas por sobre los 2.000 metros de altitud.

En el siguiente cuadro se muestran los valores presentes en los distritos climatológicos, que puede visualizar las diferencias que existen entre ellos.

Cuadro 8. Valores de Distritos Climatológicos

DISTRITO	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)			Humedad (%)		
	Media anual	Mín. media	Media máx.	Anual	Máx.	Mín.	Anual	Máx.	Mín.
Precordillera San José de Maipo	12,6	2,2	27,8	544	129,8	4,2	61	52	70
Precordillera Santiago Sur	-	1,2	25,2	571	-	-	58	49	65
Cordillera Andina	-	-12.4	-4,2	-	-	-	51,4	36	60

Fuente: Corporación Chile Ambiente (2004).

El comportamiento térmico de la unidad causa una serie de intercambios de aire entre las partes altas y bajas de la vertiente, pues el calentamiento diferencial del valle con relación a la vertiente genera un sistema de circulación de valle-montaña durante el día y de montaña valle durante la noche. Por lo tanto, la cuenca del Río Maipo, no sólo se trata de una cuenca en el sentido hidrográfico sino también atmosférico, en la cual los cambios superficiales que afectan las laderas, ejes de circulación (valles y quebradas) o llanuras, tienen finalmente consecuencias sobre la totalidad de la cuenca (Corporación Chile Ambiente, 2004).

- Unidad Geomorfológica:

La geología de la cuenca del Río Maipo, presenta sedimentos fluviales y fluvio-glaciales y cenizas volcánicas, rocas graníticas paleozoicas y mesozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas. El área comprendida entre el nacimiento del Río Maipo hasta la confluencia con el Río Colorado, sector donde se localiza el predio de Lagunillas, se encuentra influenciado por lavas y formaciones carbonatadas (DGA, 2004).

Los efectos de la erosión glacial produjeron las principales características del relieve actual en que se destacan las abruptas laderas de empinados cerros al lado de profundos cajones glaciares. El Río Maipo ha sido influenciado en su hoyo superior, por procesos volcánicos importantes, además en la misma área ha sido trabajado bajo condiciones de escurrimiento plástico y glacial. Otro factor importante de modelado han sido las laderas y quebradas que caen en forma perpendicular al eje del río principal (Corporación Chile Ambiente, 2004). El Santuario es parte del Cajón del Maipo cuyo relieve es irregular y está compuesto por cerros de gran desnivel con respecto al lecho del río Maipo. Este relieve se ve interrumpido por la presencia de ríos y quebradas, bastante escondidas (Fletcher y Sarmiento, 2007).

El Santuario y el entorno visual de la ruta se caracterizan por un relieve esencialmente montañoso con altos cordones de laderas escarpadas en que predominan los elementos rocosos. En todo el camino se observa la geoforma de Cerro y Valle. Para el caso de los Valles estos se presentan de dos formas, una para el lado norte del camino, donde dominan los valles de altura entre pequeños cerros ("Valle" en la figura 4), y la otra en la orientación sur caracterizados por valles de mayor tamaño formado por grandes cordones montañosos

por el cual corre el estero el Sauce (“Valle2” en la figura 4). Para el resto del camino domina el tipo “Levemente Inclinado” de acuerdo a la clasificación de geoformas del proyecto Santiago Andino (Figura 4).

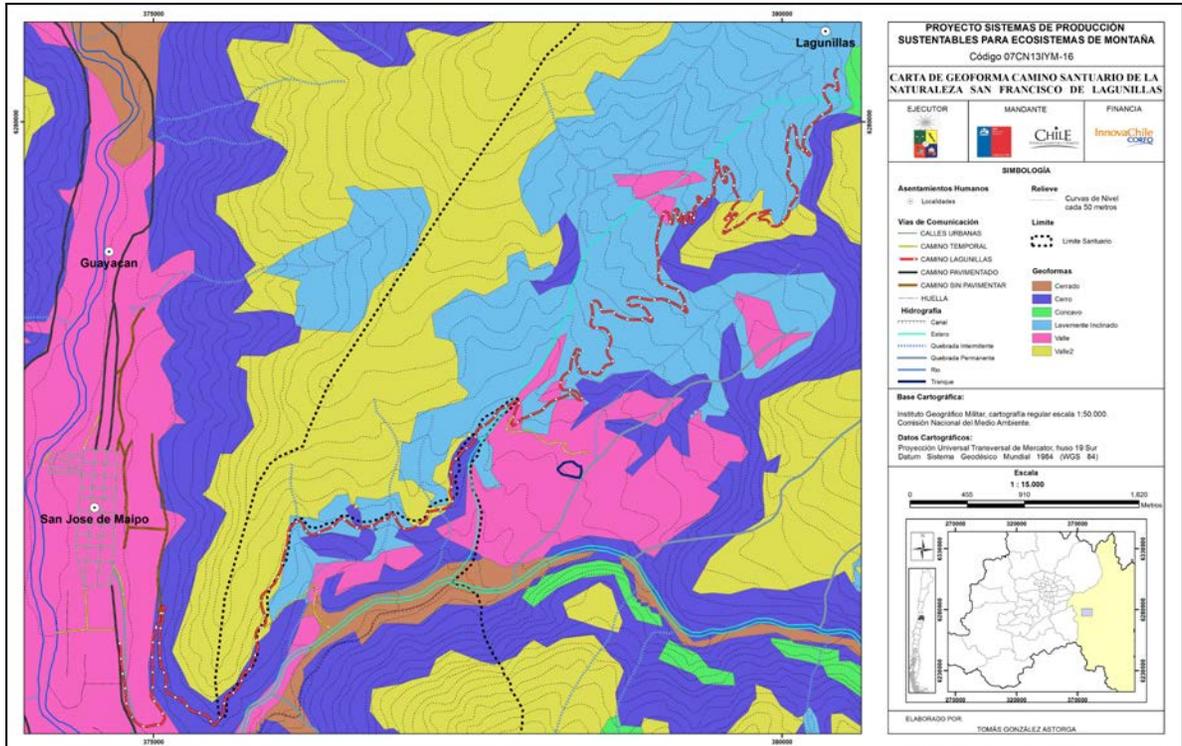


Figura 4. Geoformas

- Unidad de Pendiente:

El Santuario de Lagunillas presenta una estructura morfológica muy variada, con cambios pronunciados en las pendientes que dominan el territorio. Destacan los farellones de fuerte pendiente que se forman a lo largo de todos los senderos de acceso a los partes más altas de la cordillera. Se presentan afloramientos rocosos de gran valor escénico y una gran variación de pendientes, factores de gran relevancia en la configuración visual. Destacan los cajones del estero El Sauce que da acceso al centro invernal de Lagunillas y el estero San José que permite acceder hasta los pies del cerro Piuquencillo. Este último sector está estructurado morfológicamente por numerosos esteros y cajones.

La pendiente (Figura 5) de la mayor parte del camino permite una alta visibilidad. Situación que aumenta la fragilidad del santuario. No obstante, por la condición de los cajones de cada uno de los cursos de agua que conforma el territorio reducen la incidencia visual de cualquier alteración mayor. Esto limita los impactos o los restringe a cada cuenca visual respectiva sin afectar al resto de la unidad de pendiente.

Además, la topografía permite la construcción de caminos, senderos y de instalaciones

básicas de apoyo, pero este factor limita la presencia de altas concentraciones de visitantes y por ende su influencia.

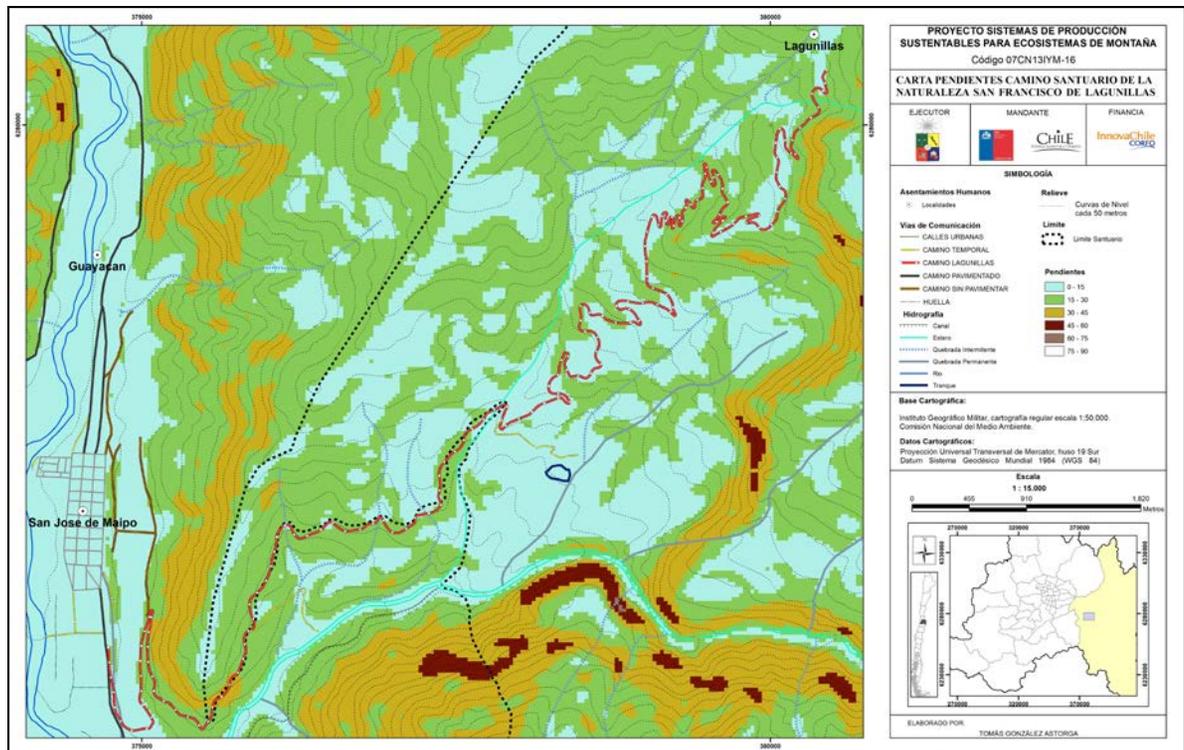


Figura 5. Pendiente

- Unidad de Suelo y Erosión:

De los suelos encontrados en el entorno asociado al camino podemos diferenciar cinco grupos (Figura):

- Cambisoles: Son suelos que se originan y evolucionan en el mismo lugar, presentan una fertilidad media a baja, son bien drenados, de profundidad media, accesibles en su manejo, sin embargo, al carecer de cubierta vegetal son muy susceptibles a la erosión.
- Litosoles: Constituyen la etapa primaria de formación del suelo, la capa del mismo es menor a 10 cm de espesor, predominando en ella la materia orgánica, con una fertilidad de media a alta. Se presentan en pendientes altas, lo cual impide su explotación económica.
- Rankers: Suelo intrazonal de escasa evolución. El horizonte A es seguido inmediatamente por el C, desarrollados sobre rocas silíceas, son pobres en nutrientes.
- Regosoles: Suelos poco evolucionados que se caracterizan por la escasez de materia orgánica y por ubicarse sobre material sedimentario de tipo arcilloso.
- Vertisoles: Suelos muy arcillosos con fuerte expansión al humedecerse y

contracción al secarse. Son característicos de las cubetas de decantación y pantanos en los llanos y en valles aluviales.

De éstos, los cambisoles tienen una mayor presencia en el área de estudio, ya que los ciclos de erosión y depósito explican su existencia en regiones montañosas. Estos grupos de suelos generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente, pero los cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007).

En el entorno del camino se encuentra principalmente los suelos denominados “Suelos de Media Montaña”. Estos se encuentran desde la cota 2.500 msnm hasta el llano central, formando parte de las plataformas y laderas de la cordillera de “Plateau” (plataforma de Farellones y Lagunillas). Los suelos son considerados como (Fletcher y Sarmiento, 2007):

- Cambisoles dísticos (Bd), correspondientes a lomajes suaves con pendientes menores al 30%. En este tipo de suelos se puede observar un horizonte A ócrico, de buen contenido de materia orgánica y con una cobertura vegetal densa cercana al 80%, lo que determina su Capacidad de Uso en Clase VII, con saturación de bases inferior al 50% en los primeros 50 cm.
- Rankers (U) que son suelos delgados que forman el sistema de laderas con pendiente promedio de 30%, y que suelen originarse a partir de la matriz rocosa de diverso origen, los cuales son clasificados en Clase VIII de Capacidad de Uso. A pesar de su Capacidad de Uso estos suelos son utilizados para talaje de temporada observándose efectos significativos de degradación por erosión.
- Vertisoles (V), que son suelos superficiales, con aproximadamente un 30% de arcilla en los primeros horizontes, hasta 50 cm de profundidad. Cuando estos se secan producen grietas de a lo menos 1 cm de ancho y una profundidad de hasta los 50 cm; la cobertura vegetal es superior al 50% y su clase de Capacidad de Uso se ha definido como VII presentando leves indicios de degradación por erosión

En las vegas presentes en el sector, los suelos son ricos en materia orgánica, con alta retención de humedad y grandes variaciones en el pH. Estos suelos presentan gran diferencia con los suelos aledaños, el cual es uno de los factores que determina la composición florística (Fletcher y Sarmiento, 2007).

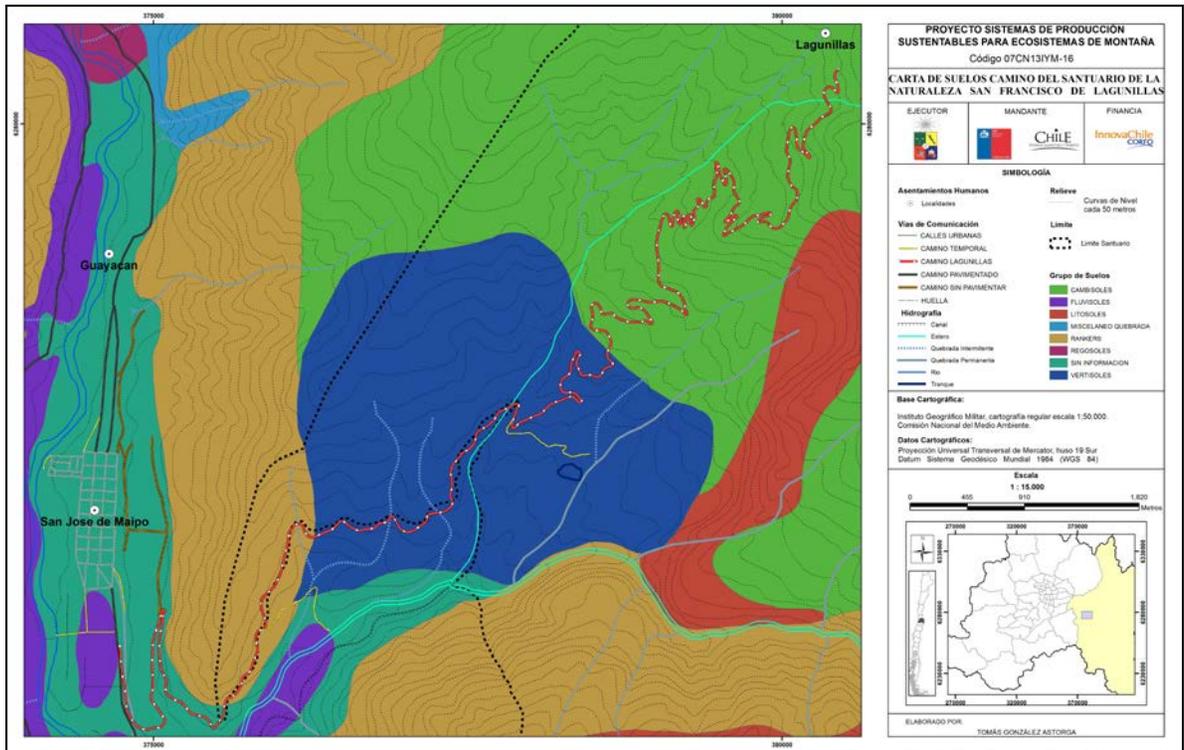


Figura 6. Grupos de Suelo

En la alta cordillera chilena los suelos son poco evolucionados, inmaduros, presentando una amplia gama de grados de evolución edáfica, que van desde roca hasta suelos profundos. Los suelos graníticos y volcánicos que predominan deben su origen a la formación reciente de la cordillera de Los Andes y en general son suelos arenosos, pedregosos o inestables, con probabilidad de erosión debido a las altas pendientes (Fletcher y Sarmiento, 2007). En donde se ubica el área protegida, se observan suelos esqueléticos sobre afloramiento rocoso, los cuales no son favorables a la acumulación y transmisión de aguas subterráneas. Es posible una escasa infiltración a poca profundidad. La erosión se produce sobre las laderas escarpadas, arrastrando material hacia los lechos encajonados.

Otro factor que influye en la erosión es la exposición, la cual tiene un papel decisivo en ciertos tipos de suelos. En el Santuario las laderas de exposición norte se observa un mayor efecto de la erosión acelerada, y los suelos son delgados, inestables y con más material coluvial, en tanto que los suelos más profundos se encuentran en las laderas de exposición sur. El mapa de erosión se puede observar en la Figura 7.

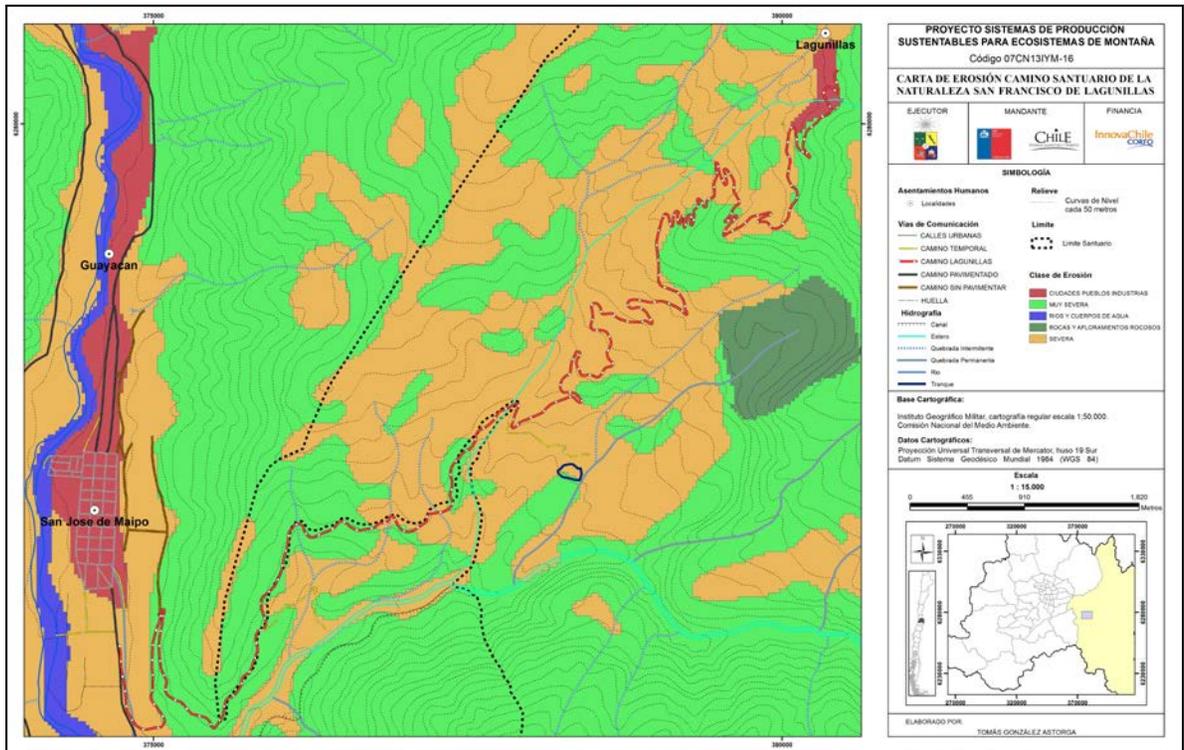


Figura 7. Erosión

- Riesgos Naturales
 - Riesgos de Remoción en Masa:

Para el santuario y el camino podemos apreciar una dominancia de riesgo de remoción en masa de categoría (Figura 8) Moderado desde su inicio hasta casi el final de la ruta. Existe una menor presencia de riesgo Bajo que corresponden a sectores con pendientes leves y zonas planas. Además en la primera curva, desde donde comienza el camino a formar parte del área protegida, y en la última parte, antes de llegar al refugio de Lagunillas, se encuentran un sectores con riesgo Alto, donde dominan las fuertes pendientes y, en la parte alta, presencia de nieves.

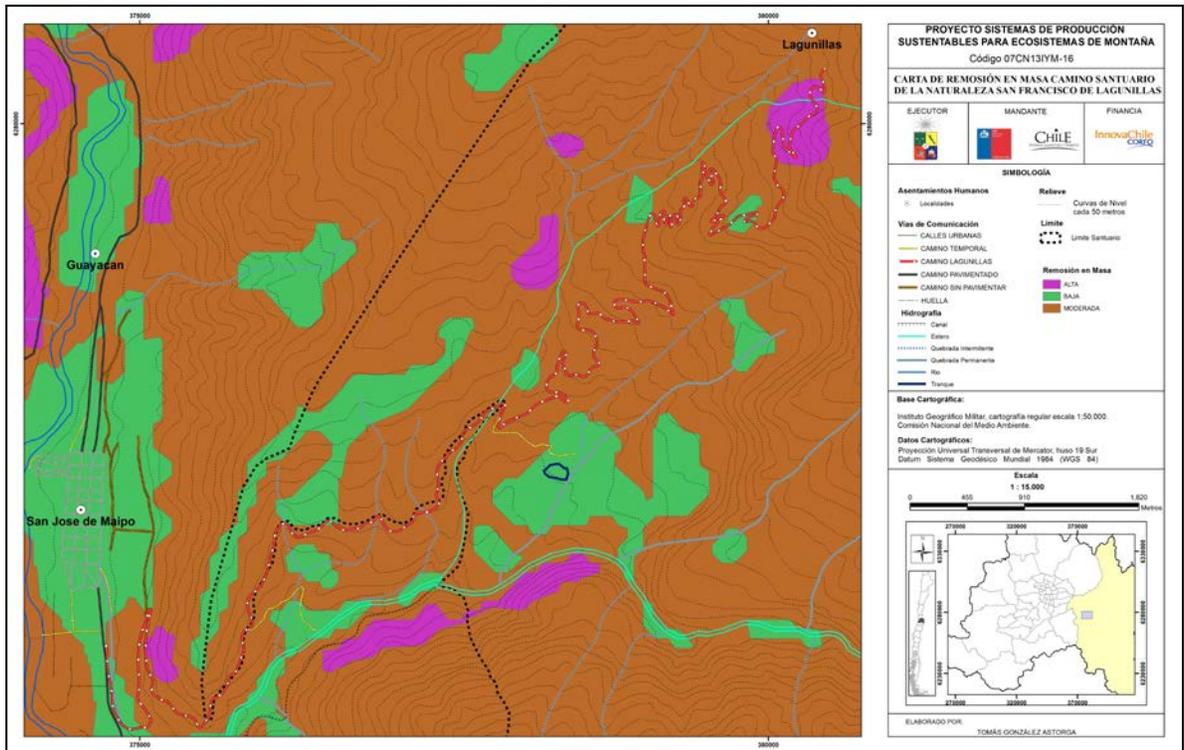


Figura 8. Remoción en Masa

- Riesgos de Inundación:

Con respecto a los riesgos por inundación, encontramos estos asociados principalmente a las crecidas o probabilidad de crecida de los cauces naturales. El área de afectación a partir de este fenómeno es pequeña gracias a lo encajonado que se encuentra su red hidrográfica. En todo el camino el riesgo de inundación en Bajo, exceptuando el área cercana a los cursos y cuerpos de agua en donde el riesgo es Moderado (Figura 9).

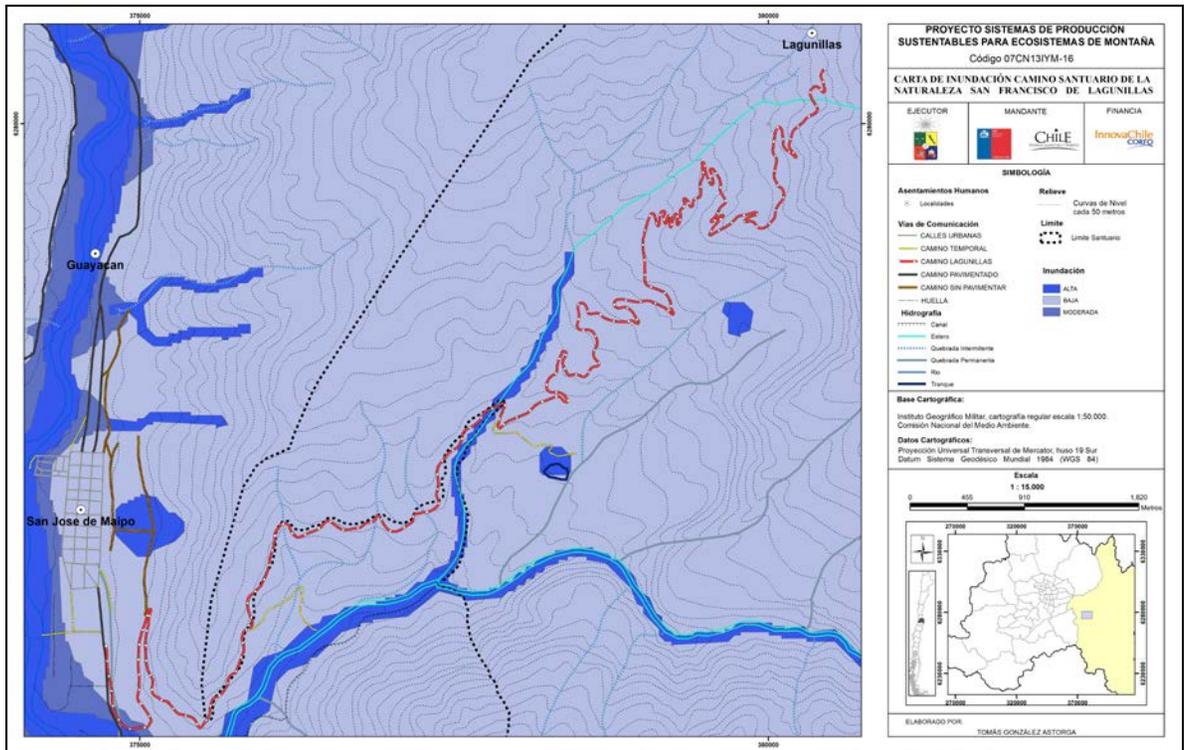


Figura 9. Inundación

2. Medio Biótico:

Cuadro 9. Resumen Medio Biótico

Medio	Unidades de Caracterización	Criterios
Biótico	Ecosistemas	Unicidad de Ecosistemas
		Fragilidad de Ecosistemas
		Interés Científico
	Comunidad Vegetal	Grado de Naturalidad de Comunidades Vegetales
		Nivel de Degradación de Comunidades Vegetales
		Fragilidad del Suelo según Cobertura Vegetal

- Ecosistemas:
 - Unicidad de Ecosistemas:

El ecosistema de la zona es montañoso mediterráneo, uno de los cinco en su tipo en el mundo, y el único de América del Sur. El santuario San Francisco de Lagunillas corresponde a este tipo de ecosistemas, al cual se le reconoce una importancia mundial, por ser un Hotspot de la biodiversidad, al cumplir con los criterios básicos (Robles, 2009):

- Ecosistemas con un cierto nivel de endemismo en plantas y de amenaza, los cuales ya han perdido un porcentaje importante de su vegetación original, pero contando aun con una gran diversidad de especies endémicas.
- Ambientes vulnerables a los cambios producidos por las actividades humanas, sin embargo son fuente importante de recursos hídricos, energía y diversidad biológica, además proveen recursos vitales para la ganadería, agricultura, para la educación, el esparcimiento, el deporte y la recreación.

Los ecosistemas de montaña, que ocupan la mayor parte de nuestro territorio, se caracterizan por su alta presencia de flora y fauna endémica, por las fuertes pendientes de sus suelos y por la pureza de sus aguas.

A lo largo de la ruta se identifica una alta variedad de ecosistemas de montaña, los cuales se pueden ir apreciando mientras se va ascendiendo por el camino. El cambio principal se observa a partir de las asociaciones de vegetación que se van dando a medida que los factores ambientales van determinando su presencia.

- Fragilidad de Ecosistemas:

La flora y fauna de la zona andina se encuentra en un estado de alta fragilidad. Históricamente ha sufrido la presión de caza para consumo y comercio peletero; la pérdida y degradación de hábitat, la tala indiscriminada, los incendios forestales, la introducción de especies exóticas, entre otros (Fletcher y Sarmiento, 2007).

El Matorral Esclerófilo de Chile es uno de los ecosistemas que según Dinerstein et al (1995) se encuentra en Estado de Conservación “En Peligro” y por lo tanto tiene una prioridad de conservación máxima a nivel regional.

Según el estudio sobre la fauna vertebrada terrestres (Fletcher y Sarmiento, 2007) en el predio Lagunillas se registraron 80 especies, lo que significa que el ambiente de Matorral Esclerófilo presente en el predio es uno de los territorios o biotopos con mayor riqueza de especies de fauna vertebrada. Éste ambiente concentra el 66,3% de las especies, además presenta alto valores de endemismo (92,3%) y un alto grado de amenaza, ya que el 67% de sus especies presenta problemas de conservación. Entre las especies con problemas de conservación están, entre los reptiles, *Liolaemus chilensis* (lagarto chileno), *L. fuscus* (lagartija oscura) y *L. lemniscatus* (lagartija lemniscata) éstas dos últimas endémicas de Chile. Entre las aves se encuentra *Accipiter bicolor* (peuquito) y entre los mamíferos esta *Abrothrix longipilis* (laucha de pelo largo) y *Abrocoma bennetti* (rata chinchilla de Bennett).

Respecto al endemismo del lugar, un 17% de los vertebrados terrestres corresponden a especies endémicas de Chile, siendo el grupo de los reptiles el que alcanza mayor representatividad (82%), seguido por los anfibios (43%), mamíferos (19%) y aves (5%). El 24% (40 especies) de los vertebrados descritos para el área se encuentran catalogados con algún problema de conservación (según Glade 1993): el 100% de los anfibios, el 53% de los

reptiles, el 10% de las aves y el 44% de los mamíferos. En la categoría de En Peligro (a nivel nacional) estarían tres anfibios (del género *Alsodes*), un reptil (*Liolaemus gravenhorstii*) y dos mamíferos (de la familia Felidae). Mientras que a nivel regional, las poblaciones de *Callopistes palluma* (iguana chilena), *Columba araucana* (torcaza), *Accipiter bicolor* (peuquito), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Oncifelis guigna* (güiña) y *Lynchailurus colocolo* (gato colocolo) se encuentran en Peligro de extinción, lo que significa que su supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro (reducción del hábitat y caza ilegal) continúan operando.

Los cambios globales ya sean institucionales (globalización y nuevas instituciones), socio-económicos (crecimiento poblacional y económico) y biofísicos (cambio climático y conversión y fragmentación de hábitat) han llevado a una degradación permanente de los ecosistemas. Cabe destacar que investigaciones recientes informan que la sucesión natural en ecosistemas degradados de la zona central no sería efectiva si sólo se restringe el acceso a dichos territorios. Esta sucesión debe ir de la mano de medidas específicas que faciliten la recuperación de estos ambientes naturales. Los ecosistemas asociados a la ruta son más propensos a ser dañados ya que se encuentran en contacto inmediato con los agentes que afectan el entorno natural.

- Interés Científico:

Dentro de los territorios analizados por el proyecto Santiago Andino, el santuario San Francisco de Lagunillas, es el predio que mejor representa la diversidad de los distintos ecosistemas de montaña y de las especies asociadas a ellos. Según los datos de terreno, es el predio más diverso en especies de aves y el que tiene la segunda mayor diversidad total de vertebrados. Aunque existe presencia de ganado, éste es manejado de forma relativamente ordenada por lo que existe un mayor control del pastoreo de las vegas, las que existen en abundancia (Estades, 2009).

Dentro de la importancia científica, el santuario se encuentra en la zona del Alto Maipo, la cual es una de las áreas escasas en la Región Metropolitana. Esta zona brinda una oportunidad para científicos de universidades y otras instituciones del país, para estudiar los ecosistemas mediterráneos y las relaciones entre organismos y los elementos bióticos y abióticos. Su cercanía a Santiago, la facilidad de acceso y la existencia de un ecosistema protegido, con especies en distintos estados de conservación, brinda importantes ventajas a los investigadores, en relación a sitios alternativos (Fletcher y Sarmiento, 2007).

Los predios son un área visitada y estudiada por naturalistas y biólogos como Adriana Hoffman, Mary Kalin y estudiantes de las Facultades de Ciencias, Ciencias Agronómicas y Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. Algunas de las investigaciones que se han llevado a cabo en esta área son:

- Descripción de las formaciones vegetales utilizadas en el sistema ganadero de un predio cordillerano en la Región Metropolitana, Chile. Realizado en el año 2004 por Katherine Navarrete de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales de la

Universidad de Chile.

- Cobertura, estado y productividad del Bosque Esclerófilo andino, realizado entre agosto y diciembre de 2005 (Jorge Urrutia).
- Vertebrados Terrestres del Predio Lagunillas Región Metropolitana realizado en octubre de 2006 por Susan Fletcher y Carlos Sarmiento.

En la importancia educativa San Francisco de Lagunillas posee un ambiente de rasgos ecológicos sobresalientes, al contener muestras significativas de ecosistemas de la estepa alto andina y del matorral y bosque esclerófilo, precisamente en una zona donde la actividad antropogénica ha ejercido un manejo sustentable de los recursos. Lo anterior muestra el valor potencial de la unidad como elemento educativo, para la Provincia Cordillera (Fletcher y Sarmiento, 2007).

- Comunidad Vegetal:
 - Grado de Naturalidad de Comunidades Vegetales:

Enmarcado en el reino neotropical la vegetación del Predio San Francisco de Lagunillas corresponde a la llamada Zona Fitogeográfica Mesomórfica, cuya vegetación se adapta a un clima mediterráneo (Pisano et al, 1950). De acuerdo a la ubicación geográfica corresponde a la llamada Zona Andina, la que fisionómicamente y florísticamente está determinada por las formaciones andinas cespitosas (Pisano, 1956). Considerando el componente vegetacional el área está inserta en la Región Ecológica de los Matorrales y Bosques Esclerófilos y de las Estepas Alto andinas. La humedad disponible en el suelo, la topografía, la exposición al viento y la cubierta de nieve invernal son factores que determinan la estructura, composición y el patrón de las comunidades vegetacionales. Florísticamente, constituye una muestra representativa de la flora cordillerana de la zona central de Chile.

La condición de aislamiento geográfico y la rigurosidad de las condiciones climáticas determinan que en la zona de la alta cordillera se presente un endemismo específico en especies y géneros, especialmente en biotipos especiales, como son los que se desarrollan sobre las rocas, y menor riqueza de especies, respecto a lugares situados a menor altitud (Navarrete, 2004).

La distribución de los pisos de vegetación en el área de Lagunillas se muestra en la Figura 10. En este sector se encuentra vegetación perteneciente a distintos pisos (Teillier, 2009) por los cuales atraviesa la ruta:

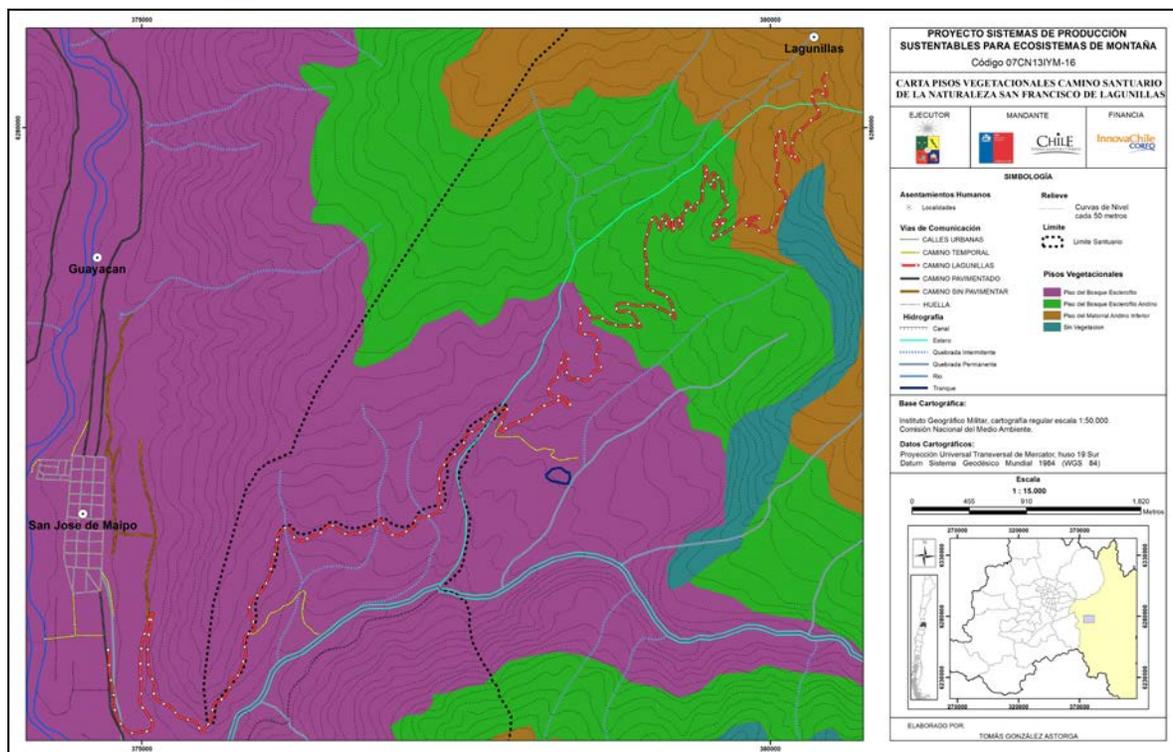


Figura 10. Pisos Vegetacionales

- Piso del bosque esclerófilo: Aquí las formas de vida que predominan son los arbustos altos de hoja esclerófila, arbustos bajos xerófitos, arbustos espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios. Este piso se presenta en el área de estudio entre los 1400 a 2000 msnm. aproximadamente. Entre las especies representativas encontramos: *Lithrea caustica* (litre), *Quillaja saponaria* (quillay), *Cryptocarya alba* (peumo), *Alstromeria angustifolia* (lirio del campo), *Talguenea quinquenervis* (tralhuén) y *Puya berteroniana* (chagual) (Gajardo, 1994).

Según Gajardo (1994), el bosque esclerófilo presenta una composición florística variada que está determinada principalmente por un patrón de exposición a la radiación solar. Se desarrolla en las laderas más bajas de la cordillera donde predominan las formas de vida arbustivas (principalmente arbustos altos) y arbórea. En esta formación los factores de altitud y exposición son determinantes en el patrón de distribución vegetal, en algunos sectores el relieve también será influyente. A nivel regional esta formación se encuentra muy intervenida, en estructura y composición, ya que históricamente ha ocupado zonas de alta densidad de población humana. En el área de estudio el bosque esclerófilo predomina en los pisos altitudinales más bajos, comenzando desde los 1400 m.

Algunas de las comunidades presentes en el área de estudio son la llamada Espino-Litre (*Acacia caven-Lithrea caustica*), donde también es muy común la *Rosa moschata* (rosa mosqueta) y un estrato herbáceo compuesto por pastos duros y

hierbas. Otra comunidad presente dentro de esta formación es la de Quillay-Litre (*Quillaja saponaria-Lithrea caustica*) con una fisionomía arbórea de baja densidad y situada preferentemente en laderas medias, algunas de las especies que acompañan a esta comunidad son el *Maytenus boaria* (maitén) y la *Escallonia pulverulenta* (corontillo). En laderas más rocosas se puede observar la comunidad de Quillay-Colliguay (*Quillaja saponaria-Colliguaja odorifera*) con una fisionomía de matorral alto y abierto. En ambientes xerófitos de exposición norte, entre los 1500 a 1700 m, no muy desarrollada pero igualmente presente es la comunidad Chagual-Quisco (*Puya sp.- Trichocereus chilensis*) la que crece sobre afloramientos rocosos de la cordillera (Gajardo, 1994).

- Piso del bosque esclerófilo andino (piso subandino): En este sector, además de las especies dominantes o características generales para todo el cajón que son *Kageneckia angustifolia* y *Guindilia trinervis*, se encuentran como características o codominantes especies como *Schinus montanus*, *Colliguaja integerrima* (duraznillo), *Baccharis neaei* (gaultro), *Haplopappus undulatus*, y *Haplopappus multifolius* (baylahuén). En este sector se encuentra uno de los bosques de frangel (*Kageneckia angustifolia*) mejor desarrollados en el santuario y que es atravesado por la ruta en estudio. En el límite inferior del piso (1800-1900 m) se desarrolla un pequeño bosque de sucesión con tralhuenes (*Trevoa quinquinervia*), posiblemente producto de algún roce o incendio.

Como vegetación intrazonal en el sector se encuentran vegas con presencia de *Baccharis pingraea* (chilquilla) y *Juncus arcticus* (junco) como especies dominantes. En las quebradas se observan ejemplares aislados de *Escallonia myrtoidea* (lun). La vegetación de este piso se encuentra entre 1600 y 2000 m de altitud.

- Piso andino inferior: Además de las especies dominantes o características *Tetraglochin alatum* (horizonte) y *Mulinum spinosum* (neneo), en este sector crecen como codominantes o características *Haplopappus schumannii*, *Haplopappus cf. Velutinus*, *Senecio montianus* (senecio) y *Adesmia gracilis* (Espinillo). Áreas con presencia masiva de *Tetraglochin alatum* y *Acaena spendens* denotan alto impacto por sobrepastoreo.

Como vegetación intrazonal en el sector se encuentran vegas con presencia de *Baccharis pingraea* (chilquilla) y *Juncus arcticus* (junco) como especies dominantes. La vegetación del piso se encuentra entre los 2000 y los 2600 m de altitud.



Imagen 1. Piso del Bosque Andino Esclerófilo. Sector con dominancia de *Kageneckia angustifolia*.



Imagen 2. Piso del Bosque Andino Esclerófilo. Sector con dominancia de *Guindilia trinervis* y *Baccharis neaei*.



Imagen 3. Piso Andino Inferior



Imagen 4. Piso Andino Inferior. Matorral bajo con *Mulinum spinosum* y *Quinchamalium chilense*.

- Nivel de Degradación de Comunidades Vegetales:

Según Teillier (2009), en el santuario se detectaron dos especies de plantas clasificadas como “amenazadas” por Benoit (1989), Belmonte et al. (1998) y Ravenna et al. (1998). Estas son la angiospermas, leñosas, *Laretia acaulis* (llareta de Santiago) y *Kageneckia angustifolia* (frangel).

El bosque Esclerófilo de la zona central de Chile, como el presente en el santuario, corresponde a un bosque degradado donde la habilitación de tierras forestales para la agricultura y ganadería, y los incendios forestales han sido algunas de las principales causas de su deterioro (Lara et al, 2000). El Matorral Esclerófilo Andino, debido principalmente a su ubicación próxima a las zonas del país con alta densidad de población humana, se encuentra muy alterado tanto en su estructura como en su composición de especies vegetales (Gajardo, 1993). En el predio, entre los 1400 a 2000 msnm, dos son las comunidades vegetacionales con mayor nivel de degradación que conforman este ambiente: Frangel-Guindillo (*Kageneckia angustifolia-Valenzuelia trinervis*) y Lun-Maitén (*Escallonia myrtoidea-Maytenus boaria*).

Este ambiente concentra el 18,8% de la fauna vertebrada del predio y presenta un endemismo representado por un 15,3% de las especies. Un 27% de la fauna de este lugar presenta algún problema de conservación, entre las que destaca: las dos especies de zorros, *Pseudalopex griseus* (zorro gris) y *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el lagarto nítido (*Liolaemus nitidus*).

- Fragilidad del Suelo según Cobertura Vegetal:

En el Santuario y a lo largo del camino, la erosión es mayor en las laderas de gran dimensión, y en especial cuando no tienen interrupción de su pendiente, ya sea por cortinas vegetales, o cualquier otra barrera que impida el escurrimiento del agua. Se observa que a mayor densidad de la cubierta vegetal, el suelo está más protegido, lo que determina un menor riesgo de erosión.

La vegetación y los organismos que componen la cobertura vegetal del Santuario constituyen la fuente de material original para la fracción orgánica del suelo. Según el tipo y abundancia de la materia orgánica encontrada a lo largo de la ruta se favorece el desarrollo y estabilidad de la estructura, se aumenta la porosidad del suelo, se mejora el drenaje e influye en el microclima, ya que la vegetación produce sombra y disminuye la evaporación. Se observa claramente cómo la fragilidad del sustrato depende de la cobertura vegetal asociada al suelo, que lo sustenta por efecto mecánico y por el poder de agregación que unen a las distintas partículas del suelo, que quedan fuertemente retenidas. Además la vegetación, así como los restos acumulados sobre la superficie, protege al suelo de los impactos de las gotas de lluvia y disminuyen la erosión hídrica. Por último las raíces de los árboles se introducen en las fisuras y contribuyen a desmenuzar el manto rocoso, penetran en algunas capas compactadas y mejoran la aireación, la estructura del suelo, la infiltración

y la retención del agua, así como la capacidad de aprovisionamiento de nutrientes.

Un factor relevante es la exposición, ya que la vegetación es más densa y de distinta composición en las exposiciones sur, por lo tanto la susceptibilidad del suelo al deterioro es menor.

3. Medio Socioeconómico:

Cuadro 10. Resumen Medio Socioeconómico

Medio	Unidades de Caracterización	Criterios
Socioeconómico	Arqueología y Patrimonio Cultural	Valor Arqueológico y cultural
	Unidad de Ocupación y Uso	Grado de Ocupación y Uso
	Unidad de Paisaje	Valor Paisajístico

- Arqueología y Patrimonio Cultural:
 - Valor Arqueológico y Cultural:

Cajón del Maipo es la zona de la región Metropolitana donde se han mantenido las actividades tradicionales de los campos precordilleranos. El personaje más característico es el arriero, conocedor de todas las huellas y senderos de la cordillera andina. Aun es posible observar sus vestimentas típicas compuestas de polainas de cuero de oveja y pantalones de la misma piel, acompañados de la tropilla de mulas y los fieles quiltros de montañas (Fletcher y Sarmiento, 2007). El arriero en zonas rurales cercanas a los centros urbanos, desempeña un rol en actividades de recreación y esparcimiento para quienes están dispuestos a recorrer zonas de montaña, que de otra forma no podrían conocer, Es prácticamente un “personaje” asociado, por lo general a las zonas cordilleranas, donde por sus conocimientos de los atractivos naturales, de las hierbas medicinales, así como, de los peligros, es el mejor que sabe guiar en un ambiente montañoso a quienes no son parte de ellos (Rojas, 2007).

Hace unos años la actividad de los arrieros en el santuario, el camino y los senderos asociados, se basaba principalmente en llevar a los animales de ganado a las veranadas y hacer rotación de los lugares de alimentación. Actualmente esta actividad ha disminuido debido a que se ha reducido el ganado de forma sustancial y con ello los arrieros que los manejan. Además son activos en la zona los clubes de rodeos con competencias entre los huasos, los caballos criollos y los novillos. En todas las localidades es posible observar las medialunas de diferente construcción. También se encuentran criadores de cabras que desplazan sus rebaños por las abruptas laderas de los cerros, donde aún es posible observarlos en sus humildes casas temporales cubiertas de zinc y rodeado de pircas de piedras. Siguen siendo populares y activos por la venta de quesos y leche en la época de primavera y verano. Por último se observan los artesanos en madera y piedra volcánica, los cuales mantienen los procesos ancestrales de elaboración de artesanías en piedra laja de cantera, madera de guayacán, cestería y talabartería. En el santuario de Lagunillas la actividad más típica es el arreo de animales y el rodeo de corrales, tanto en vacunos como

caballares (Fletcher y Sarmiento, 2007).

En el santuario se observan sitios arqueológicos de origen líticos con presencia de material micro desechos de talla, raspadores, puntas de proyectil, lascas de filo vivo, núcleos y sobreguijarro. Por las condiciones ambientales agrestes y por la altura el componente cultural correspondería a grupos transhumantes que orientaban su actividad económica a la caza de Camélidos como guanacos, a roedores de la familia Octodontidae y Chinchillidae, y a aves del orden Anseriformes. Formando sus campamentos estacionales en ambientes cercanos a vegas o cercanos a cursos de agua (Fletcher y Sarmiento, 2007).

- Unidad de Ocupación y Uso:
 - Grado de Ocupación y Uso:

El uso pasado principal que se le ha dado a los terrenos que constituyen el Santuario es el uso ganadero, utilizando las praderas cordilleranas que pueden ser caracterizadas como “veranadas”, “invernadas” y “praderas de primavera-otoño” (Figura 11). En los terrenos también se realizó crianza de ganado caprino en algunas áreas, además de extracción de leña y carboneo hasta la década de los ‘60; lo cual ha sido suspendido por los actuales propietarios, regenerándose la estrata herbácea.

Actualmente el Santuario es utilizado para pastoreo en un sistema de rotación estacional de acuerdo a pisos altitudinales veranadas, zonas de transición e invernadas. Al año 2003 la masa ganadera (vacuno y caballar) fluctuaba entre 400 y 600 animales (Navarrete, 2004), pero esta cantidad se ha reducido radicalmente desde que el área se decreto como santuario.

El territorio también tiene un uso relacionado con la conservación de la biodiversidad y ecosistemas cordilleranos, realizándose cercado de áreas de exclusión y labores de restauración de suelos y protección de cauces y afloramientos de aguas. Además de servir de terreno a tesis universitarias sobre productividad vegetal, estudios de flora y fauna, sistemas de manejo y producción en altura, los predios participan oficialmente en el Plan Santiago Andino de la Estrategia Nacional de Biodiversidad; sus propietarios y personal colaboran con el Área Prohibida de Caza. Junto a otros 12 predios son parte del Área de Interés Científico desde 2006.

En el área de influencia encontramos el centro invernal de Lagunillas con instalaciones de uso turístico como refugios, andariveles, restaurante y arriendo de equipos. El uso del Santuario para los visitantes está orientado, restringidamente, para la investigación científica especialmente relacionada con el estudio de la biota.

El acceso al Santuario cruza por el centro de los predios Lagunillas y Quillayal, pero antes, la primera sección del camino (2 km) atraviesa por un sector de viviendas privadas, utilizadas principalmente para el uso habitacional y en algunos casos comercial. En la siguiente sección (1.2 km) el lado sur del camino es propiedad de Martín Mellado y el lado norte es del predio Quillayal de Sara Larraín al igual que el resto del camino que atraviesa por el Santuario de Lagunillas.

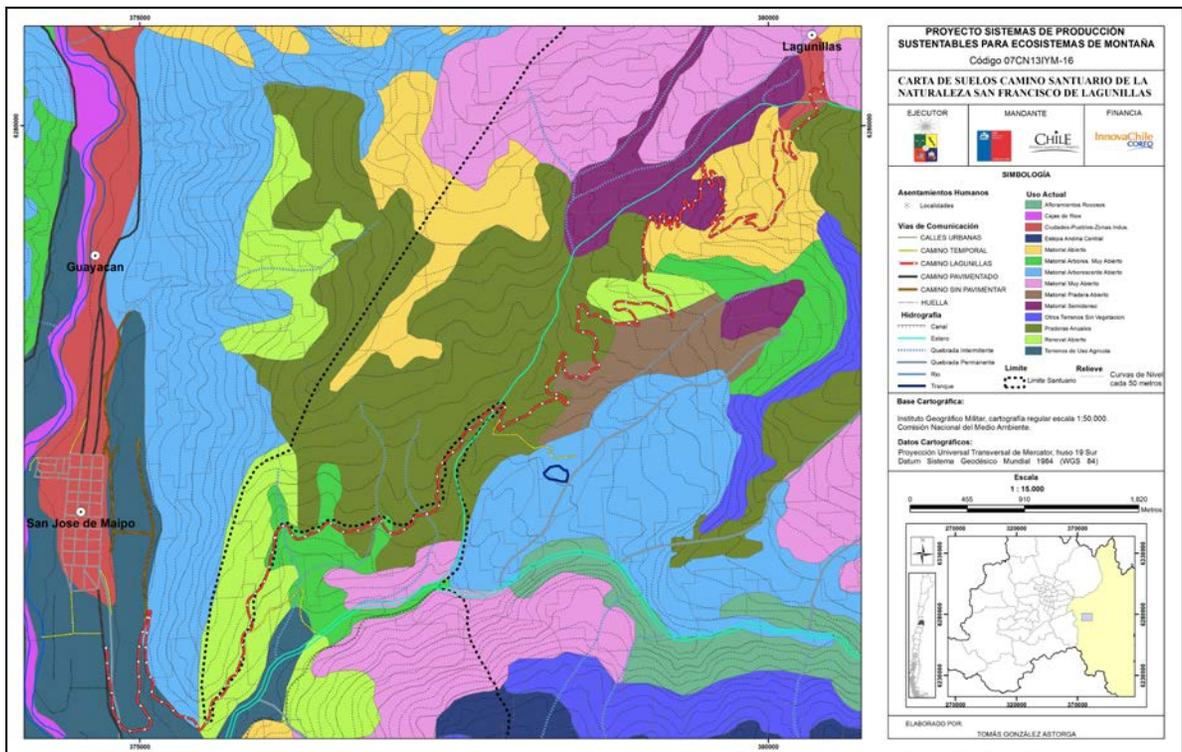


Figura 11. Uso Actual

- Unidad de Paisaje:
 - Valor Paisajístico:

En la superficie del predio Lagunillas es posible encontrar diversos lugares con alto valor escénico, ligados fundamentalmente a fuentes de recursos hídricos, fenómenos geológicos y procesos orográficos que han moldeado el terreno montañoso, y los estrechos valles de las cuencas precordilleranas (Fletcher y Sarmiento, 2007).

La diversidad de atractivos ecoturísticos (bellezas escénicas, flora, fauna, etc.) presentes en el área constituye la base para la elaboración de productos ecoturísticos que constituyan una oferta diferenciada en el marco del turismo sustentable. Por esta razón la Comuna y donde se insertan los predios ha sido decretada Zona de Interés Turístico Nacional en 2001; actualmente se encuentra como área prioritaria de desarrollo turístico del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) Región Metropolitana, y parte de Santiago Verde que impulsó el gobierno regional para el periodo 2008-2010.

Lagunillas presenta como elementos o factores de mayor interés paisajístico la actividad turística consolidada en el sector de Lagunillas y la configuración morfológica de alto valor visual y recreacional. Ver mapa de exposiciones en la figura 12.

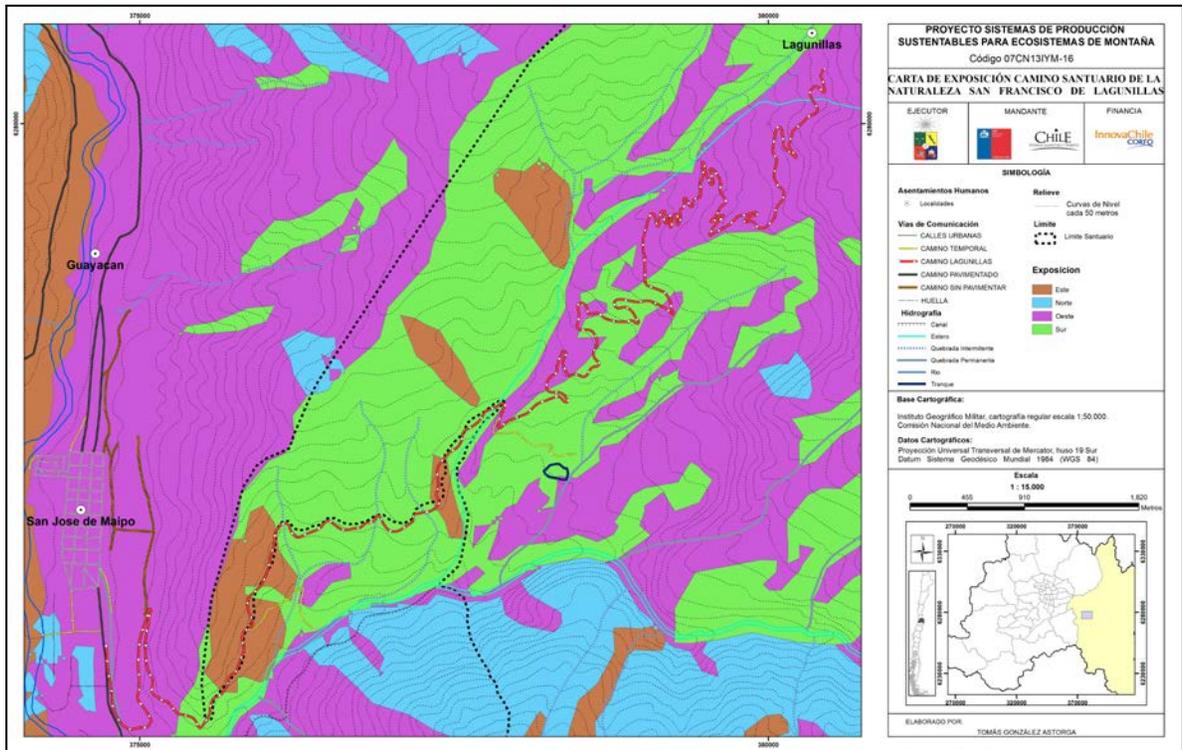


Figura 12. Exposición

Determinación de los Criterios para el Manejo de Caminos

- Criterio Técnico:
 - Marco legal ambiental:

En el año 2006 el santuario fue declarado Zona de Interés Científico para efectos Mineros y el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) establece que el predio Lagunillas se encuentra catalogado principalmente como Área de Preservación Ecológica y Área de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (Ver anexo 2), lo cual se refiere a aquel territorio de las comunas comprendidas en el PRMS, que no ha sido definido como Área Urbana Metropolitana y en el que sólo se aceptará el emplazamiento de las actividades urbanas expresamente señaladas en el Título 8° de esta Ordenanza. Además encontramos en el predio Lagunillas un pequeño sector catalogado como Área Urbanizable, donde se encuentra toda la infraestructura y construcciones relacionadas con el Centro de Ski Lagunillas.

- Normas de seguridad:

Actualmente el camino no cuenta con las normas mínimas de seguridad, como son tener un adecuado número de señales que informen de los riesgos y amenazas del camino. Se encuentran barreras de contención en algunas curvas pero no en todas y se debe evaluar el estado actual de las que existen, para determinar cuándo se deberían cambiar. La

mantención de las obras de seguridad es responsabilidad de la Dirección de Vialidad del MOP.

Al tener una calzada angosta en algunos sitios, el riesgo de accidentes si autos suben y bajan a la vez es muy elevado. Además hace falta señalética de derrumbes, inundaciones y de no adelantar. En invierno, que es donde más flujo vehicular existe, se establecen horarios para la subida y bajada de autos para acceder al centro de ski Lagunillas (Subida fines de semana y festivos: 6:00 hrs. a 14:00 hrs. Bajada fines de semana y festivos: 15:00 hrs a 20:00 hrs. Resto de la semana libre acceso), el cual no es respetado si no existen oficiales de carabineros en el camino. Si no se respetan a cabalidad estas normas, no solo los automovilistas sufren peligros, sino también los habitantes que viven en las partes aledañas a la ruta.

La ruta, al ser de montaña, tiene una pendiente pronunciada en algunos sectores y una gran cantidad de curvas, por lo que la visibilidad a lo largo del camino es reducida. No se encuentran señales de donde estacionar, ni los desvíos a los atractivos turísticos, ni zonas de descanso. Es necesario poner más cercos en las zonas en que no se permite el paso de visitantes y para evitar el robo de éstos, incorporar otro tipo de barreras no atractivas. Esto evita que los visitantes se bajen del vehículo en zonas en las cuales no está permitido detenerse. Las zonas de estacionamientos y/o descanso fuera de la calzada y berma no están señalizadas y el estudio de ubicación de ellas de acuerdo al tránsito pesado que circula por la ruta tampoco se ha realizado. Además de situar señales amortiguadoras de impactos para concientizar de que se está en un área protegida y que la caza y corta de flora nativa acarrea causas penales.

A esto se suma que el Sistema de Control de Incendios que tiene la finalidad de detectar y controlar incendios que se produzcan en el área protegida, no existe y su realización es responsabilidad del propietario.

En la primera parte, cuando el camino entra en contacto con el santuario (km 3) la ruta es muy angosta y no se encuentran señales ni barrera de contención para su resguardo, a pesar de ser un área en que ocurren rodados. Luego de la Quebrada Manzanito se ubica una barrera de contención que estéticamente no es atractiva, pero cumple su función.

- Protección contra la erosión y mejorar las condiciones edafológicas:

Las causas principales de erosión en el santuario son el agua y el viento por un lado y las personas por otro. De estos últimos los vehículos todo terreno y las bicicletas erosionan el territorio por los caminos que abren entre las curvas. Esto sea enfrentado con curvas de nivel perpendiculares a las huellas y sacos de tierra con falaris (postura malla rachel y llenado).

Actualmente existe un Plan de Restauración de Suelos con el SAG desde el año 2004, en el marco de Sistema de Incentivos para Recuperación de Suelos Degradados. Las prácticas y actividades que se están llevando a cabo a partir del plan, es que se han destinado áreas

donde se han despejado piedras, matorrales y se han situado curvas de nivel (estaca, limpia y arado) para retener las aguas. A otras áreas se les ha realizado tratamiento de cárcavas, disipadores de energía (con piedras se hicieron muros de disipación), muretes de piedras, dique y empalizada de postes. Esto se ha realizado especialmente en las zonas donde no hay vegetación, donde además se han realizado zanjas de infiltración, mallas con suelo y semillas, incorporación de abono verde y canales de desviación para llevar las aguas de lluvias hacia las quebradas. En otras áreas se han puesto varas de eucaliptus rellenos con sacos con tierra con semillas de falaris (postura de palos y malla ursus).

Se aconseja que las actividades de control de la erosión a través de tratamientos mecánicos, estén acordes al paisaje natural sin alterarlo significativamente. Como el grupo de suelo con mayor presencia es el Cambisol, se recomienda en pendientes escarpadas es mejor conservarlos bajo bosque; esto es particularmente válido para los Cambisoles de zonas montañosas.

- Estabilización de taludes:

La estabilización de taludes es responsabilidad de la Dirección de Vialidad, entidad que no ha realizado acciones para estabilizar la totalidad de estas áreas e incluso han dejado cercos en el aire por la erosión de los taludes. Solo hay un talud con tratamiento por una barrera de contención muy grande y no atractiva estéticamente.

Estos taludes se formaron ya que antiguamente se extraía material de mantenimiento para el camino directamente de canteras asociadas a este. Esto se detuvo ya que se empezó a extraer mucho material sin respeto por la flora del santuario, por lo que la propietaria clausuro esto y ahora traen el material desde afuera de Santuario.

- Protección contra polvo y gases:

El material del camino es ripio, lo que ha determinado que el polvo no sea un factor de impacto a la flora y fauna del Santuario. Existen curvas en las cuales el ripio no limita el levantamiento de polvo y es donde mayores problemas se generan con este factor.

Además como es un camino situado en un ambiente rural y con un flujo intermitente de vehículos los efectos por gases contaminantes es muy bajo.

- Criterio Estético y Ecológico:

- Protección de la flora y fauna

En el santuario hay zonas de preservación en que se restringe el acceso a visitantes y ganado dentro del santuario para la protección de la flora y fauna. A pesar de lo anterior, de la imagen de Santuario y de que es una zona libre de caza se encuentran varias evidencias de extracción de flora, para leña, y caza de especies nativas por lo que es necesario un mayor control. Para esto se han cercado zonas, pero rompen o roban la madera que se utilizan.

Esta es una de las acciones que se están llevando a cabo para proteger la flora y fauna en donde se cercan zonas para detener a los cazadores y a los que extraen leña. Actualmente se debe recorrer en todo momento el predio buscando a estas personas, las que se deben retirar del santuario y la propietaria llamar a carabineros.

Es importante la señalética del lugar, porque un área protegida con letreros claros que muestre la entrada a un Santuario de la Naturaleza, la prohibición de caza y de extracción de flora va a influir en que los cazadores ilegales no ingresen al predio, ya que además de tener que romper los cercos, tendrían la amenaza de saber que están en un área protegida.

- Recuperar y restaurar la vegetación

Actualmente se están plantando quillayes en áreas aledañas al camino en el kilómetro 10 para compensar las emisiones de Material Particulado (PM) que hacen inmobiliarias en Santiago. Hasta el día de hoy llevan plantadas 2 ha y quieren ampliarlo a 20 ha. Se está reforestando con especies nativas, principalmente quillay, junto con la empresa Cultiva. Esta empresa trabaja con diversas inmobiliarias para la compensación de emisiones de PM en Santiago. La plantación tienen un sistema de riego instalado por Cultiva que, junto con otros elementos, aseguran los cuatro o cinco primeros años de vida de los árboles y los van cambiando si se secan. Actualmente siguen existiendo negociaciones con otras empresas para que compensen sus emisiones plantando árboles nativos en el santuario.

Otros sectores se han cercado para proteger el frangel, ya que se extrae su leña ilegalmente con camiones. Es prioritario llevar a cabo programas de conservación, protección y recuperación de estos componentes para evitar en un futuro, no muy lejano, la pérdida irreversible de la diversidad genética de estos ecosistemas.

- Resguardo de cursos de agua:

En cada punto donde los cursos de agua atraviesan el camino se encuentran badenes bien hechos y que funcionan bien. Estas estructuras son algunas de bolón y otras de cemento.

Para la protección de los cursos de agua se han cercado las zonas en que se puede tener acceso a ellos, para que las personas no puedan ingresar. Esto principalmente porque todavía no existe la capacidad para regular a las personas dentro del santuario y hacer un turismo más activo.

- Reposicionar el paisaje:

En cuanto al paisaje es prioritario mejorar la relación del camino con el santuario, principalmente con señalética. El problema es que las señales y carteles los han roto o robado. El Santuario ha desistido en mandar a hacer más letreros de fierro, realizándolos manualmente con latas y con postes de madera.

Al comienzo del predio ya fue diseñado un letrero grande que muestra la entrada al santuario, pero todavía no se ha emplazado en el lugar. Esto se hace principalmente para que los visitantes sepan que se está ingresando a un santuario y se disminuya la basura y los conflictos con el área protegida. Existe una zona llamada el “Paradero” donde se deja ingresar a los visitantes al santuario, ya que es un área plana, sin olivillos y se pueden estacionar autos adentro. Es necesario tomar acciones de manejo para esta zona. Además se hace necesario restaurar las áreas en que se abrieron antiguas canteras que el MOP realizó para el mantenimiento del camino y que ahora están clausuradas.

Es importante destinar zonas de descanso y miradores para que los visitantes puedan valorar el paisaje y a su vez ayuden a protegerlo y a no botar basura. Territorialmente existen sectores donde es posible emplazar miradores y zonas de descanso.

- Criterio Socioeconómico y Cultural:
 - Mejorar la calidad de vida:

Uno de los objetivos del camino es dar acceso a los habitantes del sector, por lo que las características de éste van a influir en la calidad de vida de los pobladores y la relación entre los vecinos.

Por ser un camino poco transitado en los meses de temporada baja y que la mayoría de los habitantes vivan en los primeros 3 kilómetros, la ruta actual es un beneficio para poder llegar en vehículo hasta sus casas. Esto varía en la temporada donde el flujo vehicular y el número de accidentes aumentan y el cambio es drástico en la fluidez del tránsito, la seguridad vial, la accesibilidad al transporte y a la calidad ambiental del área circundante.

Otra alteración en la temporada de mayor flujo vehicular se produce en los sistemas de vida y costumbres de los arrieros del sector, los cuales por seguridad no pueden utilizar el camino para llevar su ganado o hacer visitas turísticas por el camino, sino deben realizarlo por otros sectores que ya están habilitados. Esto claramente afecta la calidad de vida, las costumbres históricas y las relaciones entre los grupos.

Durante la mayor parte del año la contaminación acústica y atmosférica no llegan a tener la magnitud para afectar la salud y calidad de vida de población cercana.

- Uso actual, Vinculación entre Sistemas Productivos y Utilización de Vías:

Los principales usos de la ruta y su vinculación con los sistemas productivos son por una parte ser acceso al centro de ski Lagunillas y a los habitantes del camino y por otra al Santuario para su aprovechamiento turístico por vía vehicular. Además apoya a pequeños comerciantes (hostales, panaderos, abasteros etc.) en la primera parte del camino los cuales aprovechan la gran cantidad de público en la temporada de invierno arrendando cadenas y equipo de ski y trineos, además de vender comida. También los arrieros utilizan la ruta ya que lleven sus rebaños a la alta cordillera para las veranadas o para paseos turísticos.

Los modos de movilización, en parte, potencian la relación entre el área protegida y la ruta en si, por el tema paisajístico y turístico, pero la afectan por los múltiples impactos que recibe el Santuario a partir del camino, el cual es la principal área de influencia negativa para el territorio.

- Capacidad de Carga Turística:

Actualmente el camino no cuenta con el equipamiento turístico mínimo para poder realizar el estudio de capacidad de carga turística, ya que no se han destinado zonas del santuario para desarrollar la actividad. De todas maneras existen zonas aledañas al camino que son utilizadas como miradores o zonas descanso las cuales tienen una capacidad limitada de admitir visitantes y por ende soportar el impacto sobre los recursos del Área Protegida.

El factor ambiental del estudio de capacidad de carga va a depender de la proporción de área utilizada de los caminos dentro de santuario, y en especial de la ruta que va hacia el centro de ski, junto con los miradores y zonas de descanso. En total estas áreas son aproximadamente 0.5% (62 ha), lo que determina un porcentaje muy bajo en relación al tamaño total del APP (11.413,3 ha), pero se debe considerar que la fragilidad del ambiente es alta por lo explicado en el punto 2 de Caracterización y Diagnóstico dentro del Medio Biótico. Dentro de este factor la topografía y la cobertura vegetal, como referente para la visibilidad entre los grupos de personas en las zonas utilizadas, se presentan en áreas cerradas con limitado espacio y con cobertura vegetal baja.

De los factores psicosociales no se tienen los registros del flujo de visitantes y tamaño del grupo. Lo que se tiene de este factor es la estacionalidad de los visitantes, donde la mayor parte utilizan el camino en invierno, por la temporada de ski y se concentran en el Centro de Lagunillas, en los miradores y en las zonas de descanso. Tampoco se tiene información sobre el tipo de visitante y del diseño de las instalaciones turísticas, las cuales no existen, ya que no se ha efectuado el plan turístico del APP.

Los factores externos de la capacidad de carga es la variable más importante, ya que incluye el desarrollo del uso público del APP, lo cual no es controlable. Dentro de los cambios del paisaje, todos los impactos de los visitantes generan modificaciones a la morfología, a la flora y fauna y por ende al paisaje. Además la oferta y demanda turística del centro de Ski de Lagunillas va a ir en aumento en los próximos años según la tendencia de la última década.

Por la falta de información actual no se puede afirmar si la capacidad de carga se sobrepasa o no, pero debido a lo expuesto anteriormente, en la temporada de invierno, la capacidad de carga a priori supera el límite, lo que se evidencia en la congestión vehicular, en los accidentes y en los impactos sobre el santuario.

- Demografía del Área:

De acuerdo a las cifras proyectadas del atlas regional del GORE (2009), la Región

Metropolitana posee una población aproximada de 6.883.563 habitantes. Esta gran cantidad, ejerce directa e indirectamente una fuerte presión sobre el potencial recreativo y por ende sobre los recursos que tiene San Francisco de Lagunillas. A este problema, se debe agregar también la escasa distancia que existe entre Santiago y el Cajón del Maipo, siendo el tiempo promedio de desplazamiento de alrededor de una hora y media.

De la población aledaña a la ruta se puede estimar que son aproximadamente 120 personas que según la tendencia de crecimiento demográfico de la localidad de San José de Maipo es baja (tasa de 0-1,49) según el INE (2005). Debido a la falta de espacio en este sector es probable que la densidad demográfica se mantenga, ya que no se construirían nuevas viviendas en el corto plazo.

Determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia

- Zonas de Influencia Ecológica (Figura 13):

Para este caso de estudio, la zona de influencia ecológica (ZIE) se definió por variables bióticas como las formaciones vegetacionales en los pisos en que existen. Además se consideró la fragilidad con la susceptibilidad y resistencia de las formaciones frente a cambios del camino y su singularidad. Por último se clasificaron también por las variables abióticas de las comunidades, en donde se incluye el relieve (geoformas), el suelo, la erosión y la hidrografía (Apéndice 3).

- ZIE 1. Litre-Quillay-Boyen:

Esta zona se localiza al comienzo del santuario hasta la quebrada Manzanito por la parte norte del camino. Dentro de las formaciones vegetacionales, además de la presencia de las comunidades que le dan en nombre a la zona se encuentran individuos de espino, tralhuén y rosa mosqueta. La fragilidad de estas formaciones es catalogada por criterio experto (realizadores del plan) de media y su singularidad baja, con una abundancia similar entre las especies dominantes. En las geoformas es principalmente un área inclinada y el suelo de origen aluvial, es profundo, con una textura franco-arcillosa, con presencia de piedra y afloramientos rocosos puntuales. También se encuentran sitios con erosión por cárcavas en un grado No Aparente (0-20% pérdida de suelo) producidas por el agua y por la existencia de taludes de origen antrópicos en el mismo grado que la anterior. En la hidrografía no hay presencia de cursos de agua evidentes.

- ZIE 2. Quebrada Manzanito:

Dentro de las formaciones vegetacionales de la quebrada se encuentran comunidades de ñipa, maitén y rosa mosqueta (siendo la primera la con mayor abundancia), además de la presencia de boyen, azara y crucero. Más arriba en la quebrada las formaciones cambian a arbustos menores con mayor presencia de sitios rocosos y formaciones duras. La fragilidad es catalogada como alta por su cercanía al camino y por ser una

quebrada intermitente. También existe una alta singularidad ecológica y ecosistemas prístinos por la presencia de especies endémicas como *Azara petiolaris* (azara). En años lluviosos pueden producirse inundaciones y remociones en masa, aunque el sistema de evacuación de aguas está en buenas condiciones. Además por las precipitaciones puede existir una contaminación temporal de las aguas por la consistencia blanda del suelo en la zona. La geoforma es inclinado y el suelo es profundo, de origen aluvial, de una textura franco arenosa, de color oscuro y consistencia blanda. Existe presencia de erosión hídrica “No Aparente” y la temporalidad hidrográfica es catalogada como una quebrada intermitente.

Además presenta una accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica, siendo un corredor biológico importante para las especies de flora y fauna.

- ZIE 3. Quillay-Boyen-Corontillo:

La fragilidad es baja y singularidad es media debido a que no existe esta formación a lo largo del camino y en la geoformas es inclinado pero en menor medida que las zonas antes descritas. Es un terreno muy rocoso con rocas grandes distribuidas por toda el área con presencia de interesantes formaciones geomorfológicas. El suelo es similar al de las otras zonas y existe presencia de erosión hídrica “No Aparente” y de talud en un grado “Severo” (40-60% pérdida de suelo). Hay una presencia ocasional de cursos de agua por quebradas intermitentes lo que implica riesgo de inundaciones y de taludes no estabilizados que podrían desencadenar fenómenos de remoción en masa. Presencia de especies introducidas como el *Oryctolagus cuniculus* (Conejo europeo) y *Callipepla californica* (Codorniz).

- ZIE 4. Quillay-Tralhuen-Espino:

Al igual que la zona anterior, su fragilidad y singularidad es baja pero varía en que su geoforma es un cerro. El suelo es de origen aluvial de textura franco arenosa con pequeñas piedras y existe presencia de erosión de cárcavas en un grado “No Aparente” y de Talud en un grado Ligera (20-40% pérdida de suelo). En la hidrografía hay tres quebradas con temporalidad intermitente de agua. Esta zona cambia sus formaciones vegetacionales del kilometro 8 ya que no se encuentran más quillayes y predomina el tralhuén con individuos de espino y huingán. Del kilometro 9 comienzan a aparecer individuos aislados de olivillos. Dentro de esta zona se encuentra la ZIE 5, la cual es descrita a continuación y no tiene mayor influencia en la vegetación ni la morfología de esta zona. Esta es el área donde comienzan los problemas por el mantenimiento que actualmente afecta al camino (Ver en Diagnóstico Territorial), lo que se suma a la presencia de tres quebradas lo que implica riesgo de inundaciones y remociones en masa para la ruta. Hay curvas a lo largo de esta zona en que se producen focos de barro en la temporada de invierno, lo que trae un riesgo para los visitantes.

Presencia de especies introducidas como el *Oryctolagus cuniculus* (Conejo europeo) y *Callipepla californica* (Codorniz).

- ZIE 5. Estero el Sauce:

Esta zona abarca todo el estero El Sauce dentro del área de estudio y las formaciones vegetacionales con mayor presencia en el área son la ñipa con mayor abundancia y también individuos del sauce chileno, espino, quillay y tralhuén. Su fragilidad es alta por el fácil acceso que se tiene del camino. Alta singularidad ecosistémica por presencia de especies nativas que solo se encuentran en cursos de agua en el santuario como lo es el *Salix humboldtiana* (Sauce chileno) y la *Escallonia leucantha* (Ñipa) y de especies endémicas de Olivillos y Lun, siendo un corredor biológico importante para las especies de flora y fauna. Accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica. La geoforma es de valle y el curso de agua del estero se sostiene en un sustrato rocoso liso recurrente en los esteros de montaña. En sus inmediaciones se encuentran áreas erosionadas por conos de derrubios grandes y su hidrografía es permanente. Es también un importante corredor biológico para las especies de flora y fauna asociados a cursos de agua. Formación geomorfológica interesante ya que el estero se sustenta en una roca continua.

- ZIE 6. Olivillo-Lun:

Esta zona comienza con una comunidad de baja cobertura de olivillos hacia el norte del camino y luego aparecen algunos individuos de lunas. Además existe la presencia de rosa mosqueta, tralhuén y huingán. Alta singularidad ecosistémica y pristinidad por presencia de especies endémicas y comunidades únicas de Olivillos y Lun. Además de especies nativas de huingán y tralhuén en menor medida. La geoforma es de tipo cerro. El suelo es de color café oscuro, de consistencia blanda y con mas piedras que las zonas anteriores. Hay erosión en algunos sectores de tipo hídrica de manto en un grado Moderada, de cárcavas de grado No Aparente y de una pequeña cantera en un grado Ligera. Existe presencia de cursos de agua intermitentes. Área en la cual se evidencian directamente los problemas por el fallido mantenimiento al camino, lo que se suma a la presencia de cursos de agua intermitentes por lo que existe riesgo de inundación y remoción en masa. Hay tramos a lo largo de esta zona en que se producen focos de barro y hielo en la temporada de invierno, lo que trae un riesgo para los visitantes.

Presencia de especies introducidas de flora como la *Rosa moschata* (Rosa mosqueta) y de fauna como el *Oryctolagus cuniculus* (Conejo europeo) y *Callipepla californica* (Codorniz). Es además un importante corredor biológico de especies de flora y fauna asociadas a estas comunidades vegetacionales.

- ZIE 7. Arbustos cordilleranos-Tralhuén-Rosa Mosqueta:

En esta zona las formaciones vegetacionales están representadas por matorrales cordilleranos de baja altura como *Acaena alpina* (Cadillo), *Guindilia trinervis* (Guindilla) y *Solanum ligustrinum* (Tomatillo) además de algunos individuos de tralhuén y rosa mosqueta en las partes más bajas del área. En las quebradas se pueden

observar individuos de lunes, olivillos y ñipa. La fragilidad es baja, pero la singularidad es alta ya que es la única área a lo largo de la ruta con ecosistemas de alta montaña. La geoforma es una combinación de cerros y valles. El suelo de color oscuro, pero más claro que el sustrato a lo largo del camino, y es más bien pedregoso pero igualmente de consistencia blanda como las zonas anteriores. La erosión se presenta de tipo hídrica con cárcavas de grado “No Aparente” y también hay presencia de taludes en un grado “Ligera”. Desde esta zona comienzan los primeros trabajos del fallido mantenimiento que generó los problemas con el camino, los cuales van empeorando en el tiempo y a lo largo del trayecto de los daños. Hay tramos a lo largo de esta zona en que se producen focos de barro y hielo en la temporada de invierno, lo que trae un riesgo para los visitantes. Por último existe hidrografía intermitente con riesgo de inundación o remoción en masa.

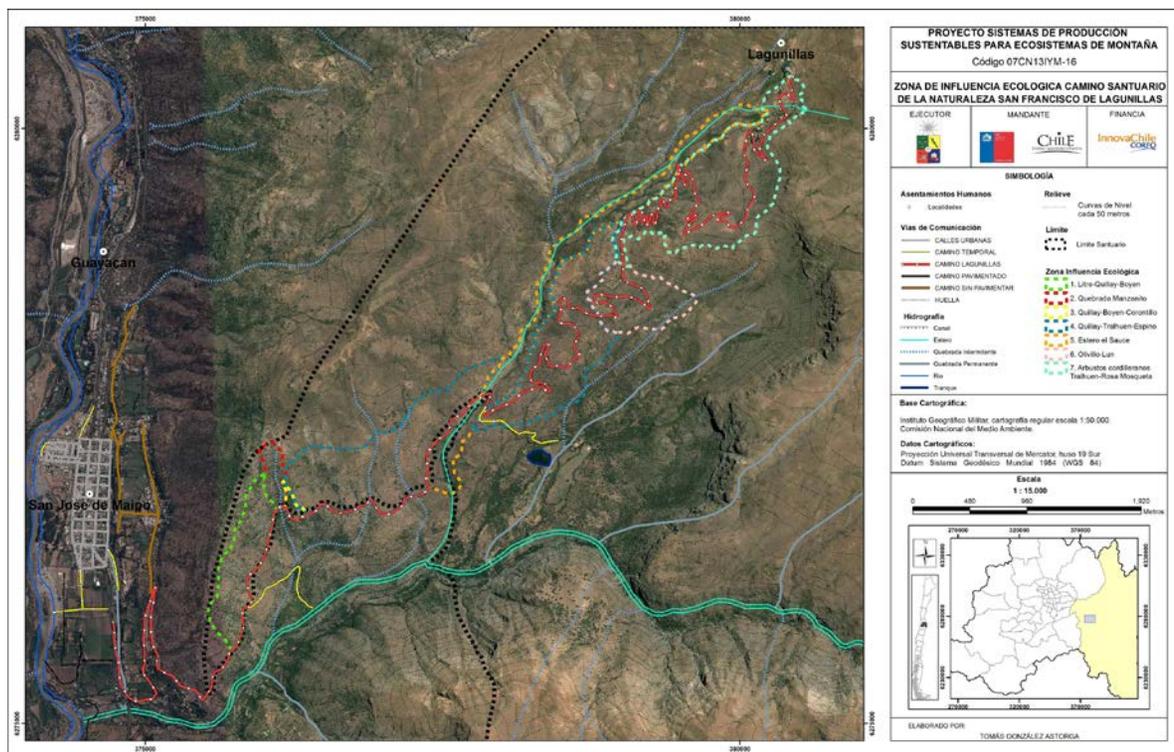


Figura 13. Zonas de Influencia Ecológica

- Zonas de Influencia Sociocultural y Económica (Figura 14):

La zona de influencia sociocultural y económica (ZISE) se determinó según el uso e importancia que el propietario da a las zonas aledañas al camino y su amplitud queda definida por la accesibilidad de los visitantes frente a las distintas zonas.

- ZISE. 1. Inicio a Quebrada Manzanito:

Esta zona está delimitada desde donde comienza el santuario, que es la primera curva

luego del área de viviendas, hasta la Quebrada Manzanito. Está catalogada como un área buffer del Santuario por la cercanía con las casas y del pueblo abajo del camino.

En cuanto a su utilización, no se está realizando ningún tipo de uso, solo está cercado para que no se extraiga leña, controlando dicha acción. Actualmente el cercado del área no es completo y hay partes en que los cercos están colgados, por el avance de los taludes (erosión), o están cortados o en mal estado.

- ZISE. 2. Quebrada Manzanito a Estero el Sauce:

La delimitación de esta zona va desde la Quebrada Manzanito hasta el Estero el Sauce. Es solamente la zona norte del camino ya que hacia abajo (límite sur del camino con el Estero el Sauce) es propiedad de Samuel Grendelman, el cual no ha hecho nada para proteger esta zona. Esto ha inducido a que la influencia de los visitantes sea negativa, ya que por este sector entran al estero el Sauce dejando basura y extrayendo leña de árboles nativos.

En cuanto al uso del área, en este territorio se llevan algunos animales (invernadas) y está mejor cercado que la ZISE inicial. Además aquí se mantiene y conserva el tralhuen, el espino, el quillay, el frangel, el litre y el bollen. Los problemas recurrentes de esta zona con el camino, tienen relación con el tema de la extracción de leña de tralhuen principalmente y de otros árboles nativos.

- ZISE. 3. Estero el Sauce a El “Paradero”

Esta zona va desde el Estero el Sauce hasta el “Paradero”. De aquí hasta el final del camino es territorio del Santuario hasta el centro de ski. Esta área es campo de invernada de los animales, es el núcleo donde está la casa de la propietaria, además de la plantación de nogales y los corrales.

Por falta de recursos monetarios no se ha logrado cercar toda la orilla del camino para proteger zonas donde se encuentran olivillos. Además se ha realizado manejo de cárcavas producidas por los vehículos todo terreno que cortan las curvas del camino en línea recta, junto con los ciclistas, los cuales rompen las barreras. De lo anterior se han instalado curvas de nivel y cercos para obstaculizar este comportamiento.

Aquí se encuentra una zona llamada el “Paradero” donde hay vegetación introducida y es un terreno plano de unas 2 ha. Este lugar se deja como zona de sacrificio, ya que se permite ingresar a los visitantes y se estacionan autos. Aquí la propietaria prefiere que se concentren los cazadores y visitantes en esta área, para que no rompan los cercos en otros lugares. Además hay miradores, zona de picnic, agua y sombra y no hay olivillos que puedan cortar. Existe el interés de aprovechar el potencial turístico del lugar, que permita recibir a más público y descomprima presiones de otras zonas del santuario.

- ZISE. 4. “Paradero” a Centro de Ski:

La última zona va desde el “Paradero” hasta el centro de Ski Lagunillas. En esta área se han cercado algunos lugares y se está aprovechando la vertiente llamada “El Paso del Agua” para complementar el riego de nogales y la plantación de quillayes. Esta vertiente se protege con cercos (2 ha). El aprovechamiento de la vertiente es regulado ya que se riega durante la semana y el fin de semana se cierra la llave para que el agua circule hacia el estero y que no se seque la vegetación. Cabe destacar que antes del refugio hay otra área potencial para mirador.

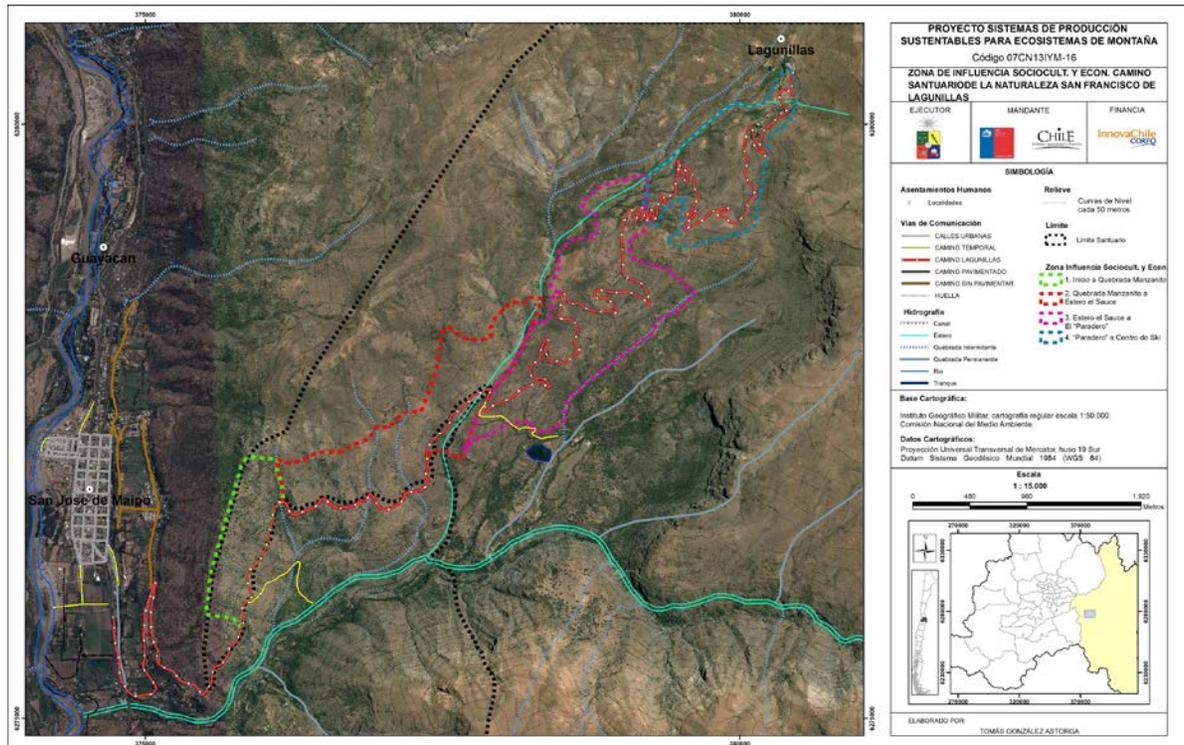


Figura 14. Zonas de Influencia Sociocultural y Económica

- Zonas de Influencia Político-Administrativa (ZIPA) (Figura 15):

Como no hay divisiones político administrativas dentro del santuario, esta zona se definió según los planes y programas públicos y privados que se están implementando actualmente en el santuario.

- ZIPA 1. Zona del Plan de Restauración de Suelos:

Hay dos sitios aledaños al camino que se encuentran dentro del plan para detener la erosión y se ubican en áreas cercanas al camino que bifurca hacia la casa de la propietaria. Además hay otras zonas entre las curvas del camino en que se están realizando curvas de nivel para detener las huellas ilegales de los automóviles y de bicicletas que cortan camino.

- ZIPA 2. Zona del Plan de Reforestación:

Continuo al plan de restauración de suelos se encuentran las zonas de reforestación con quillayes.

- ZIPA 3. Zona del Plan de Mantenimiento:

Esta zona incluye todos los sitios afectados por el fallido mantenimiento del camino, que actualmente continúan siendo un foco de impactos hacia el APP y al camino en sí.

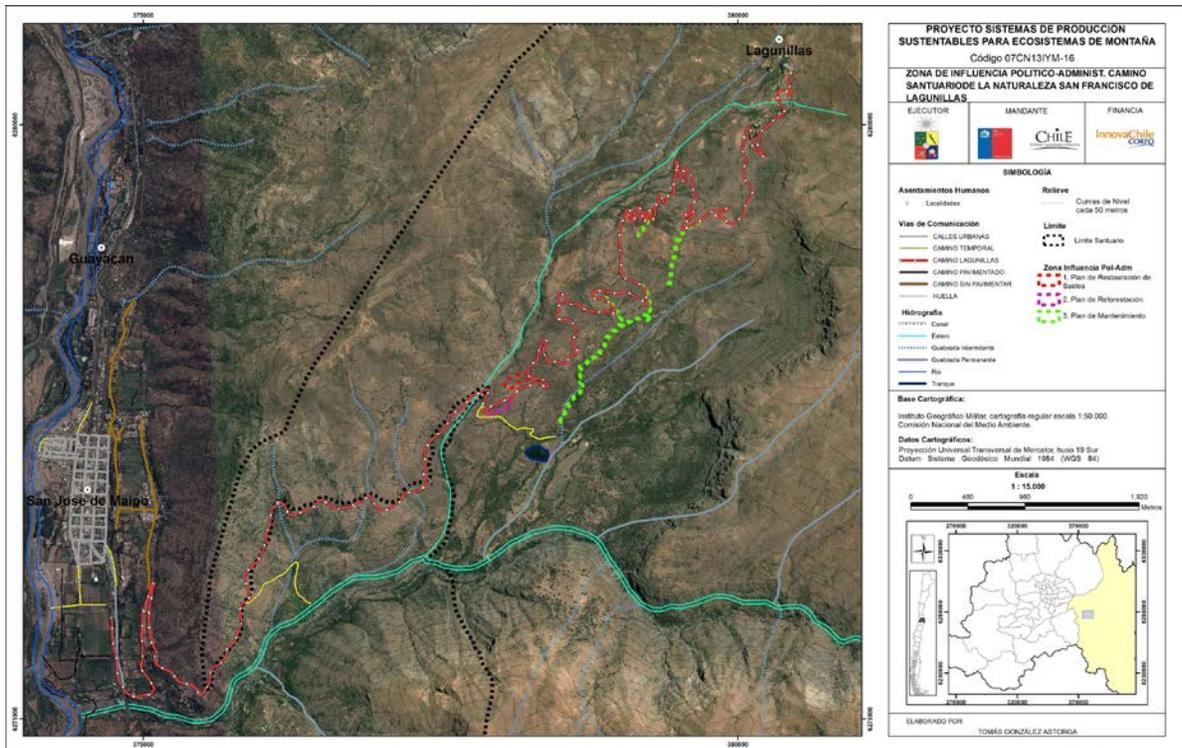


Figura 15. Zonas de Influencia Político-Administrativa

Diagnóstico Territorial

Identificación de Amenazas, Conflictos Territoriales y Potencialidades del Camino

Los puntos críticos de la ruta son expuestos en la Figura 16, donde se observan los sitios prioritarios de manejo o peligro, potencialidad turística entre otros.

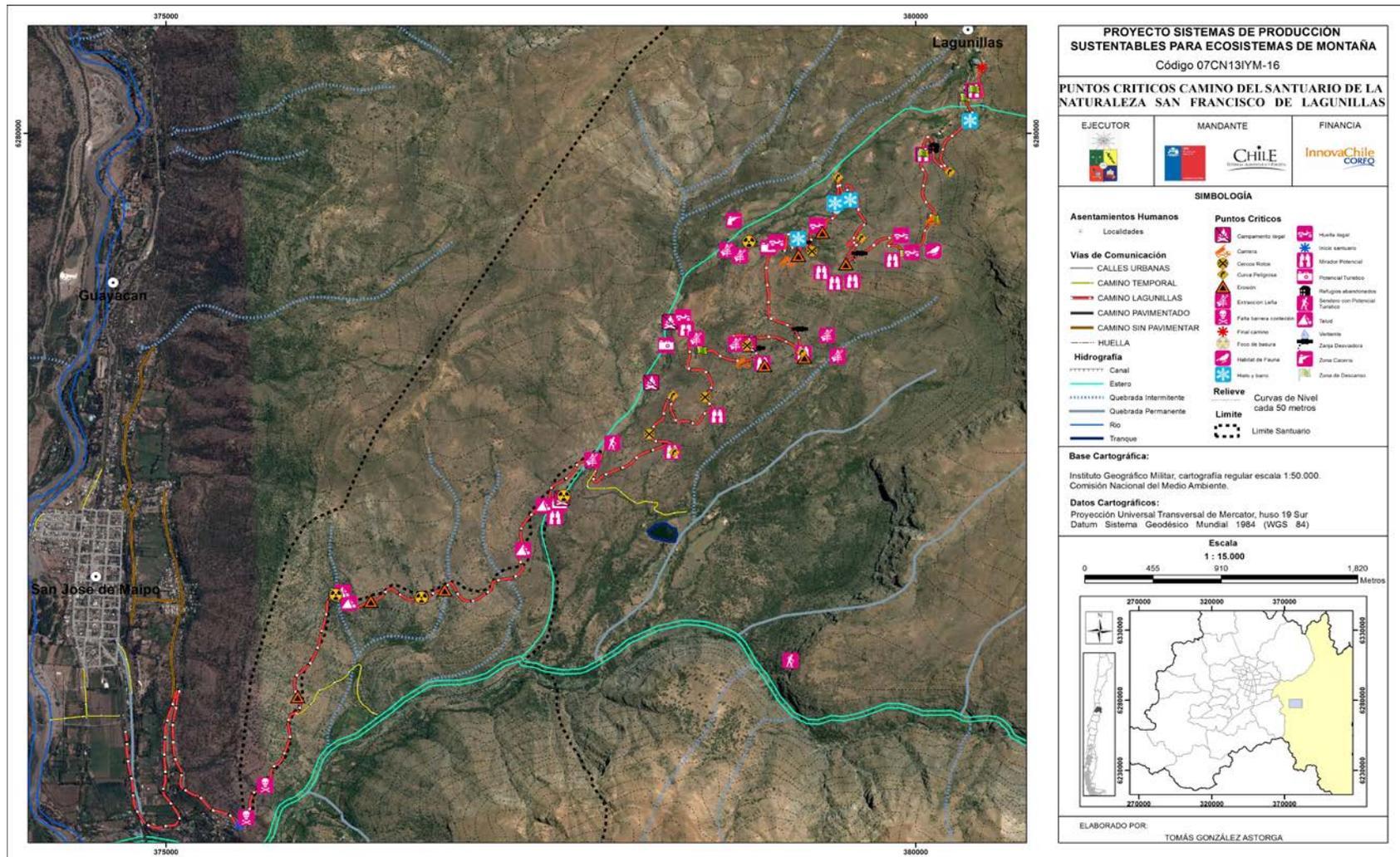


Figura 16. Puntos Críticos de Manejo Prioritario

- Amenazas y Conflictos Territoriales:

a) Extracción de “Tierra de Hojas”:

La extracción de “tierra de hojas” corresponde al barrido del horizonte orgánico del suelo que mantiene los manchones de bosque esclerófilo del Santuarios. Esta primera capa es completamente orgánica, y contiene material vegetal en descomposición, semillas en germinación, y microorganismos. Por lo anterior, al sacar este material del bosque, se disminuye la fertilidad y capacidad de retención de humedad, afectando así su sustentabilidad.

Actualmente no existe normativa para el control y fiscalización de la extracción de “tierra de hojas”, a pesar de sus significativas consecuencias para el medio ambiente, entre las cuales se desatacan: Erosión y degradación del suelo, disminución de la regeneración de la flora y fragmentación y pérdida de ecosistemas (Universidad de Chile, 2011).

En el Santuario la tierra de hoja es extraída en cantidades superiores a las que el bosque produce, afectando a los subhorizontes superiores del suelo, impidiendo la descomposición e incorporación de materia orgánica y la autoregeneración del recurso.

b) Deforestación:

En general, los paisajes de Chile Central han sido profundamente modificados y su vegetación altamente degradada por la acción del hombre. Son excepcionales las muestras de ecosistemas prístinos en el área. La formación de bosque esclerófilo, predominante en los pisos de vegetación inferiores del Cajón del Maipo, está compuesta de árboles y arbustos de hojas duras y resistentes a los grandes cambios de temperatura y humedad. La utilización del bosque nativo como fuente de leña para uso doméstico, es la principal causa de deforestación del Santuario. El tan conocido carbón de espino (*Acacia caven*), aún constituye una fuente de trabajo para un sector de la población rural. Otra especie afectada por el comercio y extracción ilegal a nivel local de leña es el frangel; que afecta la conservación de esta especie de lenta regeneración natural, con importantes formaciones representativas y únicas en Chile ubicadas en el área de estudio.

Al deforestar un sector no solamente se genera un impacto negativo hacia el componente en cuestión, sino que trae consecuencias que pueden afectar a otros componentes y variar en el espacio. Entre los principales podemos mencionar: Pérdida de la biodiversidad del sector, fragmentación y pérdida de ecosistemas, erosión del suelo, cambio en la estructura de la vegetación, disminución de la belleza paisajística y pérdida de hábitat de fauna (Universidad de Chile, 2011). La extracción de leña a tasas mayores que la productividad de los matorrales y bosques se manifiesta en una reducción progresiva de fitomasa y en una disminución de la capacidad productiva. Estas actividades deben regularse para mantener el equilibrio de los ecosistemas y asegurar la permanencia de sus recursos.

En cuanto a las especies y formaciones vegetales con problemas de conservación, según los estudios realizados por los expertos, en el sector correspondiente al Santuario hay especies vegetales que se encuentran catalogadas como especies con problemas de conservación. Estas corresponden a Olivillo Cordillerano o Frangel (*Kageneckia angustifolia*) y a Llaretia (*Laretia acaulis*). Esto es una limitante desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, ya que estas especies son de uso frecuente por los arrieros al extraerlas para leña (frangel) y como hierba medicinal (llaretia). Existen algunos sectores donde aún es posible encontrar poblaciones importantes de estas especies, sin embargo éstas se encuentran en condiciones regulares y bajo constante presión debido a las actividades ganaderas, la explotación que ejercen de los mismos arrieros y la extracción ilegal de especies para leña.

La deforestación que ocurre en el área protegida se debe principalmente a la extracción de leña. Se han observado camiones de 5 toneladas extrayendo leña del Santuario (árboles nativos) e incluso en invierno se han cortado troncos con motosierras. La fiscalización para este tipo de impactos es muy deficiente, casi nula por parte de CONAF y de Carabineros, ya que ambas instituciones deben atrapar en el mismo lugar a los responsables, lo que rara vez ocurre. Un problema asociado a la deforestación, es que los infractores rompen los cercos para extraer la leña desde el camino. Es decir el camino se ha vuelto el “Área de Intervención” de esta amenaza.

Se han realizado denuncias el año 2001 y 2003 sobre personas que se han encontrado cortando olivillos en el Fundo Lagunillas y que destruyen algunos bosquetes ubicados a lo largo del camino y especialmente en el km 12. En estos casos se han tomado sus patentes y sacado fotografías de los hechos.

c) Caza y extracción de especies nativas:

La comuna de San José de Maipo presenta uno de los pocos sectores de la zona central que aún alberga gran parte de su fauna autóctona. Es por ello que se encuentra incluida en el área Santiago Andino como zona con prohibición de caza. La Ley de Caza establece sanciones de entre 3 y 50 Unidades Tributarias Mensuales (UTM) para quienes violen estos espacios protegidos. Los efectos ambientales negativos asociados a las actividades de caza y extracción de especies nativas son: Pérdida de diversidad biológica, ruptura de relaciones con especies asociadas (produce cambios en la composición de la flora y fauna del sector), disminución de la calidad ambiental de la zona y de la naturalidad del lugar (Universidad de Chile, 2011).

Se ha denunciado a los organismos pertinentes en el tema de caza en zonas protegidas apelando a un mayor esfuerzo de fiscalización del Área Prohibida de Caza en la Comuna de San José de Maipo (establecida por Decreto del Ministerio de Agricultura en enero del año 2003) con el fin de proteger la fauna durante 30 años. Actualmente la falta de difusión por parte de la autoridad, y la falta de fiscalización, ha redundado en la proliferación de actividades de caza, especialmente entre los meses de septiembre y mayo. Es común

observar evidencias de cazadores a pie y en vehículo que cazan desde la ruta sin permiso de la propietaria.

El tema de la caza en el santuario es muy complicado, ya que las autoridades competentes en la fiscalización no han apoyado mucho. Actualmente y una vez al año el SAG realiza rondas nocturnas con carabineros de San Bernardo para encontrar a cazadores. Estos últimos acampan, prenden fuego y ponen lazos de forma ilegal en el Santuario. Actualmente se han identificado las patentes de los autos de los cazadores y de acuerdo con el registro de los permisos para cazar se verifica si son reincidentes o si cuentan con la documentación para cazar. De esta forma cuando van a sacar el carnet de caza es fácil poder ubicarlos para desincentivar la acción.

Producto de esta caza reiterada se han encontrado muertos, conejos, lechuzas, zorros, tiuques y diversidad de especies, en algunos casos incluso han baleado animales vacunos. Los propietarios de diversos predios en Lagunillas han tratado de suplir la falta de fiscalización del Área patrullando en las noches y concurriendo a buscar carabineros al reten de San José de Maipo. Sin embargo no se ha logrado que Carabineros realice los procedimientos de denuncia al SAG Metropolitano para que los cazadores sean citados al juzgado del crimen de Puente Alto.

Toda esta situación de facto implica que el Área de Prohibición de Caza no se está implementando. Por esto se solicita a los organismos pertinentes hacer un mayor esfuerzo de fiscalización; coordinarse con otros organismos públicos y privados para mayor difusión, e instruir a carabineros para que se integren a las tareas de fiscalización. Adicionalmente los habitantes locales están dispuestos a apoyar, tanto en las rondas de fiscalización, como en calidad de inspectores honorarios.

d) Turismo sin regulaciones:

Los atractivos naturales del paisaje son los lugares escogidos por los turistas para pasar un rato agradable en contacto con la naturaleza. Muchas de estas áreas han visto sobrepasado su límite de resiliencia a causa del gran número de visitantes que reciben cada año y los recursos naturales que ellos consumen; es decir, el ecosistema en cuestión no tiene la capacidad de regenerarse a la misma velocidad que está siendo explotado. Hay espacios naturales que no presentan una protección por parte del Estado o privados y son terrenos de todos los chilenos. Estos espacios son por ejemplo caminos, riberas de ríos, esteros, lagunas y embalses, en que existe descuido y sobre-explotación de los mismos.

El turismo en la comuna de San José de Maipo recibe su número máximo de visitantes en la estación de verano, es decir, entre los meses de diciembre y febrero. Gran parte de los turistas busca sitios para la recreación, de preferencia en las cercanías de cursos de agua, por lo que un gran número se dirige cada año a esteros reconocidos. Uno de estos es el estero El Sauce, que está dentro del Santuario y que no presentan la infraestructura necesaria, por lo que se daña significativamente el lugar y su entorno.

Esta actividad descontrolada genera impactos negativos en el medio ambiente, dentro de los que se pueden señalar la acumulación de basura de los visitantes. Estos últimos actúan de esta manera ya que no cuentan con la infraestructura necesaria y no conocen y/o tienen una baja valoración del patrimonio ambiental. La acumulación de basura en estos sectores es habitual y es arrastrada por el viento, las crecidas de los cursos de agua y con las lluvias hacia otros sectores del Santuario. Cabe mencionar que parte de esta basura es limpiada manualmente por los mismos propietarios, ya que el camión municipal de la basura no sube por la ruta. Producto a lo anterior, sumado a la falta de servicios higiénicos y a la acción directa de los visitantes, se desencadena una grave contaminación de los cursos de agua que tiene impacto sanitario por residuos sólidos y líquidos.

Por otro lado hay un escaso control de acceso en la entrada del Santuario a personas externas a las dependencias. Esto implica que cualquier persona puede ingresar al área de estudio y realizar acciones que pueden ir en desmedro de las actividades productivas que se realizan, además de afectar los esfuerzos de conservación de los componentes del ecosistema que se pueden estar realizando o que se puedan realizar en el futuro. El acceso a la zona residencial y central del predio, donde se ubica la casa de la propietaria y las viviendas de los trabajadores moradores, se encuentra limitado mediante un portón, pero debido a las grandes distancias entre los diferentes sectores y a la vasta superficie del predio, es complejo realmente controlar el ingreso y el paseo de personas ajenas (Universidad de Chile, 2011).

Por lo anterior es difícil intervenir las acciones de las personas que ingresan al Santuario como la explotación de vegetación nativa, dejar basura, robos, etc. Además existe compactación de suelos por el paso de un enorme número de turistas sobre el sustrato de estos lugares, generando una mayor densidad en el suelo, lo que implica una pérdida de propiedades físicas que impide que la vegetación prolifere. Por último se tiene la deforestación producida por la comunidad local y turistas al utilizar la vegetación como fuente de energía.

Un problema muy grave es que el camino de acceso principal es de una sola vía y hay un tránsito invasivo de turistas del Centro de Ski. Para ingresar al centro de Ski Lagunillas, la cual es una actividad que no realiza directamente la propietaria, pero que se desarrolla en el interior del santuario, es preciso recorrer la ruta de una sola vía que atraviesa el Santuario. Esto implica que existe un flujo relativamente elevado de vehículos sobre todo en la temporada de ski, algunos de los cuales ingresan a sectores no habilitados para estacionarse. Estas paradas furtivas generan una presión sobre sectores con vegetación nativa y suelos con problemas de erosión que afecta a la estabilidad del ecosistema del sector, sobre todo por parte de aquellas personas que se aprontan a recorrer en las inmediaciones del camino por cualquier sector no habilitado para el senderismo. Esto sin mencionar la basura que se suele dejar en los sectores intervenidos. Por otro lado, el hecho que el camino sea de una sola vía constituye un peligro frecuente en el tránsito hacia el centro de ski, que puede significar en accidentes por colisión entre vehículos.

e) Afectación a la Propiedad:

La principal acción que afecta actualmente a la propiedad es el tema del robo y destrucción de los cercos. Se ha observado que los que realizan esta acción son principalmente cazadores y ciclistas.

Otro impacto es el abigeato o cuatrismo (robo de ganado) de los animales del fundo que llegan al camino. En el mayor número de casos se los roban y llevan en camiones, pero también los carnean en el mismo lugar en que los encuentran, llevándose toda la carne comestible (vacas). Lamentablemente no se ha identificado a nadie en el robo de ganado, pero es reconocido por los arrieros y la propietaria que es ejercido por personas que ingresan al predio por sectores remotos. Esta situación es bastante compleja de superar dado que responde a otras limitantes como las distancias, la superficie del predio, la geomorfología del predio y a una conducta cultural compleja de erradicar. Por el contrario hay también personas que dejan los animales ilegalmente en el predio para su alimentación, en que la mayor parte de los casos son caballos

La basura también es un tema, la cual es recogida por los propietarios, ya que el camión recolector no sube hasta los sitios en donde es más recurrente que se deje desperdicios. Y por último los incendios, los cuales no han sido recurrentes, ya que se han prevenido y controlado gracias a que en algunas tardes y noches se sacan a las personas o campistas que están haciendo fogatas.

f) Mantenimiento del Camino:

El MOP realizó el mantenimiento del camino sin problemas durante unos 50 años, pero el año 2005 el ministerio contrató a una empresa contratista (IMACO) para realizar el mantenimiento y obras de drenaje. IMACO realizó una serie de modificaciones al sistema de evacuación de las aguas (Curva N°10 y otras), donde juntaron varios cursos de evacuación de las curvas y las direccionaron de forma tangencial hacia abajo en línea recta, produciendo un zanjón muy grande. Antiguamente el agua se evacuaba hacia las quebradas naturales y al estero que es lo normal que se realice en caminos con pendiente. Pero esta vez cuando llegaron las lluvias se formó un zanjón de 3 m de alto y 4 m de ancho que cortó el camino, llegando a formar un aluvión hasta la propiedad de Sara Larraín que perdió unas 3 ha de nogales y el camino hacia el huerto. Este zanjón sigue produciendo problemas y ya van 2 años en que sigue de la misma manera. Actualmente la propietaria está en juicio con el MOP y con la empresa contratista para que se hagan responsables de los daños al santuario y a la propiedad.

Sara Larraín solicitó a Rodrigo Mateo un Informe de Origen y Evaluación de Daños del aluvión de agua, piedras y barro sobre el Santuario (2007), donde se da cuenta de esta situación en detalle y realiza una valoración de los daños y perjuicios generados. En investigaciones posteriores, se pudo concluir que el problema se originó por la modificación de los drenajes naturales existentes y que fue producto de obras mal diseñadas y construidas

por parte del MOP, a través de su empresa contratista IMACO, realizadas en el invierno del mismo año.

El alud generó, entre otras cosas, la pérdida de suelo mediante erosión de cárcavas de gran potencia en la parte alta del predio. Además fue responsable del traslado y depositación de materiales indeseados, pérdida y daños al suelo agrícola, a plantaciones, a la infraestructura predial y a la vegetación, entre otras.

Actualmente hay otra empresa contratista que hace mantenimiento, llamada “Áridos Maipo” a cargo de Pedro Kastowyky, los cuales una vez al año realizan el mantenimiento, en los meses abril y mayo. En este mantenimiento se perfila la ruta con niveladoras, es decir se va formando el camino, y luego se agrega material por camiones, el cual es desparramado por todo el camino para que los vehículos no patinen. Luego se realiza un roseo con material que se trae de puente alto y se acopia en el área llamada el Manzanito, solo se rosea las partes más difíciles, como curvas. Además, y si esta programado, se van poniendo defensas, alcantarillas y badenes y se revisan las obras de arte como sifones y cunetas.

g) Amenazas ambientales:

Hay áreas erosionadas vinculadas a años lluviosos o a áreas deforestadas, donde se comenzaron a hacer zanjones. Se hicieron barreras de disipación en escaleras y dique de postes para años con lluvias calientes. En zonas de erosión por autos y bicicletas se pusieron barreras de metal y también arado con curvas de nivel y sacos de tierra con falaris para que brotara, pero esto último no funcionó.

También la sequía es una amenaza natural que tiene impactos en la zona de estudio por el efecto sobre el potencial hidrológico, lo que genera incertidumbre y riesgo de disponibilidad de agua para los habitantes y para la agricultura. En esta zona la sequía se genera por una reducción de precipitaciones asociado a un incremento de temperatura en un año normal

La morfología propia del Cajón del Maipo genera que en gran parte de su superficie se presenten riesgos de remoción en masa e inundaciones, asociado principalmente a las laderas con fuertes pendientes. En el caso del Santuario, este se encuentra catalogado con un riesgo alto de remoción en masa en gran parte del predio. Esto constituye un claro riesgo para el desarrollo de actividades que implique un control de un mayor número de personas en sectores internados entre las quebradas y zonas montañosas del predio.

Además se encuentran otras amenazas para los automovilistas como lo es el hielo que se forma a lo largo del camino en la temporada de invierno, el barro cuando precipita y la niebla que sube por el río Maipo durante la mañana y se introduce por las subcuencas que lo alimentan, en este caso los esteros San José y el Sauce.

- Potencialidades del camino:

a) Figura de “Santuario de la Naturaleza”:

El hecho que el predio esté reconocido como Santuario de la Naturaleza implica ciertas obligaciones con respecto a la realización de actividades antrópicas en su interior. Llevar a cabo dichas actividades debe ir acompañado por un manejo acorde a la condición de Santuario, de manera que no vayan en desmedro de la conservación del ecosistema en general. Esta imagen es una potencialidad desde el punto de vista de los objetivos de la Estrategia Regional para la Conservación de Biodiversidad, mediante los Sitios Prioritarios, ya que ayuda a enfocar los esfuerzos en la protección del área protegida.

Refiriéndose específicamente al camino, actualmente no cuenta con un letrero u otra cosa que informe a los visitantes que se está entrando en un área protegida. Su instalación se podría aprovechar para disminuir los impactos del camino hacia el santuario y para sensibilizar a los turistas frente al territorio en el cual realizan su visita.

b) Ruta Escénica y Desarrollo Turístico:

El Santuario tiene un claro potencial turístico, el cual ya está siendo explotado desde hace un tiempo con el centro de ski; aunque esta actividad no pertenece o depende directamente de la propietaria. La geomorfología del predio, con sus formaciones geológicas y montañas impresionantes, hidrografía y quebradas profundas, y la vegetación y fauna nativa existente en vastos sectores del predio, conforman un paisaje natural poco intervenido con un gran número de atractivos turísticos y actividades potenciales a desarrollar.

Por otro lado, la presencia del centro de ski genera gran potencial al predio en el sentido que algunas de las actividades propuestas se pueden generar en torno al centro de ski, de manera de complementar la gama de productos y servicios que se ofrecen en el centro.

La gran potencialidad turística está dada principalmente por la belleza escénica que presenta. Sus impresionantes montañas y grandes formaciones rocosas dan cuenta de esta potencialidad real y escasamente explorada. La belleza escénica del santuario está reflejada en las formaciones geológicas y rocosas, las quebradas profundas y laderas escarpadas, la formaciones hidrográficas (p.ej. sector los tres esteros) y también por la vegetación existente la cual va cambiando a medida que se interna y se asciende por los cerros del santuario. Otros aspectos relevantes son la gran cantidad de sectores con potencial de mirador hacia cerros y valles lejanos, ubicados a diferentes alturas y direcciones.

El camino tiene un tremendo potencial de ruta escénica, por la belleza del paisaje y por la gran cantidad de cambios en la vegetación. Los bosques nativos a lo largo del camino, especialmente los con quillay y olivillo, se han protegido y se observan pocas señales de intervención en casi todo el trayecto. Solo en el comienzo de la ruta instalaron grandes postes de luz, que no van en concordancia con el paisaje. Para aprovechar esta potencialidad y sensibilizar a los visitantes del área en que están, se deben dejar zonas para miradores y de descanso, además de otras para el desarrollo turístico en el futuro, teniendo personas

encargadas en el asunto, administrando las zonas, los baños, los senderos etc. Es decir organizar a los visitantes para que el impacto sobre el medio sea el menor posible.

Actualmente existe un lugar en que los autos se estacionan y en donde se debe realizar un manejo turístico adecuado (Paradero). Esto para disminuir la presión sobre otros sectores del santuario y minimizar los impactos que se producen a lo largo de la ruta y en el lugar en sí. También hay una zona de mirador luego de la curva N° 10, donde existe espacio para que los autos se estacionen y es posible apreciar gran parte de la belleza escénica del santuario. Además existe la idea de un sendero de gran belleza escénica desde el estero el Sauce, hasta el estero San José caminado hacia arriba 1.5 hrs. Este sendero se puede ampliar y llegar hasta Portillo las Cruces o hasta Caletones o a la Vega Quemada o hasta Tres Esteros, lugares reconocidos por su belleza paisajística.

La propietaria tiene interés en implementar el turismo pero relacionándolo con educación ambiental situando letreros y comprando basureros que separen la basura, etc. Debido a las características de santuario es posible generar recursos a largo plazo a través del desarrollo de varios tipos de turismo y actividades relativas tales como turismo aventura, cabalgatas, trekking, deportes de alta montaña como escalada (montañismo) y andinismo (ascensos a las cumbres), observación de fauna nativa, agroturismo, zonas de camping y picnic, entre otros. Además existe una red de senderos establecidos por el desarrollo de la actividad ganadera a sectores recónditos del predio, los cuales se podrían utilizar para el desarrollo de las actividades. Para el desarrollo turístico, se debe tomar en consideración la figura de Santuario de la Naturaleza, la cual exige planes y programas de conservación.

c) Investigación y Educación Ambiental:

La cercanía del Santuario a Santiago, la facilidad de acceso y la existencia de un ecosistema protegido con especies en distintos estados de conservación, brinda importantes ventajas a los investigadores en relación a sitios alternativos.

Los predios son un área visitada y estudiada por naturalistas y biólogos como Adriana Hoffman, Mary Kalin y estudiantes de las facultades de Ciencias y Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad de Chile.

Se han llevado a cabo instancias de educación ambiental con colegios de la comuna y hay interés en desarrollar más actividades de este tipo. La principal barrera es la inexistencia de una infraestructura o organización que pueda generar y organizar estas iniciativas.

d) Accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica:

Existen sectores que presentan gran importancia ecológica en que aún se conservan en buen estado los componentes del ecosistema. Estas zonas, hacia las que es bastante complejo acceder, se encuentran alejadas de las fuentes de presión, como el camino, por ende los aspectos ambientales quedan protegidos de las actividades antrópicas que se realizan en el Santuario. Estos sectores corresponden por ejemplo a fondos de quebrada y sectores con

parches de vegetación natural en laderas escarpadas de los cerros, así como zonas ubicados en laderas de cerros inaccesibles a partir de los caminos existentes. También existen sectores que probablemente han sido muy poco visitados o intervenidos por el hombre en largo tiempo, los cuales constituyen exclusiones naturales.

En el mismo sentido cabe mencionar que existe una regulación natural de la presión sobre algunas poblaciones de Frangel y de Llaretas ubicadas entre los cerros del predio, en especial aquellas ubicadas por la quebrada del estero San José hacia los Tres Esteros. Esto se debe a la escasa posibilidad de acceso para cualquier persona hacia estos sectores del predio, así como compleja accesibilidad (p.ej. caminos y sendero muy escarpados, con alturas y pendientes variables).

e) Cultura de Arrieros y Baqueanos

En el predio habitan y trabajan a diario un conjunto de personas, arrieros y baqueanos con gran experiencia en el desarrollo de actividades productivas en zonas de montaña y muy conocedores del territorio, de sus características y su dinámica en general. Esta cultura, implícita en estos trabajadores, representa un potencial importante para un enriquecimiento de las actividades que se pueden proponer con el plan de manejo. De ellos se pueden rescatar lecciones importantes y conocimientos determinantes para el diseño de las alternativas de acción. Asimismo corresponden a actores fundamentales a considerar para la implementación del plan de manejo una vez esté construido y se pretendan llevar a cabo las actividades propuestas.

Cabe destacar que actualmente se ha vendido la mayor parte del ganado del Santuario por su impacto sobre el área protegida, por lo que los arrieros van a tener más tiempo para realizar otras actividades como por ejemplo las relacionadas con el turismo.

Diagnóstico Territorial de la Ruta

A continuación en el cuadro 11 se muestran los actores que utilizan el camino y que generan problemas al área protegida. Y en los cuadros que le siguen se realiza un diagnóstico por cada ZHI con las amenazas, conflictos territoriales y potencialidades identificadas en el punto anterior.

Cuadro 11. Actores e Impactan y sus Consecuencias en el Santuario

Actores	Impactos	Consecuencias
Cazadores	Caza, campamento ilegal y rotura de cercos	Se afecta negativamente la fauna del santuario, foco de basura e incendios
Leñadores	Extracción ilegal de leña de bosque nativo	Se afecta negativamente la flora y fauna del santuario, al suelo y al paisaje en general

Cuadro 11. Cont. Actores e Impactan y sus Consecuencias en el Santuario

Actores	Impactos	Consecuencias
Visitantes turísticos	Basura (picnic ilegal), erosión, extracción ilegal de leña y rotura de cercos (bicicletas y autos)	Contaminación del suelo y el agua y daños al paisaje, la flora y la fauna.
Comunidad local	Basura en mayores cantidades	Contaminación del suelo y el agua y daños al paisaje en forma de micro-basurales
Contratista encargado de mantener el camino	Ruptura indirecta de alambrado, erosión por malas obras de mantenimiento, destrucción de bosque nativo por maquinaria.	Efectos negativos sobre la propiedad, al suelo, a la flora y fauna y al paisaje en general

Cuadro 12. Zonas de Influencia Ecológica, Amenazas y Conflictos, Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZIE 1. Litre-Quillay-Boyén (Km 3.5-4.9)	Erosión en un grado “No Aparente”. Presencia de especies introducidas de flora como la <i>Rosa moschata</i> (Rosa mosqueta)	Singularidad ecológica baja.
ZIE 2. Quebrada Manzanito (Km 4.9-5.0)	Erosión hídrica catalogada como “No Aparente”. Riesgo de inundaciones y remociones en masa. Alta fragilidad ecosistémica con especies endémicas parasitadas con <i>Tristerix sp.</i> (Quintral). Presencia de especies introducidas de flora como la <i>Rosa moschata</i> y de fauna como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> (Conejo europeo)	Existe una alta singularidad ecológica. Además presenta una accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica.
ZIE 3. Quillay-Boyén-Corontillo (Km 5-5.3)	Erosión hídrica “No Aparente” y de talud en un grado “Severo”. Riesgo de inundaciones y de taludes no estabilizados que podrían desencadenar fenómenos de remoción en masa. Presencia de especies introducidas como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> y <i>Callipepla californica</i> (Codorniz).	Singularidad ecológica media. Interesantes formaciones geomorfológicas con potencial turístico y educativo.

Cuadro 12. Cont. Zonas de Influencia Ecológica, Amenazas y Conflictos, Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZIE 4. Quillay-Tralhuén-Espino (Km 5.3-7.6 y 7.8-10.5)	<p>Erosión de grado “No Aparente” y “Ligera”.</p> <p>Riesgo por problemas de mantenimiento, además de inundaciones y remociones en masa.</p> <p>Focos de barro en la temporada de invierno.</p> <p>Dominancia de tralhuén en toda el área.</p> <p>Presencia de especies introducidas como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> y <i>Callipepla californica</i>.</p>	<p>Singularidad ecológica baja, pero con presencia de quillayes adultos y de individuos de flora endémica como el olivillo.</p>
ZIE 5. Estero el Sauce (Km 7.6-7.8)	<p>Áreas erosionadas por conos de derrubios grandes.</p> <p>Fragilidad alta por la dependencia hídrica de las especies que componen el área.</p> <p>Presencia de especies introducidas de flora como la <i>Rosa moschata</i> (Rosa mosqueta) y de fauna como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> y <i>Callipepla californica</i>.</p>	<p>Formación geomorfológica interesante.</p> <p>Alta singularidad ecosistémica, siendo un corredor biológico importante.</p> <p>Accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica.</p>
ZIE 6. Olivillo-Lun (Km 10.5-11.9)	<p>Erosión de grado “Moderada”, “No Aparente” y “Ligera”.</p> <p>Cursos de agua intermitentes por lo que existe riesgo de inundación y remoción en masa.</p> <p>Focos de barro y hielo en la temporada de invierno, lo que trae un riesgo para los visitantes.</p> <p>Presencia de especies introducidas de flora como la <i>Rosa moschata</i> y de fauna como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> y <i>Callipepla californica</i>.</p>	<p>Alta singularidad ecosistémica y pristinidad por presencia de especies endémicas y comunidades únicas de Olivillos y Lun.</p> <p>Importante corredor biológico de especies de flora y fauna asociadas a estas comunidades.</p>

Cuadro 12. Cont. Zonas de Influencia Ecológica, Amenazas y Conflictos, Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZIE 7. Arbustos cordilleranos-Tralhuen-Rosa Mosqueta (Km 11.9-17.8)	<p>La erosión se presenta de tipo hídrica con cárcavas de grado “No Aparente” y también hay presencia de taludes en un grado “Ligera”.</p> <p>Existen algunas quebradas intermitentes con riesgo de inundación o remoción en masa.</p> <p>Desde esta zona comienzan los primeros trabajos del fallido mantenimiento que generó los problemas con el camino. Estos problemas van empeorando en el tiempo y a lo largo del trayecto de los daños.</p> <p>Hay tramos a lo largo de esta zona en que se producen focos de barro y hielo en la temporada de invierno, lo que trae un riesgo para los visitantes.</p> <p>Presencia de especies introducidas de flora como la <i>Rosa moschata</i> y de fauna como el <i>Oryctolagus cuniculus</i> y <i>Callipepla californica</i>.</p>	<p>Singularidad alta ya que es la única área a lo largo de la ruta con ecosistemas de alta montaña.</p> <p>En las quebradas se pueden observar individuos de lunes, olivillos y ñipa.</p>

Cuadro 13. Zonas de Influencia Sociocultural y Económica, Amenazas, Conflictos y Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZISE 1. Inicio a Quebrada Manzanito (Km 3.7-4.9)	<p>Las que más repercuten en el medio son daños a la propiedad, el turismo sin regulaciones y en menor medida la deforestación y caza y extracción de especies nativas.</p> <p>Faltan barreras de contención en la primera parte del camino de esta zona y control de derrumbes, además de señalética que informe sobre los riesgos de la ruta.</p>	<p>Además de estar la figura de “Santuario de la Naturaleza”, que está en todas las zonas, está la ruta escénica y desarrollo turístico, la investigación y educación ambiental y la accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica como lo es la Quebrada Manzanito</p>

Cuadro 13. Cont. Zonas de Influencia Sociocultural y Económica, Amenazas, Conflictos y Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZISE 2. Quebrada Manzanito a Estero el Sauce (Km 4.9-7.6)	La amenaza con mayor relevancia es el turismo sin regulaciones y sus consecuencias como la basura y los sitios de camping ilegales a lo largo del estero el Sauce y sus alrededores. Además en menor medida se encuentran evidencias de caza y extracción de especies nativas y daños a la propiedad	En las potencialidades tenemos la ruta escénica y desarrollo turístico por la belleza del estero y también la investigación y educación ambiental por la presencia de senderos
ZISE 3. Estero el Sauce a El "Paradero" (Km 7.6-12.8)	Es la zona donde más amenazas y conflictos tiene; como la deforestación ilegal de olivillos, la caza y extracción de especies nativas y de "Tierra de Hojas", el turismo sin regulaciones, robo de cercos, además de los camping y basura que dejan los visitantes a lo largo del estero el Sauce y en el sector del "Paradero". Es además donde mayor impacto tiene el mantenimiento del camino en las obras de drenaje y la cantera más grande en que se extraía material se ubica aquí.	Están todas las descritas pero en mayor medida la ruta escénica y desarrollo turístico por su localización, pendiente y extensión. Además se puede aprovechar el lugar para la investigación y educación ambiental
ZISE 4. "Paradero" a Centro de Ski (Km 12.8-17.8)	Se tienen conflictos asociados al turismo sin regulaciones, deforestación de olivillos y caza y extracción de especies nativas. Además aquí comienza el impacto del mantenimiento del camino.	Se encuentra la ruta escénica y desarrollo turístico por la gran cantidad de miradores potenciales que hay, la accesibilidad limitada a sectores con importancia ecológica y la investigación y educación ambiental.

Cuadro 14. Zonas de Influencia Político-Administrativa, Amenazas, Conflictos y Potencialidades

ZHI	Amenazas y Conflictos territoriales	Potencialidades
ZIPA 1. Zona del Plan de Restauración de Suelos (Km 8.5-8.6 y 12.2-12.3)	La erosión y las huellas que abren los vehículos todo terreno a lo largo del camino.	Este tipo de medidas favorece a que el territorio se reconozca como “Santuario de la Naturaleza” y así favorecer a los objetivos de conservación. Principalmente este plan favorece a mejorar la ruta escénica y el desarrollo turístico al detener la erosión. Además es un apoyo al tema de investigación y educación ambiental como ejemplo de restauración de suelos en zonas de montaña.
ZIPA 2. Zona del Plan de Reforestación (Km 7.7-7.9)	La sequia es la amenaza ambiental más grande de estas áreas, ya que dependen directamente de la cantidad de agua en las vertientes y esteros del santuario.	Este tipo de medidas favorece a que el territorio se reconozca como “Santuario de la Naturaleza” y así favorecer a los objetivos de conservación. Principalmente este plan favorece a mejorar la ruta escénica y el desarrollo turístico al incluir arboles nativos a lo largo del camino. Además es un apoyo al tema de investigación y educación ambiental como ejemplo de reforestación en zonas de montaña.
ZIPA 3. Zona del Plan de Mantenimiento (Km 10.5-10.7, 11.3-11.5, 12.8-12.9 y 14.8-15)	La erosión hídrica es a mayor amenaza que sufre esta zona, ya que cada año se aumenta el tamaño de la cárcava producida por los canales de desviación mal construidos, afectando a la propiedad y a los ecosistemas naturales. En si misma esta zona es una amenaza de inundación y remoción en masa.	Un mantenimiento bien hecho puede mejorar la evacuación de las aguas que afectan al camino y así disminuir las amenazas de inundaciones y remociones en masa.

Objetivos de Uso Requeridos

Identificación de los Objetivos de Uso y la Meta del Camino

El principal interés del Santuario San Francisco es controlar la caza furtiva, prohibir la tala ilegal de bosque nativo y minimizar los impactos de los visitantes que llegan por el camino. De esta forma se lograría disminuir la presión que se ejerce sobre el área protegida, minimizando el daño a las áreas naturales y a la propiedad privada aledaña a la ruta.

Por otro lado existe la prioridad de dedicarse al tema del turismo científico y educación ambiental. El desarrollo de futuras actividades de educación, no sólo se pueden dirigir al interior del Santuario, sino que también a las comunidades rurales y urbanas aledañas. En este contexto se podrían desarrollar programas educativos dentro de los cuales educadores voluntarios, serían elementos fundamentales tanto para los ciclos de charlas, orientadas a crear una conciencia ecológica, como para las visitas a terreno.

Además se quiere desarrollar actividades turísticas sustentables, tales como turismo científico y ecoturismo, que aprovechen el camino como puerta de entrada hacia los servicios que el APP puede dar. Complementario a esto, se pretende construir cabañas y una sala de reuniones, realizar cabalgatas y habilitar senderos, muchos de los cuales ya tienen huella, que aprovechen la belleza escénica del predio y que contemplen el desarrollo de actividades recreacionales.

A corto plazo se pretende mejorar los caminos que bifurcan de la ruta investigada y los portones. Además se quiere instalar un letrero de ingreso al santuario y de señalética al interior de la propiedad, en distintos tramos del camino, para que los visitantes vean la importancia de la flora y fauna con problemas de conservación.

También se quiere terminar de reparar los cercos existentes en el predio con postes de tralhuén para que no se roben la madera de los cercos. Esto principalmente para detener la extracción descontrolada de leña y tierra de hoja que está afectando seriamente los remanentes de las formaciones de bosque esclerófilo y espinoso y para controlar la caza ilegal dentro del APP. Junto con el cercado se está ayudando a la conservación de áreas de reproducción de especies nativas como Lun y Frangel, entre las cotas 1500 y 2000 msnm. Para el tema de la caza se pretende controlar el acceso de los cazadores ilegales los cuales no solo cazan fauna introducida, como conejos y codornices, sino también perdices, turcas, tórtolas, entre otras especies nativas afectadas.

A mediano plazo se quiere estabilizar la cantera más grande ubicada en el “Paradero” y reparar los cercos colgados que existen en las zonas donde los taludes no han sido estabilizados. A esto se le suma el terminar de implementar el programa de reforestación comenzado mediante la aplicación del plan de manejo que actualmente posee el predio. Relacionado a esto, la propietaria contempla plantaciones de especies nativas bajo la cota 1.500 msnm.

Existe el interés por generar recursos monetarios a largo plazo para la implementación del presente plan, de esta forma comprar basureros que separen la basura y situar carteles recreacionales e informativos. También se pretende controlar el turismo no regulado en áreas de alta actividad antrópica, bajo el fundamento de que el territorio sufre un deterioro que afecta el cumplimiento de las funciones ecológicas de los sectores cuya capacidad de carga (CC) es sobrepasada. De esta forma se pretende que los usos intensivos de recreación sean acordes con la CC.

Además existe el objetivo de lograr una mantención de los bosques con alta singularidad en estructura y/o composición, los cuales son formaciones vegetales escasas y singulares en la Región Metropolitana. En primer lugar es necesario realizar una conservación prioritaria a los que están en mejores condiciones.

A pesar de que existe interés en hacer proyectos conjuntos con universidades a corto plazo, no lo hay en realizarlos con emprendedores locales u organizaciones dentro del Santuario, ya que se necesita una estrategia específica para cada sector. Pero a largo plazo sí hay interés en tener acuerdos de uso con terceros, en que la persona defina bien la actividad a realizar y se comprometa a la protección y pago por su uso, ya que estos recursos monetarios se pueden invertir en arreglar la infraestructura del santuario. La idea es ir institucionalizando distintas iniciativas de uso compatible con el destino del predio, pero en relación a una estrategia interna de qué se quiere lograr, con delimitación de áreas para definir su respectivo uso y así priorizar las áreas definidas para cada iniciativa.

Es primordial mantener los cursos y cuerpos de agua lo más natural posible, por lo que se quieren determinar las demandas hídricas ambientales (caudales mínimos aconsejables en el caso de cada curso de agua) que permitan estimar las extracciones máximas de agua. Dentro de las demandas se quiere incluir la valoración ecosistémica, ya que el uso excesivo de estos recursos implica un impacto directo e irreversible sobre los ecosistemas asociados a cuerpos y cursos de agua. Sumado a lo anterior se quieren proteger de forma prioritaria fuentes de abastecimiento de agua, como lo es “El Paso del Agua” de forma que nos se produzcan alteraciones en aquellos cauces superficiales que son usados como fuentes de abastecimiento de agua potable. Junto con esto se pretenden prevenir daños por inundaciones y aluviones y reducir la fuerza erosiva y el arrastre de sedimentos. Esto se puede lograr gracias a la regulación de la velocidad de las aguas que reduzca su turbiedad, la erosión, el transporte de carga sólida y conlleve a la estabilización del cauce a partir del estudio realizado por Rodrigo Mateo (2007).

Por último se pretende incrementar la estabilidad de laderas y taludes e impedir los desprendimientos y deslizamientos en áreas frágiles y en sectores afectados por las obras de drenaje. Esto ya que existe una alta inestabilidad de las rocas sedimentarias detríticas y de los afloramientos rocosos al interior de las microcuencas hídricas, lo que potencia un escenario de alta amenaza generalizada.

De acuerdo con Áridos Maipo, la empresa a cargo del mantenimiento del camino, las

principales acciones que se llevarán a cabo hasta octubre del año 2012, según el contrato con Vialidad, son re-perfilado simple con riego, limpieza manual de la faja del camino (para que no obstaculice la señalética), limpieza de foso, alcantarillas y sifones y emparejar el camino con moto niveladora y retroexcavadora. Para el caso de la seguridad se pretende realizar reemplazo de placas señaléticas verticales y laterales, reparar barreras de contención y situar barreras metálicas de seguridad. Para el caso de las amenazas ambientales se va a realizar un relleno de erosiones (proceso que afecta el ancho de la ruta recuperando ese trozo la calzada) y remoción y despeje de derrumbes y nieve. Esta última en contacto con la superficie del camino se compacta y se congela en forma de hielo y debe ser removida con la retroexcavadora.

Zonificación y Normas de Manejo Asociadas

Objetivos de la Zonificación

Para la ruta, la zonificación viene a dar respuesta a las amenazas, conflictos y potencialidades de las zonas de influencias, de manera de clasificar el territorio en un plan de manejo que tome medidas frente a objetivos de uso del santuario, de la dirección de Vialidad del MOP (a través de Áridos Maipo) y de las prácticas que actualmente se están llevando a cabo.

La zonificación, en este caso de estudio, se presenta de una forma progresiva en dos fases, la primera se establece para enfrentar los problemas e impactos de la ruta que necesiten medidas a corto plazo, ya que desde el mantenedor del camino (Dirección de vialidad del MOP y la concesionaria contratada) hasta la comunidad local generan conflictos en el santuario (Cuadro 15, figura 17).

La segunda fase propone zonificar el camino en la medida que la vía sea lo más parecido a una ruta escénica. Con el objetivo de que la ruta sea el medio a través de la cual las personas puedan valorar el entorno y disfrutarlo en un ambiente seguro, con señalética y control de amenazas, además limpio y sin basurales (Cuadro 16, figura 18).

Con esta zonificación progresiva primero se van a reducir y mitigar los conflictos y amenazas estructurales como basura, corta de vegetación y caza ilegal, además de enfrentar los problemas de la construcción de la ruta que hacen que el entorno del camino se perciba como un ambiente degradado y no precisamente como una ruta escénica a pesar del extraordinario paisaje que presenta.

La señalética, la mitigación de impactos y la prevención de que los conflictos actuales no se repitan en el futuro dan el piso para la construcción de otras cosas como el desarrollo turístico. En caso contrario, sin un control base, la apertura de nuevas rutas o senderos escénicos va a traer más focos de nuevos impactos en otras zonas, sin antes haber enfrentado o reparado los anteriores.

Cruce de Variables de Zonificación

Primera Zonificación:

Cuadro 15. Clasificación de la Primera Zonificación

Zonificación Base	Tipo de Zona	Estado	Objetivos de Uso	Normas de Manejo
Zonas de Seguridad.	Zonas que necesitan señalética (Km 3-3.2, 3.3-3.4, 4.8-4.9 y 13.1-13.2).	Falta de señalética.	Presentación de plan de instalación de señalética informativa y estaciones de educación ambiental. Participar en las propuestas de localización.	Zonificar las zonas afectadas y proponer lugares para situar señalética en los sectores que lo necesitan.
	Curvas peligrosas sin seguridad vial. Km 8.5, 9.1, 11.7, 14.5, 15.1 y 17.6).	Falta de barras de contención y señalética.	Presentación de plan para la propuesta de instalación de barras de contención. Participar en las propuestas de localización.	Zonificar las zonas afectadas y proponer lugares para situar barras de contención y señalética en los sectores que lo necesitan.
	Riesgo de derrumbes, hielo y barro. (Km 3-3.4, 12.8, 14.3-14.4, 14.7-14.8, 16-16.2, 17.7-17.8 y 17.9-18).	Falta de medidas y de señalética de las zonas riesgosas.	Presentación de plan para mejorar estas áreas e instalar señalética. Participar en las propuestas de localización.	Zonificar las zonas afectadas y proponer lugares para situar señalética en los sectores que lo necesitan.
Zonas de Restauración.	Restauración de suelos por huellas (km 8.6-8.8, 10.1, 12.3-12.8, 13.2 y 16.1-16.4).	Curvas de la ruta unida por huellas de vehículos todo terreno.	Reparar los cercos hasta la zona del "Paradero", para impedir el ingreso y en donde se requiera situar barras de metal.	Realizar zanjas por curvas de nivel en las huellas arriba del paradero con rocas. Además situar barreras de metal con cimientos para que no se puedan remover. Postular a fondos públicos sobre restauración de suelos.

Cuadro 15. Cont. Clasificación de la Primera Zonificación

Zonificación Base	Tipo de Zona	Estado	Objetivos de Uso	Normas de Manejo
Zonas de Restauración.	Restauración de suelos por erosión.	Presencia de conos de derrubios (Km 7.5 y 12.9).	Medidas aplicables a criterio profesional.	Técnicas vegetativas y mecánicas. Postular a fondos públicos sobre restauración de suelos.
		Presencia de cárcavas (Km 5.3 y 13.2).	Medidas aplicables a criterio profesional.	Técnicas vegetativas y mecánicas. Postular a fondos públicos sobre restauración de suelos.
		Presencia de erosión de manto (Km 5.7-5.9).	Medidas aplicables a criterio profesional.	Técnicas vegetativas y mecánicas. Postular a fondos públicos sobre restauración de suelos.
Zonas de Estabilización.	Taludes, canteras y laderas vulnerables a deslizamientos.	Presencia de taludes y laderas vulnerables (Km 5-5.1 y 6.6-7.2).	Estabilización mecánica por parte del MOP.	Proponer técnicas vegetativas y mecánicas (gaviones) al MOP.
		Canteras (Km 10.6, 12.4 y 16.7).	Estabilización mecánica por parte del MOP.	Proponer técnicas vegetativas y mecánicas al MOP.
Zona de Protección.	Cursos de agua y corredores biológicos (Km 4.9-5.0 y 7.6-7.8).	Causes y corredores biológicos con protección no efectiva.	Cercado.	Despejar las zonas con evidencias de campamento ilegales, proteger con nuevos cercos y situar señalética informativa en los sectores que lo necesitan.
	Vertientes (Km 14.2-14.3).	Vertientes que necesitan protección.	Cercado.	Proteger con nuevos cercos y situar señalética informativa en los sectores que lo necesitan.

Cuadro 15. Cont. Clasificación de la Primera Zonificación

Zonificación Base	Tipo de Zona	Estado	Objetivos de Uso	Normas de Manejo
Zona de Protección.	Formaciones vegetacionales y hábitat de fauna (Km 5-5.3, 10.1-10.2, 10.5-11.9 y 16.5).	Áreas con frecuente extracción de leña y tierra de hojas y caza ilegal.	Cercado.	Proteger con cercos y señalética y excluir de uso antrópico.
Zona de Rehabilitación.	Áreas con Basura (Km 4.9, 5.6, 7.5 y 12.3).	Micro basurales que necesitan ser limpiados.	Limpiar y intentar mejorar la fiscalización.	Situar señalética y limpiar los basurales actuales.
	Áreas afectadas por Mantenimiento (Km 10.5-10.7, 11.3-11.5, 12.8-12.9 y 14.8-15).	Áreas con problemas de drenaje por el fallido mantenimiento o pasado.	Continuar con las acciones legales para que las zonas sean recuperadas por el MOP o la concesionaria de acuerdo al informe de Rodrigo Mateo (2007).	Delimitar las zonas, prohibir el acceso a ellas y en caso de que se requiera proponer técnicas mecánicas para su estabilización.
	Áreas de Sucesión con baja Diversidad (Km 5.3-7.6 y 7.8-10.5).	Presencia casi exclusiva de tralhuén.	Utilizar las ramas secundarias para la construcción de cercos.	Corta selectiva y reforestación de estas áreas.
	Áreas de Reforestación con Especies Nativas (Km 3.5-4.9 y 7.8-8.4).	Zonas con la necesidad de diversificar su composición vegetal.	Continuar con la reforestación y ver nuevos lugares para su emplazamiento.	Proponer nuevas áreas de reforestación hasta el "Paso del Agua" en sitios prioritarios.
	Áreas con Especies Introducidas (Km 12.2).	Presencia de especies introducidas que necesiten control.	Interés en control de las especies, principalmente conejo y rosa mosqueta.	Solicitar al SAG o Centros de Rehabilitación o Recuperación animal para controlar especies introducidas (con aves rapaces y zorros).
Zonas de Desarrollo Turístico.	Áreas Turísticas Potenciales (Km 7.5, 12.3 y 16.4).	Áreas con potencial Turístico.	Interés a largo plazo.	Delimitar las zonas y proponer alternativas de desarrollo.

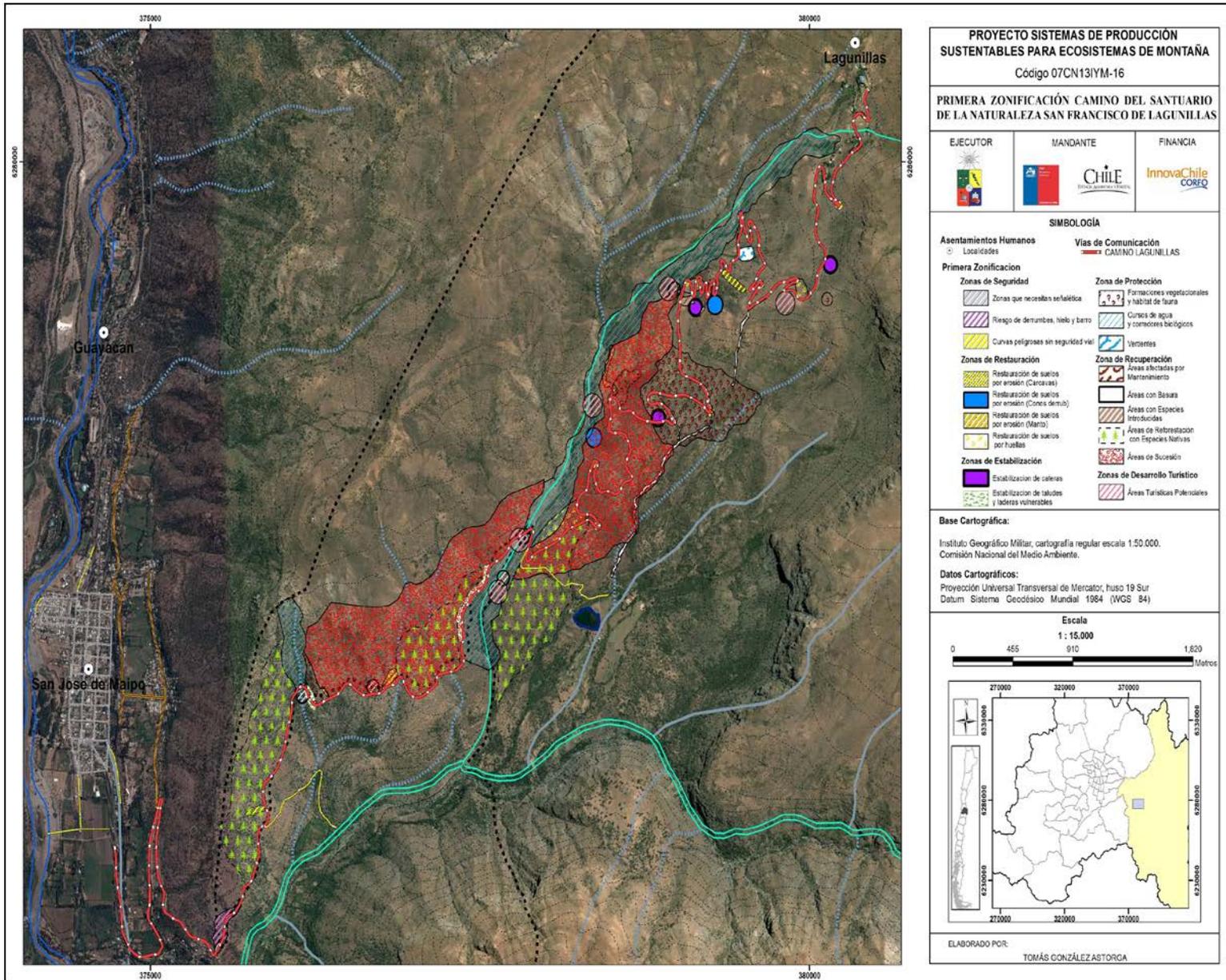


Figura 17. Primera Zonificación Base

Segunda Zonificación:

Cuadro 16. Clasificación de la Segunda Zonificación

Zonificación Base	Tipo de Zona	Estado	Objetivos de Uso	Normas de Manejo
Zonas de Seguridad.	Áreas de Descanso (Km 4.9, 10.4, 16.4, 16.7, 17.1 y 18).	Sin Señalética.	Presentación de plan para la habilitación de estas áreas e instalación de señalética. Participar en las propuestas de localización.	Luego de su construcción por parte del MOP se deben adecuar las zonas de descanso que colindan con el santuario para que no se produzcan impactos o conflictos a los objetos naturales.
Zonas de Desarrollo Turístico.	Áreas Turísticas (Km 7.6-7.8, 12-12.5, 16-16.4, 17-17.1).	Áreas con desarrollo turístico no regulado.	Interés a largo plazo.	Adecuar las zonas turísticas que están dentro del santuario para que no se produzcan impactos o conflictos a los objetos naturales.
	Senderos (Km 7.6 y 8.5).	Senderos existentes o futuros, con escaso desarrollo.	Interés a largo plazo.	Adecuar los senderos actuales y proponer otros de forma turística para que no se produzcan impactos o conflictos a los objetos naturales.
	Ruta de Descenso de Bicicletas (Km 4.9 y 17).	No existe.	Interés a largo plazo.	Proponer rutas de descenso de bicicletas de forma que no se produzcan impactos o conflictos a los objetos naturales.
	Miradores (Km 7.6, 8.5, 9.3, 10.3, 10.7, 11.7, 16.4, 17.1 y 18).	Sectores de belleza visual.	Interés a largo plazo.	Adecuar los miradores actuales que colindan con el santuario instalando señalética que informe de la belleza y singularidad de lo que se esta mirando.

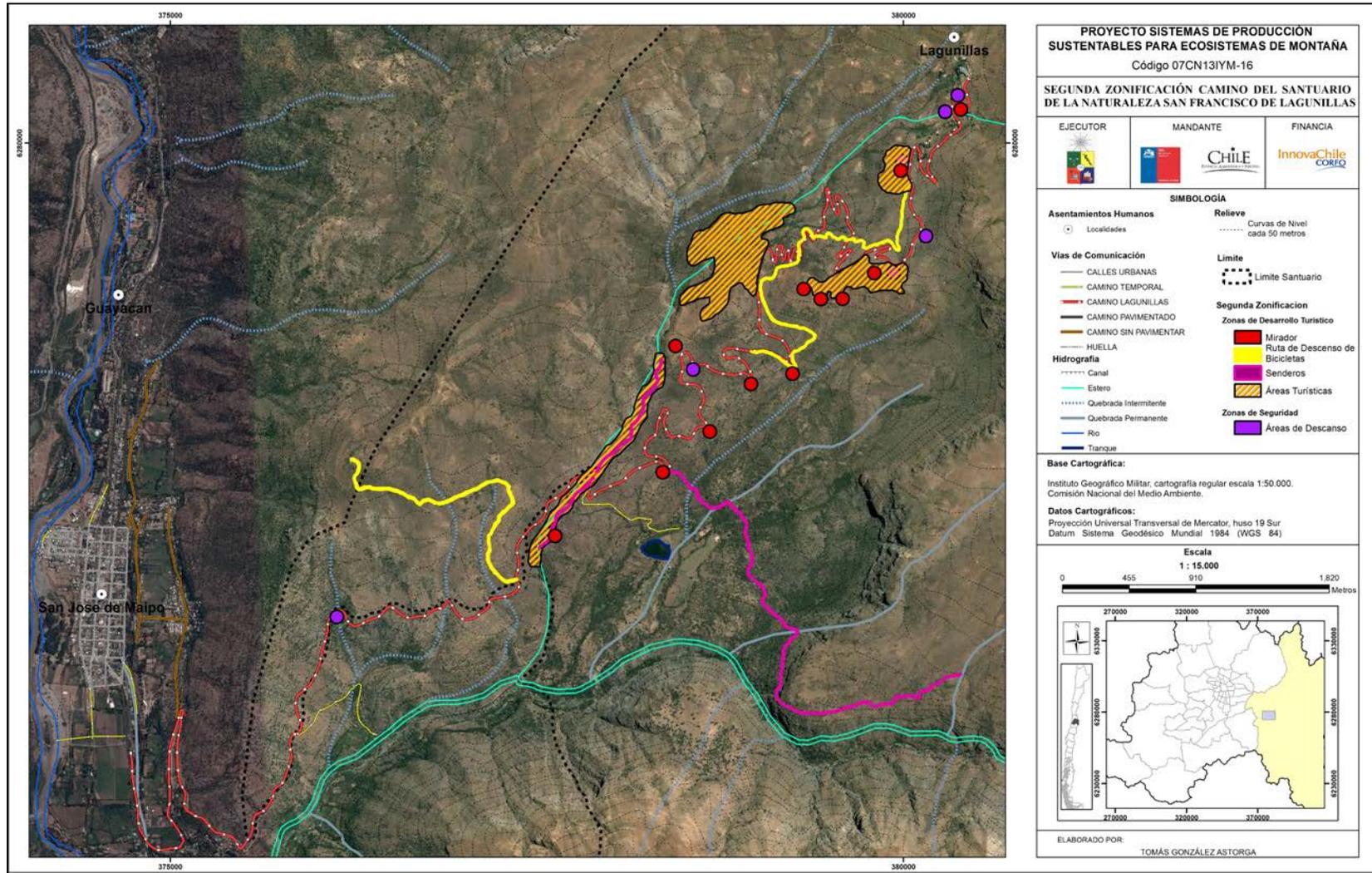


Figura 18. Segunda Zonificación Base

Desarrollo de una Memoria Explicativa de la Propuesta de Plan de Manejo

Debido a la zonificación progresiva, el plan de manejo del camino va a contar con normas de manejo adecuadas a las áreas, las cuales serán aplicadas en diferentes periodos de tiempo. La zonificación va a estar apoyada por el emplazamiento de carteles grandes, en el inicio del santuario y otro en el sector del Paradero, que van a señalar que se está en un Área Protegida. Además se van a situar carteles de madera con el mismo estilo que los letreros grandes que indiquen las zonas que son de protección, de estabilización, de seguridad, de recuperación, de restauración y de desarrollo turístico, con una pequeña frase informativa.

Para un periodo de corto a mediano plazo la primera zonificación va a contar con tres zonas distintas de seguridad (Ver cuadro 15 y figura 17) las cuales se van a poder visualizar, junto con las propuestas de localización para la señalética.

A su vez se van a poder observar las zonas de restauración (Ver cuadro 15 y figura 17) las cuales tienen medidas específicas para cada caso. Antes de seleccionar la técnica in situ que se utilizará para la conservación de suelos y definir las distancias entre las estructuras, ya sean barreras vivas, zanjas de infiltración o curvas a nivel, es necesario conocer el grado de la pendiente y a partir de esto implementar las medidas propuestas para cada área a restaurar. Las zonas de restauración de suelos por huellas se identifican en tres sectores:

- En el primer sector, la huella no se sigue utilizando por vehículos, ya que la barrera de contención actual cumplió su objetivo. Aquí se propone restaurar el suelo por medio de zanjas de infiltración por curvas de nivel de 30 cm de profundidad cada 20 m de acuerdo a Carrasco y Riquelme (2003).
- En el segundo sector, el cual es actualmente el más utilizado por vehículos, se propone situar zanjas de infiltración de 1 m máximo de profundidad cada 8 m con rocas de más de 50 cm de diámetro en la huella y en las otras alternativas de acceso ilegal. En cada curva afectada por las huellas se propone instalar barreras de metal con cimientos para que no se puedan remover y que impidan la entrada a la huella.
- El tercer sector tiene la huella más larga y es utilizada en menor medida que la anterior y se propone construir zanjas de infiltración de 50 cm de profundidad cada 20 metros por las curvas de nivel, además de situar barreras de metal en la entrada y salida de la huella.

Para el caso de los conos de derrubios se necesitan utilizar técnicas vegetativas y mecánicas para su restauración y estabilización. Dentro de las vegetativas las especies a utilizar van a depender del piso vegetacional en que se encuentre. En sitios muy alterados conviene generar matrices de arbustos que arraiguen bien y posteriormente plantar árboles. Una de las mejores opciones es tomar en cuenta la localización, la pendiente y la disponibilidad hídrica de los conos y luego sembrar de forma aleatoria en los dos conos de derrubios a restaurar. Para el caso de las técnicas mecánicas se propone instalar defensas tipo cercos de contención de 2 m de ancho y 1.5 de alto, construidas por restos de podas o por corta selectiva de tralhuén en zonas de sucesión. Estas defensas van para ambos conos de

derrubios a una distancia de 6 m verticales y 4 horizontales entre ellas, para así detener el deslizamiento de piedras y tierras y favorecer la siembra de las especies que se exponen a continuación:

- El primer cono de derrubio se ubica en el piso del bosque esclerófilo y arbustos como *Baccharis linearis* (romerillo), *Cestrum parqui* (palqui) o *Retanilla trinervis* (trevo) contribuyen a mejorar las condiciones para posteriormente plantar quillayes y litres.
- El segundo cono se ubica en el piso subandino y aquí se debe trabajar con *Guindilia trinervis* (guindilla) o, en sitios con más pendiente, *Colliguaja integerrima* (Colliguay) y después se puede reforestar con *Kageneckia angustifolia* (olivillo)³.

La mantención de una cubierta forestal permanente y la aplicación de técnicas de control de erosión, especialmente en los sectores de pendiente fuerte, es un excelente método de conservación de suelos, debido a que contribuye a disminuir su pérdida y favorece la incorporación de materia orgánica. Las hileras de las plantaciones deben efectuarse en el sentido de las curvas de nivel y no en el sentido de la pendiente, para frenar la velocidad de escurrimiento superficial del agua e impedir la formación de canales de erosión.

Para el control de cárcavas se debe en primer lugar prevenir la erosión hídrica en la cabecera de la misma. Esto se realiza con canales de desviación a una distancia hacia arriba de la cabecera de al menos tres veces superior a la profundidad máxima de la cárcava. Luego se debe reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales que erosionan el interior, borde y taludes de la cárcava con dique de postes, los cuales deben construirse con un espaciado que permita que la parte superior de uno quede al mismo nivel de la base del muro anterior. Después se debe rellenar el interior de la cárcava con los sedimentos captados por estas estructuras físicas diseñadas para ese fin y por último repoblar con vegetación nativa expuesta anteriormente.

Para las zonas afectadas con erosión de manto se deben restaurar gracias a surcos de piedras de mediano tamaño (15-20 cm) por curvas de nivel cada 5 m. Gracias a esto las semillas se van a quedar atrapadas en los surcos y no van a escurrir ladera abajo. En caso de que sea necesario se debe postular a fondos públicos sobre restauración de suelos de organismos públicos que los ofrezcan. Complementariamente, el uso de técnicas de recolección de aguas puede contribuir a proporcionar áreas para reforestaciones locales, las cuales también ayudan a frenar la escorrentía superficial y la erosión edáfica. De esta forma se protege al suelo de la erosión y se favorece la incorporación de materia orgánica al suelo y por lo tanto ayuda a incrementar su fertilidad. La cubierta forestal genera condiciones microclimáticas que permiten la inmigración de especies de flora y genera nuevos microhábitats para la fauna.

³ Sebastian Teillier, profesor de la Escuela de Arquitectura del Paisaje de la Universidad Central de Santiago. 10 de Septiembre 2011 (Comunicación personal).

Para las zonas de estabilización (Ver cuadro 15 y figura 17) de taludes, de canteras y de laderas vulnerables a deslizamientos se le presentarán al MOP las técnicas adecuadas para cada caso para que estos le indiquen a la concesionaria responsable que lo realicen:

- En el primer talud donde se encuentra la barrera metálica de contención y es una ladera con mucha pendiente y muy erosionada, se pueden recuperar con *Gymnophyton isatidicarpum* (biobío), presente en la zona del embalse del yeso, y evaluar posteriormente si pueden acoger a un estrato arbóreo.
- En la segunda zona de taludes y laderas estas se pueden controlar por gaviones o por terrazas con cortes sucesivos de la ladera; como si fueran escalones que permiten aprovechar el espacio horizontal y vertical del terreno. La terrazas se construyen formando terraplenes, los cuales deben tener una inclinación hacia adentro para evitar que el agua de lluvia se rebalse y que el agua se infiltre total y uniformemente en ellas. Estas obras deben realizarse por todo el talud o en la ladera afectada por la construcción del camino.
- Las canteras deben estabilizarse de modo que no sigan aumentando su tamaño por la erosión. Esto se realiza por medio de canales de desviación situados a una distancia de la mitad de la altura de la zona excavada para que el agua no continúe erosionando esa zona. En estos casos también sirve plantar *Trevoa quinquinervia* (tralhuén), *Haplopappus multifolius* (baylahuén) y también *Colletia hystrix* (crucero), ya que con ellos se puede preparar el sitio para intentar forestar con *Kageneckia angustifolia* (olivillo) en las partes más altas⁴.

Las zonas de protección (Ver cuadro 15 y figura 17) deben ser resguardadas por nuevos cercos y excluir el uso antrópico actual sobre estas áreas, en especial en las vertientes, ya que su contaminación afecta directamente las demás áreas. En los cursos de agua como el estero el sauce y las quebradas intermitentes se propone instalar señalética que informe su identificación, importancia y necesidad de protección. De esta forma se previene el deterioro ambiental de los cursos superficiales, los cuales tienen un grado de naturalidad relevante. Además se establecerán pautas de gestión ambiental de los recursos hídricos (manejo de cuencas, caudal ambiental) de forma de conservar los cursos de agua con desarrollo de corredores verdes con vegetación nativa.

Para el caso de las formaciones vegetacionales relevantes se debe impedir que los impactos que las afectan continúen degradándolas, ya que además de ser importantes por su singularidad y unicidad, son corredores biológicos y hábitat de especies nativas del área. En ecología del paisaje se fomenta el uso de corredores vegetales en los bordes prediales, sectores más bajos y en caminos rurales, porque ayudan a controlar la migración de sedimentos desde los predios hacia los cursos de agua. Estos corredores favorecen la desnitrificación, disminuyendo la cantidad de nitratos que acumulan los cuerpos de agua (en particular en zonas bajas hidromorfas). Además permiten aumentar la biodiversidad en sectores agrícolas, debido a que generan una malla fina e interconectada de hábitats para distintas especies, promoviendo la conectividad de los ecosistemas naturales. El desarrollo

⁴ Sebastian Teillier, profesor de la Escuela de Arquitectura del Paisaje de la Universidad Central de Santiago. 10 de Septiembre 2011 (Comunicación personal).

de cercos vivos contribuye a mejorar el paisaje rural, la calidad de vida y a minimizar la presión sobre la vegetación nativa, además actúan de manera positiva como cortinas cortavientos. Con la protección de la vegetación y con el desarrollo de este tipo de cercos, se va a minimizar la fragmentación del hábitat corrigiendo el efecto barrera que tiene la ruta sobre la fauna.

Para las zonas de recuperación (Ver cuadro 15 y figura 17), como lo son las áreas de basurales, se debe situar señalética que prohíba botar basura en esas zonas y hacer un trabajo conjunto con la municipalidad, el centro turístico de Lagunillas y la comunidad local para limpiarlos. Las áreas afectadas por el mantenimiento deben estabilizarse por ahora, para que no sean un foco de inundaciones y remoción en masa. La forma de estabilización es por medio de canales que desvíen las aguas hacia las quebradas naturales y no por las zanjas desviadoras y cárcavas que la concesionaria del MOP construyó, tal como propone Mateo (2007).

Las áreas de sucesión con presencia casi exclusiva de tralhuén se produjeron debido a la extracción de flora nativa en años posteriores. Estas áreas se zonificaron (Ver cuadro 15 y figura 17) para saber los lugares en que se puede realizar una corta selectiva de estas poblaciones y tratar de diversificar la flora proponiendo nuevas zonas de reforestación para la empresa que las realiza (Cultiva). La corta de vegetación, al igual que la extracción de leña, debe ser regulada acorde con la capacidad productiva de los distintos ecosistemas y los tipos de productos que pueden extraerse de ellos. Es fundamental realizar una zonificación que permita generar una producción sustentable de acuerdo a las potencialidades del medio y las necesidades del santuario. En concordancia con los planes de fomento a la diversificación forestal de CONAF, se debe establecer una estrategia que permita asegurar la permanencia y diversidad del recurso forestal, ya que mejora la capacidad de respuesta de la masa vegetal frente a perturbaciones específicas como plagas de insectos y/o ataque de patógenos. La diversificación genera un mosaico heterogéneo en las áreas forestales favoreciendo la vivencia del paisaje.

Para las áreas de reforestación (Ver cuadro 15 y figura 17) que se propondrán a lo largo del camino, además de su localización y extensión, se debe instalar señalética que muestre a los visitantes las zonas, su importancia y el objetivo que cumple su cuidado. El fomento a la renaturalización de áreas y el manejo del hábitat permite incrementar la diversidad de especies de flora y fauna nativas en áreas forestales, realzando el valor ambiental de dichas áreas y reduciendo el efecto de las actividades impactantes sobre la biodiversidad. El manejo del hábitat está orientado a generar ambientes favorables para la vida silvestre a través del manejo de la composición y estructura de la vegetación para conservar diversidad biológica al interior de plantaciones.

También se presentan zonas con claras afectaciones por especies introducidas como el conejo y la rosa mosqueta. Para el primero se deben solicitar al SAG, o a centros de rehabilitación y recuperación animal, aves rapaces y zorros que controlen su población. Para el caso de la rosa mosqueta esta puede ser extraída o cortada de forma selectiva para que su distribución sea más acotada. A su vez las restricciones de ingreso de especies

alóctonas y transgénicas deben ser muy rigurosas.

Por último para las zonas de desarrollo turístico (Ver cuadro 15 y figura 17) se deben proponer de acuerdo a las áreas que históricamente han cumplido este rol, con un manejo del área y alternativas de desarrollo.

Por lo tanto se espera proponer herramientas de restauración, protección y recuperación específicas al camino, las que permitan recuperar aquellas zonas degradadas por efecto de la construcción y uso del mismo. Las técnicas planteadas en esta propuesta estarán destinadas, en conjunto con los métodos o conocimientos ambientales que se desarrollen a futuro, a dar respuesta a la gestión responsable de los recursos naturales, protección del medio ambiente, uso racional del territorio en un contexto de valor patrimonial de rutas de acceso en áreas de protección privada.

Para el caso de la segunda zonificación (Ver cuadro 16 y figura 18), que se quiere implementar a un largo plazo, se considerará además el valor social, ecológico y económico de esta ruta, con énfasis en el turismo. En esta etapa se le propone al MOP áreas de descanso, dentro de las zonas de seguridad, para su construcción y diseño. Por otro lado el santuario debe adecuarse a su localización con basureros y letreros en estas áreas que informen del APP, su importancia y necesidad de protección y cuidado.

Las zonas de turismo (Ver cuadro 16 y figura 18) se presentan con áreas interesantes para su desarrollo, las cuales se deben adecuar y equipar para que sean atractivas, reguladas y con un control asociado. Para el caso de los senderos y rutas de bicicletas hay que proponer su recorrido de forma que no se produzcan impactos o conflictos a los objetos naturales. Además se proponen ciclovías bien diseñadas (anchas, largas, seguras, continuas y con adecuada conectividad) a lo largo del eje vial y que puedan ser usadas como accesos alternativos a distintos lugares de destino. La creación o conversión de determinadas áreas en espacios peatonales favorece el desarrollo de actividades recreativas que pueden contribuir sustancialmente a mejorar la calidad de vida de la población. El desarrollo de ciclovías y el fomento del agroecoturismo pueden proporcionar nuevas áreas de recreación, que deben implementarse con una gestión sustentable. Así se estimula la percepción cabal de la vivencia del paisaje con un mayor acercamiento a la naturalidad.

Por último se proponen miradores (Ver cuadro 16 y figura 18), en zonas adecuadas, con señalética que informe de la belleza y singularidad de lo que se está mirando, además de instalar basureros. Esto en la perspectiva de enriquecer el goce del paisaje, estimulando el mejor conocimiento del espacio natural y la valoración de la biodiversidad.

Con esto se espera destacar la belleza escénica de la ruta a través de la identificación de puntos culturales-ambientales aledaños al camino, los que permitan agregar valor, no sólo mejorando su integración a los diferentes ecosistemas dentro del santuario, sino resaltando la historia y el patrimonio cultural asociado a él. El reconocimiento de estos atributos, tanto ambientales como culturales, permitiría su designación como una Vía de Belleza Escénica (VBE) definida en el Manual de Carreteras como una “ruta cuyo valor paisajístico y/o

turístico la hacen merecedora de un tratamiento especial por parte de la Dirección de Vialidad, respecto del diseño de obras...” (Etcheberry et al. 2003). Así se va a minimizar el impacto visual de la infraestructura vial sobre el entorno, aprovechando la vivencia del paisaje y a los corredores verdes como protección contra las inmisiones y el ruido.

Independiente de la zonificación, se debe establecer un plan de monitoreo y de control de incendios forestales, donde se van a situar carteles informativos en áreas de descanso o miradores para su prevención y que en caso de algún fenómeno de este tipo sean los mismos visitantes los que puedan llamar a bomberos del Cajón del Maipo o a Carabineros.

DISCUSIÓN

El presente estudio propone una metodología para formular planes de manejo de caminos en Áreas Silvestres Protegidas (ASP) en relación a su gestión y manejo. La visión metodológica propuesta, en conjunto con las etapas realizadas, sigue una vía sistematizada que tiene como objetivo la formulación de este tipo de planes. Cabe recalcar que es de mucha ayuda y da un enfoque más específico priorizar características, impactos o potencialidades del camino que guíen las etapas de la metodología en medidas acotadas a evaluar, minimizar o aprovechar respectivamente dichas cualidades.

El primer aspecto, que corresponde a la definición de las características del área protegida y de la ruta, es fundamental para tener una visión general del ASP que se quiera investigar. Se debe recalcar que el cumplimiento de este objetivo y su eficiencia va ir de la mano de la información anterior que se puede recolectar. Sin dicha información este trabajo se hace más pesado y aleja el estudio de su objetivo general. La combinación entre el material bibliográfico y el trabajo en terreno ayuda a la visualización de los objetos estudiados y a detallar la escala de la investigación. Dentro del mismo aspecto se encuentra la determinación de los criterios de manejo de una ruta, en donde es necesario señalar que la bibliografía relacionada con el manejo de ASP y los manuales de caminos dan una guía excelente para su clasificación y entendimiento.

Independiente del lugar en que se aplique la metodología, a partir del punto anterior en adelante el propietario o administrador del área protegida juega un rol fundamental en la determinación de las Zonas Homogéneas de Influencia (ZHI). Las ZHI Sociocultural y Económica y la Político-Administrativa a lo largo de la ruta dependen casi exclusivamente de la utilización que ha hecho el encargado del ASP del suelo y los planes que se están llevando a cabo. De igual forma la ZHI Ecológica, a pesar de que se defina de acuerdo a sus características ambientales, el o los encargados del ASP conocen mejor que nadie las asociaciones vegetales y topográficas del sector. A su vez el diagnóstico de la situación actual del camino, enfocado en las potencialidades e impactos asociados a la ruta, va a depender en su totalidad de dicha persona.

El segundo aspecto que tiene relación con la definición de los objetivos y meta del camino sigue la misma línea de tener como principal informante al encargado del área protegida. Es indispensable tener las apreciaciones de la mayoría de los actores asociados al uso de la ruta para definir de mejor manera el objetivo que concilia los distintos puntos de vista. Es importante mencionar que cuando el plan se presenta al encargado y a la comunidad aledaña al ASP, la meta del camino puede cambiar al tener la visión sistémica del mismo.

Para el tercer aspecto, que trata el tema de la zonificación y las normas de manejo, se espera que sea la sección para proponer herramientas de restauración, protección y recuperación específicas al camino estudiado. El objetivo es que estas permitan recuperar aquellas zonas degradadas por efecto de la construcción y uso de la ruta. Se debe considerar que las

técnicas planteadas en esta propuesta estarán destinadas, en conjunto con los métodos o conocimientos geológicos que se desarrollen, a dar respuesta a la gestión responsable de los recursos naturales, protección del medio ambiente, uso racional del territorio en un contexto de valor patrimonial de rutas de acceso en ASP. Cabe resaltar que la etapa de restauración vial tiene crucial importancia cuando el camino atraviesa áreas de valor patrimonial natural resguardadas normalmente en áreas protegidas, sean éstas de carácter público o privado.

La generalización del procedimiento más utilizado de zonificación, que consiste en cruzar capas de distintas categorías, en este caso no es muy efectiva, ya que las características de los caminos varían mucho entre sí y su diferencia puede traer problemas de acuerdo a este tipo de zonificación. En la propuesta de Plan de Manejo del Camino se hace prioritario el poder presentar todo el estudio generado, con énfasis en el diagnóstico y la zonificación, a los que aplicarán las medidas. Esto para que no se pierda el input del realizador del plan al explicarles lo que significa y cómo se enmarca la propuesta en esa ASP específica.

De las potencialidades de esta metodología es que puede ser aplicable a cualquier desarrollo de vías que proveen acceso a visitantes y turistas hacia y dentro de áreas ASP. Este desarrollo es indispensable, por cuanto permite la implementación de este tipo de planes de manejo, con control de amenazas, junto al desarrollo de actividades educativas y de investigación. Por otro lado la caracterización de unidades territoriales es útil para analizar el área de estudio con variables cualitativas. Con este método es posible jerarquizar la información y obtener las tendencias y comportamientos de las variables analizadas, evitando los vacíos de información y la falta de precisión que podrían tener los operadores cuantitativos. Además el procedimiento empleado en este estudio, desde la determinación de los criterios, de las ZHI y la zonificación, tiene como ventaja la simpleza y rapidez en cuanto a su aplicación. Sin embargo, los resultados pueden ser variables dependiendo de las unidades de análisis utilizadas y los criterios establecidos para el manejo de un camino que comúnmente poseen un alto grado de arbitrariedad. En este caso, se optó por utilizar criterios adaptados de otros estudios, según el área en particular y la información disponible.

Dentro de las limitaciones y dificultades de la metodología se puede mencionar que es muy necesario contar con información base del área protegida, y si es posible, material cartográfico que la caracteriza. Una dificultad importante es el tema de las visitas a terreno y la accesibilidad limitada de algunas zonas aledañas a la ruta, lo que es fundamental para contar con un análisis completo del camino. Una limitante que puede repetirse para otras aplicaciones de esta metodología es la estacionalidad y el clima de la zona que se está evaluando, ya que realizar el análisis satelital o las visitas a terreno en invierno dificulta la toma de datos y por ende casi todas las etapas, exceptuando el diagnóstico y la meta del camino.

Esta propuesta se diferencia de las otras metodologías existentes ya que se enfoca en caminos que atraviesan un ASP, en los impactos o potencialidades que caracterizan su relación con la ruta y en la zonificación y normas de manejo para su mejor aplicación. Otras metodologías tienen objetivos más específicos en temas preferentemente de infraestructura,

mitigación, operación y monitoreo o de elementos ecológicos y de programas de conservación. Se puede decir que la mirada sistémica caracteriza esta metodología, ya que toma relaciones entre objetos y sus funciones que comprenden un medio lo más aproximado posible a la realidad.

A partir de la obtención de los resultados se corroboró que uno de los elementos desequilibrantes de mayor importancia en relación a los esfuerzos de conservación en un área protegida, lo constituyen los caminos que las atraviesan. Esto se hace aún más intenso cuando el camino es público, cercano a grandes ciudades y cuando existe un incremento de personas que visitan las ASP cada año. Cabe destacar que hay un excesivo interés por aumentar la tasa de visitantes y el desarrollo turístico al interior de las ASP, pero este crecimiento no ha ido de la mano de una mejor infraestructura ni capacitación. Para el caso específico del Santuario San Francisco de Lagunillas este proyecto entrega propuestas de medidas que se pretenden implementar en el corto y largo plazo en la ruta. Estas medidas permitirán la recuperación progresiva de estos sitios, facilitando el proceso de colonización natural de estos ambientes degradados, junto a la puesta en valor patrimonial del camino, lo que incrementará su valoración turística.

La ruta elegida tiene una lógica de uso turístico hacia el centro de esquí que no aprovecha el entorno, lo que desemboca en que la calidad de esta se encuentre deteriorada, tenga un gran impacto paisajístico y se deban aplicar medidas a corto y largo plazo para revertir esta situación. El actual plan toma un análisis sistémico del camino, lo que hace que las medidas y soluciones a los problemas del camino tengan un fundamento que va más allá de la solución específica y se enfoque en dar un tratamiento a unidades territoriales determinadas por bases documentadas y técnicas in situ.

Con relación al interés de la propietaria del Santuario San Francisco de Lagunillas en hacer proyectos, a corto plazo, con universidades y con emprendedores locales u organizaciones, a largo plazo, la idea principal es ir institucionalizando distintas iniciativas de uso compatible con el destino del predio. Con este plan se hace posible generar una estrategia interna de qué se quiere lograr, con áreas delimitadas que ayudan a definir el proyecto y así priorizar las áreas específicas para cada iniciativa.

Vale la pena mencionar que la zonificación progresiva va a permitir en una primera etapa reducir y mitigar los conflictos y amenazas estructurales como basura, corta de vegetación y caza ilegal. Junto con lo anterior y con la segunda etapa se van a enfrentar los problemas de la construcción de la ruta que hacen que el entorno del camino se perciba como un ambiente degradado y no precisamente como una ruta escénica, a pesar del extraordinario paisaje que presenta. De ambas etapas, que incluyen la instalación de señalética, la mitigación de impactos y la prevención de los conflictos actuales, se va a dar el piso para el fomento en el desarrollo turístico. En caso contrario, sin un control base, la apertura de nuevas rutas o senderos escénicos va a traer más focos de nuevos impactos en otras zonas, sin antes haber enfrentado o reparado los anteriores.

El valor paisajístico de estas áreas es justamente uno de los atractivos que cautiva a los

turistas. En el santuario, este componente es afectado negativa y significativamente por el camino, el cual no considera explícitamente el eje patrimonial y ambiental para aprovecharlo. Esto es particularmente relevante en áreas aisladas, donde justamente el valor agregado de los paisajes está dado por la menor presencia de caminos, vehículos y personas, comparado a centros urbanos y sus áreas protegidas aledañas. La segunda etapa de la zonificación tiene el objetivo de mantener y agregar valor a las áreas protegidas y se va a promover la mantención y exhibición de la naturaleza, sus procesos naturales, la biodiversidad que rodea el camino, asequible desde cada vehículo que lo frecuenta.

La clasificación y zonificación obtenida para las ZHI fueron complementarias a las determinadas por el proyecto Santiago Andino. Estas últimas fueron un insumo del trabajo para obtener los resultados propuestos. En el plan de manejo de Lagunillas realizado por el proyecto, el camino quedó bajo la Unidad de Gestión N°9 “El Sauce”, presentando una orientación de manejo de uso sustentable dadas sus características ambientales particulares, acceso y conectividad. Según el informe del proyecto, el camino atraviesa diferentes unidades territoriales homogéneas (UTH) que se dividen en zonas para Turismo Intensivo y en donde se hace alusión al presente documento. Aquí se propone controlar los efectos negativos que provoca el flujo de turistas al centro de esquí mediante un acondicionamiento y aprovechamiento de los sectores aledaños al camino a modo de ruta turística. Otras UTHs identifican potencialidad en silvicultura y forestación, unidad ubicada en la misma área de la que fue propuesta en este caso de estudio. Es así que se propone destinar un sector de forma exclusiva para estas prácticas con el fin de poder obtener materia prima para su utilización como leña, madera, postes, entre otras, y así disminuir la presión sobre las formaciones vegetacionales nativas del predio. Por último se determinan actividades orientadas a la conservación, como la ganadería extensiva, el manejo sustentable del matorral y bosque nativo y el aprovechamiento del potencial productivo del matorral y bosque esclerófilo.

A nivel legislativo una de las principales deficiencias de nuestro país es la ausencia de una clasificación funcional de rutas gestionadas por Vialidad. En efecto, en la actualidad los caminos públicos de Chile se clasifican como Internacionales, Nacionales y Regionales y no definen ningún atributo particular para ellos. Esto tiene como consecuencia una planificación poco eficiente de las obras, generando en ocasiones el desarrollo de proyectos viales, en zonas sensibles desde el punto de vista ambiental y turístico. Debe mencionarse que una clasificación funcional permitiría establecer estándares de construcción diferenciados, de manera que en las rutas de carácter escénico uno de los parámetros necesarios de evaluar y considerar sería el manejo paisajístico de las obras, con lo cual se aseguraría la no generación de impactos visuales que deterioren, dificulten o restrinjan el desarrollo turístico y ambiental de los sectores aledaños a los caminos públicos de ese tipo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología propuesta, en conjunto con las etapas asociadas, es adecuada para la formulación de planes de manejo de caminos en ASP y responde al análisis de la estructura de los planes aplicados para este tipo de áreas. Esta estructura contempla el contexto, la descripción, las oportunidades y amenazas, los objetivos y las medidas de manejo enfocadas en las rutas que cruzan las ASP. El documento es una pauta general que brinda una oportunidad única para fortalecer el desarrollo de caminos existentes en este tipo de áreas. Más aún, facilita el análisis ambiental crítico de la porción ya construida de una ruta y su tratamiento futuro. Conjuntamente está articulado en torno a propuestas específicas para su restauración y mitigación de impactos ambientales negativos existentes en un camino, además de realzar el valor patrimonial y paisajístico del mismo.

Cabe recalcar que la aplicación y desarrollo de la metodología va a depender del tipo de ASP, el clima, el lugar geográfico y la cultura. Especialmente en Chile esta metodología debe ser lo suficientemente flexible como para poder aplicarse en los diversos ecosistemas del territorio nacional. Se recomienda que al aplicar el plan en otras ASP, en las cuales la comunidad tenga una relación más activa con el medio, se pueda aplicar una participación ciudadana real en la toma de decisiones sobre lo que se quiera hacer con el camino o donde se deban enfocar los esfuerzos de conservación o de mitigación o de mantenimiento entre otros. Se debe contemplar que la diversidad de culturas, sumado a los distintos medios naturales dan un concepto de ambiente diferente. La percepción de la naturaleza y territorio puede tener distinto valor, desde una dimensión espiritual, a intrínseco, a proveedor o de poder, lo que desemboca en que un problema social sea asociado a un problema ecológico.

Asimismo se pretende que esta metodología sea ensayada en distintas zonas del país, para que se valide en ecosistemas distintos a los de montaña con condiciones ecológicas y culturales diferentes. Además que se aplique también a rutas escénicas y caminos rurales que tengan la necesidad de un plan de manejo que presente parámetros de mantención, operación y aprovechamiento del camino.

También se recomienda realizar un monitoreo al finalizar la aplicación de las normas de manejo y medidas aplicadas en el plan, para ir observando y evaluando su aplicación y si se están cumpliendo los objetivos propuestos. Este monitoreo puede dividirse en periodos de evaluación los cuales deberían ser realizados por el administrados del ASP, por el propietario, por los entes públicos competentes a las medidas aplicadas y/o por el realizador del plan de manejo.

Dentro de las distintas visiones de la naturaleza los planes de manejo llegan a ser el documento directriz que da una gestión sustentable a muestras ecosistémicas únicas. Estos planes van a depender en gran manera de la efectividad de manejo que incluya monitoreo y evaluación como apoyo a la gestión adaptativa. Esta efectividad de manejo puede evaluarse a partir de encuestas como las presentadas por el Proyecto GEF-PNUD-MMA (2011) donde se evalúan las debilidades de las ASP en la capacidad de protección, representatividad

biológica, legislación, recursos financieros, participación, educación y difusión de valores ambientales, falta de estándares y articulación sistemática.

En relación al proyecto de ley de enero del año 2011, que genera el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, determinaría categorías y estrategias de manejo en que va a ser obligatorio realizar planes de manejo específicos, además del general, para las zonas de uso público, como lo es un camino de vehículos. Al analizar el objetivo del proyecto de ley se propone que este debería estar directamente enfocado al tema de la gestión de la biodiversidad de todo país y no solamente en las áreas protegidas. Falta el enfoque ecosistémico de los incentivos en la conservación y un catastro georreferenciado para saber qué biodiversidad tenemos en las áreas protegidas y fuera de ellas, ya que con un inventario no basta. En este catastro se podría incluir un banco de información de buenas y malas prácticas y su diseminación. Además se necesita conocer más sobre zonas de amortiguación, corredores biológicos y de biodiversidad en áreas productivas. Falta el tema de monitorear periódicamente la biodiversidad en las áreas protegidas con alarmas y medidas. En resumen, el proyecto de ley no asegura un buen futuro para la biodiversidad en los espacios montañosos de Chile y además está el problema que muchas veces las leyes se aprueban, sin una evaluación económica por lo que terminan aplicándose a medias.

Esta metodología se proyecta como un borrador para el reglamento, asociado a la ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, que establece los puntos que deben contar los planes de manejo de infraestructura dentro de las ASP. Un trabajo con este nivel de especificidad todavía no existe en la gestión y legislación chilena por lo que se espera que sea utilizado en la planificación de los caminos actuales y futuros.

Para el caso específico del Santuario San Francisco de Lagunillas se espera que este plan sea un protocolo de desempeño de obras y mantenimiento adjunto a las obras encargadas de vialidad, ya sea por mejoramiento o por pavimentación de la ruta. De esta forma no solo se estarían previniendo los problemas inmediatos producidos por los actores identificados, sino que se da un lineamiento estructural del camino que ayudaría a mantener una relación armónica entre este camino rural y el área protegida que lo rodea. Es de gran relevancia que la sociedad civil aproveche y disfrute el camino para que el ASP cumpla uno de sus objetivos de mayor importancia que es la recreación de los visitantes. Esto no puede ser logrado sin la inclusión de miradores y zonas de descanso que tengan una capacidad de acogida en concordancia con el número de turistas que visitan la zona.

De la caracterización y diagnóstico de la ruta se concluye que, a pesar de ser un camino público que carece de un manejo adecuado, y que las personas que lo visitan no saben de que están dentro de un APP, los valores ambientales y el paisaje que lo rodea mantienen un gran potencial y un buen nivel de conservación de sus recursos naturales. Lo anterior radica en que es la ocasión ideal para la realización de este plan, ya que se deben enfrentar los impactos que afectan el camino para así poder centrarse en las grandes potencialidades del Santuario. Si se concentran los esfuerzos en aplicar este plan se podrá disfrutar de una ruta escénica que ejemplificaría los pisos vegetacionales de los ecosistemas de montaña con valores paisajísticos únicos.

A lo largo de la realización del plan es de gran ayuda que en la definición de las características del área protegida y de la ruta se haga un trabajo que combine las visitas a terreno con información base de la zona, para tener una imagen clara del área de estudio. Los datos obtenidos en terreno, son un apoyo para establecer criterios con mayor precisión y llevar a cabo este análisis a escalas más locales para iniciativas particulares de manejo. Se recomienda, a su vez, utilizar variables cualitativas para la definición de las áreas, ya que es posible jerarquizar la información y obtener las tendencias y comportamientos de las variables analizadas. El posible grado de arbitrariedad de las variables cualitativas puede remediarse con un trabajo realizado por expertos y al utilizar criterios adaptados de otros estudios, según el área en particular y la información disponible.

Finalmente se pudo definir que para la aplicación de este tipo planes es imprescindible que exista una articulación conjunta y efectiva entre el propietario con los entes públicos que tienen relación con el camino, como la CONAF y el MOP. Además al establecer la meta de uso requerida para generar un plan de manejo del camino es de gran importancia que los administradores o dueños del ASP estén interesados en el proyecto y dispuesto a participar activamente en su creación y posteriormente en la aplicación de las medidas que son definidas conjuntamente. Existe una necesidad de capacitar a los operarios de mantenimiento del MOP para poder aplicar las medidas propuestas de los planes de manejo en caminos públicos y, de esta forma, hacerlos parte del cuidado y protección de las ASP asociadas.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott, K. and D. Snidal. 2000. Hard and Soft Law in International Governance. *International Organization*. 54 (3):421-456pp.

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). (2003). *Environmental Guidelines for Development Activities in Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: U.S. Agency for International Development. 3:3-10pp.

Arcadis Geotécnica, 2009. *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo*. Santiago, Chile. 1125pp.

Belmonte, E., L. Faúndez; J. Flores; A. Hoffmann; M. Muñoz y S. Teillier. 1998. *Categorías de Conservación de Cactáceas Nativas de Chile*. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47:69-89pp.

Bello-Morales Merino, A. 1986. *Tratamiento Estético, Paisajístico y Funcional de las Carreteras Mediante Plantaciones*. Asociación Española Permanente de los Congresos de Carreteras, Madrid.

Benoit, I. 1989. *Libro Rojo de la Flora Terrestres de Chile*. Santiago. Corporación Nacional Forestal. 157pp.

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). 2011. Decreto Exento N° 775: Declara Santuario de la Naturaleza los Predios Denominados San Francisco de Lagunillas y Quillayal, Ubicados en la Comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera, Región Metropolitana [En línea]. Disponible en: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=270735>. Citado el día 18 de abril, 2011.

Boo, E. 1991. ¿Es Sustentable el Ecoturismo en el Largo Plazo?. Artículo Resumido y Editado por "Ambiente y Desarrollo" a partir de la Publicación "Ecoturismo". WWF. USA. 7:47-52pp.

Carrasco, J. y Riquelme, J., 2003. *Métodos y Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Rancagua, Chile. *Boletín INIA* N° 103. 132pp.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (CEPAL/OCDE). 2005. *Evaluaciones de Desempeño Ambiental, Conservación de la Naturaleza y Diversidad Biológica*. 101pp.

Corporación Chile Ambiente. 2004. Etapa I: Diagnóstico. Plan Regulador San José de Maipo. Santiago, Chile. 158pp.

Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2007. Biodiversidad de Chile: Patrimonios y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile. 631pp.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2008. Manual Técnico: Método para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas. Gerencia de Áreas Protegidas y Medio Ambiente. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. Santiago, Chile. 51-62pp.

Cruden, D. 1991. A Simple Definition of a Landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. 43:27-29pp.

Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecosystems of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington.

Dirección General de Aguas (DGA). 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Maipo. Santiago, Chile. 201pp.

Ecomaipo. 2006. Historia del Cajón del Maipo. Comuna de San José de Maipo. Región Metropolitana. Chile. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecomaipo.cl/cajondelmaipo/historia.htm>. Citado el día 25 de mayo, 2011.

Estades, C. 2009. Informe Fauna. Informe Extraordinario Proyecto “Sistema de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña”. Santiago, Chile. 32pp.

Etcheberry, J., G. Millan y S. Galilea. 2003. Manual de Carreteras. Estudios y Criterios Ambientales en Proyectos Viales. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Vialidad. Gobierno de Chile. 9:72pp.

Fletcher, S., C. Sarmiento. 2007. Plan de Manejo San Francisco de Lagunillas y Quillayal. Propuesta para Santuario de la Naturaleza. 3-17, 29-32pp.

Forman R, D. Sperling, J. Bissonette, A. Clevenger, C. Cutshall, V. Dale, L. Fahrig, R. France, C. Goldman, K. Heanue, J. Jones, F. Swanson, T. Turrentine & T. Winter. 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, D.C.

Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural De Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Colección Imagen de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

García, F. 1997. Delimitación del Riesgo de Inundación a Escala Regional

en la Comunidad Valenciana. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia [En línea]. Disponible en: http://www.cma.gva.es/areas/urbanismo_ordenacion/infadm/publicaciones/pdf/inundacion/inunda_libro_cas.pdf. Citado el día 1 de mayo, 2011.

Gastó, J., F. Cosio y D. Panario. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Manual de Aplicación a Municipios y Predios Rurales. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REEPAN). Quito, Ecuador. 254pp.

Gastó, J., P. Rodrigo, I. Aranguiz y C. Urrutia. 2002. Ordenación Territorial Rural en Escala Comunal: Bases Conceptuales y Metodología. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile.

Glade, A. 1993. Libro Rojo De Los Vertebrados Terrestres De Chile. Corporación Nacional Forestal. Chile. 68pp.

Gobierno de Chile. 1994. Ley N° 19.300. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Diario Oficial de 09 de Marzo de 1994. Santiago.

Gobierno de Chile. 1995. Decreto Supremo N° 1.963. Promulga el Convenio sobre Diversidad Biológica. Diario Oficial de 06 de Abril de 1995. Santiago.

Gobierno de Chile. 1996. Ley N° 19.473. Aprueba Ley de Caza. Diario Oficial de 26 de Septiembre de 1996. Santiago.

Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE). 2009. Atlas Regional 2009. Región Metropolitana de Santiago. División de Planificación y Desarrollo Regional. Chile. 33pp.

Gómez-Orea D. & Gómez-Villarino M. 2007. Consultoría e Ingeniería Ambiental. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 696pp.

Hamilton, L. and L. McMillan. 2004. Guidelines for Planning and Managing Mountain Protected Areas. IUCN. 92pp.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2005. Censo de Población 1992-2002. Ministerio de Economía. Santiago, Chile.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 84-85pp.

Lara, A. M. Cortes y C. Echeverría. 2000. Bosques. En: Informe País. Estado Del Medio Ambiente en Chile 1999. Centro de Análisis de Políticas Públicas Universidad de Chile.

Santiago.

Leiva, A. 2010. Propuesta Metodológica para el Diseño y Construcción de Caminos tipo Rutas Escénicas en Áreas Silvestres Protegidas el Caso del Parque Privado Tantauco. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 10pp.

Mateo, R. 2007. Informe de Origen y Evaluación de Daños: Aluvión de Agua, Piedras y Barro sobre Predio San Francisco de Lagunillas, San José de Maipo. Providencia, Santiago, Chile. 3-5pp.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2010. Manual de Carreteras: Procedimientos de Estudios Viales. Dirección de Vialidad. Gobierno de Chile. Vol. 2:501pp.

M & C Ingenieros Consultores S.A. 2010. Resumen Ejecutivo del Anteproyecto “Mejoramiento camino acceso a Lagunillas Rol G-355 Sector km 0,000 a km 18,000 comuna San José de Maipo, Provincia Cordillera, Región Metropolitana”.

National Research Council. 2005. Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads. The National Academies Press. 294pp.

Navarrete, K. 2004. Descripción de las Formaciones Vegetales Utilizadas en el Sistema Ganadero de un Predio Cordillerano en la Región Metropolitana, Chile. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile.

Ohreman, J. y K. Thesen. 2003. Planificación de Áreas Silvestres Protegidas “Un manual para la planificación de áreas protegidas en Chile con especial referencia a áreas protegidas privadas”. Gobierno de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente. 1 Ed. 169pp.

Pisano, E., H. Fuenzalida. 1950. Biogeografía de Chile. En Geografía Económica de Chile, CORFO. Tomo 1. 371-428pp.

Pisano, E. 1956. Esquema de Clasificación de las Comunidades Vegetales de Chile. Agronomía 2(1):30-33pp.

Provoste, Y. 2005. Zonificación para la Planificación Territorial. Ministerio de Planificación. Gobierno de Chile. Santiago. 8pp.

Proyecto GEF-PNUD-MMA. 2011. Aplicación y Resultados de la Encuesta sobre Efectividad de Manejo de las Principales Áreas Protegidas de Chile. Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile. Santiago.

Ravenna, P., S. Teillier, J. Macaya, R. Rodríguez y O. Zöllner. 1998. Categorías de Conservación de las Plantas Bulbosas Nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. 47:47-68pp.

Robles, A. 2009. Informe Análisis Turístico y Paisajístico Predial. Informe Extraordinario Proyecto “Sistema de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña”. Santiago, Chile. 133pp.

Rojas, M. 2007. Selección de Senderos Ambientales de los Arrieros y su Importancia para las Actividades de Ecoturismo de Montaña, Comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. 25pp.

Saball, P. 2006. Protección de la Biodiversidad. Un Tema País. En: CONAMA. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. Santiago, Chile. 20-21pp.

Tacón, A., C. Firmani. 2004. Manual de Senderos y Uso Público. Proyecto CIPMA-FMAM “Ecorregión Valdiviana: Mecanismos Público-Privados para la Conservación de la Biodiversidad en la Décima Región”. Programa de Fomento para la Conservación de Tierras Privadas en la Décima Región. 3pp.

Teillier, S. 2009. Informe Flora y Vegetación. Informe Extraordinario Proyecto “Sistema de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña”. Santiago, Chile. 112pp.

Tsunokawa, K. & H. Christopher. 1997. Roads and the Environment: A Handbook. World Bank Technical Report TWU 13 and Technical Paper No. 376. World Bank, Washington, DC. 4:4-9pp.

Universidad de Chile. 2011. Proyecto “Sistema de Producción Sustentable para Ecosistemas de Montaña”: Anexo 23. Diagnóstico Territorial y Meta Predial Predios Participantes. Universidad de Chile. Santiago. 2-8pp.

APÉNDICES

Apéndice 1. Medio, Unidades de Caracterización y Criterios Asociados

1. Medio Físico:

- Agua: Sobre la base de los antecedentes hidrológicos generales disponibles y los estudios realizados como parte del proyecto vial, se deberán caracterizar aquellos cursos de agua principales que, dado su alto valor ambiental, pudieren ser afectados ante la ausencia de exigencias específicas.
 - Hidrografía del Área: Sistema de drenaje existente.
- Clima: Características y condiciones climáticas del camino.
 - Climatología del Área: Microclima existente en el área de estudio
- Unidad Geomorfológica: Puede considerarse una expresión espacial resultante de la acción de procesos geodinámicos sobre los materiales existentes y de características genéricas comunes.
 - Interés Geomorfológico: Condición de singularidad de la unidad geomorfológica en el contexto nacional, local o a nivel del área protegida.
- Unidad de Pendiente: La definición de esta unidad y sus clases se expresa en rangos, pudiéndose generar así tablas de valoración.
 - Topografía de Sectores: Establecida por medio de la pendiente y el potencial de erodabilidad del territorio.
- Unidad de Suelo y Erosión: Condiciones edafológicas del territorio y la erosión presente, en que su definición dependerá de la intensidad de los procesos dinámicos que identifiquen o determinen el territorio del área protegida.
 - Suelo e Intensidad de Procesos Dinámicos: Caracterización del suelo del área protegida y el nivel de degradación de la superficie, según susceptibilidad a la erosión, inundabilidad y estabilidad de taludes.
- Riesgos Naturales: Definición de las zonas susceptibles a riesgos naturales como remoción en masa y de inundación.
 - Riesgos de Remoción en Masa: Zonas con posibilidad de movimientos descendentes de un volumen de material, que están fundamentalmente controlados por la gravedad, constituido por roca, suelo o por ambos (Cruden,

1991).

Se incluyen aquí los fenómenos asociados a movimientos de materiales sobre la ladera. Estos movimientos pueden ser rápidos como por ejemplo derrumbes y deslizamientos, o de carácter lento. Para el caso de los deslizamientos, su causa más frecuente es la saturación de los materiales debido al exceso de lluvias sobre las laderas o violentos deshielos durante la primavera. Para el caso de los derrumbes, los agentes causantes responden al efecto combinado de la pendiente, presencia de materiales rocosos en la ladera y algún agente de movilización o de rompimiento del equilibrio, como por ejemplo, lluvia, nieve o movimientos sísmicos. También en zonas de fuerte pendiente, con materiales rocosos dispuestos en forma inestable en las laderas, pueden darse fenómenos recurrentes de caídas de rocas, especialmente ante períodos de lluvias, deshielos o ayudados por movimientos sísmicos (Arcadis Geotécnica, 2009).

- Riesgos de Inundación: Fenómeno natural no permanente, durante el cual una parte del territorio es ocupada temporalmente por las aguas. El riesgo de inundación trata de medir la frecuencia y la magnitud con que se produce este fenómeno (García, 1997).

2. **Medio Biótico:**

- Ecosistemas: Se pueden adoptar como referencia las formaciones vegetales. También podrían definirse por la condición de que éstos respondan a la definición de unidades o sistemas funcionales, en que existen grupos de organismos que forman comunidades, y en donde se establecen relaciones recíprocas entre ellos y el medio inerte.
 - Unicidad de Ecosistemas: Criterio que implica el nivel de presencia de una comunidad en una determinada unidad biogeografía (local, regional u otra), siendo de mayor importancia, la presencia solo local.
 - Fragilidad de Ecosistemas: Criterio de carácter intrínseco y esencial, cuya susceptibilidad no se atribuye a agentes externos, sino a la propia condición zonal, azonal o intrazonal del ecosistema.
 - Interés Científico: Criterio que intenta representar zonas o áreas naturales que sean de valor para futuras investigaciones científicas y que impliquen un trato especial y específico.
- Comunidad Vegetal: Podrá ser definida como formación vegetal o como asociación vegetal.
 - Grado de Naturalidad de Comunidades Vegetales: Grado de independencia de actuaciones humanas en una comunidad vegetal, o la escasa intervención o acción transformadora del ser humano.
 - Nivel de Degradación de Comunidades Vegetales: Grado de empobrecimiento de la comunidad vegetal por influencia humana o natural.
 - Fragilidad del Suelo según Cobertura Vegetal: Susceptibilidad del suelo al

deterioro por exposición del mismo a agentes erosivos según grado de cobertura vegetal.

3. **Medio Socioeconómico:**

- Arqueología y Patrimonio Cultural: Se refieren básicamente a diferencias observadas en el universo arqueológico y cultural según la zona geográfica en que se encuentra el camino.
 - Valor Arqueológico y Cultural: Está dado, primero, por la existencia de comunidades indígenas y la visibilidad de sitios arqueológicos. Además se determina por la cultura local específica del área que rodea el camino.

- Unidad de Ocupación y Uso: Corresponden a todos los sectores de ocupación o posesión, individual o colectiva, utilizadas con fines preferentemente económicos por las comunidades insertas o aledañas al camino y al área protegida. Estas pueden ser comunidades indígenas u otros grupos humanos. La definición de cada unidad se podrá basar en información bibliográfica, referencias de especialistas, conocedores del área, y/o entrevistas a representantes de comunidades o grupos humanos relacionados. Las clases de ocupación puede ser:
 - a) Lugares de asentamientos actuales y sus áreas de influencia (poblados, casas habitacionales, otros).
 - b) Tierras de uso económico tradicional intensivo (agricultura, pastoreo, otro).
 - c) Tierras de uso económico tradicional extensivo (pastoreo, talaje, extracción de frutos, leñas, otros).
 - d) Tierras de uso económico no tradicional no consuntivo (ecoturismo).
 - e) Tierras de uso económico no tradicional consuntivo (manejo de bosques, extracción de recursos, etc.).
 - f) Sin ocupación humana evidente.
 - Grado de Ocupación y Uso: Dependiendo de cada una de las clases, se expresa el grado en que se utiliza el territorio según su uso.

- Unidad de Paisaje: Técnicas adecuadas que permiten la definición de unidades irregulares en función de aspectos visuales homogéneos (unidades visuales) y/o de carácter (unidades homogéneas de contenido). Las unidades visuales son aquellas delimitadas de forma tal que todos los puntos que contienen son mutuamente visibles (compartimientos), por lo que necesariamente son espacios visuales cóncavos. Las unidades homogéneas de contenido son aquellas que para su delimitación exigen determinar el componente más representativo, como por ejemplo la vegetación o topografía, de forma tal que las formaciones vegetales o las distintas unidades fisiográficas representen también las unidades homogéneas del paisaje.
 - Valor Paisajístico: Establece el valor de la unidad de paisaje para el uso público, a partir de la combinación de la calidad y fragilidad del paisaje. La calidad del paisaje se refiere a la calidad visual de la unidad de paisaje, según análisis y

descripción de sus componentes físicos, estéticos y actuaciones humanas. La fragilidad del paisaje es la condición de vulnerabilidad del paisaje de ser afectado por actuaciones ajenas al mismo, o su capacidad para absorber dichas actuaciones.

Apéndice 2. Descripción de los Criterios y Factores para el Manejo de Caminos

- Criterio Técnico:
 - Marco legal ambiental:

Para su comprensión, se deben explorar las normas en leyes fuertes y leyes suaves, ya que sus características son bastante disímiles y por lo tanto es importante diferenciarlas.

Las leyes suaves son aquellos instrumentos del tipo códigos de conducta, utilizados como marco de apoyo y para los cuales no existe obligatoriedad de cumplimiento. Las leyes fuertes son todas aquellas normativas obligatorias en que se manda o prohíbe, con alguna sanción al incumplimiento (Abbott y Snidal, 2000).

- Leyes fuertes: Es pertinente incluir el Convenio sobre la Diversidad Biológica, ratificado por Chile en 1994, ya que tiene por objetivo la conservación de la biodiversidad, su utilización sostenible y la distribución equitativa de los beneficios derivados de dicha utilización (Chile, 1995); es el primer convenio internacional que aborda la biodiversidad de manera integral.

Existen diversas leyes formuladas en el país relativas al medio ambiente, de las cuales fueron escogidas como referencia la Ley N° 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente (Chile, 1994), porque ella fija las directrices que debe seguir cualquier normativa específica, programa, acción o estrategia referidos al estado actual o futuro del medio ambiente en Chile en sus múltiples dimensiones. También se elige la Ley N° 19.473 sobre caza, porque hace referencia directa y específica a la conservación y uso sustentable de la fauna silvestre (Chile, 1996), la cual se encuentra altamente amenazada en los ecosistemas de montaña por el crecimiento sostenido de los centros urbanos cercanos, las actividades que se encuentran relacionadas a dicho crecimiento y el turismo sin regulaciones.

- Leyes suaves: El Capítulo 13 de la Agenda 21, derivada de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, está orientado a la acción internacional para la protección, restauración y desarrollo de las zonas montañosas (Lynch y Maggio, 2000). Por esta razón se utilizó como elemento vinculante entre las leyes formuladas a escala nacional y las propuestas a escala mundial.

En el texto “Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos” (CONAMA, 2007), se acoge la visión de un grupo de académicos, científicos, representantes de organizaciones no gubernamentales y del sector privado. Tiene como objetivo una aproximación a la

problemática de la conservación y del uso sustentable más amplia de la biodiversidad que la sola preservación de paisaje prístinos (Saball, 2006), por lo que incluir la visión de expertos de distintas áreas del conocimiento ambiental, amplía la posibilidad de análisis más allá de la normativa estricta.

Según la legislación actual, todo proyecto de "Camino Público", situado fuera de los límites urbanos y cuya faja es bien nacional de uso público (o al interior de los límites urbanos, pero que por decreto supremo haya sido declarado "Camino Público") deberá tener presente como mínimo las exigencias en cuanto al Marco Legal Ambiental que aquí se presenta. El MOP, a través de la Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente y Territorio, SEMAT, publicó en Julio del año 2002, el documento titulado "Repertorio de la Legislación de Relevancia Ambiental para Proyectos de Infraestructura"; en el que se presenta una recopilación exhaustiva de la legislación ambiental que atañe a los proyectos de infraestructura, entre los que se incluyen los proyectos viales.

De acuerdo con el MOP (2010), la legislación ambiental se encuentra constituida por el conjunto de normas jurídicas que regulan las conductas humanas que pueden influir de una manera relevante en el Medio Ambiente. Es decir un estatuto jurídico que define el carácter y contenido de las políticas ambientales, fijando las prerrogativas, atribuciones y límites de la gestión ambiental, y que regula los aspectos orgánicos, funcionales y procedimentales de la institucionalidad ambiental. Estas normas están constituidas por algunas disposiciones de la Constitución Política de la República, leyes, decretos leyes, decretos con fuerza de ley, decretos supremos, reglamentos, resoluciones de servicios públicos, ordenanzas municipales e instrumentos internacionales ratificados por Chile. En este conjunto de normas podemos encontrar tres tipos de ordenamientos jurídicos que se encuadran en la definición amplia de legislación ambiental, los que se indican a continuación:

- Legislación ambiental vigente, orientada deliberadamente a la protección del Medio Ambiente, según la moderna concepción de Medio Ambiente, que lo entiende como un todo organizado a la manera de un sistema.
- Legislación sectorial ambiental, que se identifica con los ordenamientos jurídicos que han sido expedidos para la protección de ciertos elementos ambientales, o para proteger el ambiente de los efectos de ciertas actividades. Así, estas normas operan en nuestro país bajo un enfoque u objetivo parcial, sean éstos de índole sanitaria, patrimonialista, conservacionista o meramente sectoriales; apartándose de una concepción sistémica.
- Legislación ambiental casual, que se identifica con aquellas normas aprobadas sin ningún propósito ambiental, pero que regulan conductas que inciden significativamente en la protección del Medio Ambiente.

Basado en la legislación vigente, para cada proyecto vial específico, se deberá analizar sus acotaciones legales; las que dependerán si se trata de un proyecto de Nuevo Trazado, de Cambio de Estándar o de Recuperación de Estándar y del lugar donde éste se emplaza. Esto

debiera ser visto desde los primeros niveles de estudio; determinándose tempranamente que requisitos legales pudieran presentarse para el proyecto. Tal como se señala el marco legal ambiental de un proyecto vial, no sólo está acotado a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y al Reglamento del SEIA (Anexo 3), si no también a los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) del Reglamento del SEIA Asociados a Proyectos Viales). Cabe señalar que la Ley 19.300 obliga a ingresar al SEIA todo proyecto o actividad que se ejecute en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial. En Chile la preocupación jurídica por el Medio Ambiente no es reciente. En efecto, desde hace varias décadas, se vienen dictando normas legales, que de una u otra forma, han pretendido regular aspectos específicos del quehacer de la ciudadanía que pueden producir cambios negativos del Medio Ambiente. En consecuencia, sólo cabe presentar los títulos de los textos que tienen, o podrían tener, una relación directa con los proyectos viales. El listado de textos que se presenta en el Anexo 4. Legislación Ambiental Sectorial y su Aplicabilidad a Proyectos Viales, establece una base mínima de la legislación ambiental sectorial que se deberá tener en cuenta en el estudio, diseño, construcción, mantenimiento y explotación de obras viales (MOP, 2010).

Los Instrumentos Jurídicos Internacionales contienen obligaciones para las Partes Contratantes en orden a que los Estados miembros dicten la legislación complementaria que hagan operativa e incorporen las disposiciones de los instrumentos jurídicos, comprometiendo con ello la buena fe internacional del País firmante. Dado ello, no son directamente exigibles para los titulares de proyectos de inversión sean ellos privados o públicos. Con el sometimiento de algunos proyectos o actividades a la Ley 19.300, a los procedimientos del Reglamento del SEIA y a la legislación ambiental complementaria general, Chile cumple con los objetivos perseguidos por las normas ambientales internacionales. Algunos de los textos nacionales que ratifican acuerdos internacionales son los que se indican en el Anexo 5. Instrumentos Jurídicos Internacionales Relevantes (MOP, 2010).

- Normas de seguridad:

Es necesario que las normas de seguridad estén presentes y que las señalizaciones del tránsito tengan una buena visibilidad, ya sean: Pare, ceda el paso, curvas, señales de advertencia de peligros (preventivas, de geometría, de factores físicos, por intersecciones y de operaciones), cruces ferroviarios, señales de servicios y de atractivos turísticos. Además de señalizaciones de velocidad máxima permitida y de zonas donde no está permitido estacionar y las zonas en que si está permitido. Es importante analizar el estado y ubicación de las barreras de contención existentes, su pendiente y su funcionalidad, además de amortiguadores de impacto en caso de ser necesarios. Es clave tomar en cuenta al determinar si los criterios geométricos están de acuerdo al Manual de Carreteras para caminos Locales y de Desarrollo, como las dimensiones de las zonas de seguridad en los costados del camino.

En el caso de caminos de montaña estrechos se debe tener bien definido los horarios en que solo automóviles pueden subir y en cuales pueden bajar. Dentro de la seguridad de la sección transversal, se incluye el buen diseño de las pistas de circulación, las bermas, áreas de seguridad, sobreanchos de plataforma, elementos del drenaje, puentes, taludes de corte y los terraplenes, además del tema de la visibilidad.

Para el caso de las áreas protegidas el tema de las consideraciones de seguridad vial en el diseño del proyecto de paisajismo de un camino es muy importante, ya que apuntan a evitar la práctica de desarrollar el proyecto de paisajismo de manera aislada, sin considerar las implicancias adicionales que generan en el diseño de otras especialidades. Los elementos resultantes del diseño paisajístico no deberán transformarse en puntos duros o infranqueables ni afectar negativamente la distancia de visibilidad de parada; como tampoco producir distracciones al conductor. Se deberá colocar la señalización adecuada y previa que sea necesaria, en aquellas zonas de interés turístico, contemplándose los desvíos y área de estacionamiento pertinentes. Es importante el tema de los cercos en el Área Protegida para evitar accidentes en zonas que presenten riesgos potenciales o amenazas para los usuarios de la ruta, esto evita que los visitantes se bajen del vehículo en zonas en las cuales no está permitido detenerse.

La seguridad al costado de la calzada es un aspecto fundamental de la Seguridad Vial. El efecto de punto duro o punto peligroso lo pueden generar vehículos estacionados al borde de la berma. Este efecto es más riesgoso cuando se trata de un vehículo pesado estacionado en una berma angosta. Por lo anterior, se hace necesario poner a disposición de los usuarios de las vías, principalmente de los vehículos de transporte de carga, zonas de estacionamientos y/o descanso fuera de la calzada y berma. La ubicación de estas zonas en una vía debiera ser el resultado de un estudio de los itinerarios frecuentes de viajes, de las estadísticas de accidentes con participación de vehículos pesados estacionados en la berma y de la opinión de los usuarios de la vía, tanto de los conductores de los vehículos comerciales como de los vehículos particulares. La necesidad de dotar una vía con zonas de estacionamiento y/o descanso no necesariamente está determinada por la jerarquía funcional de la misma. Dependiendo del tipo de vía, los accesos de estas áreas deberán contar con pistas adecuadas de acceso de acuerdo a lo especificado en el Volumen N° 3 del Manual de Carreteras (2010). Estas zonas de estacionamientos en el caso de caminos deberán adecuarse al tránsito pesado que por ellos circula.

Además se debe tener en cuenta que la construcción de los peraltes este bien realizada de acuerdo a los parámetros técnicos entregado por el manual de carreteras, ya que un peralte mal construido se transforma inmediatamente en un foco de inseguridad y accidentes. También de deben mejorar las condiciones de seguridad vial relacionadas con efectos de encandilamiento, protección visual y acústica de poblaciones aledañas a la vía.

En caminos públicos, la mantención de las obras de seguridad es responsabilidad de la Dirección de Vialidad del MOP, pero para los caminos privados es preocupación del propietario el tema de la seguridad. Para ambos es muy importante el tema del Sistema de Control de Incendios, que tiene la finalidad de detectar y controlar incendios que se

produzcan en el área protegida.

- Protección contra la erosión y mejorar las condiciones edafológicas:

Detectar y describir todos aquellos sectores afectados por índices de riesgo potencial y actual de erosión en que la superficie de suelo es susceptible de perderse o degradarse, para ejecutar tratamientos adecuados de control. Luego dar un manejo adecuado de los factores de degradación, desprendimiento y arrastre de partículas sólidas desde la superficie terrestre por la acción del agua, viento, gravedad, hielo, por acciones naturales o del hombre.

Se debe privilegiar trazados o senderos desde el camino que minimicen la superficie de taludes de cortes y terraplenes expuesta a erosión por parte del viento y las aguas lluvia. Además, en el caso de los cortes en ladera, especialmente si estos son de gran altura, deberá dimensionarse, con el mayor detalle posible, la superficie erosionable que quedará expuesta a los efectos climáticos.

A partir de técnicas para proteger el suelo se debe estabilizar o evitar el fenómeno. Las prácticas de conservación de suelos son aquellas actividades que se ejecutan para evitar la pérdida de los suelos por causa de la erosión. Son muy diversas y deben ser seleccionadas en función de la pendiente del terreno, del largo de ella, de la vegetación existente en cada lugar, y del costo. Obedecen a tres principios fundamentales: favorecer la cobertura vegetal del suelo, mejorar la infiltración del agua, y reducir o evitar que ella escurra sobre la superficie (Carrasco et al, 2003).

- Estabilización de taludes:

Los taludes de los cortes deberán estar sometidos a una inspección frecuente, para advertir así eventos de deslizamiento y desprendimiento de material y erosión, producidos por agentes atmosféricos. La inspección frecuente, que podría ser hasta diaria, se deberá basar en el peligro de deslizamiento, debido a la existencia de grandes espesores de suelo orgánico en laderas expuestas a precipitaciones abundantes e intensas, lo que favorecería la ocurrencia de estos fenómenos, especialmente en las zonas superiores de los futuros cortes. Por esta razón se deja constancia de que se deberá inspeccionar, con mayor profundidad y frecuencia, luego de grandes precipitaciones.

Se deberá contar con vegetación que estabilice el área de los taludes u obras de ingeniería que los sostengan. Una medida puede ser cubrir con material de escarpe los taludes del pozo favoreciendo los procesos normales de recolonización. El tipo de plantaciones, que se deberán incorporar a los proyectos viales, tienen que estar estrechamente relacionados con las características biogeográficas donde se emplacen estas obras, de modo de incorporar criterios no solamente estéticos, sino que también ecológicos. Esto para reducir los costos de mantenimiento y dar solución a problemas de taludes, terraplenes y cortes.

- Protección contra polvo y gases

Adecuar las condiciones del camino para que el polvo no sea un factor determinante en la biodiversidad del área protegida, ya que éste puede afectar fenómenos como la fotosíntesis o la alimentación de la fauna.

- Criterio Estético y Ecológico:
 - Protección de la flora y fauna

Se tiene que contar con la información del medio ambiente presente, que incluya una descripción detallada y análisis de la biota. Esto se puede obtener de la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación en el área protegida y a lo largo del camino.

Luego es necesario saber el estado en que estas especies se encuentran a lo largo de la ruta y establecer medidas de protección para favorecer su desarrollo natural. Si se observan casos en que fauna o flora nativa es afectada directamente por el camino, ya sea por desprendimiento de suelo o por impactos por vehículos, se hace imprescindible contar con planes o acciones que eviten este tipo de sucesos, como señalética, corredores biológicos, muros de piedra, etc.

- Recuperar y restaurar la vegetación

En caso de no contar con especies que históricamente estaban en algunas áreas del camino se deben establecer medidas de recuperación y restauración de la vegetación. Para el caso de la recuperación se debe analizar la flora nativa existente en el área y la que, por procesos de degradación de hábitat u otro de tipo antropocéntrico, no se encuentra. Luego se debe establecer la disponibilidad de las especies que se quieran forestar y realizar planes organizados de su distribución y ubicación de las mismas dentro del área protegida.

En la restauración se caracterizan zonas en que la vegetación presenta restricciones o problemas para su crecimiento y desarrollo normal y se efectúan acciones para recuperar las condiciones idóneas de su hábitat.

- Resguardo de cursos de agua:

Se deberá generar la información que permita conocer los siguientes aspectos:

- Principales cuerpos de aguas superficiales cercanos a la zona donde se encuentra el camino, tales como lagos, lagunas o embalses.
- Principales cursos de agua atravesados o bordeados por el trazado de la ruta; ríos, esteros, canales de riego o quebradas.
- Principales humedales vegas, ñadis, gualves o hualves, turbas o mallines en la zona aledaña del camino.

El objetivo principal de recopilar y analizar estos antecedentes, es determinar, desde el

punto de vista de los recursos hídricos, la presencia de sectores sensibles sobre los cuales las actividades del camino puedan producir efectos negativos. Se esta forma se identifican los usos que tiene actualmente el recurso, tales como:

- Utilización del curso superficial en una captación de un sistema de agua potable.
- Presencia en las cercanías del camino de captaciones de canales de riego.
- Usos recreativos de alto valor turístico, asociándose una actividad económica que depende del recurso.
- Ecosistemas acuáticos de alto valor ambiental para la población del sector o para intereses científicos.

En esta caracterización se deberán tener presente los efectos indirectos sobre los componentes del Medio Biótico (flora y vegetación, fauna y ecosistemas acuáticos), ya que éstos podrían verse alterados por el deterioro de las condiciones iniciales de los recursos hídricos. Por lo tanto, en este caso, el área de influencia del proyecto estará estrechamente asociada a la red de drenaje de las aguas superficiales y subterráneas. Además se debe tener la información de la presencia de usuarios aguas abajo de los cursos de aguas que se intervienen y también la presencia de pozos o norias aguas abajo de las obras o actividades asociadas al proyecto.

Si existe alteración de cursos de agua producto de diseños que eliminan red de drenaje natural, se debe implementar un sistema de drenaje que garantice el correcto escurrimiento (superficial y subterráneo) de las aguas. La hidráulica de la red de drenaje superficial (alturas y velocidades de escurrimiento) no deberá ser alterada, el diseño de las obras debería ser tal que el medio natural no debiera percibir cambios en su comportamiento

En caso que el camino se emplace al costado de un curso o cuerpo de agua, se deberá obtener información que permita identificar puntos críticos, por ejemplo, dónde el trazado del camino pudiera interferir el escurrimiento de las aguas ó sectores bajos, donde se pueden producir desbordes de éstas.

- Reposicionar el paisaje:

Un proyecto vial, ejerce una intervención y alteración a la armonía existente de paisaje y al conjunto de elementos físicos, biológicos y antrópicos que pueden ser observados globalmente. Se debe intentar destacar el sentido de identidad en conformidad con el entorno, tal como si éste fuera natural, sin intervención del hombre, a fin de que los proyectos viales posean la cualidad de adaptarse al paisaje, sin que éste se vea afectado. Para el reposicionamiento del paisaje se deben considerar las formas dominantes del terreno que componen el paisaje, las características de los diferentes niveles, la forma de los lomajes (ondulación, quiebres, horizontalidad y verticalidad), la posición de las rocas cuando ejercen su presencia y como éstas caracterizan el paisaje. De esta forma mantener la calidad paisajística, que a fin de cuentas es la calidad estética o visual del paisaje. Esta calidad es relativizada por la subjetividad (sensitividad, educación, cultura, etc.) del observador, pero puede estar definida por las características intrínsecas del punto de observación (morfología, vegetación, etc.), la calidad visual del entorno inmediato y la

calidad del fondo escénico.

En situaciones en que una ruta atraviesa un área protegida el paisaje se encuentra bastante alterada por el camino existente, por lo tanto, las medidas pueden apuntar a recuperar o crear nuevas áreas paisajísticas. En esta etapa resulta muy relevante la realización de un análisis desde el punto de vista de un usuario del camino, con la finalidad de detectar lugares de especial interés para la ubicación de miradores o sectores de descanso.

- **Miradores:** Se deberá considerar en una primera instancia las características que presentan el paisaje y su valor estético dentro del Área Protegida, con el objeto de identificar puntos estratégicos para la instalación de miradores. Con ésta información es posible identificar puntos de especial interés en el área, permitiendo integrar los miradores al paisaje circundante, y con ello apreciar los aspectos más interesantes del paisaje.
- **Zonas de Descanso:** Se deberá incluir en su diseño las mismas consideraciones para miradores. Se deberá considerar, dentro de las soluciones de diseño, la cromática del sector y las formas dominantes del paisaje. Por otro lado, se deberá preferir aquellos materiales característicos de cada zona geográfica (rocas, maderas), excluyendo aquellos, cuya especie original esté protegida por leyes o convenios internacionales.

Todas estas soluciones de diseño vial afectan el paisaje, por lo tanto, estas alteraciones circundantes deberán ser abordadas con un adecuado tratamiento paisajístico. Para mejorar la calidad visual en los caminos es fundamental considerar la seguridad vial para el conductor y los vecinos. Por lo tanto, lo importante será fortalecer la valoración y respeto por el medio ambiente, lo que involucra adaptar el trazado al entorno, con lo que es posible evaluar, prevenir, rescatar, proteger, disminuir las alteraciones al medio.

La integración del paisaje al desarrollo vial fue adquirida tempranamente en países del primer mundo, los cuales cuentan con criterios paisajísticos explícitos y rigurosos para la construcción de caminos, incluyendo por ejemplo el desarrollo de plantaciones en carreteras durante su construcción y/o ampliación (Bello-Morales Merino 1986). En Chile, la consideración ambiental está incorporada inicialmente en el Manual de Carreteras de 1997, donde la Dirección de Vialidad-Ministerio de Obras Públicas asume la responsabilidad ambiental dictada en 1994 cuando se publica la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Etcheberry et al. 2003). En una versión posterior de dicho manual (2003), se incluyó explícitamente la definición de “Medidas de Reparación y/o Restauración”, las cuales tienen por finalidad reponer los componentes o elementos ambientales sobre los cuales se generaron impactos negativos significativos derivados de la construcción vial. Se espera que estas intervenciones permitan dejar el sitio en un nivel de calidad similar al que presentaba antes de la construcción del proyecto. Se indica aquí por ejemplo, que una vez finalizado el proyecto, en la etapa de “abandono de instalación”, se debieran efectuar acciones de restauración de suelos, reposición de vegetación, relleno de pozos, retiro de materiales y desechos; además de restaurar aquellas superficies correspondientes a campamentos, caminos de servicios, empréstitos y botaderos, entre otras (Etcheberry et al. 2003).

- Criterio Socioeconómico y Cultural:
 - Mejorar la calidad de vida:

En general, un proyecto vial tiene como objetivo principal beneficiar a la ciudadanía, mejorando, directa o indirectamente, su calidad de vida; no obstante, esto no siempre ocurre para la totalidad de las personas en la zona involucrada. Es así que es de suma importancia detectar y destacar los aspectos más relevantes que puedan definir los diferentes actores representativos de la comunidad afectada.

En consecuencia, se deberá asumir que todo Proyecto Vial genera impactos en la fluidez del tránsito, la seguridad vial, la accesibilidad al transporte y a la propiedad vecina y finalmente, calidad ambiental del área circundante. De esta forma se debe evaluar la magnitud de la alteración que puede producir el camino en los sistemas de vida y costumbres las comunidades humanas presentes en el área. Estos pueden afectar la calidad de vida, las costumbres históricas y las relaciones entre grupos. Además, el proyecto puede disminuir la seguridad de la población dado el aumento de tráfico.

Por último se deberán adoptar las medidas necesarias a fin de no generar contaminación acústica, ni atmosférica que pueda alterar la salud y calidad de vida de población cercana.

- Uso actual, Vinculación entre Sistemas Productivos y Utilización de Vías:

Se debe tener caracterizada la ruta según los usos aledaños como vivienda, recreación, turismo y deporte, los cuales pueden estar simultáneamente activos y relacionados. Estos usos se vinculan directamente con los sistemas productivos de la ruta, de forma negativa o positiva, dependiendo de la forma y magnitud en que es realizado cada uso y como es utilizada la vía por cada uno.

Son importantes los modos de movilización actual que se realizan en el camino y como estos afectan o potencian la relación del área protegida y la ruta en sí.

- Capacidad de Carga:

Se deben tener estudios de la capacidad de carga del camino y las zonas aledañas en que los visitantes se detienen o descansan cerca de la vía. Según Alberto Tacón y Carla Firmani (2004) la capacidad de carga es el nivel de uso público posible de admitir en un sitio o área, de manera que permita generar altos niveles de satisfacción para los visitantes con un impacto “aceptable” o mínimo sobre los recursos del Área Protegida. Las estimaciones de la capacidad de carga se hacen tomando en cuenta distintos factores. Los más importantes son:

- a) Factores ambientales:** Impacto directo e indirecto sobre los recursos naturales en el corto y largo plazo. Bajo este factor se incluyen aspectos como:
- Tamaño del APP y del espacio utilizable por el visitante
 - Fragilidad del ambiente: especies en peligro de extinción, suelos frágiles, vegetación y animales que podrían ser perjudicados por el uso público.

- Topografía y cobertura vegetal: en ambientes abiertos, por ejemplo, los visitantes son muy visibles, lo que reduce la capacidad de carga debido a que muchos prefieren no estar en contacto visual ni encontrarse con otros grupos de personas.
- b) Factores psicosociales:** Impacto en el grado de satisfacción del visitante. Incluye aspectos como:
- Flujo de visitantes y su distribución: frecuentación, concentraciones estacionales, tamaño del grupo.
 - Tipo de visitantes: límite de tolerancia, expectativas previas, predisposición.
 - Diseño de las instalaciones: privacidad en sitios para acampar, oferta de senderos y áreas comunes.
- c) Factores externos:** Son factores que influyen en el desarrollo del uso público del APP y no son controlables, pero deben ser considerados en el proceso de planificación. Incluyen, por ejemplo, los cambios en el paisaje aledaño al APP, la oferta turística de terceros, las tendencias de la demanda turística (perfil del turista, motivaciones, gustos, moda), la situación política y económica de la región o el país.
- Demografía del Área:

Contar con un registro anual de las familias que se localizan a lo largo del camino y su crecimiento demográfico, junto con la cantidad de casas y negocios que se localizan en el área.

ANEXOS

Anexo 1. Declaración de Santuario de la Naturaleza los Predios denominados San Francisco de Lagunillas y Quillayal, ubicados en la Comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera, Región Metropolitana.

- El área corresponde a un ecosistema de montaña con representación de dos ecorregiones: Matorral y Bosque Esclerófilo y Estepa Altoandina. Estas ecorregiones representan un reservorio de una importante muestra biológica a nivel nacional y están considerados dentro de las áreas geográficas que sustentan una alta biodiversidad de Chile Central y concentran una importante muestra de flora y fauna nativas, alguna de las cuales son endémicas.
- Con respecto a la fauna presente en el lugar se han descrito 167 especies de vertebrados: 116 aves, 27 mamíferos, 17 reptiles y 7 anfibios. El 17% de ellas corresponden a especies endémicas y 40 especies de las descritas se encuentran con algún problema de conservación, especialmente anfibios, reptiles y mamíferos.
- En el sector se pueden reconocer rasgos de alto valor escénico ligados a recursos hídricos, fenómenos geológicos y procesos orográficos que han moldeado el terreno montañoso y los estrechos valles de las cuencas precordilleranas.
- También se han registrado sitios arqueológicos con presencia de material lítico, que dan cuenta de las poblaciones prehispánicas de Chile central.
- En el predio San Francisco de Lagunillas aún se desarrollan actividades vinculadas a las tradiciones típicamente campesinas de la zona central de Chile, como el arreo de ganado y el rodeo.
- Potencial eco turístico relacionado a las bellezas escénicas, flora, fauna, cursos de agua, posibilidad de actividades invernales y agroturismo y para la investigación científica y la educación ambiental.
- La protección de los predios en mención contribuye a la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, dado que corresponden a uno de los sitios prioritarios para la conservación de la Biodiversidad de la Región Metropolitana.

Anexo 2. Marco legal ambiental

- Zona de Interés Científicos para efectos Mineros

Mediante el Decreto 78, publicado en el año 2006 por el Ministerio de Minería, el predio San Francisco Lagunillas es declarado Zona de Interés Científico para Efectos Mineros, lo cual implica que para poder ejecutar cualesquiera labores mineras en esta zona, los titulares de las concesiones mineras ubicadas en dicha área, deberán contar con el respectivo permiso a que se refiere el artículo 17 N° 6 del Código de Minería (Permiso directo del Presidente de la República).

- Áreas de Preservación Ecológica

Corresponden a aquellas áreas que serán mantenidas en estado natural, para asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como asimismo preservar el patrimonio paisajístico.

Son parte integrante de estas zonas, los sectores altos de las cuencas y microcuencas hidrográficas; los reservorios de agua y cauces naturales; las áreas de preservación del recurso nieve, tanto para su preservación como fuente de agua potable, como para evitar el emplazamiento de construcciones dentro de las canchas de esquí; las cumbres y los farellones; los enclaves de flora y refugios de fauna; como asimismo, los componentes paisajísticos destacados.

Quedarán integradas en esta zona, con sus correspondientes legislaciones, las diversas áreas que tengan características de Áreas Silvestres Protegidas, como los Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Las Áreas Complementarias a las Áreas Silvestres Protegidas y que corresponden a los Santuarios de la Naturaleza y Lugares de Interés Científico y en general todas aquellas áreas que conforman Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Áreas de Protección Existentes.

En estas Áreas se permitirá el desarrollo de actividades que aseguren la permanencia de los valores naturales, restringiéndose su uso a los fines: científico, cultural, educativo, recreacional, deportivo y turístico, con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación. Las normas que regirán estas actividades y asimismo las de los usos complementarios a ellas como: equipamiento de seguridad, comunicaciones, salud, comercio y estacionamientos de uso público, serán definidas por la Secretaría Regional Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo en cada caso, atendiendo a sus características específicas y a los estudios pertinentes aprobados por los organismos competentes que corresponda.

La aprobación de proyectos quedará condicionada en todos los casos a la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, realizado por el interesado, evaluado e informado favorablemente por los organismos que corresponda.

Las actividades agrícolas, ganaderas o forestales, podrán desarrollarse en forma controlada, para lo cual los organismos competentes respectivos fijarán las condiciones pertinentes, mediante planes aprobados por dichos servicios, los que deberán incluir los sistemas de control y monitoreo correspondientes, lo que será condición para la autorización de funcionamiento de dichas actividades.

En las Áreas de Preservación Ecológica, no se permitirá divisiones prediales.

- **Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C.)**

Corresponden a aquellas áreas en las cuales se podrá desarrollar, además de las actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, determinadas actividades de carácter urbano, en tanto se conserve las características del entorno natural y las intervenciones que ellas generen, contribuyan al mejoramiento de la calidad del medioambiente o incrementen sus valores paisajísticos. Para los efectos de autorizar proyectos destinados a actividades urbanas en estas áreas, se establecen las siguientes exigencias:

- Todo proyecto que se desarrolle en estas áreas deberá cumplir con un porcentaje de arborización, no inferior a un 25 % de la superficie predial, con especies nativas y exóticas, de acuerdo a proyecto autorizado por el organismo respectivo del Ministerio de Agricultura.
- Si el emplazamiento del proyecto a desarrollar implica la tala de especies arbóreas, éstas deberán ser repuestas en el mismo terreno con el doble de las especies intervenidas, independientemente del 25 % de arborización antes señalado.
- La tala de árboles deberá llevarse a cabo atendiendo las disposiciones legales vigentes sobre la materia.
- Las instalaciones y/o edificaciones, como así mismo las especies arbóreas, no podrán alterar el escurrimiento natural de aguas provenientes de esteros o quebradas.
- No se permitirá instalaciones o construcciones de ningún tipo en terrenos adyacentes a quebradas, a distancias inferiores de 40 m a cada costado de los bordes del cauce.
- Los proyectos que se desarrollen en estas áreas deberán incluir las medidas de control y conservación de suelo en lo referente a cárcavas existentes y a cualquier otro tipo de accidentes del relieve, para lo cual se exigirá el informe respectivo emitido por los organismos o servicios competentes. Semejantes precauciones deberán incorporarse en los casos de taludes u otro tipo de intervenciones que deterioren los recursos de suelo, agua, flora y fauna.
- Se permitirá una vivienda por predio. Además, se podrá edificar en el mismo predio una vivienda para cuidador, siempre que esta cumpla con las características y condiciones definidas para las viviendas sociales en los Artículos 7.1.2 y 7.1.4 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Anexo 3. Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) Asociados a Proyectos Viales

Art.	Permiso Ambiental Sectorial	Texto Legal
68	Arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo o sus derivados o residuos, aguas de relaves de minerales u otras materias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que ocasionen daños o perjuicios en las aguas sometidas a jurisdicción nacional, y en puertos, ríos o lagos	Art. 142 del D.L. 2.222/78 Ley de Navegación Ministerio de Defensa Nacional
73	Introducir o descargar en aguas sometidas a jurisdicción nacional materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie, que no ocasionen daños o perjuicios en las aguas, la flora o la fauna.	Art. 140 del D.S. N° 1/92 reglamento para el control de la contaminación acuática. Ministerio de Defensa Nacional
75	Realizar trabajos de conservación, reparación o restauración de Monumentos Históricos; remover objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico; destruir, transformar o reparar un Monumento Histórico o hacer construcciones en sus alrededores; excavar o edificar si el Monumento Histórico fuere un lugar o sitio eriazos.	Art.11 y 12 Ley 17.228 Monumentos Nacionales
76	Hacer excavaciones de carácter o tipo arqueológico, antropológico, paleontológico o antropoarqueológico.	Art. 22 y 23 Ley 17.228 Monumentos Nacionales y su reglamento D.S. 484/90 Ministerio de Educación.
77	Hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación	Art. 30 Ley 17.228 Monumentos Nacionales.
78	Iniciar trabajos de construcción, o excavación, o para desarrollar actividades como pesca, caza, o cualquier actividad que pueda alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza.	Art. 31 Ley 17.228 Monumentos Nacionales.
89	Realizar extracción de ripios y arenas de los cauces de ríos y esteros.	Art. 11 Ley 11.402.
91	Construcción, modificación y ampliación de obras públicas o privadas destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza.	Art. 71, letra b) D.F.L. 725/67 Código Sanitario.
93	Construir, modificar y ampliar cualquier planta de tratamiento de basuras o desperdicios de cualquier tipo, o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección o disposición final de basuras o desperdicios de cualquier clase.	Art. 79 y 80 D.F.L. 725/67 Código Sanitario.
96	Subdividir o urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo o poblaciones fuera de los límites urbanos.	Incisos 3° y 4° del art. 55 D.F.L. 458/75 Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
102	Corta o explotación de bosque nativo, en cualquier tipo de terreno, o plantaciones ubicadas en terrenos de aptitud preferentemente forestal	Art. 21 D.L. 701/74 Fomento Forestal.
103	Corta o explotación de la especie vegetal de carácter forestal denominada Alerce - Fitzroya cupressoides (Mol.) K. Koch.	D.S. 490/76 Ministerio de Agricultura.
104	Corta o explotación de la especie vegetal de carácter forestal denominada Pehuén - Araucaria araucana (Mol.) K. Koch.	D.S. 43/90 Ministerio de Agricultura.
105	Corta o explotación de Queule -Gomortega keule (Mol.) Baillon-, Pitao -Pitauia punctata (Mol.)-, Belloto del Sur - Beilshmidia berterooana (Gay) Kostern-, Ruil -Nothofagus alessandrii Espinoza-, Belloto del Norte -Beilshmidia miersii (Gay) Kostern-.	D.S. 13/95 Ministerio de Agricultura.

Fuente: MOP, 2010

Anexo 4. Legislación Ambiental Sectorial y su Aplicabilidad a Proyectos Viales

Legislación Ambiental Sectorial	Aplicabilidad
Orgánica del MOP y Otros	Decreto Fuerza Ley 850/97, fija texto refundido, coordinado y sistematizado de Ley 15.840 Orgánica del MOP y del Decreto Fuerza Ley 206/64 MOP; D.O. 25 de Febrero de 1998. Resolución DV N° 232/02, deja sin efecto Resolución DV N° 416/87, y aprueba nuevas normas sobre accesos a caminos públicos que indica, 22 de marzo de 2002 (D.O. 17 de Junio de 2002).
Del Aire	Decreto Supremo N° 144, establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza, D.O. 18 de mayo de 1961, Ministerio de Salud. Decreto Supremo N° 16, establece Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), 6 de junio de 1998, Ministerio Secretaría General de la Presidencia Resolución N° 15.027, 9 de Noviembre de 1994, Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, Ministerio de Salud Decreto Supremo N° 55, establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados, 8 de marzo de 1994, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Decreto Supremo N° 655/40, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Reglamento sobre higiene y seguridad industriales. (D.O. 7 de marzo 1943) Decreto Supremo N° 69/89, que fija normas de emisión de contaminantes en vehículos motorizados y procedimientos de control y Decreto Supremo N°103/2000, establece norma de emisión de hidrocarburos no metánicos para vehículos livianos y medianos, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones Resolución N° 1215/78, del Departamento de Programas sobre el Medio Ambiente, Ministerio de Salud, establece Normas Sanitarias Mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica Decreto Supremo N° 75/87, Transporte de carga, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (D.O. 7 de julio de 1987) Decreto Supremo N° 298/94, reglamenta transporte de cargas peligrosas por calles y caminos, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (D.O. del 11 de febrero de 1995)
Del Agua	Decreto Fuerza Ley N° 1122, establece el Código de Aguas, 29 de Enero de 1981, Ministerio de Justicia Decreto Supremo N° 90/2001, establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, 7 de marzo de 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia Norma Oficial Chilena N° 409/Of84, de calidad del agua para uso potable, 16 de Enero de 1984, Ministerio de Salud Norma Oficial Chilena N° 1.333/Of78, Decreto N° 867. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos, D.O. 5 de Julio de 1978, MOP (modificada en 1987) Ley 11.402, sobre obras de defensa y regularización de riberas y cauces, MOP (D.O. del 16 de Diciembre de 1953) Decreto Ley N° 2.222, Ley de Navegación, 31 de mayo de 1978, Ministerio de Defensa Nacional Código de Aguas y Resolución N° 186/96, que establece normas de exploración y de explotación de aguas subterráneas, Dirección General de Aguas (D.O. del 15 de mayo de 1996) Decreto Supremo N° 288/69, que aprobó el Reglamento sobre sistema de tratamiento primario de aguas servidas mediante estanques sépticos prefabricados, Ministerio de Salud (D.O. del 31 de mayo de 1969)
Del Suelo	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (D.O. 9 de marzo de 1994) Decreto Ley N° 3.557/81, establece disposiciones sobre protección agrícola, Ministerio de Agricultura (D.O. 9 de febrero de 1981) Resolución N° 20, aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago, 4 de Noviembre de 1994, Intendencia Región Metropolitana (modificación aprobada mediante Resolución N°39, 6 de octubre de 1994)

	Ley 18.378, 29 Diciembre de 1984, Conservación en predios agrícolas
	Decreto Supremo N° 379. Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios, 1 de marzo de 1986, Ministerio de Economía, Fomento, y Reconstrucción
	Ley 18.290, Ley de Tránsito, D.O. 7 de febrero de 1984
Del Ruido	Decreto Supremo N° 146, aprueba Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, 17 de abril de 1998, Ministerio Secretaría General de la Presidencia
	Norma Oficial Chilena NCh1619.Of79, declarada oficial por Decreto Supremo N°253/89, sobre evaluación del ruido en relación con la reacción de la comunidad, 10 de agosto de 1989, Ministerio de Salud
	Norma Suiza OPB 814.41. Reglamento sobre la protección contra el ruido que establece los límites de ruido provenientes de fuentes móviles (norma de referencia utilizada en el SEIA)
De los Residuos Sólidos	Decreto Fuerza Ley N° 725, Código Sanitario, 11 de Diciembre de 1967, Ministerio de Salud
	Decreto Supremo N° 594/00, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, 29 de abril de 2000, Ministerio de Salud (modificado por Decreto Supremo N° 201/2001)
	Resolución N° 20, aprueba Plan Regulador Metropolitano de Santiago, 4 de noviembre de 1994, Intendencia Región Metropolitana (modificación aprobada mediante Resolución N°39, 6 de octubre e 1994)
	Decreto con Fuerza de Ley N°1/89, Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa, Ministerio de Salud (D.O. 21 de Febrero 1990)
De los Recursos Naturales Renovables	Decreto Supremo N° 4.363/31, aprueba texto definitivo de la Ley de Bosques, 31 de julio de 1931, ex Ministerio de Tierras y Colonización (modificado por Ley 18.979)
	Decreto Ley N° 701/74, sobre Fomento Forestal (modificado por Decreto Ley N°2.565/79 y por Leyes N°18.959 y N°19.561)
	Decreto Supremo N° 490/76, declara Monumento Natural a la Especie Forestal Alerce, 5 de septiembre de 1976, Ministerio de Agricultura
	Decreto Supremo N° 43/90, declara Monumento Natural a la Araucaria Araucana, 3 de marzo de 1990, Ministerio de Agricultura
	Decreto Supremo N° 12971, prohíbe la corta, arranque, transporte, tenencia y comercio de Copihues, 17 de abril de 1971, Ministerio de Agricultura
	Decreto Supremo N° 13/95, declara Monumento Natural las especies forestales Queule, Pitao, Belloto del sur, Belloto del Norte y Ruil, exento de 1995, Ministerio de Agricultura
	Decreto Supremo N° 276/80, aprueba reglamento sobre roce a fuego, 4 de noviembre de 1980 Ministerio de Agricultura
	Ley 19.473, sustituye texto de la Ley N° 4.601, Sobre Caza, y art. 609 del Código Civil, 27 de septiembre de 1996
	Decreto Supremo N° 5/98, Reglamento de la Ley de Caza, 7 de diciembre de 1998, Ministerio de Agricultura
	Decreto Supremo N° 430, fija texto refundido de la Ley General de Pesca y Acuicultura, 21 de enero de 1992, Ministerio de Economía
Del Patrimonio Arqueológico	Ley 17.288, Legisla sobre Monumentos Nacionales, 4 de febrero de 1970, Ministerio de Educación Pública
	Decreto Supremo N° 484/91, Reglamento de la Ley 17.288, sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, 2 de abril de 1991, Ministerio de Educación
	Ley 19.253, Establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, 28 de septiembre de 1993, Ministerio de Planificación y Cooperación

Del Ambiente Laboral	Decreto con Fuerza de Ley N° 725, Código Sanitario, 31 de enero de 1968, Ministerio de Salud Pública
	Decreto Supremo N° 594/00, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, 29 de abril de 2000, Ministerio de Salud (modificado por Decreto Supremo N°201/2001)
Del Manejo, Transporte y Almacenamiento de Materiales	Decreto Supremo N° 75/87, establece condiciones para el transporte de cargas que indica, 7 de julio de 1987, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
	Decreto Supremo N° 298/94, Reglamento sobre el transporte de carga peligrosa, de 1994, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
	Ley 18.302, Ley de Seguridad Nuclear (D.O. del 2 de mayo de 1984), modificada por Ley 18.730
	Decreto Supremo N° 12/85, aprueba reglamento para el transporte y almacenamiento seguro de materiales radiactivos, Ministerio de Minería (D.O. del 10 de junio de 1985)

Fuente: MOP, 2010

Anexo 5. Instrumentos Jurídicos Internacionales Relevantes.

Instrumento	N°
Decreto Supremo	N° 531/67, promulga Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, 4 de octubre de 1967, Ministerio de RR.EE.
	N° 771/81, promulga la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, 11 de noviembre de 1981, Ministerio de RR.EE.
	N° 141/75, aprueba Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), 25 de marzo de 1975, Ministerio de RR.EE.
	N° 1.963/94, Convenio sobre Diversidad Biológica, Ministerio de RR.EE.

Fuente: MOP, 2010