UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD CIENCIAS FORESTALES Y
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
Programa Interfacultades
Magíster en Gestión y Planificación Ambiental

"Proposición de Lineamientos para la Evaluación Ambiental de un Camino al Interior de un Área Protegida, caso de Estudio Cuesta El Cepillo, Región Metropolitana"

Tesis para optar al Grado de Magíster en

Gestión y Planificación Ambiental

ALVARO MAURICIO COVARRUBIAS ENCINA

Directora de Tesis

Ph.D., M.Sc., Ing. For., Sra. Carmen Luz de la Maza A.

Santiago, Chile.

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
Programa Interfacultades
Magíster en Gestión y Planificación Ambiental

"Proposición de Lineamientos para la Evaluación Ambiental de un Camino al Interior de un Área Protegida, caso de Estudio Cuesta El Cepillo, Región Metropolitana"

ALVARO MAURICIO COVARRUBIAS ENCINA

Directora de Tesis:

Sra. Carmen Luz de la Maza ----------

Comisión de Evaluación

Presidente:

Sr. Hugo Romero ----------

Profesor Informante (1)

Sr. Guillermo Espinoza ----------

Profesor Informante (2):

Srta. Claudia Cerda ----------

Santiago, Chile.
2013

Agradecimientos

Resumen

La presente investigación descriptiva tiene por objetivo Identificar y determinar a través de distintas metodologías de evaluación ambiental, los posibles impactos ambientales que son generados por la construcción y/o mejoramiento de un camino al interior de un área protegida, y establecer una metodología que responda de mejor manera a los procesos, identificando los puntos convergentes y las diferencias entre ellas, aplicadas a un mismo proyecto.

La comparación contrastará tres metodologías de evaluación ambiental, la primera utilizada por el Ministerio de Obras Públicas denominada Ad - Hoc, en segundo lugar la Matriz de Leopold, y por último, la Matriz de Gran Índice.

Esto nace, por la necesidad de establecer un criterio común de evaluación ambiental, que permita emplear una metodología capaz de identificar los posibles impactos primarios, secundarios y terciarios, que se generan a la hora de construir y/o mejorar un camino al interior de un área protegida.

Como estudio de caso, se realizó un análisis ambiental, del camino G-546 inserto en los Altos de Cantillana, que une las localidades de Champa por el oriente y Cholquí por el poniente, comunicando las Provincias de Maipo y Melipilla.

Se concluye, en esta tesis, que las metodologías causa – efecto, basadas en el método ad - hoc y Leopold, no permiten predecir los cambios sociales y territoriales que pueden ocurrir por el mejoramiento de un camino que atraviesa un área protegida, debido a que solamente identifican los potenciales impactos ambientales exclusivamente en el área de influencia directa.

Sin embargo, la metodología de Gran Índice, permite identificar las relaciones que se generan en la obtención de Impactos ambientales primarios o directos, secundarios y terciarios, permitiendo así obtener una secuencia de potenciales impactos que puedan ser abordados por las medidas de mitigación, reparación, compensación y/o restauración a implementar.

Por último, queda de manifiesto que las metodologías matriciales basadas en el concepto causa-efecto, no permiten establecer la relación de impactos generados por una misma actividad, más bien, son determinados como impactos individuales, con medidas de mitigación independientes, y no presentan relación entre ambas.

Palabras Claves: caminos en áreas protegidas, áreas protegidas, metodologías de evaluación ambiental.

Summary

This descriptive research aims to identify and determine through different methodologies for environmental assessment, potential environmental impacts that will be generated by the construction and / or improvement of a road within a protected area, and establish with such analysis, the methodology that best responds to the processes, identifying points of convergence and the differences between them, applied to the same project.

The comparison will contrast three environmental evaluation methodologies, the first used by the Ministry of Public Works called Ad - Hoc secondly Leopold Matrix, and finally the Great Index Matrix.

This arises because of the need to establish a common approach to environmental assessment, permitting use of a methodology able to identify potential impacts primary, secondary and tertiary, which are generated when building and / or improving a road into a protected area.

As a case study, we performed an environmental analysis, G-546 road in highland insert Cantillana, linking the towns of Champa in the east and in the west Cholqui., Communicating by Province Maipo and Melipilla.

In conclusion, in this thesis, that the methodologies cause - effect, the method based on ad - hoc and Leopold, not predict social and territorial changes which may occur for the improvement of a road through a protected area because only the potential environmental impacts identified exclusively in the area of direct influence.

However, the high rate methodology used to identify the relationships generated in obtaining environmental impacts or direct primary, secondary and tertiary, thus obtaining a sequence of potential impacts that may be addressed by mitigation measures, repair, clearing and / or restore to implement.

Finally, it appears that the matrix methodology based on the concept of cause and effect, would not provide the list of impacts generated by the same activity, rather, are determined as individual impacts, with mitigation measures independent, no relationship between both.

Keywords: roads in protected areas, protected areas, environmental assessment methodologies.

Índice

1 Introducción 10
1.1 Objetivos e Hipótesis 12
1.1.1 Objetivo General 12
1.1.2 Objetivos Específicos 12
1.2 Hipótesis de Trabajo 13
2 Revisión Bibliográfica 14
2.1 Antecedentes Generales 14
2.2 Evaluación de Impacto Ambiental 16
2.2.1 Metodologías de Evaluación Ambiental 17
2.2.2 Matrices Leopold 20
2.2.3 Matriz de Causa - Efecto 19
2.2.4 Matriz Grand Índice 21
3 Materiales y Método 22
3.1 Materiales 22
3.1.1 Antecedentes del Área de Estudio 22
3.1.2 Elementos y Equipos a Utilizar 24
3.2 Métodos 24
4 Resultados 27
4.1 Descripción del Área de Estudio 27
4.1.1 Altos de Cantillana 27
4.1.2 Flora y Vegetación 27
4.1.3 Paisaje 29
4.2 Descripción del camino 30
4.2.1 Caracterizaciones geométricas del camino 31
4.2.2 Tramificación del Camino 33
4.2.3 Actividades susceptibles a causar impactos ambientales 34
4.2.4 Desarrollo de Metodologías 37
4.3 Proposicion de Lineamientos 52
5 Conclusiones 54
6 Bibliografía 57

Índice de Figuras

Figura 1 Sitio Prioritario Cordon de Cantillana en la Región Metropolitana de Santiago 22
Figura 2 Localización del Camino 24
Figura 3 Estructura y composición de la Vegetación en el Km. 29,600 del estero Cholquí en la Cuesta el Cepillo 29
Figura 4 Área General del Camino G-546…….... 30
Figura 5 Diagrama de Censo 32

Índice de Gráficos

Grafico 1 Impacto Ambiental Matriz Ad -hoc 44
Grafico 2 Impacto Ambiental Matriz Ad -hoc 44
Grafico 3 Impacto Ambiental Matriz Leopold 50
Grafico 4 Impacto Ambiental Matriz Grand Índice 51

Índice de Tablas

Tabla 1 Lista de Posible Alteraciones 35
Tabla 2 Matriz de Interacciones 38
Tabla 3 Valoración de Impacto 39
Tabla 4 Valoración de Impacto 40
Tabla 5 Valoración de Impacto 41
Tabla 6 Valoración de Impacto 42
Tabla 7 Valores de los Impactos por Componente Ambiental 43
Tabla 8 Matriz de Leopold 45
Tabla 9 Matriz de Leopold 46
Tabla 10 Matriz de Leopold 47
Tabla 11 Matriz de Leopold 48
Tabla 12 Matriz de Leopold 49
Tabla 13 Índices de Impactos Ambientales 51

1 INTRODUCCIÓN

Los mejoramientos de caminos, provocan perturbaciones sobre los ecosistemas que atraviesan, tomando mayor relevancia cuando suceden en áreas protegidas. Los elementos constituyentes del paisaje, son los que más se han visto afectados por la acción causa y efecto producto de la perturbación generadas estas obras (Ramírez *et al* 2005), es por dicha razón que se implementan medidas de mitigación, que no siempre son efectivas en el tiempo y en el espacio, para reestablecer las condiciones primitivas del patrimonio natural alterado (Riffo y Nuñez 2004).

En este sentido, el conocimiento de la estructura, densidad y funcionalidad de la red vial está cobrando cada vez más relevancia en los estudios ambientales (Ramírez *et al* 2005), ya que es ahí donde la evaluación ambiental, y la metodología a emplear, se transforman en instrumentos fundamentales a la hora de evaluar la generación de impactos ambientales en proyectos de infraestructura.

Esta aproximación, se basa en el conocimiento actual que describe la naturaleza como homogénea, dinámica, multiescalar y organizada jerárquicamente (Prigogine y Stengers 1984), y permite estudiarla tomando en consideración sus características estructurales, sus propiedades funcionales y su organización (Margalef 1997).

A medida que se incrementa el uso de los caminos, se potencia la relación paisaje – camino, ya que ésta contribuye al acercamiento del ciudadano a la naturaleza y a la necesaria sensibilización sobre su entorno (Otero *et al 2006*).

En este sentido, los caminos, no sólo son vías de transporte, sino que constituyen un medio a través del cual el individuo entra en contacto con la naturaleza circundante. Sin embargo, los caminos suponen un impacto

negativo de antropización y otro positivo de comunicación, trayendo como consecuencia la transformación del espacio físico del sector, y cuando no han sido planificadas adecuadamente pueden llegar a afectar la calidad del medio ambiente natural (Morillo 2005; Segnestam 2002).

Es aquí, donde la evaluación ambiental, es fundamental a la hora de identificar y evaluar la generación de impactos negativos significativos. Por lo anterior, el propósito de esta investigación será Identificar y determinar a través de distintas metodologías de evaluación ambiental, los posibles impactos ambientales que serán generados por la construcción y/o mejoramiento de un camino al interior de un área protegida, y establecer con dicho análisis, la metodología que mejor responde a los procesos, identificando los puntos convergentes y las diferencias entre ellas, aplicadas a un mismo proyecto.

1.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.1.1 Objetivo General

Identificar y determinar a través de distintas metodologías de evaluación ambiental, los posibles impactos ambientales que serán generados por la construcción y/o mejoramiento de un camino público al interior de un área protegida.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar a través de metodologías de evaluación ambiental (Leopold, MOP y Grand Índice), los posibles impactos ambientales negativos significativos que son generados por la construcción y/o mejoramiento de un camino público en un área protegida.

- Valorar y jerarquizar los impactos ambientales negativos significativos identificados mediante la aplicación de las metodologías mencionadas en el objetivo anterior.

- Proponer lineamientos para la implementación de medidas de control ambiental que permitan disminuir los impactos negativos significativos en la etapa de construcción y/o mejoramiento de un camino.

1.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO

- A través de la aplicación de tres metodologías de evaluación ambiental (Leopod, Ac –Hod y Grand Índice) en la construcción y/o mejoramiento de un camino al interior de un área protegida, permitirán identificar la totalidad de los impactos ambientales y con ello implementar medidas de mitigación, reparación y compensación acordes a los impactos del mismo.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes Generales

En la actualidad, el aumento de la movilidad, el tiempo dedicado al ocio, y el confinamiento de la gente en ambientes urbanos hacen que los fines de semana y vacaciones, se desplacen a zonas verdes, y los espacios naturales se conviertan en lugares de esparcimiento y disfrute, hecho que, más que una moda pasajera en los gustos de la población, parece reflejar una forma en la que ésta se relaciona con la naturaleza (Archer y Wearing 2003; Corraliza 2003).

A medida que se incrementa el uso de los caminos o carreteras, se potencia la importancia de la relación paisaje-carretera o camino, ya que estos últimos contribuyen al acercamiento del ciudadano a la naturaleza (Otero *et al* 2006).

Cabe señalar, que las principales expresiones del ambiente construido están constituidas por las vías de comunicación terrestre. Dichas obras o instalaciones, así como las actividades de transporte que tienen lugar en ellas, introducen cambios importantes en los ecosistemas naturales e influyen en la calidad de vida de las personas.

Además, cuando se alude a transporte, se debe comprender que se refiere a la necesidad de comunicación del ser humano, el que como integrante de un cuerpo social debe extender sus vínculos comunitarios, y comerciales, hacia otros sitios, lugares, ciudades.

Las vías de comunicación intervienen vastas zonas naturales, modificando de manera irreversible el paisaje y los cursos de aguas. Los ecosistemas se interrumpen a través de la afectación de sus corredores biológicos, y el suelo se altera en sus condiciones naturales (Rivas 2003).

Nepstad *et al* 2001, señalan a pesar de que exista una relación histórica bien documentada entre la existencia de los caminos y la perturbación de los bosques, son apenas recientes los estudios que profundizan, cuantifican y señalan los efectos espaciales de esa relación.

Por otra parte, la actualización de la red vial, permite calcular su densidad, la cual es una medida general e importante para estimar el impacto sobre los ambientes locales, debido a que los diversos efectos ecológicos causados por las vías son sensibles al tamaño de la malla formada por la red y a la variabilidad de ésta. Cuando existen diferencias en la densidad, implica en una primera instancia, la presencia de áreas extensas sin caminos que ayuda a mantener las condiciones ecológicas basales y, por otra parte las zonas con una alta densidad vial, genera áreas perturbadas (Forman 2003).

No es de extrañar que ecosistemas de gran valor ecológico ubicados próximos a concentraciones urbanas, estén expuestos a riesgos, alteración e incluso de extinción (Quintanilla 2002, Muñoz y Charrier 1996), producto de la fuerte presión por cambios en el uso del suelo, contaminación y fragmentación del territorio. La creciente concientización ambiental y mejoras en la calidad de vida de la población han aumentado la demanda por espacios silvestres y áreas verdes (Ellis 1993). La pérdida de biodiversidad es una de las amenazas ambientales de mayor relevancia debido a que es irreversible (Mittermeier *et al* 1998).

Esta presión ha generado, la transformación de bosques y matorrales en campos agrícolas y praderas, provocando pérdida de hábitats y la consiguiente pérdida de biodiversidad (Ehrlich y Wilson 1991; Arroyo 1999; Sala *et al*. 2000). En Chile, la zona más poblada y afectada por el uso antrópico corresponde a la "ecorregión del matorral", que se ubica a lo largo de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes (Di Castri 1973; Mittermeier *et al* 1998). La ecorregión

mediterránea de Chile central (una de las cinco presentes en el mundo) es considerada como uno de los 25 puntos críticos para la conservación de la biodiversidad, debido a su alta riqueza de especies endémicas y alto grado de amenaza (Mittermeier *et al* 1998; Myers *et al* 2000), globalmente amenazada y prioritaria para la conservación (Olson y Dinerstein 1998; Myers *et al* 2000).

Al igual que otros países, la conservación de la diversidad se ha centrado en el establecimiento de áreas protegidas, llamados Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado en Chile SNASPE (Weber y Gutiérrez 1985). Sin embargo, los parques y reservas no se ubican en las zonas de mayor biodiversidad y endemismo, ya sea por razones políticas o por escasez de tierras disponibles por el Estado para cumplir con estos fines (Ormazábal 1993; Armesto *et al* 1998).

2.2 Evaluación de Impacto Ambiental

Existen diferentes definiciones en la literatura con respecto a este tema, Munn (1975) define la Evaluación de Impacto Ambiental, como la actividad dirigida a identificar, prever, interpretar y comunicar informaciones sobre las consecuencias de una determinada acción sobre la salud y el bienestar humano.

A su vez, Moreira (1992) la define como un instrumento de política ambiental, formado por un conjunto de procedimientos, capaz de asegurar, desde el inicio del proceso de evaluación, que se haga un examen sistemático de los impactos ambientales de una acción propuesta y de sus alternativas y que los resultados sean presentados de forma adecuada al público y considerados por los que representan la toma de decisiones.

La evaluación de impacto ambiental, corresponde a un proceso destinado a preveer e informar sobre los efectos que un determinado proyecto o actividad puede ocasionar en el medio circundante, enmarcándose en un proceso más amplio, ligado enteramente a la toma de decisiones sobre la conveniencia o no de ejecutar un proyecto concreto (Camarena *et al* 2005).

Se entenderá para este estudio como Evaluación de Impacto Ambiental al proceso destinado a mejorar el sistema de toma de decisiones, el cual estará orientado a garantizar que los proyectos en general sean ambiental y socialmente sostenibles, entendido como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales, negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos negativos significativos.

Por ello, la valoración ambiental debe: (a) reconocer e incorporar en los modelos asociados a los diferentes enfoques analíticos empleados en la resolución de problemas, los efectos o impactos ambientales; y (b) valorar las consecuencias de los mismos en una escala de medida apropiada para efectuar la priorización y selección final (Moreno *et al* 2001).

2.2.1 Metodologías de Evaluación Ambiental

El concepto de metodología en general, se ha usado para referirse al estudio del proceso a través del cual las teorías se forman y justifican (Blaug 1992). En un sentido más amplio Hausman (1992) postula que el significado de metodología se refiere al proceso de aprendizaje sobre lo social y natural del mundo.

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental proporcionan una síntesis de información y de la valoración de alternativas sobre una base

común de factores de decisión (Canter 1998). En sentido estricto, se pueden encontrar diversas revisiones comparativas de los métodos de identificación de impactos (Canter 1986, Nichols y Hyman 1982). Estas deben reflejar si existe o no impacto (positivo o negativo) originado por las distintas acciones del proyecto sobre los factores ambientales identificados.

Warner 1974, realizó una de las primeras clasificaciones, donde define los métodos en cinco grupos: Métodos “Ad hoc”; Técnicas gráficas mediante mapas y superposiciones; Listas de Chequeo; Matrices y Diagramas.

Por otra parte, Canter (1997), clasificó las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en veintidós grupos listados en orden alfabético y no en orden de importancia de uso y se recomienda tomar en cuenta algunas características importantes como: si da una visión global, es selectiva, mutuamente excluyente, si considera la incertidumbre, entre otros.

La matriz de Leopold o Matriz de Interacciones de Leopold, consiste en identificar las interacciones simples entre los diferentes impactos ambientales potenciales de un proyecto y sus factores ambientales. Esta matriz de doble entrada tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas, las acciones que tendrán lugar y que puedan causar impactos.

En esta metodología, se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas, la primera corresponde a la matriz de identificación de impactos ambientales, que relaciona las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados. Estos factores se identifican previamente a partir de listas de chequeo o verificación.

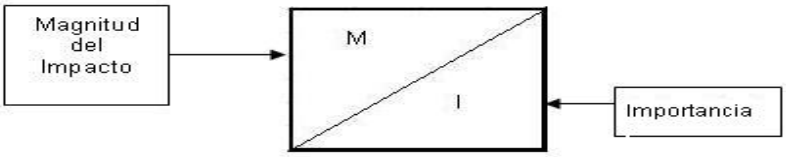
La relación causa-efecto puede mostrarse en una forma muy satisfactoria con un esquema de matriz, es decir, con un arreglo de filas y columnas que en su intersección reflejan numéricamente si existe incidencia de la causa sobre el factor y luego se pondera su valoración de acuerdo con una escala

comparativa (De la Maza 2007). En este contexto, las metodologías matriciales presentan un resumen del Estudio de Impacto Ambiental y una base para la toma de decisiones futuras, mediante interrelaciones de casualidad entre una determinada acción de un proyecto y sus probables efectos ambientales.

2.2.2 Matriz de Leopold

Es una de las metodologías más conocidas y fue desarrollada en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, para la evaluación de impactos ambientales de una mina de fosfatos en California.

Cada elemento ambiental corresponde a una fila y cada acción a una columna que se relaciona mediante una matriz de 8.800 casillas, que corresponden a las posibles interacciones. Por tanto, el primer paso para construir la Matriz es escribir las acciones y los elementos ambientales, luego buscar las casillas de cruce donde se prevea que interacción ocurrirá y marcarlas con una línea diagonal, el segundo paso, es calcular la magnitud e importancia de esa interacción. Para el caso de la magnitud, está relacionada con su extensión o escala, y se supone que se mide de forma objetiva utilizando indicadores, a su vez, la importancia está relacionada con la significancia o trascendencia que sea la interacción y se basa en un juicio subjetivo, de una persona.



Esta matriz puede contraerse o extenderse, añadiéndose acciones o elementos ambientales, o se pueden eliminar previamente aquellas acciones que no produzcan impactos o aquellos elementos no afectados. Los impactos pueden agruparse por aquellas acciones que más afecten o bien por aquellas que

afecten menos que la media, y lo mismo con elementos ambientales. También, puede usarse para identificar los impactos según se produzcan en la fase de construcción, explotación o de abandono.

De la Maza 2007, señala que la evaluación a través de Leopold, consta de varios pasos: 1.- Identificación de las acciones del proyecto y de las componentes del medio afectado; 2.- estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 10, siendo el signo (+) un impacto positivo y el signo (–) uno negativo, y 3.- evaluación subjetiva de la importancia, en una escala de 1 a 10. En forma original, se listan cien posibles acciones de un proyecto sobre una abscisa versus 88 elementos naturales y sociales en la otra abscisa.

Entonces, se define magnitud como el grado, extensión o escala del impacto; importancia como la significancia humana del impacto, además el puntaje asignado a importancia, es un proceso normativo o subjetivo, mientras que el puntaje asignado a magnitud puede ser relativamente objetivo o empírico (Leopold *et al* 1971).

Además, esta matriz permite identificar impactos positivos y negativos, y puede emplearse para identificar impactos en varias fases temporales del proyecto, por ejemplo: para las fases de construcción, explotación y abandono, y para describir los impactos asociados a varios ámbitos espaciales en el emplazamiento.

2.2.2 Matrices causa-efecto

Una de las herramientas más utilizadas para determinar los impactos ambientales corresponde a las matrices de relación causa-efecto, las cuales pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales; en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto, mientras

que en la otra se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por él.

De esta forma, los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control, y la diferencia entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación del impacto individualizado

2.2.4 Matriz Grand Índice

Para analizar los impactos secundarios y terciarios que se derivan de las acciones de proyecto pueden usarse una matriz en etapas, llamada también matriz de impactos cruzados, en que los factores ambientales se muestran contrastados frente a otros factores y los cambios primarios que se produzcan sobre los factores ambientales

En este contexto, esta clase de matrices facilitan la identificación de los efectos secuenciales o en cadenas que dan lugar a los impactos y además permiten obtener una visión del medio como un sistema. En consecuencia, es un método intermedio entre matrices simples y los diagramas de redes.

Rau (1980) sugirió que se puede computar un Gran Índice para esa cadena, si se asigna un puntaje de importancia y magnitud a cada uno de los impactos y si la probabilidad de ocurrencia de cada impacto es conocida.

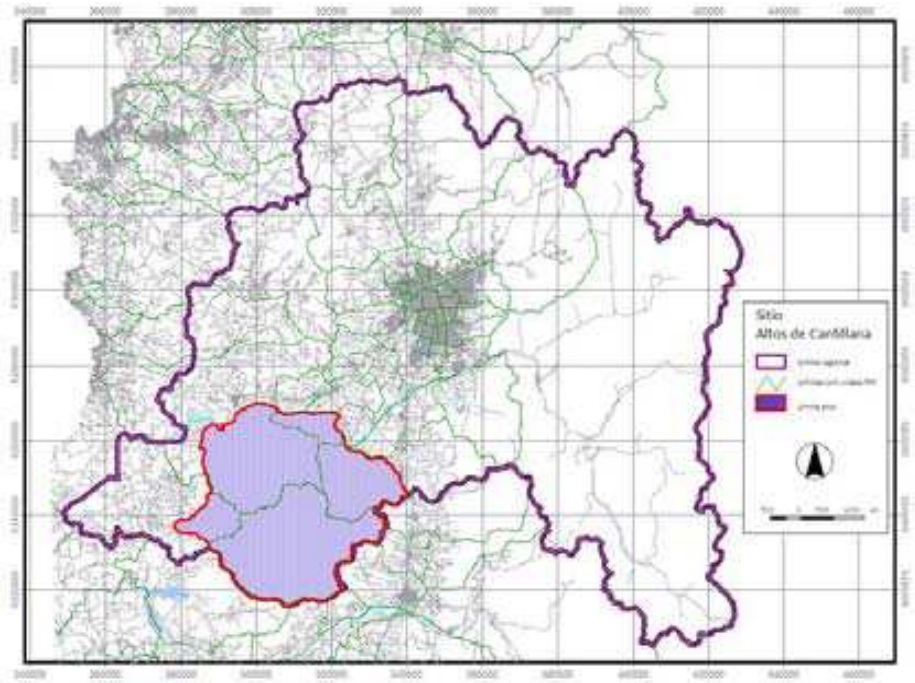
3 MATERIALES Y MÉTODO

3.1 MATERIALES

3.1.1 Antecedentes del Área de Estudio

Este sector, se ubica al surponiente de la Región Metropolitana de Santiago y ha sido reconocido tanto por el Libro Rojo de los sitios prioritarios a nivel nacional, como por la Estrategia Regional de Biodiversidad, como el primer sitio importante por sus atributos ecológicos, principalmente por su endemismo y la presencia de especies con problemas de conservación (Figura 1).

Figura. 1 Sitio Prioritaria Cordón de Cantillana en la Región Metropolitana de Santiago



Fuente: PNUD Universidad de Chile

El área de investigación comienza en el kilómetro 25 y culmina en el 32, del camino G- 54 (ex G-546) y contiene la zona de mayor cobertura de vegetación nativa y donde se encuentra la mayor riqueza biológica, correspondiente a la

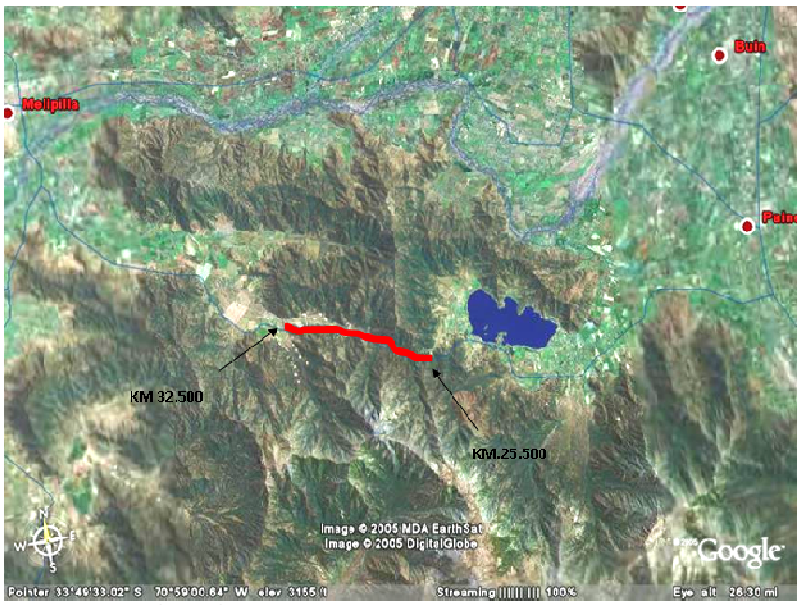
comunidad vegetal *Beilschmiedia miersii -Crinodendron patagua* (belloto–patagua) (Gajardo 1993), destacando bosquetes de belloto y de patagua los cuales crecen a orillas del estero Cholquí.

Además, en la zona de exposición norte, se identificó principalmente la presencia de vegetación xerofítica, donde destacan especies del género Puya, mayoritariamente *Puya coerulea*. En este sistema se encuentran inclusiones de algunos bosquetes mesofíticos dominados por belloto y quillay. A lo largo de todo el trazado, se observó una alta cobertura vegetal superior al 70%.

En la zona de las laderas de exposición sur, se encuentra una vegetación dominada por bosques, en cuya composición específica destacan *Cryptocarya alba* (peumo), *Quillaja saponaria* (quillay) y *Beilschmiedia miersii* (belloto). En estas laderas la cobertura promedio supera el 90%.

El trazado pasa por el sector de la Cuesta El Cepillo, es un camino de montaña que va en dirección Oriente – Poniente y vice-versa, conectando las Provincias de Maipo y Melipilla (Figura 2). Presenta una geometría sinuosa tanto en planta como alzado, y posee un ancho de calzada variable, que fluctúa entre los 3 a 5 metros, presenta una velocidad de operación de aproximadamente 15 km/hr, debido a la pendiente existente que rodea el 10% en los primeros 2 kilómetros. El resto del camino presenta curvas y radios de giro restrictivo, saneamiento transversal y longitudinal insuficiente, producto que el camino se desarrolla a media ladera, es decir, es un camino precario en cuanto a diseño geométrico.

Figura. 2 Localización del Camino



Fuente: Google Earth.

3.1.2 Elementos y Equipos a Utilizar

Dentro de los materiales que se utilizarán en el desarrollo de la investigación se encuentran: antecedentes de la Ex CONAMA, cartografías 50000 y 1000000, Estudios de Impacto Ambiental (EIA), GPS y Estudio de Preinversión Pintué-Cholquí.

3.2 MÉTODOS

Como procedimiento general, transversal a todos los objetivos de la tesis, se realizó una revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias de información y de las metodologías de evaluación ambiental más utilizadas en esta clase de proyectos (Matriciales, y ad-hoc). Se llevaron a efecto salidas de campo, con el objeto de recopilar información de terreno, principalmente de las componentes ambientales, territoriales y socioeconómicos que conforman el área de estudio.

Determinar a través de metodologías de evaluación ambiental (Leopold, MOP y Dinámica), los posibles impactos ambientales negativos significativos que son generados por la construcción y/o mejoramiento de un camino público en un área protegida.

- Se aplicó la Matriz de Leopold y Matrices Complejas. La matriz de Leopold, consiste en la presentación de las interacciones simples que identifican los diferentes impactos ambientales potenciales de un proyecto. Consta de varios pasos: 1) identificación de las acciones del proyecto y de los componentes del medio afectado; 2) estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 10 indicando el signo + un impacto positivo y el signo – uno negativo, y 3) evaluación subjetiva de la importancia del impacto, en una escala de 1 a 10.

- La matriz de Leopold, en su forma original, se listan cien posibles acciones de un proyecto sobre una abscisa versus 88 elementos naturales y sociales en la otra abscisa. La magnitud se entenderá como los impactos producidos por las acciones del proyecto o actividad sobre el medioambiente. El puntaje asignado a “importancia” es un proceso normativo o subjetivo, mientras que el puntaje asignado a “magnitud” puede ser relativamente objetivo o empírico (De la Maza 2007).

Para valorar y jerarquizar los impactos ambientales negativos significativos identificados mediante la aplicación de las metodologías mencionadas

- Se realizó una valoración cualitativa simple, y se contrastaron los resultados de las distintas metodologías aplicando, en caso que correspondiese.

- Los impactos ambientales negativos, fueron definidos a través de la valoración cualitativa simple y sus normalizaciones, y presentarán el mayor rango o ponderación.

- La jerarquización de los impactos fue definida una vez obtenida la valoración de éstos a través de la aplicación del procedimiento descrito.

Para Proponer lineamientos para la implementación de medidas de control ambiental que permitan disminuir los impactos negativos significativos en la etapa de construcción y/o mejoramiento de un camino público.

- Una vez identificados, valorados y jerarquizados los impactos negativos ambientales significativos, se indicó la aplicación de éstas de acuerdo a la factibilidad técnico-económica de las soluciones.

- Para ello se recurrió a información bibliográfica y a la consideración de soluciones dadas en otros estudios de impacto ambiental que tratan sobre caminos de similares características.

- Por último, se generaron los lineamientos para la materialización de las medidas de control.

4 RESULTADOS

4.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1.1 Altos de Cantillana

La zona de los Altos de Cantillana, posee una superficie aproximada de 205 mil há y la riqueza ecológica abarca 12 mil há (Proyecto GEF – Cantillana, PLADETUR, 2008) y el Consejo de Monumentos Nacionales declara 2.743 há como Santuario de la Naturaleza (Art. 31, Ley 17.288).

Dentro de esta superficie, se encuentran ocho comunidades vegetacionales y al menos 163 especies de vertebrados entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos de ellos, un 40% de la flora y 15% de la fauna sólo se encuentra en este lugar. (Centro – EULA, 2004).

4.1.2 Flora y Vegetación

Según Gajardo (1993), el área forma parte de las regiones vegetacionales: a) Matorral y Bosque Esclerófilo, Sub-región del Bosque Esclerófilo Costero, caracterizada por un clima mediterráneo de inviernos fríos y lluviosos y veranos secos; y b) Bosque Caducifolio, Sub/Región del Bosque Caducifolio Montano que en la zona corresponde al límite superior de la situación más favorables del bosque esclerófilo (Centro – EULA, 2004).

A orillas del estero Cholquí.se identifica formación de *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte), especie que se encuentra en categoría de conservación vulnerable (Benoit 1989).

En las quebradas, donde la disponibilidad de agua es mayor debido a los numerosos esteros que las recorren, se encuentra *Drimys winteri* (canelo), *Persea lingue* (lingue), *Luma chequen* (arrayán), *Myrceugenia exsucca* (petra), *Crinodendron patagua* (patagua) y *Aristotelia chilensis* (maqui) (Centro – EULA, 2004).

A medida que el camino avanza hacia el oeste, la vegetación nativa disminuye y el camino discurre entre ejemplares del bosque esclerófilo, tales como boldos y molles. Esta fisonomía se mantiene hasta aproximadamente el km 32 donde existe la Mina las Abuelitas, sector donde empieza un paisaje vegetal intervenido antropicamente.

A continuación se representa en la Figura 3, un corte transversal de la estructura y composición a nivel general de la conformación vegetacional de la cuenca del Estero Cholquí.

Figura 3 Estructura y composición de la Vegetación en el Km. 29,600 del estero Cholquí en la Cuesta el Cepillo

Fuente: Quintanilla, 1983

4.1.3 Paisaje

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, un recurso y como una combinación de elementos físicos, biotecnológicos y humanos (Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992).

Si se considera el paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales (Muñoz-Pedreros 2004), entonces el paisaje puede identificarse como el conjunto de interacciones derivadas de la relación entre geomorfología, clima vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974).

Las características estéticas y de combinación de estos factores definen la calidad visual del paisaje (De Bolós, 1992). Ambas características, definen la

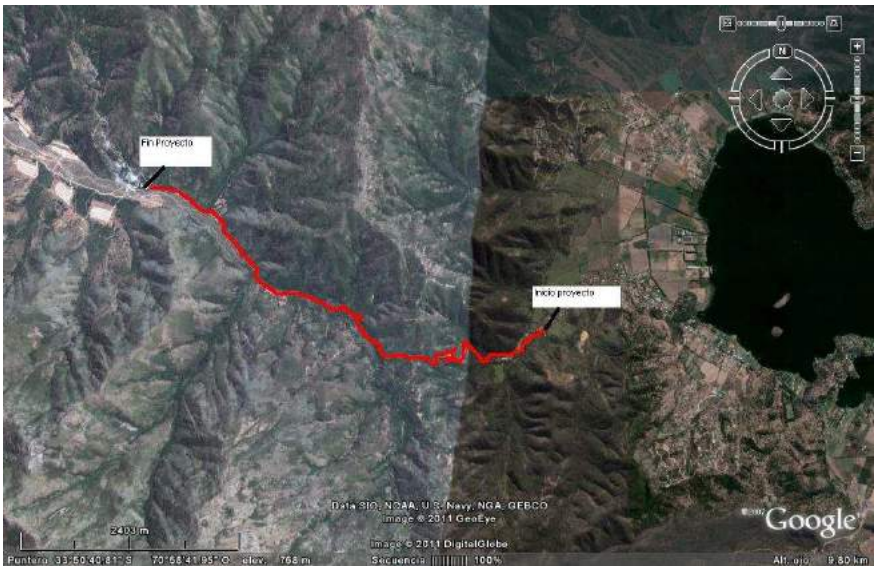
sensibilidad paisajística, que corresponde a la síntesis entre las características de calidad y fragilidad visual. En este sentido, la caracterización del paisaje en torno al camino presenta una estrecha relación con las propiedades visuales básicas o conjuntas de rasgos que lo caracterizan.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL CAMINO

El camino G-54, nace en la intersección de la Ruta 5 Sur, a la altura de la bifurcación de Champa por el sur - oriente y termina en la intersección de la Ruta G-60 por el nor - poniente, en la localidad de Chocalán, Comuna de Melipilla.

La sección bajo estudio, se extiende aproximadamente entre el km 25 (localidad de Pintué) hasta el km 32 (acceso a Cholqui), en una extensión de 7 kilómetros (Figura 4).

Figura 4 Área General del Camino G-54x .



Fuente: Google Earth

4.2.1 Caracterizaciones geométricas del camino

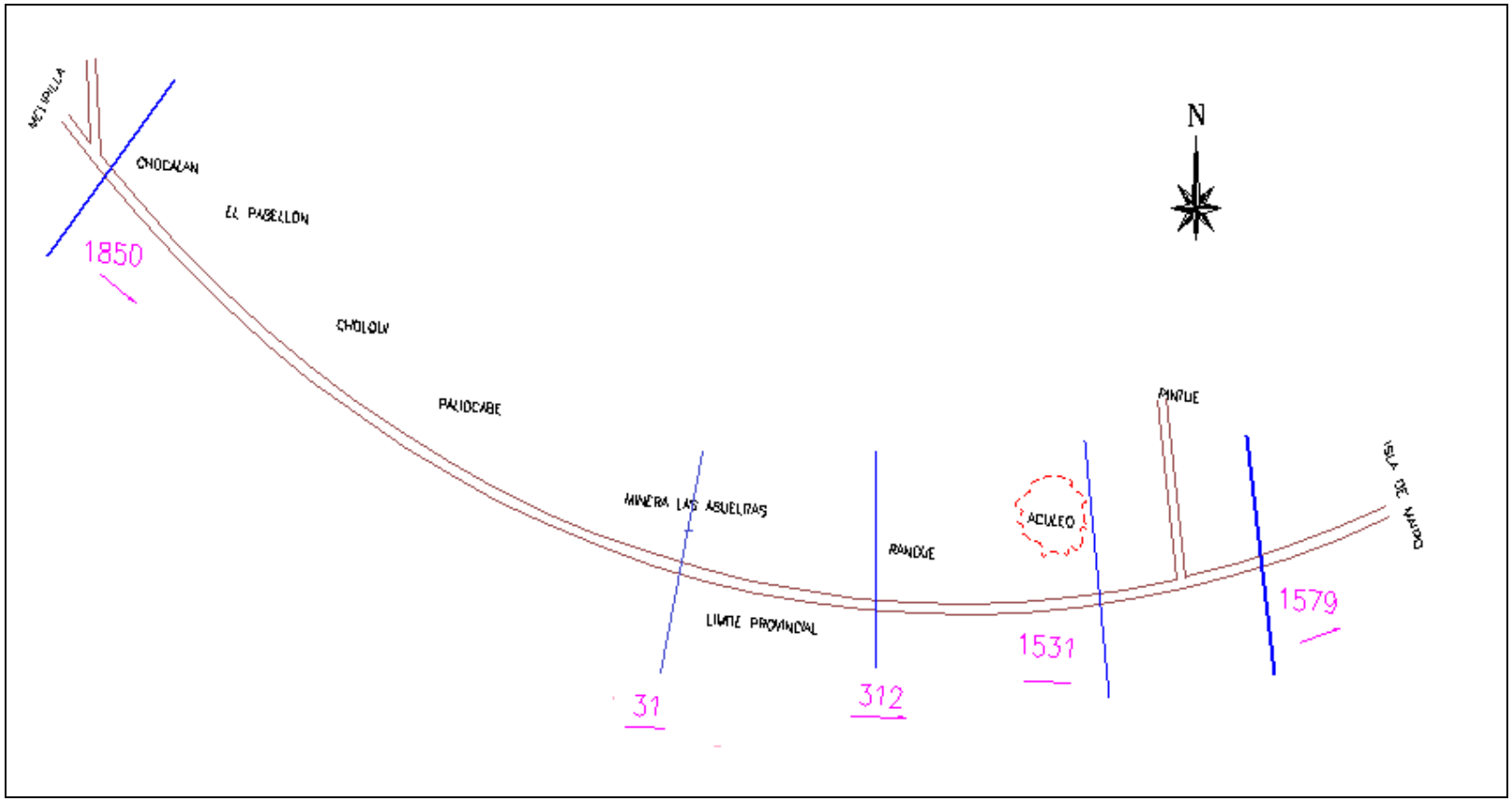
Las características geométricas, no responden a estándares de diseño mínimos (MC – Vol. 2), debido que el ancho de faja fiscal y de plataforma es reducido, generando mala visibilidad producto de los radios de giro (radio 10º y 20º) restrictivos. Además, la pendiente, el bombeo y el saneamiento transversal como longitudinal, confluyen a que el material que conforma la carpeta de rodadura pierda la cohesión producto de la infiltración de agua.

Por otra parte, los elementos de seguridad vial, dispositivos de control y la señalización vertical son deficientes, así como las defensas camineras las que se ubican en los sectores de curvas horizontales, en una longitud de 800 metros lineales.

El saneamiento longitudinal y transversal es precario, por tal razón, en época invernal se produce el colapso de la carpeta de rodado y el tránsito de vehículos livianos de tracción simple se ven imposibilitados de circular, producto de los pasos de agua existentes.

Dichas características disminuyen las condiciones de serviciabilidad del camino produciendo que el flujo vehicular sea bajo como lo muestra la Figura 5, con respecto a caminos del mismo estándar en localidades rurales con menor pendiente.

Figura 5 Diagrama de Censo



4.2.2 Tramificación del Camino

El trazado se puede subdividir en tres tramos, basado en características homogéneas que lo conforman:

- **Tramo Nº 1**

Este tramo presenta una longitud de 2 kilómetros, comenzando alrededor del kilómetro 25.000 al 27.000, donde la calzada es de material natural con un ancho de plataforma promedio de 5,0 metros, acompañada de pendientes fuertes junto a curvas restringidas.

Además, se identifica vegetación nativa, específicamente de la conformación del Bosque Esclerófilo, principalmente Quillay, Peumo y Litre que confinan la plataforma.

- **Tramo Nº 2**

Este tramo presenta una longitud de 3.700 metros, comenzando en el kilómetro 27.000 al 30.700. La calzada es de material natural con un ancho de plataforma promedio de 4,0 metros, con pendientes medias y cruces de quebradas naturales.

Con respecto al saneamiento longitudinal como transversal es precario, pudiéndose apreciar derrames de material hacia el camino que proviene desde sectores de corte.

Además, se observa una gran variedad de vegetación nativa (Boldo, Litre y Peumo) que bordean la plataforma, conformando un elemento a ser considerado al momento de analizar la ampliación.

También, desde el kilómetro 27.000 al 28.400 aproximadamente, se puede observar que el camino se desarrolla a media ladera.

- **Tramo Nº 3**

Este tramo presenta una longitud de 1.800 metros, que comienza alrededor del kilómetro 30,700 al 32,500, la calzada está constituida por terreno natural, con un ancho de plataforma promedio de 4.0 metros y pendientes suaves.

Además, presenta saneamiento transversal como longitudinal precario, el cual en época invernal impide el paso de vehículos de tracción simple.

También, la plataforma está confinada por vegetación nativa (Quillay, Peumo, Litre) y material con sobretamaño en los sectores adyacentes al camino. Al finalizar el trazado existen propiedades que acceden directamente a este.

4.2.3 Actividades susceptibles a causar impactos ambientales

En la Tabla 1, se pueden apreciar las actividades susceptibles a causar algún grado de alteración en los componentes ambientales en la fase de obra y/o explotación de un proyecto, según lo indicado en la sección 9.304 denominado Consideraciones Ambientales Generales en Proyectos Viales, indicado en el Volumen Nº9 del Manual de Carreteras.

Tabla 1 Listado de Posible Alteraciones

Medio	Alteración	Acciones del proyecto	Fase
Calidad de Aire	-Aumento de Niveles de Emisión: • Partículas • Metales Pesados • Nox, CO	-Movimiento de Tierras -Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes. -Planta de Tratamiento de Materiales. -Explotación de Canteras -Incremento Tráfico rodado.	-Obra -Obra y explotación -Obra -Obra -Explotación
Ruidos	-Incremento Niveles Sonoros: • Continuos • Puntuales	-Voladuras -Proceso de Transportes -Plantas de Tratamiento -Movimientos de Maquinaría -Explotación Canteras -Aumento de Transportes	-Obra -Obra -Obra -Obra -Obra -Explotación
Clima	-Cambios microclimáticos -Cambios mesoclimáticos por circulación de viento.	-Asfalto de Superficies -Destrucción de vegetación -Creación de sendas	-Explotación -Obra y Explotación -Obra y Explotación
Geología y Geomorfología	-Destrucción de Puntos de Interés geológicos. -Aumento de inestabilidad de laderas	-Movimientos de Tierras. -Ocupación del espacio por la Infraestructura. -Explotación de Canteras -Movimientos de Maquinaria	-Obra -Obra -Obra -Obra
Hidrología Superficial y Subterráneas	-Perdida de Calidad del Agua -Efecto Barrera -Riesgo de inundación -Cambio en los flujos de caudales -Cambios procesos erosión y sedimentación -Afecciones a masas de agua superficiales (Zonas Húmedas) -Interrupciones en los flujos de aguas subterráneas	-Movimientos de tierra -deposición emisiones atmosféricas -Desviación temporal o permanente de caudales -Construcción de la Vía -Utilización de productos químicos para mantención. -vertidos accidentales	-Obra -Obra y explotación -Obra y explotación -Explotación -Obra y explotación.
Medio	**Alteración**	**Acciones del proyecto**	**Fase**
Suelos	-Destrucción directa -Compactación -Aumento de Erosión -Disminución de la calidad edáfica por salinización y aumento de PH.	-Asfalto, hormigonado y encanchado de superficies. -Explotación de la Cantera -Movimientos de tierra -Deposición atmosférica y conservación de la vía.	-Obra -Obra -Obra -Explotación -Obra

		-Movimientos de Maquinaría pesada y confección de pistas. -Depósitos de Materiales -Construcción y Abandono de plantas de tratamiento. -Vertidos de las Hormigoneras	-Obra -Obra -Obra
Vegetación	-Destrucción directa de la vegetación. -Degradación de las comunidades vegetacionales -Destrucción de poblaciones de especies protegidas. -Almacenamiento de metales pesados por depósitos de Pb. -Perdida de productividad por aumento de los niveles de inmisión de partículas. -Afección a la vegetación freatófila. -Cambios en las comunidades vegetacionales por compactación. -Aumento de Riesgos de Incendio	-Asfalto, hormigonado y encanchado de superficies -Explotación de canteras -Movimiento de tierra -Movimientos de maquinaría, pesada, realización de pistas y otras acciones que producen compactación y destrucción de suelos. -Aumento niveles inmisión de Pb y partículas. -Utilización de herbicidas y cloruro de sodio -Acciones que producen cambios en los flujos -Aumento de la visitas.	-Obra -Obra -Obra -Obra -Obra -Explotación -Obra -Explotación
Fauna	-Destrucción directa de la fauna, principalmente edáfica. -Destrucción del hábitat de especies terrestres -Efecto barrera para la dispersión o movimientos locales -Erradicación o pérdida de lugares de nidificación -Efectos de corte y destrucción del hábitat de flora y fauna acuática -Incremento del riesgo de atropello.	-Asfalto, Hormigón y generación de canchas. -Explotación de Canteras -Acciones de producen destrucción o cambios en la vegetación. -Construcción de vía -Acciones que producen incremento de las emisiones sonoras -Acciones que producen cambios de la calidad y cantidad de agua.	-Obra -Obra -Obra y explotación. -Obra y explotación -Obra y explotación -Obra y explotación -Obra
Medio	**Alteración**	**Acciones del proyecto**	**Fase**
Paisaje	-Visibilidad e intrusión visual de la vía -Contraste cromático y estructural de la cantera -Denudación de superficies, principalmente taludes y terraplenes -Cambios en las formas	-Construcción de la Vía -Explotación de la cantera -Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación -Acciones que producen	-Obra y explotación -Obra -Obra -Obras y explotación.

	del relieve -Cambios en la estructura paisajística -Aumento de ruidos y sonidos no deseables	incrementos en los niveles sonoros	
Demografía	-Cambios en la estructura demográfica. -Cambios procesos migratorios -Redistribución espacial de la población -Efectos en la Población Activa -Cambios en las condiciones de circulación. -Efectos de la salud por contaminantes y ruidos	-Incremento de la mano de obra -Incremento de comunicación entre sectores. -Expropiaciones -Construcción de la vía. -Acciones ligadas a los incrementos de niveles de calidad del aire.	-Obra y explotación -Explotación -Obra -Obra y explotación -Obra y explotación
Factores Socio-Culturales	-Pérdidas sistemas de vida tradicional. -Cambios en la accesibilidad transversal -Patrimonio cultural	-Aumento de Accesibilidad -Efecto Barrera	-Explotación -Obra y explotación
Sistema Territorial	-Remodelación general del sistema territorial -Intersección de Servicios	-Construcción y explotación de la vía	-Obra y explotación

Fuente: sección 9.304 denominado Consideraciones Ambientales Generales en Proyectos Viales (modificado)

4.2.4 Desarrollo de Metodologías

4.2.4.1 Matriz ad-hoc

En primera instancia, se debe establecer una relación entre las actividades del proyecto y los posibles impactos que se pueden producir en las distintas fases del proyecto, como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2 Matriz de Interacción

Actividades del Proyecto	Movimientos de Tierra	Excavaciones y Transporte	Estructuras	Necesidades de Suelo y expropiaciones	Pistas y accesos de servicio	Desvió y canalización de cursos de agua	Áreas de Servicio	Tráfico Previsto	Aumento de la Frecuencia	Necesidad de mano de Obra	Pavimentación
Impacto											
Aumento de niveles inmisión	X	X				X					X
Incremento de los niveles sonoros	X	X	X		X	X	X	X	X		X
Destrucción de puntos de interés geológico	X	X		X							
Desviación de Causes			X		X	X	X				
Disminución de la tasa de recarga de acuíferos	X	X				X					X
Destrucción y compactación de suelos	X	X	X	X	X	X	X				X
Destrucción de la Vegetación	X	X	X	X	X	X	X				X
Aumento del riesgo de incendios							X	X	X	X	X
Aumento de inestabilidad de laderas	X	X	X		X						
Intrusión visual		X	X	X	X	X	X	X	X		X
Efecto barrera							X	X	X		X
Cambios de Usos de Suelo			X		X		X				X

Fuente: Elaboración Propia

Luego, se procede a la valoración de los impactos, para lo cual, se utilizaron parámetros establecidos, arrojando un valor por acción del proyecto, de acuerdo a lo indicado en las Tabla 3 a la Tabla 6.

Tabla 3 Valoración de Impactos

Componente Ambiental : Suelo																			
Parametros	Efecto		Acumulación (A)			Intensidad (In)				Momento (MO)			Persistencia (P)		Reversibilidad (Rv)		Recuperabilidad (Rc)		
Acciones del Proyecto	Directo	Indirecto	Simples	Acumulativos	Sinérgicos	Mínimo	Medio	Notable	Total	Corto	Medio	Largo Plazo	Temporales	Permanente	Reversibilidad	Irreversibilidad	Recuperable	Irrecuperable	Total
Asfalto, hormigonado y encanchado de superficies	1			2					10			10		1		3		3	30
Explotación de la Cantera	1			2					9			8		1	1		1		23
Movimientos de tierra	1				3			7				10	3			3	1		28
Deposición atmosférica y		2	1				4			1			3		1		1		13
Movimientos de Maquinaría	1		1				5			1			3			3		3	18
Depósitos de Materiales	1			2			4				6					3	1		20
Construcción y Abandono de		2		2		1				1			3		1		1		14
Vertidos de las Hormigoneras	1		1			1				1			3			3	1		14

Tabla 4 Valoración de Impactos

Componente Ambiental : Paisaje																			
Construcción de la Vía	1			2					10			9		1		3		3	29
Explotación de la cantera	1			2					9		6			1	1		1		21
Movimientos de tierra que	1		1				5				7		3		1		1		19
Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	1		1					7			5			1		3		3	21
Componente Ambiental : Vegetación																			
Destrucción directa de la vegetación	1		1						10			10		1	1		3		27
Degradación de las comunidades vegetacionales	1		1						9			10		1	1		1		24
Destrucción de las poblaciones de especies protegidas	1				3				10			9		1		3	1		30
Cambios en las comunidades vegetacionales por compactación		2		2				7			6		3			3	1		24
Aumento de riesgo de incendio		2	1				4			3			3		1		1		15

Tabla 5 Valoración de Impactos

Componente Ambiental : Fauna																			
Destrucción directa de la fauna edáfica	1		1						10		6			1		3		3	25
Destrucción de hábitat Terrestres	1		1				4			3				1	1		1		12
Efecto barrera entre los movimientos locales		2		2				7				9		3		3		3	29
Pérdida de sectores de nidificación	1			2			4			2				1	1		1		12
Incremento de riesgo de atropello		2			3			7			6			1		3		3	25
Componente Ambiental : Demografía																			
Cambios en la estructura demográfica	1			2				7			6			1		3	1		21
Cambios en los procesos migratorios	1		1				4			4			3		1			3	17
Redistribución espacial de la población		2		2				7			6			1		3		3	24
Cambios en las condiciones de desplazamiento		2			3			7		4				1		3		3	23
Aumento de ruidos	1		1						10	3				1	1		1		18

Tabla 6 Valoración de Impactos

Componente Ambiental : Socio - Cultural																			
Perdida sistemas de vida tradicional	1		1				4			3				1		3	1		14
Cambios en la accesibilidad	1			2					9	4				1		3		3	23
Perdida del Patrimonio cultural	1		1					7			6			1	1		1		18

Fuente: elaboración propia

Efecto	Directo	
	Indirecto	
Acumulación	Simples	
	Acumulativos	
	Sinergicos	
Intensidad	Minimo	
	Medio	
	Notable	
	Total	
Momento	Corto	
	Medio	
	Largo Plazo	
Persistencia	Permanente	
	Temporales	
Reversibilidad	Reversibilidad	
	Irreversibilidad	
Recuperabilidad	Recuperabilidad	
	Irrecuperabilidad	

Muy Significativo	226 a 410	
Significativo	151 a 225	
Poco Significativo	76 a 150	
Bajo	1 a 75	

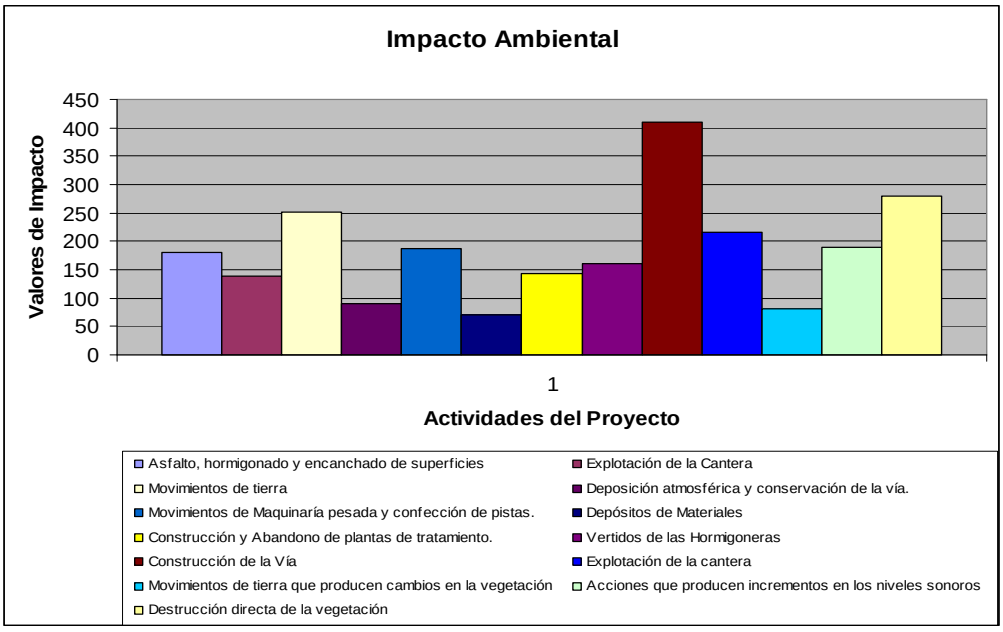
Una vez obtenido los valores de impactos, estos se conjugan con los parámetros establecidos de la Magnitud e Intensidad, para obtener el rango de valores de los impactos ambientales, según como se muestra en la Tabla 7

Tabla 7 Valoración de los Impactos por componentes ambientales

Acciones del Proyecto	Total	Magnitud	Intensidad	Impacto
Asfalto, hormigonado y encanchado de superficies	30	7	6	180.6
Explotación de la Cantera	23	6	7	138.6
Movimientos de tierra	28	9	7	252
Deposición atmosférica y conservación de la vía.	13	8	6	91.2
Movimientos de Maquinaría pesada y confección de pistas.	18	10	8	187.2
Depósitos de Materiales	20	6	4	69.6
Construcción y Abandono de plantas de tratamiento.	14	9	8	144
Vertidos de las Hormigoneras	14	10	8	160
Construcción de la Vía	29	10	10	410
Explotación de la cantera	21	9	8	216
Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	19	6	5	81
Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	21	9	7	189
Destrucción directa de la vegetación	27	9	8	280.8
Degradación de las comunidades vegetacionales	24	9	8	244.8
Destrucción de las poblaciones de especies protegidas	30	8	7	240.8
Cambios en las comunidades vegetacionales por compactación	24	7	6	142.8
Aumento de riesgo de incendio	15	9	7	132.3
Destrucción directa de la fauna edáfica	25	7	6	151.2
Destrucción de hábitat Terrestres	12	9	8	122.4
Efecto barrera entre los movimientos locales	29	6	5	123
Pérdida de sectores de nidificación	12	9	8	122.4
Incremento de riesgo de atropello	25	10	9	324
Cambios en la estructura demográfica	21	8	7	168
Cambios en los procesos migratorios	17	9	9	194.4
Redistribución espacial de la población	24	8	6	163.2
Cambios en las condiciones de desplazamiento	23	6	6	118.8
Aumento de ruidos	18	7	6	109.2
Perdida sistemas de vida tradicional	14	8	7	112
Cambios en la accesibilidad	23	10	9	297
Perdida del Patrimonio cultural	18	8	7	145.6

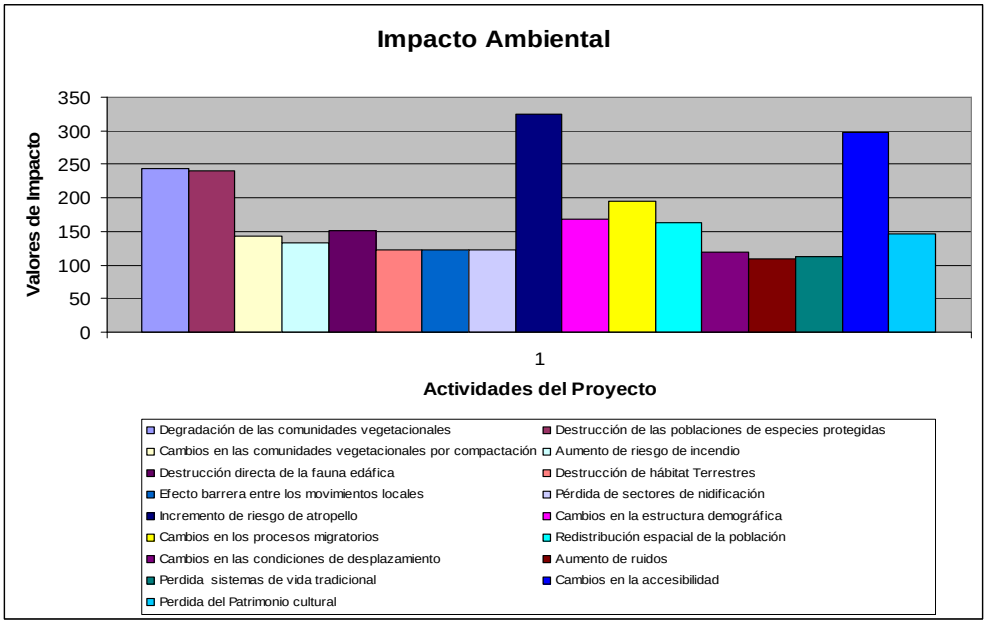
Además, los gráficos 1 y 2, expresan los valores del impacto generado, basado en la Metodología de Causa-Efecto utilizada por el MOP, en los proyectos de infraestructura de obras viales.

Gráfico 1 Impacto Ambiental



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2 Impacto Ambiental



4.2.4.2 Matriz Leopold

El Departamento de Autopistas de Oregón (1973) desarrolló una matriz de interacción para la identificación de impactos, acciones y factores ambientales que puede ser adaptada y modificada para diferentes tipologías de proyectos, como se puede apreciar en las siguientes tablas (8 a la 12).

Tabla 8 Matriz de Leopold

Actividades / Elemento y caracteristicas Ambientales			Etapa de Construcción													Etapa de Operación							
Medio	Componente	Parametro	Movimiento de Tierras	Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes.	Planta de Tratamiento de Materiales.	Voladuras	Movimientos de Maquinaria	Destrucción de vegetación	Ocupación del espacio por la Infraestructura.	Limpieza de causes y efectos de cortes sobre la fauna	Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	Expropiaciones	Perdida de cobertura vegetal	Compactación de Suelo	Erosión y generación de Cárcavas	Cambios en la dinámica de la población demográfica	Perdida de las costumbres	Efecto Barrera	Incremento de comunicación entre sectores.	Aumento de Accesibilidad		Valoración Ambiental
	Suelo	Destrucción directa	8/5	9/7		7/8	2/4		10/6				8/4			7/6			10/10				61/50
		Compactación	1/2								4/5				10/9								15/16
		Aumento de Erosión	8/6	9/7	6/3	7/6	6/5							8/7	7/3	5/4							56/41
	Geología y Geomorfología	Aumento de inestabilidad de laderas	9/6	7/6		9/8	5/7				8/7			8/8		9/8							55/50
	Calidad de Aire	Aumento de Niveles de Emisión	6/4	7/5	5/3	8/4	6/5			3/4	5/4				7/5	6/4							53/38
	Ruidos	Incremento Niveles Sonoros Puntuales	5/3		6/5	8/5	6/5														10/9		35/27

Tabla 9 Matriz de Leopold

Elemento y caracteristicas Ambientales			Etapa de Construcción														Etapa de Operación						
Medio	Componente	Parametro	Movimiento de Tierras	Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes.	Planta de Tratamiento de Materiales.	Voladuras	Movimientos de Maquinaría	Destrucción de vegetación	Ocupación del espacio por la Infraestructura.	Limpieza de causes y efectos de cortes sobre la fauna	Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	Expropiaciones	Perdida de cobertura vegetal	Compactación de Suelo	Erosión y generación de Cárcavas	Cambios en la dinámica de la población demográfica	Perdida de las costumbres	Efecto Barrera	Incremento de comunicación entre sectores.	Aumento de Accesibilidad	Valoración Ambiental
	Suelo	Destrucción directa	-40	-63		-63	-8		-60				-32			-42			-100			-408
		Compactación	-2								-20				-90							-112
		Aumento de Erosión	-48	-63	-18	-42	-30							-56	-21	-20						-298
	Geología y Geomorfología	Aumento de inestabilidad de laderas	-54	-42		-72	-35				-56			-64		-72						-395
	Calidad de Aire	Aumento de Niveles de Emisión	-24	-35	-15	-32	-30			-12	-20				-35	-24						-227
	Ruidos	Incremento Niveles Sonoros Puntuales	-15		-30	-40	-30														-90	-205
	Hidrología	Perdida de Calidad del Agua	-30								-42										-48	-120
		Efecto Barrera							-48				-100				-35			-48		-231
		Riesgo de inundación		-6				-30	-56						-42	-56						-190

Tabla 10 Matriz de Leopold

Elemento y caracteristicas Ambientales			Etapa de Construcción													Etapa de Operación						
Medio	Componente	Parametro	Movimiento de Tierras	Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes.	Planta de Tratamiento de Materiales.	Voladuras	Movimientos de Maquinaria	Destrucción de vegetación	Ocupación del espacio por la Infraestructura.	Limpieza de causes y efectos de cortes sobre la fauna	Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	Expropiaciones	Perdida de cobertura vegetal	Compactación de Suelo	Erosión y generación de Cárcavas	Cambios en la dinámica de la población demográfica	Perdida de las costumbres	Efecto Barrera	Incremento de comunicación entre sectores.	Aumento de Accesibilidad	Valoración Ambiental
Físico	Hidrología Superficial y Subterráneas	Cambio en los flujos de caudales	-30			-63		-42	-70	-49					-6				-72			-332
		Cambios procesos erosión y sedimentación	-56	-30	-48						-35			-63	-24	-36						-292
	Paisaje	Visibilidad e intrusión visual de la vía	-35	-48		-15		-24	-63				-8	-56	-24				-63	-64	-35	-435
		Contraste cromático y estructural de la cantera	-24												-48							-72
		Denudación de superficies, principalmente taludes y terraplenes	-56	-48		-42		-35														-181
		Cambios en las formas del relieve	-56			-54													-35			-145
		Cambios en las Unidades Homogéneas	-35			-48		-56	-49					-56					-63			-307
		Destrucción directa de la vegetación.	-30		-56	-56		-56	-48	-15	-30		-35	-18	-35		-54		-48	-56		-537
		Degradación de las	-35		-48	-35		-54	-72		-35			-28	-48	-30	-49		-80			-514

Tabla 11 Matriz de Leopold

			Etapa de Construcción													Etapa de Operación						
Elemento y caracteristicas Ambientales																						
Medio	Componente	Parametro	Movimiento de Tierras	Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes.	Planta de Tratamiento de Materiales.	Voladuras	Movimientos de Maquinaría	Destrucción de vegetación	Ocupación del espacio por la Infraestructura.	Limpieza de causes y efectos de cortes sobre la fauna	Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	Expropiaciones	Perdida de cobertura vegetal	Compactación de Suelo	Erosión y generación de Cárcavas	Cambios en la dinámica de la población demográfica	Perdida de las costumbres	Efecto Barrera	Incremento de comunicación entre sectores.	Aumento de Accesibilidad	Valoración Ambiental
Biotico	Vegetación	Destrucción de poblaciones de especies protegidas	-35						-48		-35		-48						-63	-42		-271
		Cambios en las comunidades vegetacionales por compactación.	-56		-24	-48			-42										-48			-218
		Aumento de Riesgos de Incendio							-35										-63		-72	-170
	Fauna	Destrucción del hábitat de especies terrestres	-35		-35	-56		-54	-24					-45	-48				-40			-337
		Erradicación o pérdida de lugares de nidificación				-35																-35
		Incremento del riesgo de atropello.	-35																-90		-63	-188
		Cambios en la estructura demográfica						-48				-35					-54	-30	-35		-48	-250
		Cambios en procesos migratorios										-42					-56	-35		-24	-42	-199

Tabla 12 Matriz de Leopold

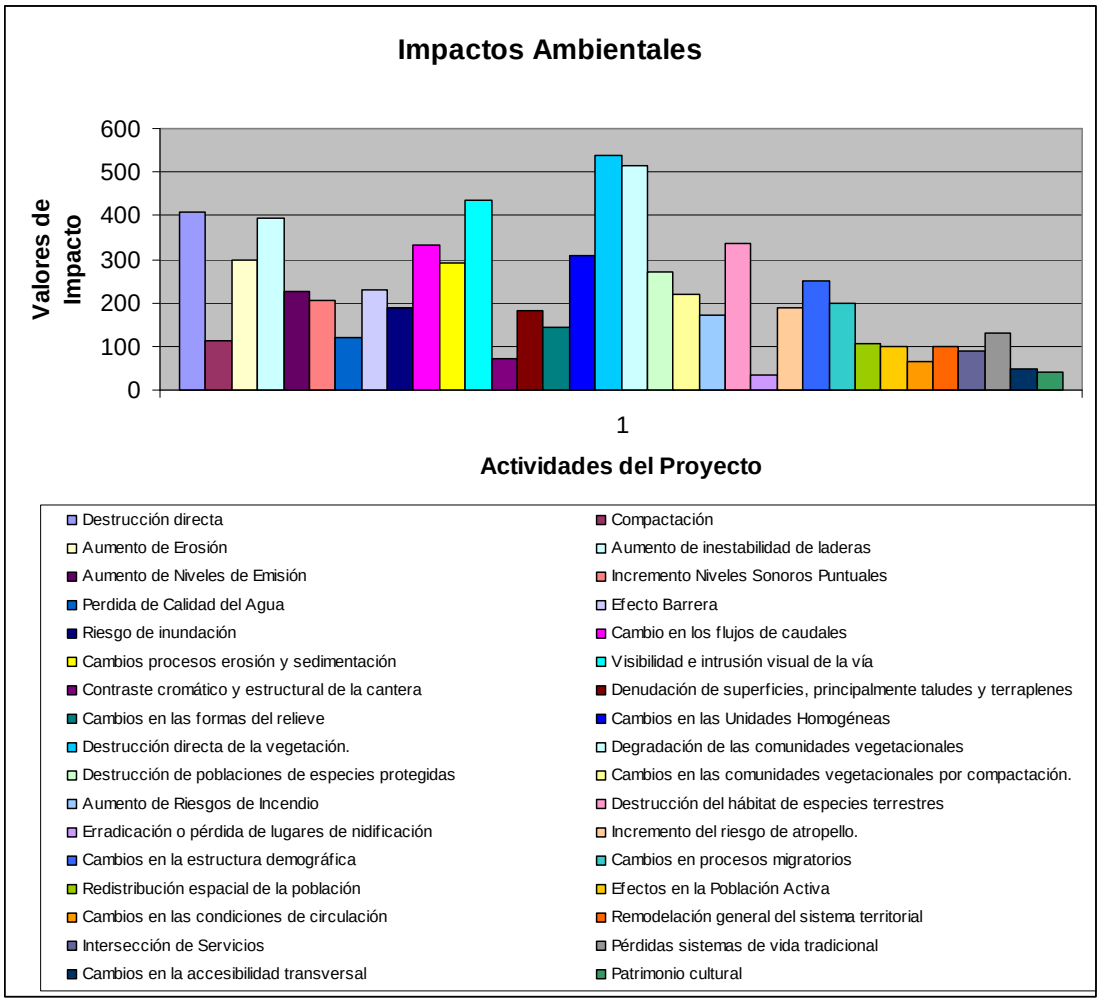
Elemento y caracteristicas Ambientales			Etapa de Construcción													Etapa de Operación						
Medio	Componente	Parametro	Movimiento de Tierras	Erosión Eólica por denudación de taludes y Terraplenes.	Planta de Tratamiento de Materiales.	Voladuras	Movimientos de Maquinaria	Destrucción de vegetación	Ocupación del espacio por la Infraestructura.	Limpieza de causes y efectos de cortes sobre la fauna	Movimientos de tierra que producen cambios en la vegetación	Acciones que producen incrementos en los niveles sonoros	Expropiaciones	Perdida de cobertura vegetal	Compactación de Suelo	Erosión y generación de Cárcavas	Cambios en la dinámica de la población demográfica	Perdida de las costumbres	Efecto Barrera	Incremento de comunicación entre sectores.	Aumento de Accesibilidad	Valoración Ambiental
Socio Económico	Demografía	Redistribución espacial de la población										-48		-24			-35					-107
		Efectos en la Población Activa										-63		-35								-98
		Cambios en las condiciones de circulación						-42						-24								-66
	Sistema Territorial	Remodelación general del sistema territorial															-42	-56				-98
		Intersección de Servicios																		-35	-54	-89
	Socio-Culturales	Pérdidas sistemas de vida tradicional															-48			-35	-48	-131
		Cambios en la accesibilidad transversal																	-48			-48
		Patrimonio cultural																	-42			-42
Valoración Ambiental			-731	-335	-274	-701	-133	-441	-615	-76	-273	-188	-223	-469	-421	-280	-373	-121	-890	-304	-500	-7348

Fuente: Elaboración Propia

Muy Significativo	226 a 410	
Significativo	151 a 225	
Poco Significativo	76 a 150	
Bajo	1 a 75	

El gráfico 3 muestra los impactos ambientales identificados al desarrollar la matriz de Leopold.

Gráfico 3 Impacto Ambiental



4.2.4.3 Matriz en etapa

En la tabla 13, la sección Nº 5 presenta un valor de 224.1, siendo el más alto de las seis filas y alude a la interacción de los impactos relacionados con la pérdida de Cobertura Vegetal, como una primera condición, y la segunda se refiere a la pérdida de Suelo y al efecto de estas sobre los procesos biológicos,

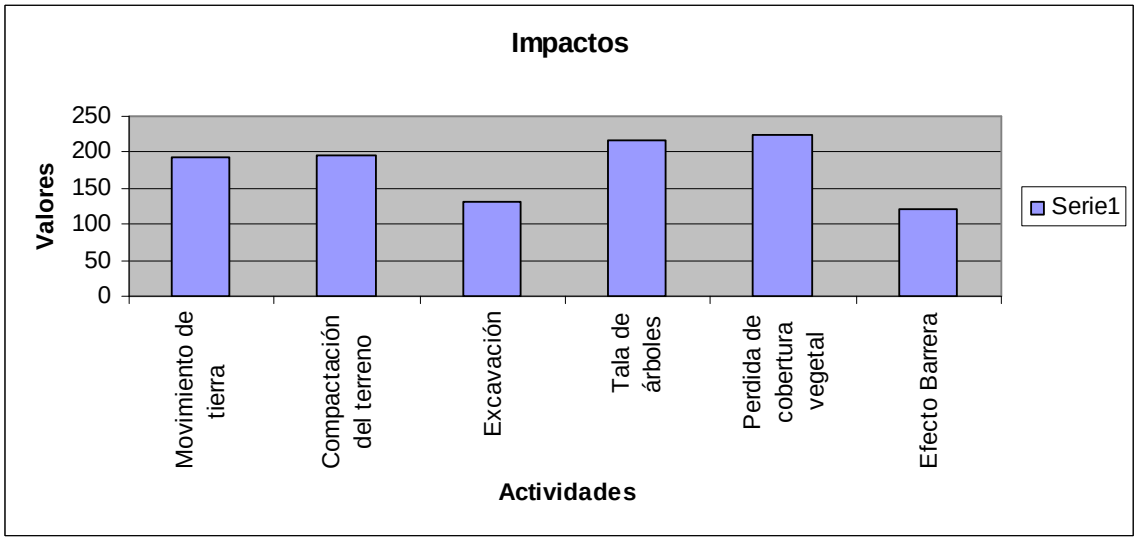
entendido como la degradación de material orgánico en la obtención de nutrientes (Gráfico 4).

Tabla 13 Índices de Impactos Ambientales

Sección 1	(6)(5)(0.8)+(7)(6)(0.6)+(9)(7)(0.7)+(6)(5)(0.9)+(6)(5)(0.6)+(6)(5)(0.9)= 192.3
Sección 2	(6)(5)(0.7)+(7)(6)(0.6)+(6)(5)(0.9)+(7)(6)(0.9)+(10)(9)(0.7)+(6)(5)(0.7)= 195
Sección 3	(8)(7)(0.5)+(7)(7)(0.8)+(6)(5)(0.6)+(5)(5)(0.9)+(6)(5)(0.8) = 131.7
Sección 4	(8)(7)(0.9)+(8)(8)(0.9)+(6)(5)(0.9)+(10)(9)(0.9) = 216
Sección 5	(10)(9)(0.8)+(9)(7)(0.7)+(6)(5)(0.9)+(10)(9)(0.9) = 224.1
Sección 6	(7)(7)(0.8)+(10)(9)(0.9) = 120.2
Gran Índice de los efectos en cadena	
192.3+195+131.7+216+224.1+120.2 = 1078.5	

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4 Impacto Ambiental



4.3 PROPOSICIÓN DE LINEAMIENTOS

Los resultados de los apartados anteriores sugieren que:

- Cuando se emplacen proyectos lineales en áreas de alto valor ambiental, no es recomendable utilizar las matrices de Leopold y del MOP (Ac-Hod), puesto que no son capaces de predecir los impactos secundarios y terciarios de una componente ambiental y algunas actividades de proyecto podrían quedar circunscritas en un impacto medio, el cual no podría necesariamente presentar medida de mitigación.

- La Matriz Grand Índice, es capaz de identificar dentro del proceso de evaluación ambiental, los impactos primarios, secundarios y terciarios, para obtener el valor de jerarquización, y así plantear las medidas de mitigación que responderán a un análisis dinámico y concatenado con diferentes actividades de proyecto.

- Los proyectos deben contemplar soluciones constructivas, que permitan disminuir la intervención en el medio, basado principalmente en la utilización de materiales de características naturales que ayuden a la armonización del paisaje, como señalización compuesta de elementos metálicos y en madera.

- Se deben establecer parámetros de diseño restrictivos, obteniendo así, menores áreas a intervenir en la fase de construcción, por ejemplo: las áreas de radios de giro, superficie de ensanche laterales del camino, disminuyendo la pérdida de cobertura vegetal a ser intervenida, la compactación del suelo..

- Considerar elementos en la carpeta de rodado que permitan armonizar la solución constructiva con el paisaje, para el caso de estas áreas se recomienda soluciones asfálticas con pigmento de color café o una aplicación de básica constituida en base a polvo de roca para obtener una textura y tonalidad opaca.

5 CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se establece lo siguiente:

- La aplicación de metodologías causa-efecto, no permiten predecir con exactitud los impactos ambientales en una extensa área en estudio, porque el análisis se realiza componente por componente, obteniendo un espectro de impactos ambientales que no se relacionan entre sí.

- La metodología del MOP y la Leopold, es similar, sin embargo, la coherencia de los resultados dependerá única y exclusivamente de los criterios de las relaciones entre actividades y componentes que se utilicen.

- La aplicación de la metodología de Leopold, no permite obtener datos con un porcentaje de objetividad elevada, ya que no cuenta con parámetros definidos objetivos para la magnitud e importancia, por ende la valoración es realizada con un grado de incertidumbre.

- La metodología de Leopold, es un buen modelo para identificar los impactos porque proporciona más información que las listas de revisión o los diagramas de redes y es una forma clara y resumida de identificar y presentar los resultados, otro inconveniente es que todos los factores ambientales se están ponderando con igual peso al ser calificados con un a máximo de 10 por lo que tampoco es útil obtener el impacto global.

- Se desprende que las perturbaciones generadas por la construcción de proyectos viales en los ecosistemas son de corto y largo plazo. Los efectos ambientales inmediatos corresponden a) la pérdida directa de hábitat y biota; b) cambios en la red hidrográfica; c) extracción y

compactación de la capa edáfica, y d) modificaciones en los patrones de infiltración.

- Entre los efectos a corto plazo destacan: i) cambio en las condiciones microclimáticas a lo largo del camino, en función de las dimensiones de éste, ii) cambio en la composición florística de las comunidades vegetacionales, causado por la invasión de plantas exóticas como por la mortandad de especies nativas sensibles a la perturbación y a la expansión de las más adaptables; iii) pérdida y cambio de hábitos de la fauna por alteraciones en su hábitat, así como incremento de la probabilidad de muerte directa o captura; iv) desencadenamiento de procesos geomorfológicos destructivos o de riesgo; v) mayor acceso de actividades humanas destructivas, como provocación de incendios y extracción excesiva o ilegal de recursos. Como cambios a largo plazo se pueden señalar la continuación e incremento de todos los procesos anteriores, por nombrar algunos (Gutman 1986; Reid 1997; Spellerberg 1998; Peñaranda 2000; Dajoz 2002; Spellerberg 2002).

- La metodología de Gran Índice, permite reducir de forma sustancial el espectro de impactos ambientales identificados, permitiendo suponer que la medida de mitigación puede ser mucho más efectiva que en un impacto identificado a través de una matriz causa-efecto.

- Las metodologías causa – efecto, no permiten identificar en los procesos de evaluación impactos ambientales secundarios y terciarios, que se desprenden del desarrollo de una actividad, sin embargo, la matriz de Grand Índice presenta la particularidad a diferencia de las causa – efecto, de establecer relación entre una actividad y los posibles impactos ambientales que se pueden generar, obteniendo impactos secundarios y terciarios.

- Se deben establecer los procesos de seguimiento y/o monitoreo, en la etapa de operación, ya que, la mayor parte de los impactos serán visibles en un mediano plazo, (entre 5 a 10 años).

- Evaluar un impacto a largo plazo sobre el camino, es muy incierto ya que muchos efectos directos e indirectos en el ambiente, se manifiestan durante los 20 a 30 años, estos impactos pueden ser acumulativos y altamente significativos en la naturaleza, principalmente a la vegetación de borde[1] que se encuentra adyacente a este.

- Se debe realizar una evaluación ambiental adicional para la etapa de explotación en forma específica, que verifique si la predicción de los impactos de la etapa de construcción fue la correcta, y que las medidas de mitigación han funcionado. Además, este análisis debe incorporar los costos de involucran las medidas ambientales.

- Se debe establecer que la metodología que responde en forma más adecuada a esta clase de proyectos, es la de Gran Índice, ya que permite predecir los impactos director, secundarios y terciarios, lo que implica una evaluación ambiental sistémica, obteniendo los impactos directos, secundarios y terciarios de una actividad.

Por último y a modo de conclusión, se puede señalar que este trabajo de investigación descriptiva, rechaza la hipótesis planteada inicialmente debido que la metodología que mejor representa los impactos ambientales de un camino al interior de un área protegida, es la matriz Grand Índice, por lo expuesto anteriormente.

[1] Vegetación de Borde: se entenderá como aquella vegetación que se encuentra adyacente a la calzada del camino público con el cerco existente, que puede ser de ancho variable.

6 BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, R. 2003. Ambiente y Economía. En: Rojas, J., O, Parra. Conceptos básicos sobre el medio ambiente y desarrollo sustentable. Buenos Aires. Overprint Grupo impresor SRL.

Archer, D. y Wearning, S. 2003. Self, Space, and Interpretative Experience, Journal of Interpretation Research 8:7-23.

Armesto, J.J., Rozzi, R., Smith-Ramírez, C., Arroyo, M.T.K. 1998. Conservation targets in South American temperate forests, Science 282: 1271 - 1272.

Arroyo, M.T.K. 1999. Criterios e indicadores para la conservación de la biota de los ecosistemas mediterráneos. Revista Chilena de Historia Natural 72: 473-474.

Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental" McGraw-Hill, Madrid, España.

Beckmann, M. J., McGuire, C. B., y Winsten C. B.. 1956. Studies in the Economics of Transportation. New Haven, CT: Yale University Press.

Benayas, J. 1992. Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno. Monografías de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, España. 243 pp.

Benoit, I. L. (Ed.). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (Primera parte). Santiago. 157 pp., 22 lám. incl. en el texto,1 mapa.

Blaug. M, 1992. The methodology of economics: Or How Economists Explain. Cambridge University Press. USA, New York: 192 – 286.

Buckley, D; T.R Crow, E.A. Nauertz and K.E. Schulz. 2003. Influence of skid traills and haul roads on understory plant richness and composition in managed forest landcapes in upper Michigan, USA. Forest Ecology and Management .175, 509-520.

Camarena, M., Valdez, A., Gilabert, C., Salgado, V. 2005. Corredores y Circuito que Estructuran la Región de Los Altos de Jalisco, Universidad de Guadalajara, México, pp. 151-191.

Canter, L. 1986. Enviromental Health Impact Assessment, Metepec, Estado de México: ECO, 232-247.

Canter, L. 1997. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Segunda edición Mc Graw Madrid, 841 p.p.

Canter, L. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGrawHill, Madrid, España.

Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, 2004. Establecimiento de un Ordenamiento Territorial orientado a la protección y uso sustentable del área del Cordón de Cantillana.

CONAF – CONAMA – BIRF. 1999. Catastro y Evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales, Santiago Chile.

CONAF. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad en Chile. Museo Natural de Historia Natural.

CONAMA, 2004. Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad de la Región Metropolitana de Santiago. Secretaria Regional Ministerial del Medio Ambiente.

Corraliza, J.A. 2003. La gestión de los espacios naturales protegidos en una era de valores sociales en conflicto. En C. San Juan, J. Berenguer, J.A. Corraliza e I. Olaizola (Eds.), Medio ambiente y participación. Una perspectiva desde la psicología ambiental y el derecho pp. 183-203. Zarautz: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Dajoz, R. 2002. Tratado de ecología. 2da Edición Ed. Mundi-Premsa. Madrid 600 p.p.

De Bolós, M. 1992. Manual de ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones.Barcelona.: Editorial Masson.

De la Maza, C.L. 2007. Evaluación de impacto ambiental. En: Biodiversidad: Manejo y conservación de recursos naturales". Editores; Jaime Hernández, Carmen Luz de la Maza, y Cristián Estades p.p:579-609, Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Di Castri, F. 1973. Climatographical comparison between Chile and the western coast of North America. En: di Castri F y HA Mooney (eds) Mediterranean-type ecosystems: origin and structure: p.p. 21-36. Springer-Verlag, Berlin, Alemania.

Domencich, T; D. McFadden 1975. Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis. vol 93 of Contributions to Economic Analysis, North-Holland, Amsterdam.

Dunn, MC. 1974. Landcaspe evaluación techniques: an appraisal and review of the literatura. Center for Urban and Regional Studies, University of Birminghan, United Kingdom. 123 pp.

Ellis, S. 1993. Caracterización del Sistema de Cuencas de Aculeo. Departamento de Geografía. Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. (Tesis de grado).

Ehrlich, PR., Wilson, EO. 1991. Biodiversity studies: science and policy. Science 253: 758-762.

Estudio de Ingeniería, Mejoramiento Ecológico – Ambiental, Ruta G-546, Sector Cuesta El Cepillo, Comunas de Paine – Melipilla, Provincias de Maipo – Melipilla, Región Metropolitana.

Frank, M.; Wolfe P 1956 “An algorithm for quadratic programming”. Naval research logistics quarterly 3 (1-2), 95-110.

Forman, R. T.T. 2003 “Road Ecology. Science and Solutions, Island Press, USA.

Gajardo, R. 1993. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Chile..

Gardendia, A; Salvador, A; Crespo, C; Gardendia, L. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson Educación S.A. Madrid 232-237.

Glade, A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 68 pp.

Gonzalez, F. 1980a. Ecología y Paisaje. Editorial H. Blume, Madrid, España. 256 pp.

Gutman, P. 1986. Ambiente y planificación del desarrollo. En Los problemas ambientales y la perspectiva ambiental del desarrollo. Ed. Siglo XXI, México.

Hausman. D, 1992. The inexact and separate sciencie of ecocomics. Cambridge University Press. Cambridge.

Instituto Nacional de Estadística (INE) 2002. Censos de Población y Vivienda. www. Ine.cl.

Leopold, L. B; F. E. Clarke, B. B; Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971 “A procedure for evaluating environmental impact. U.S”. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

Lowenthal, D. 1962. Not every prospect please. ¿What is our criterion for scenic beauty? Landscape 12:19-23.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006 “Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile”. Editorial Universitaria, Santiago. 316 p.

Manual de Carreteras Volumen Nº 2,3,4,5,6,7,8 y 9 Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas -Chile

Margalef. R, 1997. Our Biosphere. Kinne, O (ed), Excellence in Ecology, Book 10. Ecology Institute. Oldendorf/Luhe. Germany, XIX 194 p.p.

Mena, C., Gajardo, J., y Ormazábal, Y. 2006. Modelación Espacial Mediante Geomática y Evaluación Multicriterio para la Ordenación Territorial, Revista Facultad de Ingeniería, 14: 81-89.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1994. Plan Regulador Metropolitano de Santiago, modificado por Resolución Nº 76 de 2006.

Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. Conservation Biology 12: 516-520.

Moreira, I. 1992. Vocabulario Básico de Medio Ambiente, FEEMA/Petrobrás, Río de Janeiro.

Moreno. J., Aguarón. J., Escobar, M.T. 2001. Metodología Científica en Valoración y Selección Ambiental, Pesquisa Operacional 21, 3-18 (Rev. de la Soc. Brasileña de IO).

Morillo. M, 2005. Sustentabilidad Socio-Ambiental de la actividad Turística receptora. Reflexiones y Alternativas, Revista economica Nº 17-18, Venexuela.

Munn, R. 1975. Environmental Impact Assessment. Principles and Procedures Wiley, Toronto.

Muñoz, N. Charrier, R. 1996. Uplift of the western border of the Altiplano on a west-vergent thrust system, Northern Chile". Journal of South American Earth Sciences, 9: 171-181.

Muñoz – Pedreros, A. 2004 La Evaluación del paisaje: una herramienta de gestión, Revista Chilena de Historia Natural, 77:139-156 pp.

Myers, N., Mittermeier., R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G., Kent, J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

Nesptad, D.C., Carvalho, G.O., Barros, A.C., Alencar, A., Capobiano, J.P., Bishop, J., Moutinho, P., Lefebvre, P.A., Silva, U.L., y Prins. E. 2001. Road paving, FIRE regime feedbacks, and the future of Amazon forests. Forest Ecology and Management 154:395-407.

Nichols, R. y Hyman, E. 1982. Evaluation of Environmental Assessment Methods, Journal Of Water Resources Managements and Plannig Division. Amer. Soc. Civ. Eng. 108(1): 87-105.

Olson, D.M., Dinerstein, E. 1998. The global 2000: a representation approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions. Conservation Biology 12: 502-515.

Ormazábal, C.S. 1993. The conservation of biodiversity in Chile. Revista Chilena de Historia Natural 66: 383-402.

Otero, I., Cañas, I., Esparcia, P., Navarra, M. C. Martin, M., Ortega, E. 2006. La Carretera como elemento de valor paisajístico y medioambiental. Captación del valor Paisaje a través de la Carretera. Informes de la Construcción, 58:504, 39-54.

Pañaranda, R. 2000. Riesgos de la deforestación en el bosque de uso múltiple de trópico de Cochabamba, Tesis de Maestria, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.

Proyecto GEF Cantillana. 2008. Plan de Desarrollo Turistico para Los Altos de Cantillana, una oportunidad para la conservación de la biodiversidad.

Prigogine, I. y Stengers, I. 1984. Order out of Chaos: Mans New Dialogue With Nature Bantam, New York.

Quintanilla, V. 1983. Biogeografía. Colección de Geografía de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile.

Quintanilla, V. 2002. The influence of fire in temperate Chile. En: L. Trabaud et R. Prodon: Fire and Biological processes. Backhyus Publishers. La Haye. p. 339-345.

Rojas, H. y S. Kong. 1996. Informe Preliminar: Evaluación del Paisaje de la Reserva Forestal Malleco. 43 pp.

Ramírez, M., Jiménez, M., Iram, Anuar. 2005. Estructura y densidad de la red de Caminos en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Investigaciones Geográficas, 57: 68-80.

Rau, I.G. 1980. Summarization of enviromental impact. In J.G. Rau And D.C. Wooten, editors environmental Analysis Handbook. Mc Graw Hill, New York.

Reid, F. 1997. A Field Guide to the Mannals of central america and southeast México. Oxford University Press. EEUU. 334 p.

Riffo, R. y Nuñez, M. 2004. De la expansión urbana a la protección natural: un nuevo paradigma. Revista Urbana. Nº7 (9):32-36.

Rivas, R. 2003. Perspectiva Ambiental de las vías de Comunicación y Transporte Terrestre. Universidad del Bio Bio, 6, 7, 13-19.

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science 287: 1770-1774.

Segnestam, L. 2002. Indicators of environment and sustainable development: Theories and practical experience. Environmental Eonomics series. 8, The World Bank Environment Department.

Spellerberg, I.F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review, Global Ecology and Biogeography Letters, 7 :317-333.

Spellerberg, I.F. 2002. Ecological effects of roads, Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA. – Plymouth.

Tchikoué, H. 2002. Taller Teórico – Práctico: Planeación, proyección, diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación de los caminos forestales. Comisión Nacional Forestal –Universidad Autónoma Chapingo.

Tkach, R. y Simonovic, S., 1997. A new approach to multi-criteria decision making in water resources. Journal of Geographic Information and Decision Analysis. Canada. Vol. 1. N°1, pp. 25-44. 1997.

U.S. Forest Service, 1975. Smith Creek Land use plan environmental statement R1-762 Kamksu N.F., Sand point., Id., pp. 138-141.

Wardrop, J. G. 1952. Some theoretical aspects of road traffic research. Proc. Inst. Civ. Eng. Part II. 1:325–378.

Warner, M. 1974. An Assessenment methodology for the enviromental impact of water resources proyects, Batelle Columbus laboratories, EPA (NTIS. PB 240-002).

Weber, C. y Gutiérrez, A. 1985. Áreas silvestres protegidas. En: Soler, F (ed). Medio ambiente en Chile: 141-163. Ediciones de la U. Católica de Chile. Santiago, Chile.