

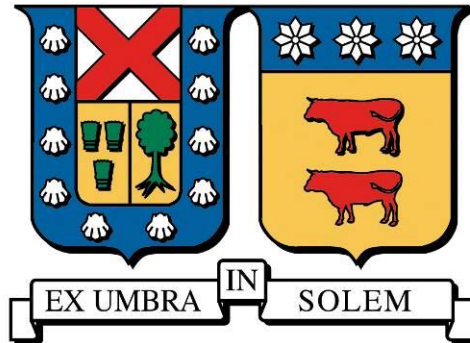
**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL
PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE
FRANJAS PRELIMINARES ESTABLECIDO
EN LA LEY 20.936”**

Abigail Victoria Astudillo Estay

MAGISTER EN ECONOMÍA ENERGÉTICA

2017



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA
EL PROCEDIMIENTO DE
DETERMINACIÓN DE FRANJAS
PRELIMINARES ESTABLECIDO EN LA
LEY 20.936”**

Tesina de grado presentada por

Abigail Victoria Astudillo Estay

como requisito parcial para optar al grado de

Magister en Economía Energética

Profesor Guía
Marco Mancilla Ayancán

Profesor Correferente
Wilfredo Jara Tirapegui

Agosto 2017

TITULO DE LA TESINA

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE FRANJAS PRELIMINARES ESTABLECIDO EN LA LEY 20.936

AUTOR:

Abigail Victoria Astudillo Estay

TRABAJO DE TESINA, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de Magíster en Economía Energética del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Marco Mancilla Ayancán.....

Wilfredo Jara Tirapegui.....

Santiago, Chile. Agosto de 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todos quienes me posibilitaron dar este paso,

Aquellos que se hicieron cargo de mis cargas cuando yo no pude,

Aquellos que me ayudaron a confiar en mis propias capacidades,

Aquellos que me brindaron consuelo cuando me sentía perdida,

Aquellos que comprendieron mis ausencias con paciencia,

Y aquellos que hicieron de todo lo anterior,

Especialmente a Ricardo, Amelia, Mamá, Papá, Natalia y Poli

Muchas Gracias a todos

A toda la familia (incluyendo al Tomás)

A mis amigos

A mis profesores Marco Mancilla, Wilfredo Jara, Diego Valenzuela y Alejandro

Sáez por la orientación pertinente para poder realizar este trabajo.

DEDICATORIA

A mis compañeros de viaje

Ricardo y Amelia

Porque sin ustedes esto no hubiese sido posible

Ahora vamos por la siguiente aventura

RESUMEN

Durante el año pasado se realizaron importantes cambios en la Ley General de Servicios eléctricos, especialmente en materia de transmisión. Entre los cambios contenidos en esta modificación es destacable la preocupación de las autoridades de incluir principios de planificación y ordenamiento territorial en la expansión de los sistemas eléctricos de transmisión, mediante el establecimiento de un nuevo procedimiento denominado “Estudio de franja”.

La ley establece que los estudios de franja deben ser licitados para cada obra nueva del decreto de expansión que así lo indique. Sin embargo, la falta de experiencia a nivel país en este tipo de estudios, hace necesario aumentar el conocimiento disponible para instituciones públicas y empresas de transmisión eléctrica, con el propósito de ofrecer una herramienta territorial que facilite la toma de decisiones durante los procesos de negociación y tramitación de proyectos.

En este contexto, la investigación tiene por objeto contribuir a este conocimiento mediante el diseño de una metodología para el procedimiento de determinación de franjas preliminares, según criterios de planificación y ordenamiento territorial.

Siendo el objetivo de este trabajo diseñar una propuesta metodológica para el procedimiento de determinación de franjas preliminares establecidas en la Ley 20.936, que incluya la participación ciudadana y un modelo de análisis espacial multicriterio, como elementos centrales en la identificación de aspectos críticos, según los criterios de planificación y ordenamiento territorial.

Para el desarrollo de la investigación se realiza en primer lugar una revisión del estado del arte en cuanto a los procedimientos para la determinación de franjas en los ámbitos nacional e internacional. Dentro del contexto nacional, y debido a la falta de experiencias locales, se revisa la legislación vigente en la materia. En cuanto a los procedimientos similares existentes a nivel internacional, se seleccionan dos casos de mayor pertinencia para esta propuesta, tanto por las características de la metodología aplicada como por el contexto en el que se desarrollan.

Posteriormente, se realiza el diseño de la propuesta metodológica, para la cual se plantea una pauta metodológica con el detalle de actividades necesarias para el desarrollo del procedimiento de determinación de franjas, se definen conceptualmente las variables y criterios de trabajo. También se presenta la propuesta para la asignación de valorizaciones y ponderación de las variables.

A modo de aplicación práctica de la propuesta metodológica, se realiza el ejercicio de simulación en el tramo crítico de Cautín hacia Mulchén, contenido en

la propuesta de expansión de la transmisión planteada por el coordinador eléctrico nacional en el mes de enero del presente año.

A partir de todo el proceso de aplicación de la metodología propuesta, así como del análisis de los resultados obtenidos, se identifican y rescatan las recomendaciones técnicas y metodológicas que permitan enriquecer futuros procesos de elaboración de estudios de franja.

Las principales recomendaciones apuntan a las distintas etapas de la metodología planteada desde el levantamiento de la información, su procesamiento y validación de los resultados obtenidos; hasta recomendaciones que apuntan al proceso de licitación de los estudios de franja y los lineamientos para una estimación del costo del mismo.

Finalmente, dentro de los resultados de la investigación se puede señalar para el procedimiento de determinación de franjas preliminares, la formulación de una metodología de análisis espacial multicriterio, en conjunto con la formulación de una propuesta de valorización y ponderación de las variables mediante consulta a expertos y participación ciudadana permite alcanzar el objetivo propuesto.

ABSTRACT

Last year were made substantial changes in the General Law of Electrical Services especially in matters of electricity transmission. Among the changes contained in this modification it is outstanding the authorities concern to include principles of territorial planning and ordering into the expansion of transmission electrical systems by the statement of a procedure called “Corridor’s study”.

The law states that the corridor’s studies must be bid for each new work whose expansion decree indicates it. However, the lack of national experience in this kind of studies, makes necessary to increase available knowledge to public institutions and electrical transmission companies with the purpose of offering them a territorial tool that facilitates decision making during processes of negotiation and management of projects.

In this context, the present research aims to contribute to this knowledge through the design of a methodology based on territorial planning and ordering for the definition of preliminary corridors.

Being the objective of this work to design a methodological proposal for the procedure of determining preliminary corridors established in Law 20.936, which includes citizen participation and a model of multicriteria spatial analysis, as central elements in the identification of critical aspects, according to the criteria of territorial planning and ordering.

For the development of this research, at first it is made a review of the state of art in terms of procedures to determinate corridors at the both national and international levels. Within the national context, and due the lack of local experiences, the current legislation on the subject is reviewed. As for similar procedures at the international level, two cases of greater relevance to this proposal are selected, both for the characteristics of the applied methodology and for the context in which they are developed.

Subsequently, the design of the methodological proposal is carried out, for which a methodological guideline is presented with the details of necessary activities for the development of the procedure for the determination of corridors, the variables and criteria of work are conceptually defined. Also it is presented a proposal for the assignment of valuations and weighting of variables.

As a practical application of the methodological proposal, a simulation exercise is carried out in a critical route such as Cautín - Mulchén, this route is contained in

the expansion of the transmission proposal presented by the national electricity coordinator in January of this year.

From the entire process of application of the proposed methodology, as well as the analysis of the results, it is possible to identify and rescue technical and methodological recommendations that will allow to enrich future processes of development for corridor's studies.

The main recommendations are pointed to different stages of the methodology proposal: the collection and gathering of base information, the processing of this information, the validation of results, recommendations for the bidding process of the corridor's studies and guidelines for an estimate cost for the studies.

Finally, within the results of the investigation, it can be said that the formulation of a multicriteria spatial analysis methodology, together with the formulation of a proposal for valorization and weighting of variables through expert consultation and citizen participation allows the achievement of the proposed objective in order to determinate the preliminary corridors.

GLOSARIO

LGSE:	Decreto con Fuerza de Ley 4/2006, Ley General de Servicios Eléctricos
LBGMA:	Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente
EAE:	Evaluación Ambiental Estratégica
MMA:	Ministerio del Medio Ambiente (Chile)
CNE:	Comisión Nacional de Energía (Chile)
SEC:	Superintendencia de Electricidad y Combustibles (Chile)
SEIA:	Sistema de evaluación de impacto ambiental
RCA:	Resolución de calificación ambiental
EPRI:	Electrical Power Research Institute
GTC:	Georgia Transmission Corporation
OPTIPOL:	Optimal design and routing of power lines; ecological, technical and economic perspectives
LCP:	Least Cost Path
GDB:	Base de datos SIG, Geodatabase
RTN:	Red de Transmisión Eléctrica Nacional (Italia)
ERPA:	Criterios de Exclusión, Restricción, Problemáticas y Atracción utilizados en la metodología italiana.
IDE:	Infraestructura de datos espaciales
AEMC:	Análisis espacial multi – criterio
BNUP:	Bienes Nacionales de Uso Público
IOT:	Instrumentos de ordenamiento territorial

Índice General

1	INTRODUCCION	12
1.1	Objetivos.....	15
1.1.1	Objetivo general	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	Planteamiento del problema	16
1.3	Metodología de trabajo	16
1.3.1	Revisión del estado del arte	16
1.3.2	Revisión de casos	16
1.3.3	Diseño teórico de propuesta metodológica	17
1.3.4	Aplicación de propuesta metodológica al caso de estudio	17
1.3.5	Presentación y análisis de resultados	18
2	MARCO GENERAL DE CONTEXTO	19
2.1	Transmisión eléctrica en Chile.....	19
2.2	Expansión y crecimiento de la transmisión eléctrica.....	20
2.2.1	Planificación energética	20
2.2.2	Planificación de la Transmisión.....	22
2.2.3	Obras Nuevas y Obras de Ampliación de los Sistemas de Transmisión.....	25
2.3	Evaluación ambiental estratégica	25
2.4	Ordenamiento territorial	29
3	ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA	31
3.1	Caso Chileno	31
3.1.1	Estudios de Franja contemplados en Ley 20.936	31
3.1.2	Reglamento de determinación de franjas preliminares	33
3.2	Casos Internacionales	37
3.2.1	Metodología EPRI – GTC para la selección de localización de líneas aéreas de transmisión eléctrica	37
3.2.2	Caso Italiano: Terna y la aplicación de metodología ERPA para la selección de alternativas de localización.....	42
4	PRESENTACIÓN DE PROPUESTA METODOLÓGICA	47

4.1	Pauta metodológica	48
4.2	Propuesta para la asignación de ponderaciones de criterios y variables 52	
4.2.1	Consulta a expertos	52
4.2.2	Proceso de participación ciudadana.....	54
4.2.3	Catastro de grupos de interés dentro del área estudiada.....	55
4.3	Definición conceptual de criterios y variables	55
4.3.1	Criterio Territorio	55
4.3.2	Criterio Medioambiente	59
4.3.3	Criterio Antrópico.....	62
4.3.4	Criterio Geofísico.....	63
4.3.5	Consideraciones técnicas	64
5	APLICACIÓN DE LA PROPUESTA AL CASO DE ESTUDIO	66
5.1	Determinación del área de estudio	66
5.1.1	Justificación del área de estudio	66
5.2	Primera fase de aplicación AEMC: Obtención de Criterios.....	68
5.2.1	Criterio Territorio	68
5.2.2	Criterio Medioambiente	82
5.2.3	Criterio Antrópico.....	96
5.2.4	Criterio Geofísico.....	103
5.3	Segunda fase de aplicación AEMC: Resultado General.....	115
5.4	Tercera fase de aplicación técnica de ruta de menor costo (LCP)	116
6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS FINALES	118
6.1	Análisis de la aplicación del AEMC.....	118
6.1.1	Resultados de la primera fase de aplicación AEMC.....	118
6.1.2	Resultados de la segunda fase de aplicación AEMC.....	121
6.1.3	Resultado de la tercera fase de aplicación técnica de ruta de menor costo (LCP)	121
6.1.4	Identificación y análisis de aspectos críticos	124
6.1.5	Sensibilización de los resultados.....	126
6.1.6	Opción de tramos subterráneos	128

6.2	Recomendaciones metodológicas	128
6.2.1	Respecto del levantamiento y adquisición de información geográfica.....	128
6.2.2	Respecto del procesamiento de la información.....	130
6.2.3	Respecto de la validación de resultados obtenidos.....	132
6.2.4	Respecto del proceso de licitación de los estudios de franja.	136
6.2.5	Respecto de la estimación de costos para un estudio de franjas	137
7	CONCLUSIONES.....	139
8	BIBLIOGRAFÍA	141
8.1	Documentación Consultada.....	141
8.2	Sitios web de referencia.....	143
9	ANEXOS	144
9.1	Anexo 1: Distinción de categorías en la metodología ERPA	144
9.2	Anexo 2: Valoraciones de la metodología ERPA.....	146
9.3	Anexo 3: Listado de coberturas de la variable equipamiento.....	147
9.4	Anexo 4: Listado de códigos de criterios y variables	148
9.5	Anexo 5: Láminas ilustrativas de identificación de aspectos críticos .	149

Índice de Tablas

Tabla 2.1,	Proceso de participación ciudadana para la planificación de la transmisión, establecido en la LGSE.....	23
Tabla 2.2,	Plazos, responsables y tareas correspondientes al procedimiento de planificación de la transmisión.....	23
Tabla 2.3,	Aspectos a resolver en etapas tempranas de la Evaluación Ambiental Estratégica	28
Tabla 3.1,	Contenidos mínimos requeridos para los Estudios de Franja	34
Tabla 3.2,	Valores de aptitud para líneas de transmisión, Fase 1 metodología EPRI - GTC	39
Tabla 4.1,	Resumen de pasos de metodología Delphi.....	53
Tabla 4.2,	Escala de valorización de uso de suelo.....	57
Tabla 4.3,	Valorización de las categorías de uso de suelo	58
Tabla 4.4,	Áreas protegidas en Chile	60
Tabla 4.5,	Factores para la evaluación de fragilidad de los paisajes.....	63

Tabla 5.1, Valorización cobertura base CT_USO	73
Tabla 5.2, Valorización de equipamiento	76
Tabla 5.3, Cuadro de determinación de buffer para equipamiento	76
Tabla 5.4, Valorización base de caminos.....	77
Tabla 5.5, Cuadro de determinación de buffer para vialidad	78
Tabla 5.6, Cuadro de determinación de buffer para Líneas de Transmisión existentes	79
Tabla 5.7, Ponderaciones Criterio Territorio	80
Tabla 5.8, Disponibilidad de coberturas relacionadas a áreas protegidas ...	82
Tabla 5.9, Valorización de áreas protegidas.....	88
Tabla 5.10, Estados de Conservación para especies vegetales según Libro Rojo	90
Tabla 5.11, Valorización de cobertura vegetal.....	90
Tabla 5.12, Evaluación de riesgo según piso vegetal	91
Tabla 5.13, Valorización de cobertura de reservas hídricas	93
Tabla 5.14, Ponderación de variables para criterio medioambiente.....	94
Tabla 5.15, Valorización a partir de la densidad de población	97
Tabla 5.16, Valorización a partir de tamaño y tipo de propiedad	98
Tabla 5.17, Ponderación de variables del criterio territorial.....	102
Tabla 5.18, Valorización de cubierta vegetal según valor paisajístico	105
Tabla 5.19, Valorización de cubierta vegetal según diversidad de especies	106
Tabla 5.20, Valorización de cobertura vegetal según cobertura	107
Tabla 5.21, Valorización de pisos vegetacionales según estacionalidad ...	108
Tabla 5.22, Valorización del área de estudio según pendiente	109
Tabla 5.23, Valorización del área de estudio según exposición de ladera	109
Tabla 5.24, Valorización del área de estudio según erodabilidad	109
Tabla 5.25, Valorización del área de estudio según erosividad.....	110
Tabla 5.26, Ponderación de variable fragilidad del paisaje.....	111
Tabla 5.27, Ponderación de variable riesgo de erosión	112
Tabla 5.28, Ponderación de criterio geofísico.....	113
Tabla 6.1, Ponderaciones para la evaluación de distintos trazados resultantes	126
Tabla 6.2, Precios de referencia.....	138
Tabla 6.3, Unidades de estimación de costos	138
Tabla 6.4, Precios de referencia totales.....	138

Índice de Figuras

Figura 2.1, Características del enfoque de Pensamiento Estratégico	27
Figura 2.2, Instrumentos de ordenamiento territorial en Chile	30
Figura 3.1, Ejes para la determinación de franjas preliminares	32
Figura 3.2, Diagrama de cálculo de la ruta de menor costo (LCP)	41
Figura 5.1, Delimitación del área de estudio	67
Figura 5.2, Cobertura base CT_USO	69
Figura 5.3, Cobertura base CT_EQU	70
Figura 5.4, Cobertura base CT_VIA	71
Figura 5.5, Cobertura base CT_LTX	72
Figura 5.6, Cobertura valorizada CT_USO	74
Figura 5.7, Cobertura valorizada CT_IOT	75
Figura 5.8, Cobertura valorizada CT_EQU	77
Figura 5.9, Cobertura valorizada CT_VIA	78
Figura 5.10, Cobertura valorizada CT_LTX	79
Figura 5.11, Resultado preliminar Criterio Territorio	81
Figura 5.12, Cobertura base CM_AOP	83
Figura 5.13, Cobertura base para CM_AIB	84
Figura 5.14, Cobertura base para CM_VEG	85
Figura 5.15, Cobertura base para CM_PVP	86
Figura 5.16, Coberturas base para CM_FPA; CM_ICP y CM_RHS	87
Figura 5.17, Cobertura valorizada CM_AOP	88
Figura 5.18, Cobertura valorizada CM_AIB	89
Figura 5.19, Cobertura valorizada CM_VEG	91
Figura 5.20, Cobertura valorizada CM_PVP	92
Figura 5.21, Resultado preliminar criterio medioambiente	95
Figura 5.22, Cobertura valorizada CA_DPR	98
Figura 5.23, Cobertura valorizada CA_TPR	99
Figura 5.24, Cobertura valorizada CA_AEC	100
Figura 5.25, Cobertura valorizada CA_LPI	101
Figura 5.26, Resultado preliminar criterio antrópico	102
Figura 5.27, Cobertura base CG_PEV	104
Figura 5.28, Cobertura base CG_EXP	104
Figura 5.29, Cobertura valorizada CG_VPC	106
Figura 5.30, Cobertura valorizada CG_DED	107
Figura 5.31, Cobertura valorizada CG_DCV	108
Figura 5.32, Cobertura valorizada CG_EST	108
Figura 5.33, Cobertura valorizada CG_ERD	110
Figura 5.34, Cobertura valorizada CG_ERS	111
Figura 5.35, Variable fragilidad del paisaje CG_FRP	112

Figura 5.36, Variable riesgo de erosión CG_ERO	113
Figura 5.37, Resultado preliminar criterio geofísico	114
Figura 5.38, Resultado general de la aplicación AEMC	115
Figura 5.39, Trazado resultante a partir de las aplicaciones del AEMC y LCP	116
Figura 5.40, Franja resultante a partir de la aplicación del AEMC	117
Figura 6.1, Resultado preliminar Criterio Territorio	118
Figura 6.2, Resultado preliminar Criterio Medioambiente	119
Figura 6.3, Resultado preliminar Criterio Antrópico.....	120
Figura 6.4, Resultado preliminar Criterio Geofísico.....	120
Figura 6.5, Resultado general de la aplicación AEMC	121
Figura 6.6, Trazado resultante a partir de las aplicaciones del AEMC y LCP	122
Figura 6.7, Franja resultante a partir de la aplicación del AEMC	123
Figura 6.8, Afectación de balneario	125
Figura 6.9, Rutas de menor costo resultantes del análisis de sensibilidad	127
Figura 6.10, Ejemplo de tramo para opción de trazado subterráneo	128
Figura 6.11, Ejemplo de edificación bajo el trazado.....	133
Figura 6.12, Ejemplo de lugar de conflicto (Hotspot)	134

1 INTRODUCCION

A mediados del año 2015 se inicia el primer trámite constitucional en la Cámara de Diputados respecto del proyecto de ley que busca establecer un nuevo sistema de transmisión eléctrica. [1]

En esta primera instancia se desarrolla el diagnóstico, el que identifica, la inexistencia de un instrumento específico de planificación y ordenamiento territorial que conjugara “adecuadamente los objetivos de eficiencia económica con los intereses nacionales, regionales y locales, bajo criterios de sustentabilidad” [2], siendo éste uno de los elementos centrales para los procesos de expansión y crecimiento de la transmisión eléctrica.

A partir de lo anterior, la Ley 20.936, señala que para los Decretos de Expansión de la Transmisión se deberá “distinguir aquellas obras nuevas que deben sujetarse al procedimiento para la determinación de sus franjas preliminares” [1], procedimiento que se denominará estudio de franja. El que se constituirá como un elemento de planificación y ordenamiento territorial.

La Ley también indica que dicho estudio “contemplará franjas alternativas en consideración a criterios técnicos, económicos, ambientales y de desarrollo sustentable” [1], serán licitados y deberán someterse a Evaluación Ambiental Estratégica, debido a que se enmarcan dentro de un plan de carácter normativo general [3], como lo es la planificación de la transmisión, de acuerdo a lo expuesto en la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

La evaluación ambiental estratégica propone que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales. [3]

Respecto del procedimiento de determinación de franjas preliminares a desarrollarse en los denominados estudios de franjas, la Ley General de Servicios Eléctricos indica que, dentro de la planificación de la transmisión, una vez que se decreten las obras nuevas que deban iniciar licitación, también deben quedar especificadas las obras nuevas que requieran sujetarse al procedimiento de determinación de franjas preliminares.

Una vez definidas las obras nuevas que requieren la previa determinación de franjas preliminares, es trabajo del Ministerio de Energía licitar, adjudicar y supervisar los estudios de franja, con la asesoría técnica de la SEC.

El reglamento asociado a tal procedimiento se publicó el 22 de marzo del presente año, y aunque en él se detallan todas las directrices generales asociadas al mismo, aún no se ha establecido una metodología definitiva para desarrollo de estos estudios de franja.

En este contexto se desarrolla la investigación, la cual tiene como objetivo principal, el diseño de una propuesta metodológica para el procedimiento de determinación de franjas preliminares con las respectivas consideraciones de pensamiento estratégico presentes en la Evaluación Ambiental Estratégica.

Existen varios casos de aplicación a nivel mundial de metodologías enfocadas en sistematizar la búsqueda de franjas para el desarrollo de proyectos de transmisión. Para esta investigación se destaca el caso EPRI – GTC de un modelo aplicado en Georgia, Estados Unidos, que plantea una metodología basada en decisiones jerárquicas en la aplicación de análisis multicriterio mediante un Sistema de Información Geográfico.

Así como también se considera el caso italiano de selección de localización en proyectos de transmisión, mediante una metodología denominada ERPA. Lo destacable en este caso es que la aplicación de esta metodología se enmarca en un contexto de Evaluación Ambiental Estratégica, similar a lo planteado por la LGSE para la realidad chilena.

En base a estas revisiones de contexto y estado del arte, se diseña la propuesta metodológica y luego se somete a un ejercicio de simulación en el tramo Cautín - Mulchén, contenido en la propuesta de expansión de la transmisión planteada por el coordinador eléctrico nacional en el mes de enero del presente año.

A partir de todo el proceso de aplicación de la metodología propuesta, así como del análisis de los resultados obtenidos, se identifican y rescatan las recomendaciones técnicas y metodológicas que permitan enriquecer futuros procesos de elaboración de estudios de franja.

Las principales recomendaciones apuntan a las distintas etapas de la metodología planteada desde el levantamiento de la información, su procesamiento y validación de los resultados obtenidos; hasta recomendaciones que apuntan al proceso de licitación de los estudios de franja y los lineamientos para una estimación del costo del mismo.

Finalmente, dentro de los resultados de la investigación se puede señalar para el procedimiento de determinación de franjas preliminares, que la formulación de una metodología de análisis espacial multicriterio, en conjunto con una propuesta de valorización y ponderación de las variables mediante consulta a expertos y participación ciudadana permite alcanzar el objetivo propuesto.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta metodológica para el procedimiento de determinación de franjas preliminares establecidas en la Ley 20.936, que incluya la participación ciudadana y un modelo de análisis espacial multicriterio, como elementos centrales en la identificación de aspectos críticos, según criterios de planificación y ordenamiento territorial. Tomando como caso de estudio el tramo Cautín – Mulchén.

1.1.2 Objetivos específicos

Para el desarrollo de la metodología:

- ✓ Proponer una metodología de participación ciudadana que permita incorporar el pensamiento estratégico dentro del diseño de los estudios de franja.
- ✓ Desarrollar un modelo de análisis espacial multicriterio a partir del ingreso de variables previamente identificadas.

Para la aplicación de la metodología al caso de estudio:

- ✓ Identificar aspectos críticos dentro de la franja alternativa resultante, que representen áreas que pueden implicar mayores problemas para el desarrollo de los proyectos de transmisión eléctrica.

1.2 Planteamiento del problema

Los sistemas de transmisión eléctricas son intervenciones territoriales de gran envergadura. En los últimos años se ha hecho visible su impacto en el territorio debido a los continuos conflictos que han protagonizado este tipo de proyectos con las comunidades locales, llegando incluso hasta la paralización de algunos de ellos.

En Julio del año 2016, se promulga la Ley 20.936, con el fin de adaptar la regulación vigente en materia de transmisión a un nuevo escenario, en el que se establece un sistema interconectado nacional, un coordinador único para este sistema y en el cual los conflictos territoriales deben ser tratados con mayor relevancia.

Dentro de este contexto, la Ley plantea la necesidad de realización un procedimiento para la determinación de franjas preliminares para las obras nuevas presentadas en los decretos de expansión de la transmisión que lo requieran, procedimiento denominado estudio de franja.

A su vez, la Ley, define los contenidos básicos de los estudios, sin embargo, hasta el momento, no existe un reglamento específico y/o bases técnicas que instruyan sobre su aplicación, razón por la cual se propone una metodología operativa que consta de un modelo de análisis espacial multicriterio para abordar el contenido territorial en la elaboración de estos estudios y un procedimiento de consulta ciudadana adaptable a los requisitos de la evaluación ambiental estratégica.

1.3 Metodología de trabajo

1.3.1 Revisión del estado del arte

Revisión de la regulación vigente en materia de transmisión eléctrica, planificación energética, planificación de la transmisión, estudios de franja y evaluación ambiental estratégica.

1.3.2 Revisión de casos

De forma dirigida, se revisarán los siguientes casos internacionales de aplicación de metodologías en la determinación de franjas para el desarrollo de proyectos de transmisión: Caso EPRI – GTC y Metodología ERPA.

Tales casos fueron definidos a partir de datos entregados por la Unidad de Franjas del Ministerio de Energía.

Los casos seleccionados cumplen con la posibilidad de ser aplicables total o parcialmente a la realidad chilena, a modo de poder extraer datos fundamentados para el diseño de la metodología para el procedimiento de determinación de franjas preliminares.

Las variables que se utilizarán para el análisis están sustentadas bibliográficamente, y la revisión presentada a continuación permitió definir con mayor precisión los conceptos clave de las variables a utilizar dentro del procesamiento de la información.

1.3.3 Diseño teórico de propuesta metodológica

En este apartado se definen de forma detallada los criterios y variables, las interacciones entre ellas y sus ponderaciones. Así como los procesos que se llevarán a cabo para realizar el análisis.

Además, se incorpora la elaboración de la propuesta de valorización y ponderación de variables y criterios.

1.3.4 Aplicación de propuesta metodológica al caso de estudio

En esta etapa se define el caso de estudio y se delimita el área de estudio, este debe ser representativo de las condiciones reales a las cuales se puede enfrentar un estudio de franja en Chile.

Se recopila la información espacial de acuerdo a las variables predefinidas en la propuesta metodológica, para luego proceder con la revisión de las coberturas y los ajustes respectivos (Cambio de proyección, edición básica, ajustes topológicos, completar información relevante de las bases de datos, etc.)

De acuerdo a los criterios previamente definidos (Territorio, medioambiente, antrópico y geofísico), se aplicaron las valorizaciones y ponderaciones respectivas para cada una de ellas.

Finalmente, se procede a la aplicación del modelo de análisis espacial multicriterio para el caso de estudio en tres fases:

- Primera fase de aplicación de AEMC, para la obtención de resultados preliminares.
- Segunda fase de aplicación de AEMC, para la obtención del resultado multicriterio general.
- Tercera fase de aplicación, utilización de técnica LCP para la obtención de una propuesta de trazado y una franja alternativa.

1.3.5 Presentación y análisis de resultados

Los resultados se presentan a partir de cartografías y el análisis de los resultados se realiza de manera escalada para los resultados de cada una de las fases de aplicación de la metodología propuesta.

Se añade a modo de análisis, la identificación de aspectos críticos de los resultados obtenidos y una sensibilización de las rutas resultantes.

A partir de todo el proceso de aplicación de la metodología propuesta, así como del análisis de los resultados obtenidos, se identifican y rescatan las recomendaciones técnicas y metodológicas que permitan enriquecer futuros procesos de elaboración de estudios de franja.

2 MARCO GENERAL DE CONTEXTO

2.1 Transmisión eléctrica en Chile

De acuerdo a la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), se define sistema de transmisión o de transporte de electricidad como “el conjunto de líneas y subestaciones eléctricas que forman parte de un sistema eléctrico, y que no están destinadas a prestar el servicio público de distribución.” [1]

Estos sistemas se encuentran sujetos a coordinación de acuerdo a lo establecido en la LGSE , con el fin de “Garantizar el acceso abierto a todos los sistemas de transmisión” [1]

A su vez dentro los sistemas de transmisión se distinguen distintos segmentos de acuerdo al rol que cumplan sus respectivas instalaciones. Se reconocen los siguientes:

- **Sistema de transmisión nacional**, cuyo rol es permitir que se conforme un mercado eléctrico común, mediante la interconexión del resto de los segmentos de la transmisión. Se encuentra constituido por las instalaciones eléctricas adecuadas para este objetivo, que por lo demás posibilitan el abastecimiento total de la demanda.
- **Sistema de transmisión zonal**, son conjuntos de instalaciones eléctricas cuyo objetivo es el abastecimiento de clientes sujetos a regulación de precios en territorios específicos, a pesar de eso, es posible para clientes libres utilizar estas instalaciones, así como para medios de generación que deban inyectar la energía producida al sistema.
- **Sistema de transmisión para polos de desarrollo**, cuyo objetivo es transportar la energía eléctrica generada en polos de desarrollo hacia el sistema de transmisión, permitiendo una utilización eficiente del territorio.
- **Sistema de transmisión dedicado**, se encuentra compuesto por instalaciones eléctricas de tipo radial, interconectadas al sistema eléctrico y cuyo objetivo es suministrar energía eléctrica a usuarios no sujetos a regulación de precios, o inyectar energía eléctrica desde centrales generadoras al sistema.
- **Sistemas de transmisión internacionales**, su objetivo será permitir la importación y exportación de energía eléctrica.

Para los sistemas de transmisión nacional, zonal y para polos de desarrollo, el transporte de energía eléctrica se entenderá como un servicio público.

Los sistemas dedicados se regularán por los contratos de transporte de energía eléctrica entre usuarios y propietarios de las respectivas instalaciones.

Los sistemas de transmisión internacionales podrán ser de servicio público o de interés privado, según cumplan o no ciertas características especificadas en la LGSE.

Por otra parte, es importante señalar que tanto como para construir y para operar los sistemas de transmisión eléctrica, se requiere de concesiones eléctricas definitivas.

2.2 Expansión y crecimiento de la transmisión eléctrica

El segmento de la generación de energía eléctrica en Chile se encuentra en continuo crecimiento, respondiendo rápidamente a las condiciones crecientes de la demanda. Sin embargo, este dinamismo en la generación no representará mejoras en el mercado eléctrico si no es acompañado por un adecuado desarrollo de los sistemas de transmisión, “a mínimo costo, basado en incentivos de eficiencia económica y técnica, con niveles adecuados de confiabilidad y calidad de servicio, adaptado a los requerimientos de generadores y consumidores y remunerando en forma justa a sus propietarios.” [4]

La expansión y el crecimiento de los sistemas de transmisión debe concebirse de forma planificada, también teniendo en consideración que el segmento de la transmisión es intensivo en capital, y obedece a economías de escala, es decir que líneas de transmisión de mayor tamaño y/o capacidad representan menores costos medios que líneas de menor envergadura.

Respondiendo a lo anterior, la legislación chilena establece que la planificación de la transmisión deberá propender a la formación de un mercado eléctrico común para el abastecimiento de la demanda a costos mínimos, con el objetivo final de abastecer los suministros a mínimo precio.

2.2.1 Planificación energética

La legislación chilena establece que el Ministerio de Energía, cada cinco años deberá llevar a cabo el proceso de planificación energética de largo plazo, para un horizonte de al menos 30 años.

Sin embargo, el Ministerio tiene la facultad de actualizar de forma anual las proyecciones de demanda, los distintos escenarios macroeconómicos, así como otros antecedentes considerados.

También se faculta al Ministerio a desarrollar el proceso de planificación energética antes del plazo de cinco años, siempre de manera fundamentada.

Para el desarrollo de la planificación, el Ministerio deberá considerar distintas alternativas de expansión de la generación y el consumo, a modo de incluir distintos escenarios de proyección de la oferta y la demanda energética.

De igual forma, entre las nuevas variables que han surgido durante los últimos años para el sector energético, la planificación debe considerar como mínimo:

- Identificación de polos de desarrollo de generación
- Generación distribuida
- Intercambios internacionales de energía
- Políticas medio ambientales que afecten el escenario energético
- Objetivos de eficiencia energética
- Existencia de planes estratégicos regionales en materia de energía

El proceso de planificación energética de largo plazo se da por iniciado como mínimo veinticuatro meses antes del vencimiento del decreto vigente.

Dentro de este periodo de inicio del proceso de planificación, es labor del Ministerio:

- Emitir informe preliminar
- Abrir registro de participación ciudadana
- Establecer normas para proceso de participación ciudadana en este proceso, considerando instancias de consulta pública.

2.2.2 Planificación de la Transmisión

De manera anual, la Comisión Nacional de Energía deberá desarrollar el proceso de planificación de la transmisión, considerando como mínimo un horizonte de 20 años.

De las consideraciones necesarias para la elaboración de esta planificación, se debe incluir todas las obras de expansión necesarias de:

- Sistema de transmisión nacional
- Polos de desarrollo de generación
- Sistema de transmisión zonal

Así como las obras de expansión de los sistemas dedicados, que tengan por objetivo ser utilizadas por concesionarias de distribución para usuarios sometidos a regulación de precios, o las obras necesarias para entregar suministro a clientes regulados, en el caso que corresponda.

La planificación de la transmisión deberá concordar con la planificación energética de largo plazo, así como con los objetivos de eficiencia económica, competencia, seguridad y diversificación establecidos en la legislación para el sistema eléctrico.

A partir de lo anterior, se establecen las siguientes consideraciones que deberá tener la planificación de la transmisión:

- Minimización de los riesgos en el abastecimiento.
- Creación de condiciones que promuevan la oferta y faciliten la competencia.
- Diseño de instalaciones económicamente eficientes y necesarias para el desarrollo del sistema eléctrico, en los distintos escenarios energéticos.
- Posibilidad de modificación de instalaciones de transmisión existentes, de forma de realizar las expansiones necesarias del sistema de una manera eficiente.

A modo de incorporar los puntos antes señalados, el proceso de planificación deberá contemplar las holguras y redundancias necesarias, teniendo en consideración la información relativa a criterios y variables ambientales y territoriales, así como también los objetivos de eficiencia energética.

Al igual que para la planificación energética de largo plazo, la planificación de la transmisión deberá considerar participación ciudadana dentro de su proceso, de la forma que se indica a continuación:

Tabla 2.1, Proceso de participación ciudadana para la planificación de la transmisión, establecido en la LGSE

CNE abrirá un registro de participación ciudadana, donde se pueden inscribir Participantes y Usuarios e Instituciones Interesadas:	Participantes: Empresas de generación, transmisión y distribución de energía y clientes libres interconectados al sistema eléctrico
	Usuarios e Instituciones Interesadas: Toda persona natural o jurídica que le interese ser parte del proceso
Reglamento especificará procedimiento o trámite:	Permitirá hacer público el llamado a usuarios e instituciones interesadas
	Entregará la información requerida ¹ para realizar su registro, así como los mecanismos de actualización del registro
	Establecerá medios y forma en que la CNE hará públicos los documentos que se someterán al proceso de participación ciudadana
	Establecerá la oportunidad y forma de que los participantes y usuarios e instituciones interesadas entreguen sus observaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de Artículo 90°, LGSE

Referido al procedimiento de Planificación de la Transmisión, la LGSE indica los siguientes plazos:

Tabla 2.2, Plazos, responsables y tareas correspondientes al procedimiento de planificación de la transmisión

PLAZO	RESPONSABLE	TAREA
Primeros quince días de cada año	Coordinador	Enviar a la CNE propuesta de expansión para los distintos segmentos de la transmisión, la que deberá presentar como mínimo la descripción del proyecto e identificación de generadores de electricidad.

¹ Los antecedentes solicitados por la autoridad para constituir el registro tendrán por objetivo acreditar la representación, el interés y la correcta identificación de los usuarios o entidades, y no podrán representar discriminación de ninguna especie. [1]

Cinco días siguientes	CNE	Publicar la propuesta en sitio web y convocar “mediante un medio de amplia difusión pública, a una etapa de presentación de propuestas de proyectos de expansión de la transmisión.” [1]
Sesenta días siguientes	Promotores de proyectos de expansión	Presentar a la Comisión sus propuestas de proyectos de expansión ²
Plazo señalado por reglamento	CNE	Emitir un informe técnico preliminar con el plan de expansión anual de la transmisión, el que deberá ser publicado en su sitio web.
Diez días a contar de la recepción del informe técnico preliminar	Participantes y usuarios e instituciones interesadas ³	Presentar sus observaciones a la Comisión.
Treinta días siguientes al vencimiento del plazo para presentar observaciones	CNE	Emitir y comunicar el informe técnico final del plan de expansión anual, aceptando o rechazando fundadamente las observaciones planteadas, el que deberá ser publicado en su sitio web.
Quince días siguientes a la comunicación del informe técnico final	Participantes y usuarios e instituciones interesadas	Pueden presentar sus discrepancias al Panel de Expertos
Cincuenta días corridos contados desde la respectiva audiencia	Panel de Expertos	Emitir dictamen si corresponde
Si no se presentaren discrepancias, dentro de los tres días siguientes al vencimiento del plazo para presentarlas	CNE	Remitir al Ministerio de Energía el informe técnico definitivo con el plan de expansión anual de la transmisión
En el caso que se hubiesen presentado discrepancias,	CNE	Remitir al Ministerio de Energía el informe técnico definitivo con el plan de expansión anual de la transmisión, incorporando lo resuelto por el Panel.

² El reglamento establecerá los requisitos y la forma en que deberán presentarse las propuestas de expansión del Coordinador y de los promotores de proyectos.

³ De acuerdo a registro de participación ciudadana

quince días desde la comunicación del dictamen del Panel		
--	--	--

Fuente: Elaboración Propia en Base a LGSE

El proceso centralizado de planificación de la transmisión culmina al realizarse los respectivos decretos de expansión de la transmisión, que indican las obras nuevas o de ampliación que deben iniciar sus procesos de licitación o de estudios de franja.

2.2.3 Obras Nuevas y Obras de Ampliación de los Sistemas de Transmisión.

Se entienden como obras nuevas y obras de ampliación, aquellas obras de expansión de los sistemas de transmisión que tienen por objetivo aumentar la capacidad o la seguridad y calidad de servicio, ya sea del sistema eléctrico para el caso de obras nuevas o de las instalaciones eléctricas existentes (líneas o subestaciones) para el caso de obras de ampliación.

Pudiendo a la vez considerarse como obras de expansión elementos que permitan garantizar la seguridad y calidad de servicio.

Como se mencionaba en el punto anterior, el Ministro de Energía fijará mediante decretos de expansión de la transmisión:

- *Las obras de ampliación de los sistemas de transmisión que deban iniciar su proceso de licitación en los doce meses siguientes.*
- *Las obras nuevas de los sistemas de transmisión que deban iniciar su proceso de licitación o estudio de franja, según corresponda, en los doce meses siguientes*

De acuerdo a lo anterior, la legislación hace especial énfasis en que en los decretos de expansión de la transmisión “se deberán distinguir aquellas obras nuevas que deben sujetarse al procedimiento para la determinación de sus franjas preliminares.”

2.3 Evaluación ambiental estratégica

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, define como Evaluación Ambiental Estratégica “el procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del

desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales” [3]

De forma general se entiende la evaluación ambiental estratégica como “un proceso sistemático, continuo y participativo que integra las consideraciones ambientales y de sustentabilidad en la formulación de decisiones estratégicas.” [5]

Para este proceso son de especial relevancia:

- La conservación del patrimonio natural y cultural
- La calidad ambiental
- El uso sustentable de los recursos naturales
- La promoción del bienestar humano
- El mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

La aplicación de evaluación ambiental estratégica en Chile se contextualiza dentro de un enfoque denominado Pensamiento Estratégico (Ver Figura 2.1), el cual tiene por objetivos [5]:

- Fomentar la integración de ambiente y sustentabilidad (incluidos aspectos biofísicos, sociales, institucionales y económicos), estableciendo condiciones habilitantes para futuras propuestas de desarrollo.
- Agregar valor a la toma de decisiones a través del análisis de las oportunidades y los riesgos que conllevan las opciones de desarrollo.
- Cambiar la mentalidad y crear una cultura estratégica en torno a la toma de decisiones, al promover la cooperación institucional y el diálogo entre actores

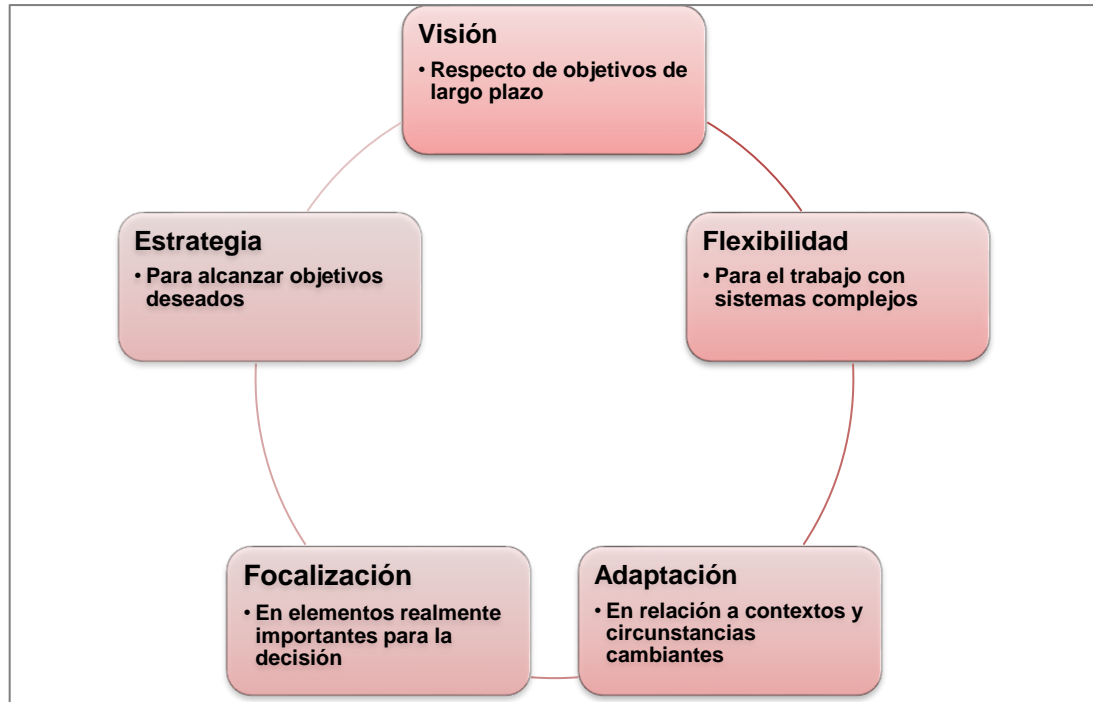


Figura 2.1, Características del enfoque de Pensamiento Estratégico
Fuente: Elaboración propia en base a Guía EAE – MMA 2015

De acuerdo a este enfoque, una EAE centrada en la decisión deberá contar con las siguientes características:

- ✓ Actuación sobre el proceso de concepción y elaboración de las decisiones.
- ✓ Promoción desde un comienzo la participación de los actores clave y de las partes interesadas en los temas estratégicos.
- ✓ Desarrollo de un análisis con perspectivas holísticas y de largo plazo.
- ✓ Enfoca en la consideración de los riesgos y oportunidades de decisiones estratégicas.
- ✓ Correcta gestión de los riesgos y oportunidades ambientales y de sustentabilidad, mediante la aplicación de criterios de seguimiento y rediseño.
- ✓ Interactividad e iteratividad en la toma de decisión.

De las consideraciones que se debe tener para una correcta aplicación de la EAE en la planificación, existen aspectos que deben ser resueltos en etapas tempranas ya que permitirán focalizar el trabajo y conseguir aspectos técnicos, operativos y participativos necesarios para iniciar el proceso de evaluación.

Tabla 2.3, Aspectos a resolver en etapas tempranas de la Evaluación Ambiental Estratégica

<p>Aspectos conceptuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar confusiones conceptuales que debiliten las propuestas • Diversidad de extensiones temporales y espaciales • Diferentes alcances dados en la práctica para casos similares • Inconsistencias de terminologías y contenidos genéricos • Diversos grados de detalle en las propuestas
<p>Relación entre los niveles jerárquicos de decisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concordancia entre planes, programas y proyectos • A pesar de procesos de formulación no lineales
<p>Contenidos de la decisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de un conjunto de contenidos que comúnmente deben ser cumplidos en cualquier proceso. • Situación existente y el contexto en que surge la decisión • Principios y fines que orientan el proceso de decisión evaluado • Objetivos y metas planteadas • Estrategias recomendadas para la implementación de la decisión • Mecanismos de gestión y seguimiento • Cuestiones institucionales vinculadas con el proceso de decisión
<p>Grado de detalle respecto al proceso de decisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las decisiones estratégicas comprometen mayor grado de detalle desde el nivel más abstracto de las políticas a los casos más concretos a nivel de planes y programas. En la práctica no siempre se cumple con esta lógica • Procesos secuenciales y estratégicos no siempre seguidos. • Dificultades concretas para distinguir las diferencias entre cada nivel estratégico • Distintos grados de acuerdos o divergencias respecto a las implicancias y alcances • Continuos cambios en las temáticas, instituciones y personas responsables
<p>Aspectos institucionales que deben ser considerados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe diversidad de contextos institucionales que genera diversos criterios y enfoques • Distintas instancias de gestación, formulación y aprobación • Diversas culturas y modos de decisión y de hacer las cosas • Distintas capacidades políticas, técnicas y operativas • Fragmentación y baja interacción entre los diversos niveles

Fuente: Elaboración propia en base a Guía EAE – MMA 2015

2.4 Ordenamiento territorial

El concepto de ordenamiento territorial es planteado por el Consejo de Europa en 1983 y expone que es “la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector”. [6]

Nace de la concepción de que el ordenamiento es inherente a la naturaleza humana, y parte fundamental dentro de sus actividades. Responde a la necesidad de “establecer reglas de funcionamiento que permitan la armonía en el desarrollo o la utilización de los recursos y, en consecuencia, de avanzar en los objetivos de satisfacción de las necesidades y aspiraciones individuales y colectivas”. [6]

El ordenamiento territorial presenta una doble funcionalidad:

- Instrumentos reguladores, es utilizado por gobiernos en niveles nacional, regional y local, para proveer un marco de actividades específicas.
- Instrumentos de desarrollo, para apoyar “la provisión de servicios e infraestructuras, orienta el desarrollo urbano, conserva recursos naturales, y establece incentivos para inversiones”. [6]

Con el objeto de conseguir efectividad en la aplicación del ordenamiento territorial, deben existir y desarrollarse leyes, políticas, orientación, procedimientos e incentivos. Así como, tener en cuenta consideraciones y posibles limitaciones de los escenarios en el corto plazo, pero orientado hacia una visión para el largo plazo.

El hecho de lograr efectividad en el ordenamiento territorial, permite “reducir la duplicación de esfuerzos entre distintos actores, como entidades gubernamentales, promotores de desarrollo, comunidades e individuos, reconociendo la naturaleza inter-sectorial de las cuestiones relevantes”. [6]

Los instrumentos de ordenamiento territorial existentes en Chile se presentan en la Figura 2.2

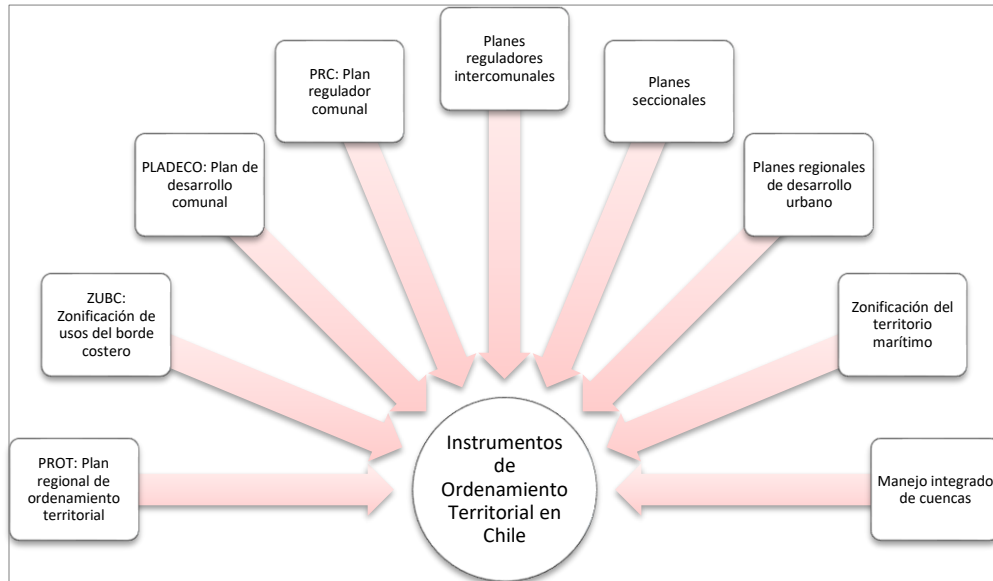


Figura 2.2, Instrumentos de ordenamiento territorial en Chile
Fuente: Elaboración propia

3 ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

3.1 Caso Chileno

3.1.1 Estudios de Franja contemplados en Ley 20.936

De acuerdo a las modificaciones introducidas en la LGSE, mediante la ley 20.936, en materia de planificación de la transmisión se establece un nuevo procedimiento para apoyar el desarrollo de obras nuevas, el cual se denomina Estudio de Franja, que corresponderá al procedimiento para la determinación de franjas preliminares para obras nuevas de los sistemas de transmisión.

La Ley establece que, dentro de la planificación de la transmisión una vez que se decreten las obras nuevas que deban iniciar licitación, también deben quedar especificadas las obras nuevas que requieran sujetarse al procedimiento de determinación de franjas preliminares.

Para determinar cuáles obras nuevas requerirán de un estudio de franja, el Ministerio considerará los siguientes criterios:

- Nivel de tensión de las instalaciones.
- Propósito de uso.
- Dificultad de acceso desde o hacia los polos de desarrollo de generación.
- Complejidad en su implementación.
- Magnitud de las obras.

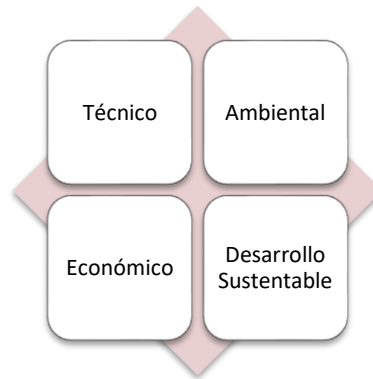
Una vez definidas las obras nuevas que requieren la previa determinación de franjas preliminares, es trabajo del Ministerio licitar, adjudicar y supervisar los estudios de franja, con la asesoría técnica de la SEC.

Los estudios de franjas se financiarán por la totalidad de consumidores finales, mediante un cargo por servicio público⁴. Los montos de financiamiento para los estudios serán establecidos por la Subsecretaría de Energía en la elaboración de un presupuesto anual.

Dentro del estudio, la determinación de franjas preliminares dependerá de cuatro ejes centrales, según indica la Figura 3.1:

⁴ Cargo por servicio público también se destinará a financiar el presupuesto del coordinador y del panel de expertos.

Figura 3.1, Ejes para la determinación de franjas preliminares



Fuente: Elaboración propia a partir de LGSE

Los Estudios de Franja, al enmarcarse dentro de un plan de carácter normativo general [3], como lo es la planificación de la transmisión, de acuerdo a lo expuesto en la LBGMA, deberán someterse a una Evaluación Ambiental Estratégica.

Dentro de este contexto, el estudio preliminar de franjas debe tener en cuenta acerca de las alternativas ponderadas, los criterios y patrones de sustentabilidad de las posibles rutas de las franjas.

En paralelo, se debe considerar que los estudios preliminares de franja tienen la obligación de “someterse al proceso de Consulta o Participación Indígena contemplado en el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, cuando el convenio así lo determine” [1].

El estudio de franjas concluirá con un informe del Ministerio que contenga la franja alternativa a proponer al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

El Consejo deberá acordar el uso de la propuesta de franja, para efectos que el Ministerio dicte un decreto exento que fije la franja preliminar, la que podrá ser gravada con una o más servidumbres.

Las servidumbres “se impondrán una vez que el adjudicatario de los derechos de ejecución y explotación del proyecto de obra nueva defina el trazado y cuente con la correspondiente resolución de calificación ambiental para la ejecución del proyecto.” [1]

Con la publicación de las franjas en los respectivos medios de difusión indicados por la legislación, se entiende “que los propietarios de los predios comprendidos en la franja preliminar se encuentran notificados del eventual gravamen que se les podrá imponer.” [1]

3.1.2 Reglamento de determinación de franjas preliminares

Este reglamento tiene por objetivo establecer “las condiciones, características, plazos y etapas del procedimiento para la determinación de franjas alternativas y preliminares”, así como, “las actuaciones posteriores para la determinación de los trazados definitivos con sus correspondientes franjas de seguridad y la constitución de servidumbres eléctricas” [7]

Dentro de las definiciones contenidas en el reglamento, se indica la diferencia entre las franjas alternativas y preliminares. Las primeras son el resultado de los estudios de franja y corresponden a distintas alternativas de franjas de territorio. Las franjas preliminares son las franjas de territorio acordadas por el “Consejo de Ministros para la Sustentabilidad a propuesta del Ministerio y fijada mediante decreto exento de éste (...), para el desarrollo de una Obra Nueva del sistema de transmisión, la que por causa de utilidad pública podrá ser gravada con una o más servidumbres (...)” [7]

En cuanto a las obras nuevas que deban someterse al procedimiento antes señalado, estas serán licitadas una vez finalizado este procedimiento y se haya dictado el decreto exento que fija la Franja preliminar.

Como se señalaba en la Ley, las obras nuevas que requieran someterse al procedimiento de determinación de franjas preliminares, serán definidas bajo ciertos criterios antes mencionados. De manera anexa, el reglamento establece que, para tales efectos, el Ministerio también tendrá que tener en cuenta, para cada obra nueva, los siguientes puntos:

- Cuáles serán sus extremos.
- Cuáles serán las consideraciones geográficas, demográficas y medioambientales de las distintas zonas ubicadas entre los extremos.
- Una estimación de los costos e impactos en la operación del sistema eléctrico frente a eventuales atrasos en su entrada en operación.
- Cuáles serán las dimensiones preliminares de las franjas de seguridad y servidumbres requeridas.
- Qué características técnicas y económicas tendrán las instalaciones, tales como, plazos de construcción estimados, dimensiones de las estructuras, tipo de trazado, número de circuitos e inversión estimada.

- Todos los antecedentes asociados al informe técnico definitivo con el plan de expansión anual de la transmisión.

Respecto de la licitación de los estudios, el reglamento indica lo siguiente:

- El Ministerio deberá dar inicio al procedimiento para la determinación de Franjas Preliminares mediante el llamado a licitación.
- Este llamado a licitación deberá enmarcarse dentro de un plazo de 2 meses desde la publicación del decreto de Expansión que indique las obras nuevas que requieran someterse al procedimiento.
- Es rol del Ministerio licitar, adjudicar y supervisar los estudios de franja y la superintendencia actuará como organismo técnico asesor.

En cuanto al alcance de los estudios de franja, el reglamento establece que estos contemplarán franjas alternativas en consideración a criterios técnicos, económicos, ambientales y de desarrollo sustentable, y que serán sometidos a Evaluación Ambiental Estratégica.

Los contenidos mínimos que debe tener un estudio de franja se presentan en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1, Contenidos mínimos requeridos para los Estudios de Franja

Información de Base	Levantamiento de información en materias de uso del territorio y ordenamiento territorial
	Levantamiento de información vinculada a áreas protegidas y de interés para la biodiversidad, así como de potenciales restricciones medioambientales al uso del territorio.
	Levantamiento de la información socioeconómica de comunidades, la presencia de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas y descripción de grupos de interés.
	Levantamiento de las características del suelo, aspectos geológicos, geomorfológicos y meteorológicos relevantes de las franjas alternativas.
	Levantamiento de información sobre manifestaciones, pedimentos y concesiones mineras; solicitudes de concesión y concesiones eléctricas; concesiones de energía geotérmica; concesiones marítimas y otras.
	Indicación de los caminos, calles y otros bienes nacionales de uso público y de las propiedades fiscales, municipales y particulares que se ocuparán o atravesarán, individualizando a sus respectivos dueños.
	Indicación de cruces y paralelismos con gaseoductos, oleoductos, líneas eléctricas y líneas férrea.

Resultados esperados	Identificación de las distintas franjas alternativas evaluadas, con su respectiva planimetría.
	Diseño de ingeniería que permita identificar las franjas alternativas, con sus respectivos respaldos técnicos e hipótesis consideradas, indicando las variables de construcción que resulten aplicables a cada una de ella.
	Una zona indirecta de análisis o de extensión, a cada lado de la franja, que tenga la función de permitir movilidad al futuro proyecto.
Análisis de los resultados	Identificación y análisis de aspectos críticos que podrían afectar la implementación de las franjas alternativas.
	Un análisis general del costo económico de las franjas alternativas.
	Un análisis general de aspectos sociales y ambientales, en base a la información recopilada.

Fuente: Elaboración propia a partir del reglamento para la determinación de franjas preliminares

Con el objetivo de conseguir un desarrollo adecuado de los estudios, “el Ministerio podrá ingresar a todas las propiedades fiscales, municipales y particulares en que sea necesario, a través de la o las personas que para tal efecto designe, debiendo comunicar la realización del estudio y las características de las intervenciones que se realizarán, y obtener la autorización de los respectivos propietarios en forma previa a dicho ingreso”. [7]

Una vez tramitado de forma completa el acto administrativo que aprueba el contrato del estudio de franja correspondiente, dentro de los siguientes 15 días, el Ministerio debe dar inicio a la etapa de diseño de la EAE.

En el contexto de la aprobación de la EAE, el Ministerio debe elaborar un anteproyecto de franjas alternativas con su respectivo informe ambiental, el cual debe ser revisado y observado por el MMA para posteriormente pasar a un proceso de consulta pública por parte del Ministerio. Este proceso termina con una resolución de término dictada por el Ministerio de Energía.

En relación al financiamiento del Estudio, este “se establecerá a través de un presupuesto anual elaborado por la Subsecretaría de Energía.

Una vez aprobado el presupuesto por la Subsecretaría de Energía, éste será remitido a la Comisión a más tardar en el mes de septiembre de cada año para los efectos de la fijación del cargo por servicio público.” [7]

Con respecto a la determinación de las franjas preliminares, se establece que:

- Dentro de un plazo de 30 días desde la finalización de la EAE, es tarea del Ministerio “elaborar un informe que contenga una Franja Alternativa a proponer al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad”. [7]
- Dentro de los 15 días siguientes, este Consejo deberá ponerse de acuerdo en el uso de la propuesta de franja y dictar un decreto exento fijando la Franja Preliminar.
- Tal decreto debe:
 - o Indicar la identificación de la Obra Nueva asociada a la franja.
 - o Indicar las coordenadas representativas del polígono que conforma la franja, con su respectiva extensión y superficie.
 - o Indicar las regiones, provincias y comunas comprendidas en la franja.
 - o Aprobar el plano general de cada Franja Preliminar.
 - o Indicar los caminos, calles y otros bienes nacionales de uso público y de las propiedades fiscales, municipales y particulares que se ocuparán o atravesarán en cada franja, individualizando a sus respectivos dueños.
 - o Indicar las condiciones de ingeniería que se deberán tener en cuenta para la construcción de la respectiva Obra Nueva.
 - o Indicar todas las demás consideraciones relevantes resultantes del procedimiento.
- En un plazo de 20 días desde la dictación del decreto, este será publicado en el Diario Oficial y en el sitio web del Ministerio, así como en los medios locales correspondientes, con el fin de notificar a los propietarios de los predios comprendidos en el Trazado Definitivo.

Con referencia al trazado definitivo este reglamento expone que:

- Quien se adjudique los derechos de ejecución y explotación del proyecto sujeto al procedimiento de determinación de franjas preliminares, deberá someterlo al SEIA, para lo cual debe determinar el trazado sobre la base de la Franja Preliminar.
- Este trazado debe ser remitido al Ministerio, en los plazos que estipule el decreto de adjudicación de los derechos de ejecución y explotación de la Obra Nueva respectiva.
- Una vez obtenida la RCA favorable, el Ministerio determina el trazado definitivo y la franja de seguridad mediante un decreto exento, “constituyéndose, por el solo ministerio de la ley, servidumbres eléctricas sobre las propiedades comprendidas en la referida franja”. [7].⁵

⁵ En condiciones de que el adjudicatario presente todos los antecedentes necesarios para la tramitación de la servidumbre eléctrica frente a la SEC

- Para los casos de que se requiera excepcionalmente una modificación del trazado definitivo, de manera posterior a la obtención de la RCA, el titular del proyecto debe solicitar de manera fundada la aprobación del Ministerio. Quien en caso de calificar favorablemente tal modificación deben encargarse de cambiar el decreto que determina el trazado definitivo.

En consideración a la Constitución de las Servidumbres Eléctricas se indica que,

- Dentro de los 30 días siguientes a la publicación del decreto de trazado definitivo, el titular del proyecto deberá reducirlo a escritura pública.
- Desde la fecha de reducción a escritura pública, el titular del proyecto debe iniciar las gestiones para hacer efectivas las servidumbres legales.

3.2 Casos Internacionales

3.2.1 Metodología EPRI – GTC para la selección de localización de líneas aéreas de transmisión eléctrica

Consiste en una colaboración el Electric Power Research Institute (EPRI) y la Georgia Transmission Corporation (GTC) para el mejoramiento del procedimiento GTC existente, incorporando sistemas de información geográfica (SIG), métodos de evaluación estadística y la colaboración de actores relevantes en la generación de una nueva metodología para la selección de localización de líneas de transmisión.

La metodología aplicada se plantea en fases que dependen de un análisis de escenarios en distintas escalas, los resultados de cada fase se plantean en el siguiente orden de menor a mayor escala:

- Generación de macro-corredores (Áreas de gran extensión).
- Generación de corredores alternativos.
- Análisis de rutas alternativas (Áreas potenciales de construcción y selección de la ruta preferente)

Se utilizaron los dataset de coberturas espaciales existentes.

El modelo de localización SIG fue desarrollado y utilizado para:

- Administrar información.
- Definir los macro-corredores y los corredores alternativos.

- Generar estadística de las rutas alternativas.
- Crear representaciones gráficas.

Este modelo utiliza una técnica común de aptitud de los territorios, que combina capas de información dentro de una superficie para así determinar áreas de oportunidad y áreas de restricción.

Técnicamente utiliza SIG, GPS y tecnologías de simulación visual.

Para la definición de las ponderaciones se trabajó con talleres en los cuales participaron más de 400 actores relevantes (stakeholders), definiendo consenso mediante técnica Delphi y procesos de análisis jerárquico.

La metodología fue probada en un grupo de proyectos GTC en construcción.

Descripción General de las Fases:

Fase 1:

- Se obtiene cubierta de suelo a partir de imágenes satelitales (Imágenes satelitales Landsat, hasta 30 metros de resolución, información sin procesar típicamente clasificada entre 15 y 30 clases según el sistema de clasificación de cobertura/uso de suelo Anderson Nivel II.
- Se consideran coberturas básicas de caminos, pendiente y líneas de transmisión existentes. Se utiliza el concepto off-the-shelf para aclarar que la información digital a utilizar se toma de bases de datos libres, disponibles y gratuitas, todo con el objetivo de reducir costos y tiempos de levantamiento de la información.
- Se genera el área de estudio denominada Macro-corredor para conectar dos puntos determinados por el departamento de planificación de la transmisión de Georgia.
- Al definir los macro-corredores de forma paralela o a lo largo de líneas existentes o a través de extensas áreas sin desarrollo, se espera que se incluyan dentro los sectores con mayor aptitud para la localización de nuevas líneas aéreas de transmisión eléctrica.
- Los límites exteriores del macro-corredor representan los límites del área de estudio.

Criterios principales para la delimitación de los macrocorredores:

- Distancia entre los terminales (Puntos a conectar).
- Barreras físicas naturales o artificiales (incluyendo grandes ríos y autopistas interestatales).
- Barreras administrativas (Tales como bases militares, sitios de protección de la vida silvestre, etc.).

La aptitud de las variables con las que se trabaja en este modelo, se evalúan de forma distinta para los siguientes casos:

- Posibilidad de reconstruir líneas o ir de forma paralela a líneas de transmisión existentes.
- Posibilidad de construir de forma paralela a la red vial existente.
- Posibilidad de construir a campo traviesa por áreas sin desarrollo de proyectos (de transmisión u otros como gasoductos).

De acuerdo a los casos especificados anteriormente, a cada clase de cobertura/uso de suelo previamente identificada, se le asigna un valor de aptitud para líneas de transmisión, los menores valores corresponden a áreas con mejor aptitud:

Tabla 3.2, Valores de aptitud para líneas de transmisión, Fase 1 metodología EPRI - GTC

Clase Suelo	Campo Traviesa	Paralelo a red vial	Paralelo a Líneas Tx
Aguas abiertas	7	7	7
Vialidad secundaria	5	1	5
Otros corredores utilitarios (Gas, agua, distribución electricidad etc.)	5	5	5
Área Urbana	9	9	9
Espacios abiertos	1	2	2
Minería superficial/afloramientos de rocas	9	9	9
Bosque	1	2	2
Agrícola	1	2	2
Humedales/Pantanos	9	9	9
Corredores de transmisión	5	5	1
Vialidad Principal	5	1	5
Autopista interestatal	9	9	9
Pendientes > 30 grados	9	9	9

Fuente: Traducción propia EPRI – GTC

Se excluyen del análisis áreas previamente definidas como a evitar, las cuales consideran:

- Aeropuertos.
- Instalaciones militares.
- Estructuras históricas (NRHP).
- Distritos históricos (NRHP).
- Sitios Arqueológicos (NRHP).
- Distritos Arqueológicos (NRHP).
- Parques Nacionales y Estatales.
- Cuerpos de agua no posibles de atravesar.
- Refugios de vida silvestre.
- Áreas Silvestres USFS.
- Sitios “Superfund” de la EPA.
- Minas y Canteras.

Una vez espacializada la valorización de la aptitud, se trabaja con una técnica denominada “Least cost path” (LCP), que se entiende como ruta de menor costo, la cual consiste en un algoritmo que permite encontrar la ruta acumulada dentro de la superficie que represente el menor costo, por ende minimiza la sumatoria de valores a lo largo de la ruta y permite obtener los macro corredores con mayor aptitud para el desarrollo de líneas de transmisión, bajo los tres casos mencionados con anterioridad.

Figura 3.2, Diagrama de cálculo de la ruta de menor costo (LCP)

Start Point A				
4	5	7	6	3
14	20	10	1	2
8	4	20	6	9
6	8	1	12	10
3	7	8	2	4
End		Point B		

Fuente: EPRI - GTC

Fase 2:

- Se obtienen fotografías aéreas de mejor resolución y se generan imágenes digitales orto-rectificadas.
- De estas imágenes se recopilan mayores detalles de humedales, áreas de inundación, uso y cubierta de suelo, entre otros. Todos estos detalles se ingresan en la base de datos SIG.
- Utilizando esta información más detallada se definen cuatro tipos de corredores alternativos. Esta tipología se obtuvo de las valorizaciones arrojadas en los talleres realizados con los actores relevantes.

Como resultado de la Fase 1, se delimita el área de estudio para el desarrollo de la fase 2. Durante esta etapa se generan cuatro alternativas de corredor.

Para esta etapa y en base a lo trabajado con los actores relevantes, se estandariza la selección de los corredores alternativos a partir de los siguientes criterios:

- Proteger a espacios de los ciudadanos y recursos culturales (Perspectiva de Ambiente Construido).
- Proteger recursos hídricos, flora y fauna (Perspectiva de Ambiente Natural).
- Minimizar costos y retrasos en los programas (Perspectiva de Requerimientos de Ingeniería).

- Una composición de las tres perspectivas anteriores (Perspectiva Simple combinada).

Recolección de Datos

En esta etapa la recolección de datos es un tanto más elaborada que para la etapa anterior, considerando aparte de las coberturas existentes disponibles las siguientes:

- Cobertura creada de forma específica para proyectos a partir de aerofotointerpretación, por ejemplo, coberturas de caminos, autopistas y líneas férreas obtenidos de un proveedor de datos que actualiza las coberturas cada año.
- Cobertura derivada de otras existentes, por ejemplo, extrapolación de pendientes de un modelo digital de elevación (DEM).

Una vez recopilados los datos necesarios, se diseña una base de datos SIG (GDB) en tres niveles. Dentro del nivel uno se organizan las coberturas básicas de trabajo, en el siguiente éstas se agrupan de acuerdo a ciertos criterios, llegando al nivel tres, donde se definen las grandes perspectivas definidas anteriormente para la segunda fase (Ambiente construido, Ambiente Natural, Requerimientos de Ingeniería y la combinación de las perspectivas).

Fase 3:

- El equipo identifica varias de rutas alternativas.
- A cada ruta se le asigna un puntaje utilizando un conjunto de criterios de evaluación.
- Se comparan las rutas mediante este puntaje y se selecciona la ruta preferente.

3.2.2 Caso Italiano: Terna⁶ y la aplicación de metodología ERPA para la selección de alternativas de localización.

Dentro del contexto del Plan de Desarrollo de la red eléctrica italiana, Terna desarrolla una serie de estudios que tienen por objetivo conseguir “un

⁶ Terna es un grupo privado e independiente a cargo de la operación de la Red de Transmisión Nacional de Italia (RTN)

acercamiento responsable con la comunidad, respetando completamente el medioambiente y los sectores en los cuales opera”⁷.

Uno de los principales pasos para conseguir este objetivo es someter la planificación de la red de transmisión a Evaluación Ambiental Estratégica. Para Terna un elemento fundamental de aquello es la aplicación de la metodología denominada ERPA, debido a que “constituye un elemento esencial y de preparación para la siguiente etapa de diseño de cada una de las nuevas intervenciones” [8]

3.2.2.1 Estructura de la metodología ERPA

La metodología ERPA tiene por objetivo principal la localización de corredores, a partir de la selección de caminos que cumplan con los siguientes criterios:

- Que eviten la afectación de territorios de alto valor ecológico, paisajístico y cultural.
- Que favorezcan la utilización de áreas de mayor atracción para este tipo de intervenciones.
- Que no se desvíen en exceso de la ruta más corta que conecte las estaciones de origen y destino.

La metodología opera a partir de la zonificación del área de estudio dentro de cuatro categorías⁸:

- Exclusión (E): se definen como áreas prohibidas para el desarrollo de cualquier proyecto, tales como áreas de interés militar, aeropuertos o sectores patrimoniales.
- Repulsión (R): se entienden como áreas parcialmente compatibles con el desarrollo de proyectos de transmisión, que de preferencia no se vean afectadas, salvo que no existan otras alternativas disponibles, por ejemplo, asentamientos urbanos discontinuos o cultivos de viñas y olivos.
- Problemáticas (P): corresponden a áreas en las cuales se requiere mayor análisis territorial, debido a que la información disponible a nivel nacional no cubre las especificidades regionales o locales. Como puede ser el caso de sectores de reserva de agua dulce para las localidades cercanas, áreas de expansión urbana, lugares de interés locales. Esta categoría es de tipo

⁷ Misión de Terna, www.terna.it

⁸ Listado completo de subcategorías disponible en Anexo 1

conceptual, debido a que son sectores que se debe volver a clasificar dentro de las otras categorías (E, R, A) a partir de un trabajo con las entidades involucradas.

- Atracción (A): se refieren a áreas favorables para el desarrollo de proyectos de transmisión, tal sea el caso de áreas que facilitan la absorción visual de las torres o corredores de proyectos existentes.

Áreas que no entran dentro de las categorías antes mencionadas se identificarán como no perjudiciales (NP)

La zonificación del área de estudio opera de la siguiente forma:

- Rasterización la información espacial: Las coberturas vectoriales se transforman en grillas con celdas de 30 metros.
- Asignación de costo ambiental⁹: A cada celda se le asigna una valorización de costo ambiental a partir de las categorías ERPA antes mencionadas, considerando superposiciones, así como la exclusión de celdas no elegibles.
- Cálculo de rutas de conexión de mínimos costos: De acuerdo a los dos puntos que se propone conectar se realiza el cálculo de las rutas a mínimos costos, en ambas direcciones.
- Asignación de costos mínimos: Obtenida esta información se le asocia una puntuación a cada celda, correspondiente al costo mínimo de trayectoria que las atraviesa.
- Delimitación de corredores: Se extraen las celdas con valores mínimos, así como las celdas con valores mínimos más cierto porcentaje que se desee analizar (Por ejemplo: +10% o +5%).
- Representación de los corredores: A partir del conjunto de celdas obtenidas en el punto anterior se realiza la conversión de estos a formato poligonal y se representan los corredores que serán evaluados.

Si se desea obtener corredores alternativos, las celdas resultantes se pueden reclasificar y obtener rutas con puntuaciones graduales, o también se puede decidir evaluar no considerando algunos de los criterios, por ejemplo, los de atracción.

⁹ Listado de costos ambientales en Anexo 2

Hay ciertas decisiones subjetivas inherentes a la metodología, las cuales deben justificarse y documentarse, de forma de que al volver a realizar el análisis se puedan obtener resultados concordantes.

Los corredores identificados a partir de la aplicación de la metodología ERPA, son considerados como puntos de partida para la investigación, es decir, deben ser necesariamente validados con información y trabajo adicional.

3.2.2.2 Estructura propuesta para proceso de diálogos locales.

A partir del año 2002, Terna ha desarrollado de forma voluntaria procesos de dialogo territoriales, cuyo objetivo ha sido la búsqueda de mayor sostenibilidad y viabilidad en la evaluación de localización de las actividades operativas para el desarrollo de la Red Eléctrica Nacional (RTN).

Dentro de este marco, Terna propone una estructura que “permitirá a todos los implicados, participar de manera eficaz y constructiva” en los respectivos diálogos con las administraciones territoriales.

Para tal fin, se proponen dos fases de diálogo:

- Puesta en Marcha: se desarrolla con los distintos actores de cada región y permite explicar y compartir cuáles serán las reglas y métodos con las cuales se realizarán las distintas comparaciones, tales como criterios e indicadores.
- Consulta y Localización de actividades operativas: a partir de cada intervención que afecte la región, se investiga, se comparan y se elige la propuesta de localización de mayor sostenibilidad, utilizando las reglas y métodos mencionados en la fase anterior y en base a las recomendaciones planteadas por el proceso de la EAE.

A su vez, para la fase de puesta en marcha, se indican tres etapas:

- Firma de Protocolo de Entendimiento entre Terna y la Región para la planificación sostenible del desarrollo de la RTN.
- Establecimiento de un Consejo Técnico Regional, compuesta por Terna y actores principales de la región, pertenecientes por ejemplo a direcciones regionales del Ministerio del Patrimonio y la Actividad Cultural y el Turismo, a la Agencia Regional para la Protección del Ambiente o del Departamento de Parque, entre otros.

- Orientación del proceso, consiste en la adopción, contextualización e integración de los criterios comunes por parte del Consejo Técnico Regional; entendiendo que, si bien estos criterios fueron definidos a nivel nacional, en esta etapa se adaptan a la realidad regional, siempre en concordancia con la configuración acordada por parte del Consejo Nacional para la EAE del Plan de Desarrollo.

4 PRESENTACIÓN DE PROPUESTA METODOLÓGICA

La LGSE indica que los “Estudios de Franja”, entendidos dentro de un proceso de planificación de largo plazo y de acuerdo con lo establecido dentro de la Ley 19.300, deberán ser sometidos a la EAE, por lo que, deberán incorporar los principios de ésta, desde su etapa de diseño y formulación, por ejemplo, la implementación de procesos de participación ciudadana.

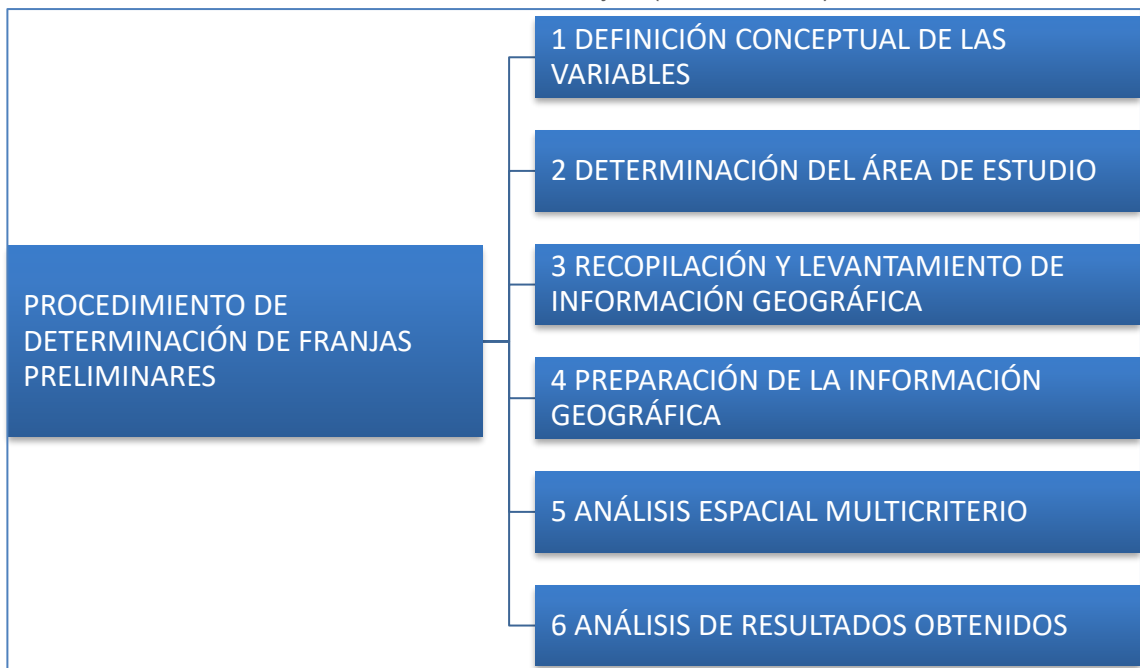
Por otra parte, la LGSE también establece ciertos contenidos básicos que deberán estar presentes dentro de los “Estudios de Franja”, como el levantamiento de información socioeconómica de las comunidades o los respectivos instrumentos de ordenamiento territorial dentro del área de estudio, los cuales deberán incorporarse de alguna forma en el análisis que permita determinar las franjas preliminares para las obras nuevas del sistema de transmisión nacional.

Por lo tanto, teniendo en consideración todo lo establecido en la regulación vigente respecto del procedimiento denominado “Estudios de Franja”, se propone la siguiente pauta metodológica para la determinación de franjas preliminares para las obras nuevas del sistema de transmisión que lo requieran.

4.1 Pauta metodológica

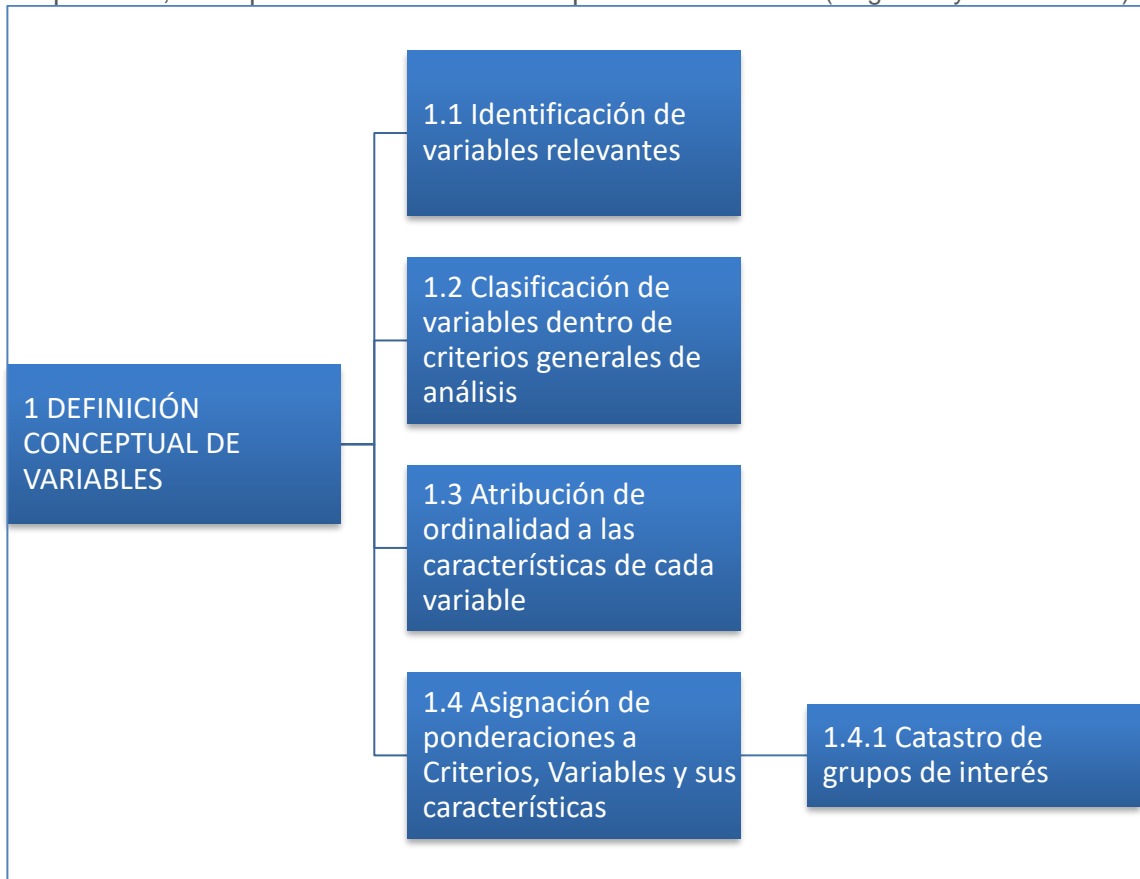
A continuación, se detalla la pauta metodológica a partir de un esquema de desglose de trabajo (EDT), el cual cuenta con tres niveles de detalle de las actividades a realizar para proceder con la determinación de franjas alternativas. Se incluyen todas las actividades necesarias para este procedimiento; no obstante, de manera posterior se establecen las actividades que quedaron fuera de la aplicación en esta investigación debido a los plazos y costos asociados a su realización.

Esquema 1, Estructura de desglose de trabajo (EDT) aplicado al procedimiento de determinación de franjas (Primer nivel)



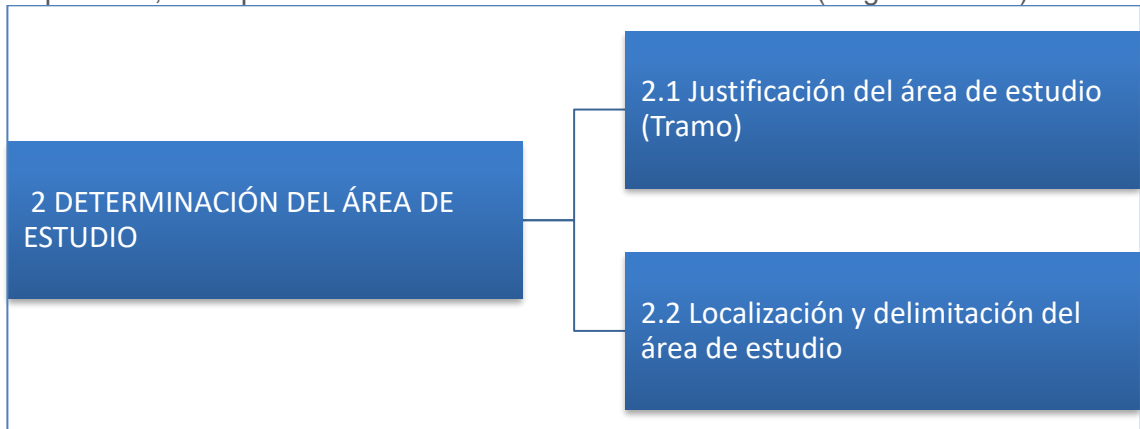
Fuente: Elaboración propia

Esquema 2, EDT para la definición conceptual de variables (Segundo y tercer nivel)



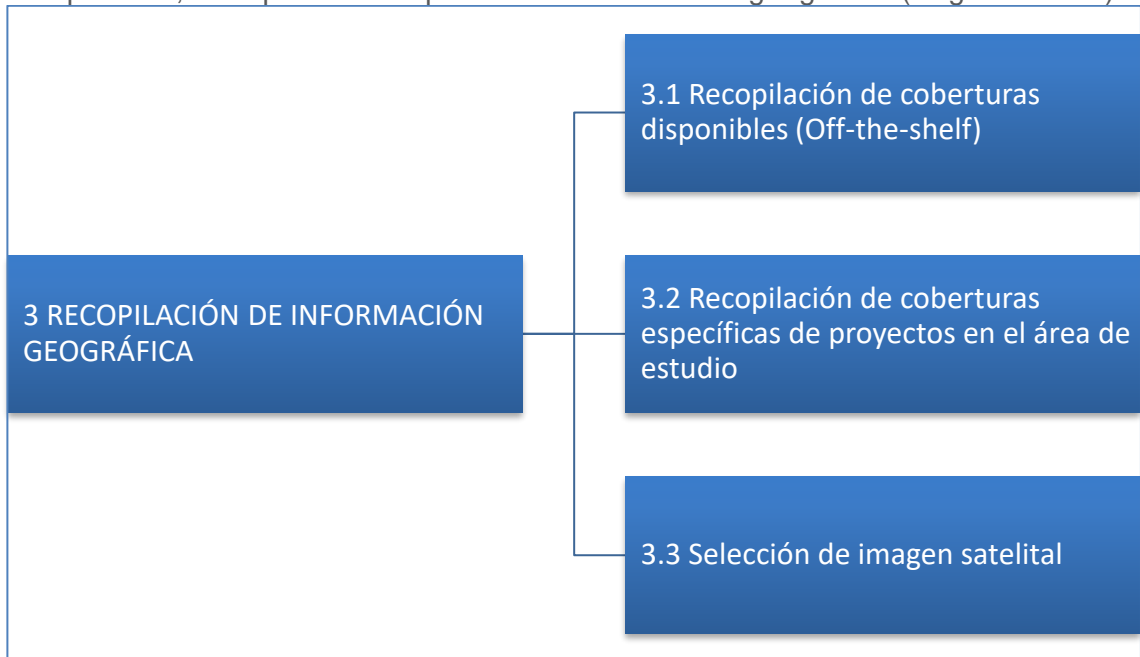
Fuente: Elaboración propia

Esquema 3, EDT para la determinación del área de estudio (Segundo nivel)



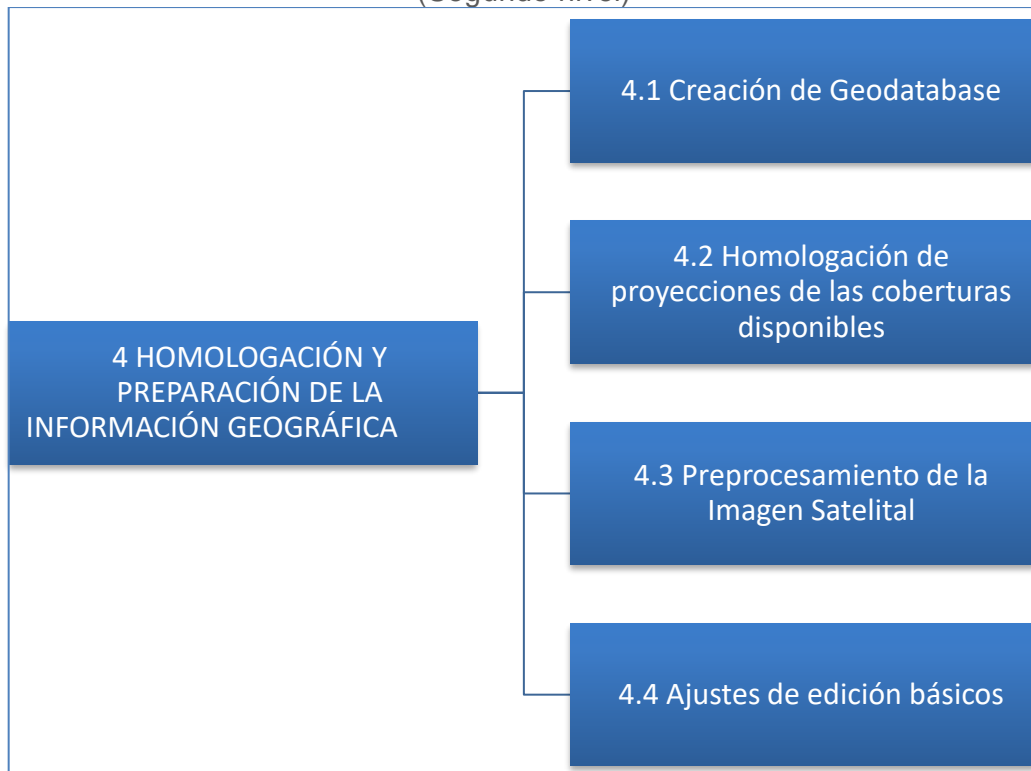
Fuente: Elaboración propia

Esquema 4, EDT para la recopilación de información geográfica (Segundo nivel)



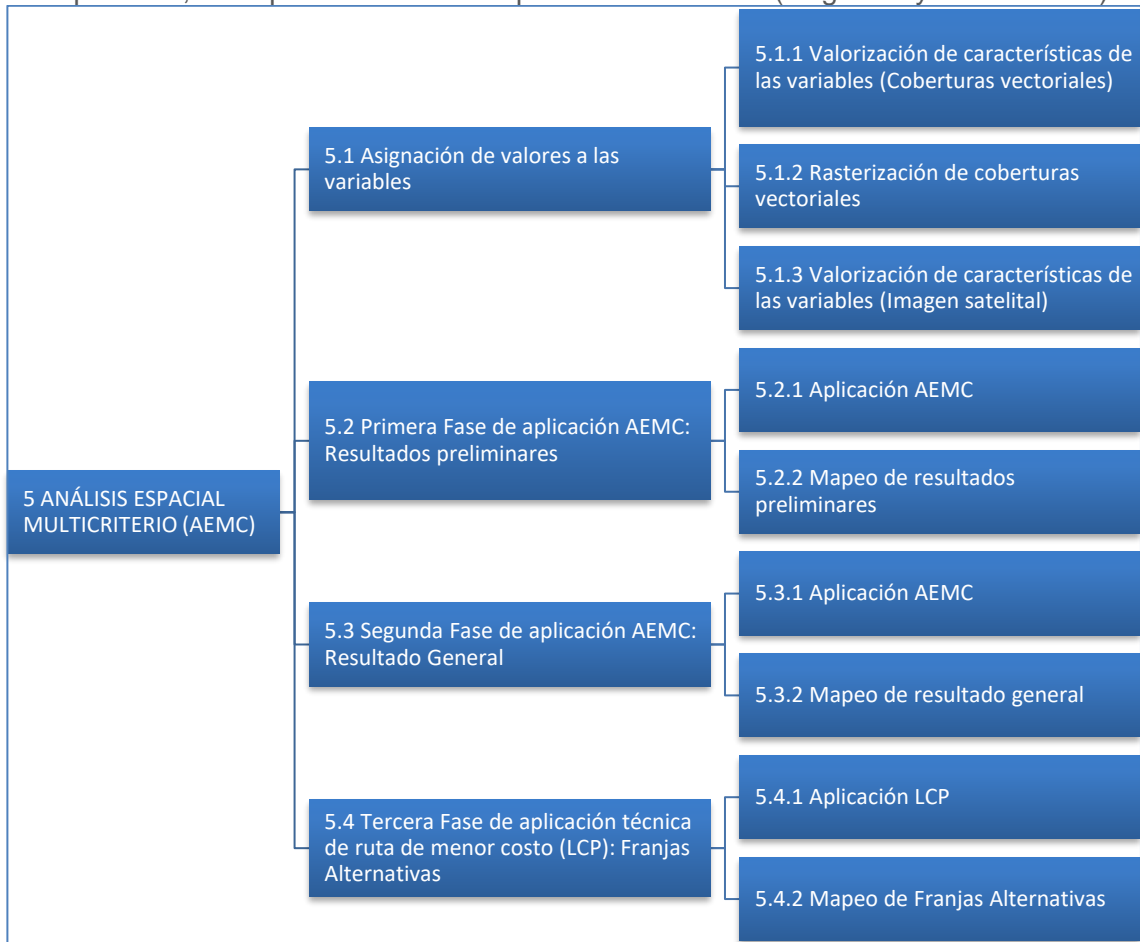
Fuente: Elaboración propia

Esquema 5, EDT para la homologación y preparación de la información geográfica (Segundo nivel)



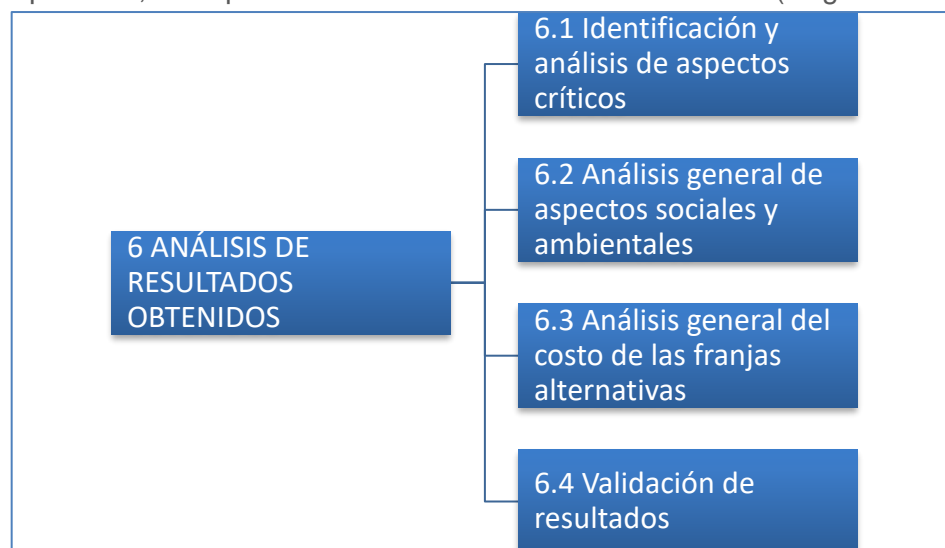
Fuente: Elaboración propia

Esquema 6, EDT para el análisis especial multicriterio (Segundo y Tercer nivel)



Fuente: Elaboración propia

Esquema 7, EDT para el análisis de resultados obtenidos (Segundo nivel)



4.2 Propuesta para la asignación de ponderaciones de criterios y variables

La valorización y ponderación de los criterios y variables es una etapa clave dentro de la metodología propuesta para el procedimiento de determinación de franjas preliminares.

La recomendación para la asignación de ponderaciones a los criterios y variables, que posteriormente se procesarán en un análisis espacial multicriterio, es someter esta valorización a dos etapas de consulta: Consulta a expertos y Participación Ciudadana.

En una primera instancia se propone la realización de una consulta a expertos aplicando un enfoque metodológico de tipo Delphi. Pasando luego a una etapa de validación de los resultados de la consulta a expertos, mediante un proceso de participación ciudadana.

Es importante señalar que esta propuesta metodológica es teórica debido a los plazos y a los costos asociados a su implementación, por lo cual no será aplicada para esta investigación.

4.2.1 Consulta a expertos

La primera etapa consiste en someter la valorización y ponderación de criterios y variables a la mirada de expertos en la materia, a modo de obtener una jerarquización preliminar de los mismos basada en el juicio de expertos.

El desarrollo de este proceso se llevará a cabo bajo un enfoque metodológico de tipo Delphi, el cual en términos generales consiste en la estructuración de procesos de comunicación con el objetivo de tratar problemas complejos de manera de que las diversas opiniones respecto al problema tiendan hacia una opinión común. [9]

La metodología Delphi consiste en una investigación de carácter prospectivo que permite estimar los comportamientos futuros, principalmente “la evolución de los factores del entorno tecnológico, socioeconómico y las interacciones entre dichos factores” [9].

Si se considera que los proyectos de transmisión eléctrica son intervenciones de largo plazo y su planificación se debe abordar con visión de futuro, entonces, es

altamente recomendable la utilización de una metodología de estas características dentro del proceso de determinación de franjas alternativas y preliminares.

El método Delphi se trabaja en “un ciclo comprendido de varias etapas de preguntas, vaciado de respuestas, análisis y devuelta a los expertos” para la reformulación de sus respuestas, la teoría recomienda que se realicen tres vueltas de respuestas y retroalimentación.

El objetivo de la aplicación sucesiva de cuestionarios es reducir la dispersión de opiniones, normalizando la opinión de todos los expertos hacia una respuesta más cercana a un consenso, mediante la distribución entre los expertos de todas las respuestas de sus pares y la solicitud de reformulación de las respuestas propias para continuar con la siguiente vuelta de cuestionarios.

En la Tabla 4.1 se presentan de forma estructurada la generalidad de pasos a seguir para la aplicación de la metodología Delphi, en la consulta a expertos respecto de la valorización y ponderación de criterios y variables para la determinación de franjas alternativas.

Tabla 4.1, Resumen de pasos de metodología Delphi

Fase 1	
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	Definir el problema de investigación con precisión
	Delimitar el contexto y el horizonte temporal
	Definir los objetivos que el equipo investigador persigue al aplicar este método
	Programar recursos humanos, económicos y materiales
Fase 2	
ELECCIÓN DE EXPERTOS	Elegir expertos según su conocimiento del problema de investigación y según su capacidad para enfrentar el futuro
	Conseguir el compromiso de colaboración de los expertos
	Es importante instarlos a que no abandonen el proceso, una vez iniciado
	Cerciorarse de que todos los expertos seleccionados tengan la misma noción del problema de investigación
	Para mantener la independencia el proceso de reclutamiento debe ser anónimo y los expertos no deben conocerse entre sí
Fase 3	
	Formular preguntas específicas y precisas

ELABORACIÓN DE CUESTIONARIOS	Las preguntas deben apuntar a respuestas cuantificables
	Cada pregunta debe ser independiente de la siguiente
	Las preguntas deben versar sobre los criterios y variables a valorizar
Fase 4	
APLICACIÓN DE CUESTIONARIOS	Enviar el cuestionario a cada experto, ya sea vía correo postal; correo electrónico u otro
	Aplicar el cuestionario a un grupo de expertos como mínimo de 25 personas, teniendo en consideración la tasa de respuestas perdidas
	Acompañar cuestionario de una carta explicativa del proyecto en la cual se invite al experto a participar y se explique los objetivos del método aplicado y los aspectos prácticos para su desarrollo
	Explicar al experto que, luego de cada ciclo, se espera que él mismo evalúe su opinión y reformule su postura de acuerdo a lo que él considere apropiado
	Contar con un moderador del grupo que sea el responsable de recoger las respuestas del panel y comunicar los resultados
	Entregar los resultados de las opiniones de la manera más gráfica posible para mantener el interés del experto y gatillar su curiosidad respecto a la relación entre su propia opinión y la de la mayoría
Fase 5	
ANÁLISIS DE RESPUESTAS	Categorizar las respuestas
	Establecer porcentajes de coincidencia de las respuestas de los expertos en cada categoría
	Almacenar las respuestas en una base de datos que permita comparar cada iteración
	Presentar todas las respuestas, pero en forma agregada, indicando el grado de acuerdo alcanzado por cada una de ellas

Fuente: Adaptación de tabla disponible en Inventario de Metodologías de Participación Ciudadana en el Desarrollo Urbano de MINVU

4.2.2 Proceso de participación ciudadana

En consideración de los requerimientos establecidos por la Ley 20.936, los Estudios de Franja deberán someterse a Evaluación Ambiental Estratégica, para lo cual uno de los primeros puntos a considerar es su incorporación de manera temprana en el proceso “desde el inicio de su diseño y formulación” [5].

“Este aspecto es clave a la hora de evaluar los aportes de la EAE a los procesos de toma de decisión, ya que la práctica ha demostrado que su llegada tardía

dificulta la correcta aplicación y disminuye su contribución” [5] en el procedimiento de determinación de franjas preliminares.

A raíz de lo anterior es que se plantea esta etapa de participación ciudadana para la validación de los resultados obtenidos de la consulta a expertos.

Las consultas sometidas a participación ciudadana deberán formularse a partir de los resultados de la etapa anterior de consulta a expertos y de forma tal, que permitan un proceso de análisis jerárquico de las variables y criterios de parte de todos los involucrados que participen del proceso.

4.2.3 Catastro de grupos de interés dentro del área estudiada

El reglamento para la determinación de franjas preliminares indica una serie de contenidos que deben estar presentes en los respectivos Estudios de Franja. Uno de estos contenidos es la descripción de grupos de interés dentro de las áreas de estudio.

Si bien este levantamiento de información se puede realizar de manera independiente a los procesos de consulta, es pertinente recomendar que, por motivos de eficiencia en la administración de recursos y tiempos, se realice el catastro de grupos de interés dentro de los mismos procesos de consulta antes detallados.

4.3 Definición conceptual de criterios y variables

4.3.1 Criterio Territorio

El criterio territorio responde a la necesidad de establecer el uso que se le está dando a los territorios a evaluar, considerando distintas perspectivas, es por esto que este criterio se construye a partir de cinco variables principales:

- Uso de suelo.
- Ordenamiento territorial.
- Localización de equipamiento clave.
- Vialidad existente

- Líneas de transmisión existentes

La variable denominada “Uso de suelo”, considera la utilización real que se le da al territorio, en la teoría y con el objeto de contar con la información lo más actualizada posible, esta cobertura se debe construir a partir de imágenes satelitales actuales mediante procesos de análisis espacial que permitan clasificar el uso real y actual del territorio dentro del área de estudio.

Para esta ocasión, se trabaja con una cobertura de usos de suelo existente denominada “Catastros de usos de suelo y vegetación”¹⁰, la cual ya cuenta con categorías de uso de suelo para todo el territorio nacional.

La valorización de las distintas categorías de uso de suelo se realizó a partir del criterio de la compatibilidad de los usos de suelo con proyectos de transmisión eléctrica, de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 4.2:

¹⁰ Elaborada por la Corporación Nacional Forestal y disponible para todo público en www.ide.cl; Consiste en una actualización del catastro de usos de suelo y vegetacional a nivel regional para todo el país. Los años de actualización y la escala para cada región son los siguientes:

- Arica y Parinacota	2015	1:50.000
- Tarapacá	1997	1:250.000
- Antofagasta	1997	1:250.000
- Atacama	1997	1:250.000
- Coquimbo	2003	1:50.000
- Valparaíso	2013	1:30.000
- Metropolitana	2013	1:30.000
- O'Higgins	2013	1:30.000
- Maule	2009	1:50.000
- Biobío	2008	1:50.000
- La Araucanía	2014	1:50.000
- Los Ríos	2014	1:50.000
- Los Lagos	2013	1:50.000
- Aysén	2011	1:50.000
- Magallanes	2005	1:50.000 / 1:100.000 /1:250.000

Tabla 4.2, Escala de valorización de uso de suelo

ESCALA DE VALORIZACIÓN USO DE SUELO	
1	Uso de suelo perfectamente compatible con proyectos de transmisión
2	Uso de suelo parcialmente compatible con proyecto de transmisión
3	Uso de suelo que requiere la implementación de medidas conocidas, simples y de mediano costo para compatibilizar con proyectos de transmisión
4	Uso de suelo que requiere la implementación de medidas conocidas, de mediana complejidad y de alto costo para compatibilizar con proyectos de transmisión
5	Uso de suelo que requiere la implementación de medidas desconocidas, complejas y de alto costo para compatibilizar con proyectos de transmisión
0	Uso de suelo NO compatible con proyectos de transmisión eléctrica

Fuente: Elaboración propia

Los usos de suelo de valores 1 y 2, se caracterizan como sin mayores problemas de compatibilidad de uso con proyectos de transmisión eléctrica y en el caso de que los hubiera, estos debieran resolverse con el correspondiente proceso de negociación de servidumbres del proyecto.

Los usos de suelo de valores 3 y 4, se diferencian de los anteriores por que requieren de la implementación de ciertas medidas preestablecidas para compatibilizar los usos de suelo actuales con proyectos de transmisión eléctrica, por ejemplo, podas de la vegetación existente, mejoras en la cimentación de estructuras o planes de manejo forestales. La diferencia entre ambos valores estará dada por el nivel de complejidad y el costo de implementar las medidas.

El uso de suelo de valor 5 se considera como de muy baja compatibilidad con proyectos de transmisión eléctrica, para lo cual se hace necesaria la implementación de medidas de alta complejidad y de alto costo diseñadas para cada caso en particular. Por ejemplo, para compatibilizar con ciertas actividades económicas como de minería industrial diseñar las líneas de transmisión de forma negociada con los propietarios.

Las categorías con valor 0 de uso de suelo se entenderán como áreas excluidas del análisis, teniendo en consideración de que son usos no compatibles con proyectos de líneas de transmisión, como suelos de uso militar.

A partir de lo planteado en el punto anterior, respecto de los procesos de consulta a expertos y de participación ciudadana, esta etapa de valorización de las distintas categorías de uso de suelo deberán pasar por ambos procesos; sin embargo, por motivos de operatividad del diseño metodológico planteado, se trabajará con la valorización presentada en la Tabla 4.3, asumiendo la correspondencia en la valorización de expertos y ciudadanía.

Tabla 4.3, Valorización de las categorías de uso de suelo

USO DE SUELO	SUBUSO DE SUELO	VALORIZACIÓN
Áreas urbanas e industriales	Ciudades - Pueblos - Zona Industrial	0
	Minería industrial	5
Áreas sin vegetación	Afloramientos rocosos	4
	Áreas sobre límite vegetación	5
	Cajas de ríos	3
	Corridas de lava y escoriales	4
	Derrumbes sin vegetación	4
	Otros terrenos sin vegetación	1
	Playas y dunas	5
Bosques	Bosque Mixto	3
	Bosque Nativo	4
	Plantaciones forestales	2
Cuerpos de Agua	Lagos - Lagunas - Embalse - Tranque	0
	Ríos	4
Humedales	Nadis herbáceos y arbustivos	4
	Otros terrenos húmedos	4
	Vegas	4
Nieves y glaciares	Glaciares	0
	Nieves	0
Praderas y Matorrales	Matorral	3
	Matorral - Pradera	3
	Matorral arborescente	3
	Praderas	2
Terrenos agrícolas	Rotación Cultivo - Pradera	2
	Terrenos de uso agrícola	3

Fuente: Elaboración propia a partir de “Catastro de usos de suelo y vegetación” de CONAF

La segunda variable referida al criterio “Territorio”, es “Ordenamiento Territorial”, que consiste en la sumatoria de las distintas zonificaciones presentes en los instrumentos de ordenamiento territorial (IOT) dentro del área estudiada.

La variable se obtiene al agregar las distintas coberturas correspondientes a cada IOT dentro de una única cobertura homologada, la cual se reclasifica de acuerdo a las restricciones o prohibiciones que cada tipo de zona indique en el desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica.

Por ejemplo, para los casos en que se presente alguna zonificación que indique la posibilidad de realización de proyectos, pero sin afectar el valor paisajístico de los habitantes, se plantea una restricción de tipo técnica que indica que las líneas de transmisión pueden pasar por estas zonas, pero de forma subterránea.

Por último, dentro de este criterio es importante identificar y localizar unidades de equipamiento claves a nivel de los distintos territorios que hayan quedado fuera de los distintos IOT presentes en el área de estudio, tal sea el caso de aeropuertos, establecimientos de salud, educacionales, religiosos u otros que tengan importancia para la población local.

Dentro de este criterio se establecen dos variables que representan condiciones favorables para el desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica. Estas variables son vialidad y líneas de transmisión existentes, y se valorizan mediante la definición de áreas de atracción en torno a las mismas.

4.3.2 Criterio Medioambiente

El criterio Medioambiente guarda relación con el impacto que los proyectos de transmisión eléctrica tienen sobre el medioambiente de acuerdo a la normativa vigente en Chile, así como con la oposición social que atraiga cada uno de estos impactos.

Este criterio se construirá a partir de las siguientes variables:

- Áreas protegidas.
- Áreas de interés para la biodiversidad.
- Potenciales restricciones medioambientales.

Se entiende por “Área protegida” a una forma de conservación *in situ* de la diversidad biológica de los territorios, y son áreas que “contienen ecosistemas

terrestres y/o marinos en donde se conserva por tiempo indefinido la diversidad biológica y otros recursos naturales, al igual que las características culturales asociadas a ellos” [10]

Se consideran dentro de esta variable las categorías expuestas en la Tabla 4.4, Áreas protegidas en Chile, todas las cuales se considerarán como áreas de exclusión para el desarrollo de proyectos de transmisión.

Tabla 4.4, Áreas protegidas en Chile

Modalidades de Protección Oficial del Patrimonio Ambiental en Chile	
Reserva nacional	Áreas marinas costeras protegidas
Parque nacional	Espacios costero marinos de pueblos originarios
Monumento natural	Áreas de prohibición de caza
Santuario de la naturaleza	Lugares de interés histórico/científico
Parque marino	Áreas de protección para la conservación de la riqueza turística
Reserva marina	Áreas de desarrollo indígena
Monumentos históricos	Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos
Zonas típicas o pintorescas	Reserva de la biósfera
Zonas de interés turístico	Sitios del patrimonio mundial de la humanidad
Zona de conservación histórica	Zona de uso preferente borde costero
Áreas de preservación ecológica	Área preferencial para la pesca recreativa
Sitios RAMSAR	Zonas o áreas especialmente sensibles
Acuíferos regiones I, II y XV	Zonas santuario de la convención ballenera
Reservas forestales	Áreas de protección de la Ley de bosques y de la Ley de bosque nativo
Bienes nacionales protegidos	Zona de protección costera

Fuente: Las áreas protegidas de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Sierralta L., R. Serrano. J. Rovira & C. Cortés (eds.), 35 pp.

Se entenderá como variable las “Áreas de interés para la Biodiversidad”, a las áreas que se enmarquen dentro de las estrategias regionales y nacional de Biodiversidad, definidos como sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad.

Si bien los sitios prioritarios no constituyen áreas de exclusión en su totalidad, se les debe considerar como áreas de restricción para el desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica en dos sentidos:

- Los impactos ambientales que puede tener un proyecto de transmisión eléctrica dentro de un sitio prioritario, deben ser estudiados de forma bastante detallada y mitigados de manera adecuada, lo cual representan mayores costos en los estudios respectivos y en las medidas a implementar, así como una extensión en los tiempos de ejecución de los proyectos.
- La afectación de un sitio prioritario para un proyecto de transmisión eléctrica tiene gran impacto comunicacional dentro de la sociedad civil, lo cual puede representar mayores tasas de rechazo al proyecto mismo.

A pesar de la existencia dentro del territorio nacional de áreas geográficamente delimitadas por su importancia medioambiental y para la conservación de la biodiversidad, de igual forma en el resto del territorio se deben tener consideraciones medioambientales pertinentes a la normativa vigente, así como a los impactos ambientales inherentes a los proyectos de transmisión eléctrica.

A partir de lo anterior, es que dentro del criterio denominado medioambiente, se debe integrar la evaluación de ciertas características del área de estudio que puedan representar “Potenciales restricciones medioambientales” para el desarrollo de proyectos de transmisión. Dentro de estas características se encuentran:

- Vegetación nativa: identificada dentro de coberturas vegetacionales (Catastro vegetacional, Formaciones vegetacionales Gajardo).
- Hábitat de fauna silvestre protegida o rutas de migración.
- Ecosistemas terrestres con bajo porcentaje de protección¹¹, de acuerdo a su estado de conservación, evaluación según valorizaciones IUCN por piso de vegetación (pisos de vegetación Pliscoff).
- Reservas hídricas y aguas superficiales.
- Territorios intervenidos por proyectos financiados con FPA.

¹¹ Los porcentajes de protección de cada ecosistema se encuentran detallados en la Estrategia Nacional de Biodiversidad

- Iniciativas de conservación privada.

4.3.3 Criterio Antrópico

Otro de los criterios a revisar es referido al medio antrópico, para el cual se hace necesario la identificación y caracterización básica de las comunidades humanas que habitan dentro del área de estudio, a partir de dos perspectivas:

- Identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades.
- Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas.

En una primera instancia es importante identificar las comunidades humanas dentro de las áreas de estudio y poder obtener una caracterización socioeconómica de las mismas, entendiendo que un mismo proyecto tiene distintos impactos sobre la población en la medida que las condiciones socioeconómicas de cada grupo humano sean distintas.

Por ejemplo, un mismo proyecto de transmisión impactará de forma más profunda a personas que obtengan ingresos exclusivamente de la actividad agrícola dentro de sus propiedades afectadas por el proyecto, que a personas que posean grandes y múltiples propiedades que puedan estar arrendando o vendiendo como parcelas de agrado.

El poder negociador de los distintos grupos humanos también depende en gran medida de este punto. Para el ejemplo anterior, se puede inferir que el costo de oportunidad del primer propietario es la productividad agrícola que pueda obtener de la superficie de terreno afectado; sin embargo, para el segundo propietario, el costo de oportunidad es el precio de mercado por metro cuadrado de parcelas de agrado, por lo cual su poder negociador es mucho más alto que el del primer propietario.

Por lo anterior, la identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades afectadas dentro de las áreas de estudio, se deberá construir como una variable que represente de la vulnerabilidad de las comunidades locales frente al desarrollo de proyectos de transmisión. Los atributos a considerar para la construcción de esta variable serán los siguientes:

- Densidad de población: Estos atributos dan cuenta de la factibilidad geográfica de las poblaciones para asociarse en bloques para enfrentar procesos de negociación.

- Tamaño de las propiedades: La consideración de estos atributos tienen relación con el impacto superficial que puedan tener las franjas de servidumbre de los proyectos de transmisión respecto de la superficie total de las propiedades.
- Actividad económica: Es un atributo relevante en cuanto al impacto que los proyectos de transmisión tengan para las actividades económicas desarrolladas en las distintas propiedades, así como con el costo de oportunidad que tengan los propietarios frente a la afectación de sus propiedades por este tipo de intervenciones.

En una segunda instancia, dentro del reglamento de determinación de franjas preliminares, se indica como contenido básico establecer la presencia de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas, por lo que se agregará el dato de localización e identificación de comunidades indígenas, con el objeto de asignar un valor distinto a los territorios directamente habitados por población indígena, así como los espacios en los cuales desarrollen sus actividades económicas, religiosas y culturales, como son las áreas de desarrollo indígena.

4.3.4 Criterio Geofísico

Para la definición del criterio geofísico se tendrá en consideración dos enfoques bajo los cuales se trabajarán las variables de tipo geofísico:

- Fragilidad de los paisajes.
- Riesgos derivados de las condiciones del medio físico.

El primer enfoque relacionado al impacto visual de las obras de transmisión sobre los paisajes, se vincula con que parte importante de las variables que determinan la capacidad de absorción de los impactos visuales en los paisajes, dependen de las condiciones del medio físico, tales como:

- Topografía: pendiente y orientación de las laderas.
- Cubierta vegetal: densidad, estacionalidad y altura de la vegetación, así como diversidad de estratos vegetacionales.

Detalle presentado a continuación en Tabla 4.5:

Tabla 4.5, Factores para la evaluación de fragilidad de los paisajes

FACTOR	CARACTERÍSTICA	VALOR DE FRAGILIDAD
	67 – 100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo

D – Densidad de la vegetación	34 – 67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio
	0 – 34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto
E – Diversidad de estratos de la vegetación	>3 estratos vegetacionales	Bajo
	< 3 estratos vegetacionales	Medio
	1 estrato vegetal dominante	Alto
A – Altura de la vegetación	>3 metros altura promedio	Bajo
	Entre 1 y 3 metros de altura promedio	Medio
	<1 metro de altura promedio	Alto
ES - Estacionalidad de la vegetación	Vegetación predominante perennifolia	Bajo
	Vegetación mixta	Medio
	Vegetación dominante caducifolia	Alto
P - Pendiente	0 – 25%	Bajo
	25 – 55%	Medio
	>55%	Alto
O - Orientación	Exposición de sur a este	Bajo
	Exposición suroeste y noreste	Medio
	Exposición de norte a oeste	Alto

Fuente: Adaptación de factores a partir de “La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental” de Andrés Muñoz - Pedreros

Para el segundo enfoque referido a los riesgos derivados de condiciones del medio físico, se considerarán como variables de relevancia:

- Riesgos de erosión: Definido a partir de la erodabilidad del suelo, la erosividad del entorno¹² y la densidad de la cobertura vegetal.
- Evaluación de riesgos: Volcanes, inundaciones, remoción en masa¹³.

4.3.5 Consideraciones técnicas

Una vez obtenidos los resultados de la aplicación del análisis multicriterio (AEMC) se deben evaluar algunas consideraciones técnicas para la presentación final de los resultados.

Los elementos que se deberán establecer son los siguientes¹⁴

- Hipótesis del diseño de ingeniería: Corresponden a características propias de ingeniería de las líneas que condicionan ciertos parámetros de evaluación general de los proyectos de transmisión, por ejemplo, localización de las estructuras, vanos, franjas de servidumbres, existencia de trazados subterráneos.

¹² Coberturas existentes a nivel nacional en www.ide.cl

¹³ Coberturas existentes en <http://geoarcgis.sernageomin.cl/ArcGIS/rest/services>

¹⁴ Debido a los plazos y a los costos asociados estos levantamientos quedarán fuera de esta investigación.

- Indicación de cruces y paralelismos con gaseoductos, oleoductos, líneas eléctricas y líneas férrea: Si bien este tipo de cruces es relevante en cuanto represente modificaciones en la ingeniería de detalle de los proyectos de transmisión, para esta etapa es importante indicar las obras presentes dentro de la franja preliminar y las franjas alternativas determinadas por el proceso debido a los gravámenes respectivos.
- Indicación de propiedades fiscales, municipales, militares o particulares y BNUP afectadas por la franja preliminar determinada: La relevancia de estas propiedades y sus respectivos propietarios, tiene que ver con el gravamen que se establecerá para la franja preliminar por sobre las distintas propiedades y deben incluirse dentro de las cartografías finales.
- Levantamiento de información sobre distintas clases de concesiones: Para la aplicación real de los estudios de franja es una variable importante de evaluar, en especial abordando las problemáticas inherentes a la prioridad que tienen las concesiones de tipo minero por sobre otras. Por lo cual también se debe incluir dentro de las consideraciones técnicas.

5 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA AL CASO DE ESTUDIO

5.1 Determinación del área de estudio

5.1.1 Justificación del área de estudio

En enero del presente año, el Coordinador Eléctrico Nacional publica la propuesta de expansión de la transmisión del sistema eléctrico nacional, elaborada mediante una evaluación técnico-económica a partir de la cual se plantean 17 proyectos, 3 correspondientes a expansión del sistema de transmisión nacional y 14 para el desarrollo del sistema de transmisión zonal.

Dentro de los proyectos propuestos para el desarrollo del sistema de transmisión nacional, se destaca la conexión Ciruelos – Cautín – Mulchén – Charrúa, que tiene por objetivo principal resolver de manera urgente la congestión presentada en los tramos del Sistema Eléctrico Nacional al sur de Charrúa

En el contexto del análisis y las recomendaciones indicadas por el Coordinador Eléctrico Nacional para la realización de esta conexión, se indica que las obras correspondientes a la misma se deben ejecutar en cualquier caso de forma inmediata. Agregando de forma adicional la necesidad de elaboración de un Estudio de Franja para el tramo Cautín – Mulchén – Charrúa.

Debido a la extensión del tramo completo, por los plazos de esta investigación, se realizará la aplicación de la metodología de determinación de franjas alternativas para el sub-tramo Cautín – Mulchén.

5.1.1.1 Delimitación del área de estudio

De acuerdo a lo planteado en el punto anterior, el caso de estudio corresponde el sub-tramo de conexión entre Cautín y Mulchén.

En una primera instancia se identifican las subestaciones para cada punto antes mencionado y se trabaja bajo el supuesto de que la conexión se realizará entre las obras existentes.

Al identificar las subestaciones dentro de la capa correspondiente (previamente descargada de la IDE del Ministerio de Energía), se seleccionan y se exportan como una cobertura de puntos nueva denominada SE_MARCO.

Para delimitar el área de estudio, primero se traza una línea recta que conecta las subestaciones Cautín y Mulchén, línea que constituye el eje sobre el cual se calcula el área de estudio mediante la herramienta de análisis denominada

“Buffer”. El radio que se utiliza corresponde a un tercio del largo total del eje de conexión entre ambos puntos.

A partir del proceso antes detallado se obtiene el área de estudio presentada en Figura 5.1



Figura 5.1, Delimitación del área de estudio
Fuente: Elaboración propia a partir de coberturas existentes¹⁵

¹⁵ Subestaciones – www.sig.minenergia.cl / Regiones DPA INE – www.ide.cl / Service Layer
Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID IGN, and the GIS User community

5.2 Primera fase de aplicación AEMC: Obtención de Criterios

5.2.1 Criterio Territorio

5.2.1.1 Preparación y homologación de la información geográfica

Para la construcción del criterio territorio previamente se identificaron cinco variables:

- a) Uso de suelo.
- b) Instrumentos de ordenamiento territorial.
- c) Equipamiento.
- d) Vialidad.
- e) Líneas de transmisión existentes.

Cada una de estas variables se levanta a partir de las siguientes coberturas disponibles:

- a) Uso de suelo → Catastro de uso de suelo y vegetación CONAF¹⁶

Las coberturas correspondientes a este catastro se encuentran a nivel regional en formato shape. Tanto la Región del Biobío como la Región de la Araucanía se encuentran en sistema de coordenadas UTM - WGS84 – Huso 18 Sur, por lo tanto, no requieren redefinir su proyección.

Para proceder con la edición las coberturas regionales se importan a la Geodatabase dentro del feature dataset denominado EDICION.

El primer proceso de edición consiste en la intersección de las coberturas regionales del catastro con el polígono del área de estudio mediante la utilización de la herramienta de edición clip, resultado que se exporta en una cobertura única denominada CT_USO al feature dataset de “coberturas de aplicación” CDA.

Para lo cual se obtiene como resultado lo expuesto en la Figura 5.2

¹⁶ Descargado de IDE Chile (www.ide.cl)

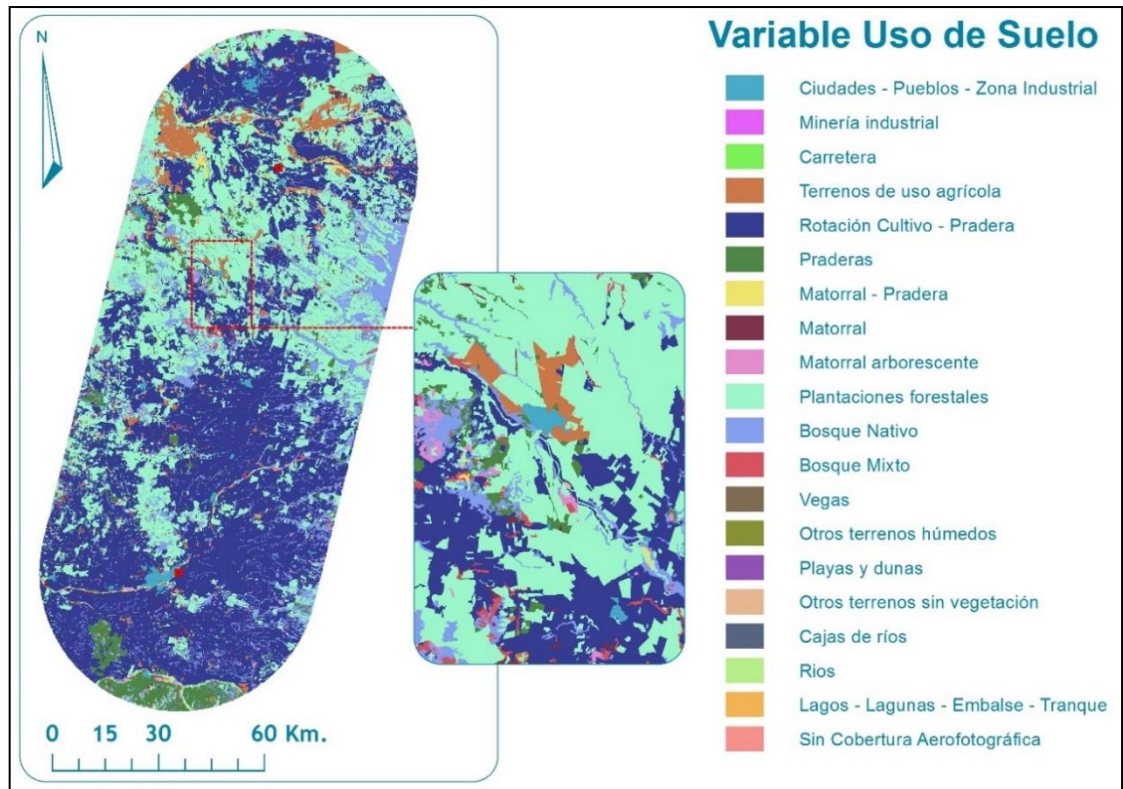


Figura 5.2, Cobertura base CT_USO

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro de Uso de Suelo y Vegetación CONAF

b) Instrumentos de ordenamiento territorial (IOT) → Zonificaciones vinculadas a IOT en las regiones del Biobío y la Araucanía MINVU¹⁷

Los distintos IOT se encuentran de manera individual en formato shape, sin homologación alguna en cuanto a la información contenida, en distintos sistemas de coordenadas.

Con la herramienta de análisis UNION se unen todas las coberturas individuales correspondiente a cada IOT definiendo dentro del ambiente del proceso el sistema de coordenadas utilizado para este caso de estudio¹⁸, para este caso no se entra en el detalle de la zonificación particular de cada IOT, sino que se trabaja con los límites urbanos, obteniendo zona urbana y potenciales áreas de expansión urbana.

c) Equipamiento → Distintas coberturas de equipamiento de acuerdo al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

¹⁷ Varias coberturas descargadas de IDE Chile (www.ide.cl)

¹⁸ Sistema de coordenadas UTM – WGS 84 – Huso 18 Sur

Debido a la diversidad de coberturas, se van agregando una a una detallando tipo y subtipo de equipamiento cada vez.

Al resultado final se le realiza un reajuste de proyección a Datum WGS 84, Huso 18 Sur.

Para lo cual se obtiene como resultado lo expuesto en la Figura 5.3

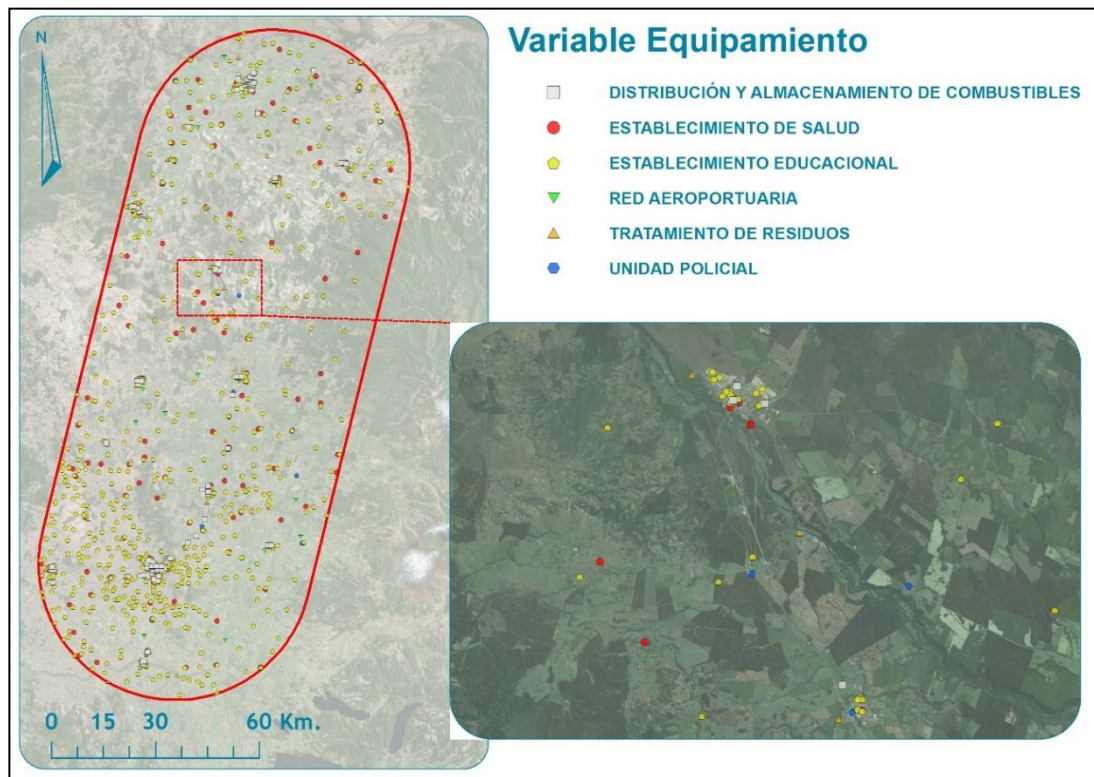


Figura 5.3, Cobertura base CT_EQU

Fuente: Elaboración propia a partir de distintas coberturas Off-the-shelf

d) Vialidad → Red_Vial_Chile. Dirección de vialidad, Ministerio de Obras Públicas¹⁹.

Red vial correspondiente al territorio nacional jerarquizada según el tipo de camino, es decir, pavimentado, ripio o de tierra.

Cobertura en formato shape, en sistema de coordenadas SIRGAS UTM Huso 19 Sur, por lo tanto, en una primera instancia se re-proyecta la cobertura con herramientas propias del software.

¹⁹ Descargado IDE Chile (www.ide.cl)

En términos de validez como franjas que presentan alta compatibilidad con proyectos de transmisión, el tipo de carpeta de las vías no es de gran relevancia por lo que se necesitó de una re-jerarquización de los caminos.

La nueva jerarquización se realizó a partir de la clasificación de las rutas extraída desde los roles de los caminos que se encuentran disponibles en esta misma cobertura, editando directamente la tabla.

Para lo cual se obtiene como resultado lo expuesto en la Figura 5.4

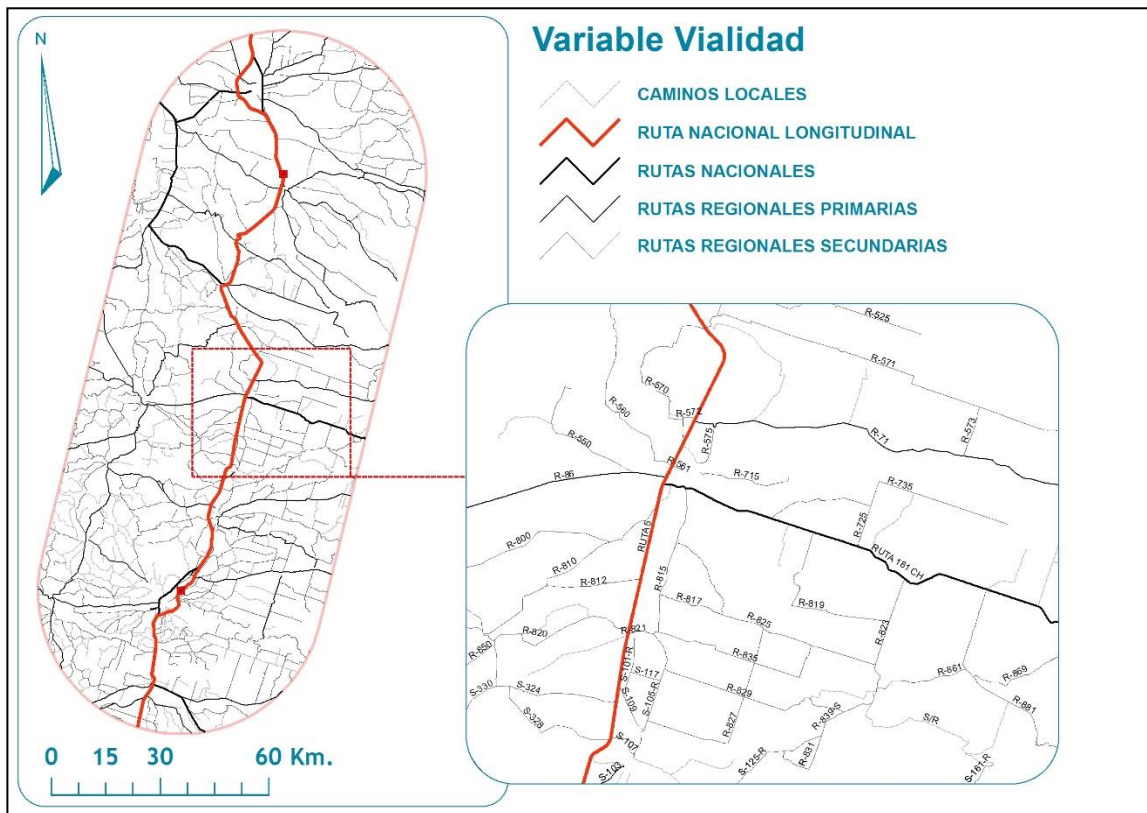


Figura 5.4, Cobertura base CT_VIA

Fuente: Elaboración propia a partir de cobertura de red vial nacional MOP

e) Líneas de transmisión existentes → Líneas de transmisión SIC. Ministerio de Energía.

Cobertura en formato shape a nivel de sistema (SIC), sistema de coordenadas WGS 84 Huso 19 Sur, por lo que requiere re-proyección.

La cobertura ya contiene el dato de tensión que se utiliza para la jerarquización, por tanto, no requiere mayores procesamientos y/o ediciones, salvo la extracción por herramienta de edición clip de acuerdo al área de estudio.

Para lo cual se obtiene como resultado lo expuesto en **la Figura 5.5revisar el orden y número de figuras**

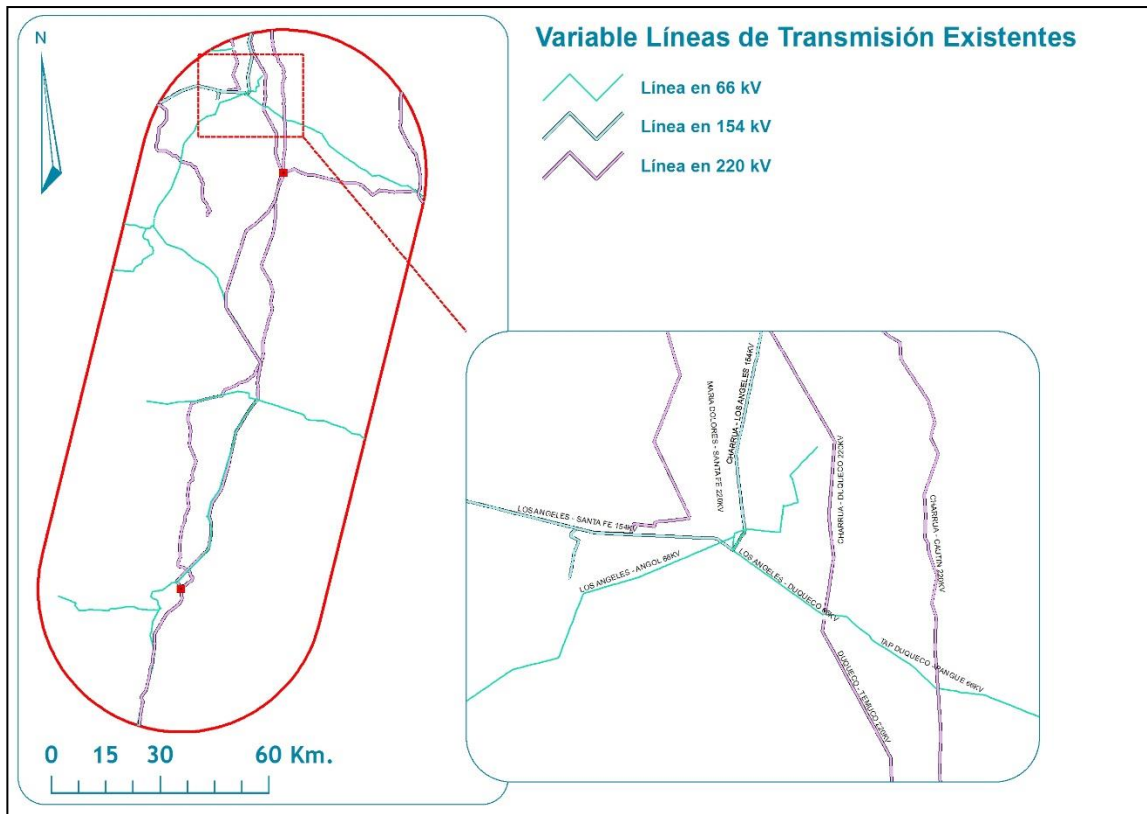


Figura 5.5, Cobertura base CT_LTX

Fuente: Elaboración propia a partir de cobertura Líneas de transmisión SIC del Ministerio de Energía

5.2.1.2 Valorización de variables

Una vez preparada y homologada la información geográfica, para las variables que componen el criterio territorio, se procede con la jerarquización y valorización de cada una de ellas con el objeto de crear las coberturas que luego se ponderarán para obtener los resultados preliminares para el criterio ya mencionado.

Cabe volver a mencionar que, en la aplicación real de un procedimiento de estudio de franjas, esta etapa debiera ser resultado de un proceso complementario de consulta a expertos y participación ciudadana, para este ejercicio se realiza una valorización estimativa a partir de criterios generales.

a) Variable Uso de Suelo:

La valorización de esta variable se lleva a cabo a partir de la compatibilidad que representa cada uso de suelo con el desarrollo de proyectos de transmisión, para este caso se utiliza la sub-categoría de uso de suelo denominada SUBUSO DE SUELO debido a que presenta mayor especificidad de la utilización del terreno a evaluar (Presentado en la Figura 5.2).

La valorización realizada se presenta en la *Tabla 5.1, Valorización cobertura base CT_USO*Tabla 5.1

Tabla 5.1, Valorización cobertura base CT_USO

USO DE SUELO	SUBUSO DE SUELO	VALORIZACIÓN
Áreas urbanas e industriales	Ciudades - Pueblos - Zona Industrial	noData
	Minería industrial	5
	Carretera	2
Áreas sin vegetación	Afloramientos rocosos	4
	Áreas sobre límite vegetación	5
	Cajas de ríos	3
	Corridos de lava y escoriales	4
	Derrumbes sin vegetación	4
	Otros terrenos sin vegetación	1
	Playas y dunas	5
Bosques	Bosque Mixto	3
	Bosque Nativo	4
	Plantaciones forestales	2
Cuerpos de Agua	Lagos - Lagunas - Embalse - Tranque	noData
	Ríos	4
Humedales	Nadis herbáceos y arbustivos	4
	Otros terrenos húmedos	4
	Vegas	4
Nieves y glaciares	Glaciares	noData
	Nieves	noData
Praderas y Matorrales	Matorral	3
	Matorral - Pradera	3
	Matorral arborescente	3
	Praderas	2
Terrenos agrícolas	Rotación Cultivo - Pradera	2
	Terrenos de uso agrícola	3

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se obtiene la cobertura valorizada presentada en la Figura 5.6

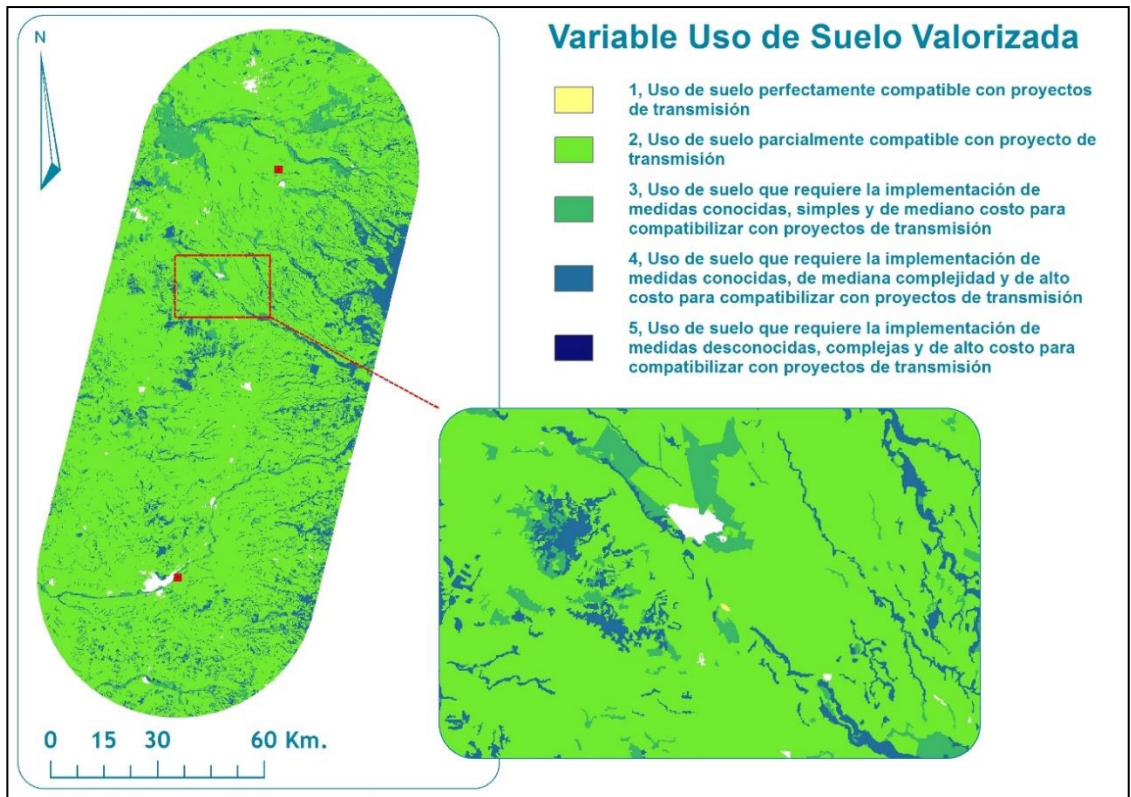


Figura 5.6, Cobertura valorizada CT_USO

Fuente: *Elaboración propia*

b) Variable Instrumentos de ordenamiento territorial

La valorización del área de estudio en función de los instrumentos de ordenamiento territorial se realiza de manera simple, estableciendo las distintas categorías en función de áreas urbanas con o sin instrumento de ordenamiento territorial y anillos de potencial expansión de las áreas urbanas elaborados con la herramienta de análisis del tipo BUFFER.

Obteniendo como resultado lo expuesto en la Figura 5.7

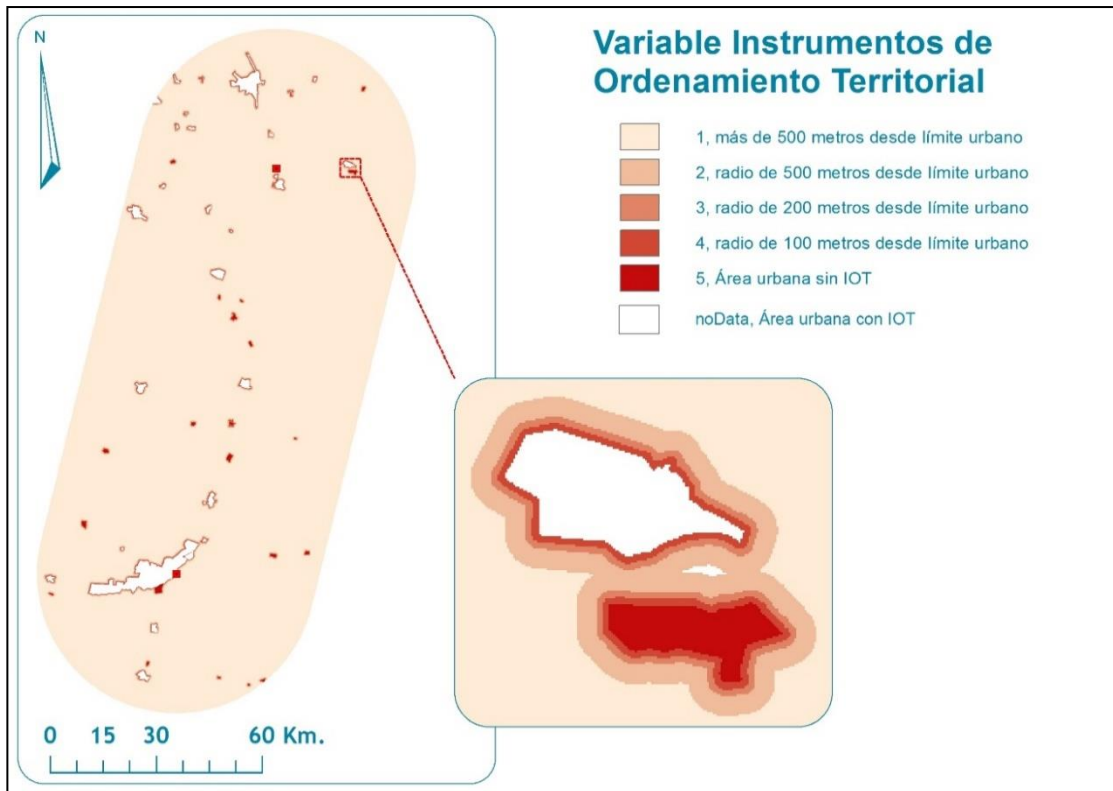


Figura 5.7, Cobertura valorizada CT_IOT

Fuente: *Elaboración propia*

c) Variable Equipamiento

Se considera la cobertura de equipamiento previamente levantada (Figura 5.3) y se le asigna un valor base a cada subtipo de equipamiento de acuerdo a lo planteado en la Tabla 5.2.

A partir de esta valoración inicial se generan múltiples anillos de buffer, de radio proporcional a esta valoración inicial, donde el anillo mayor es de radio 3.500 metros desde el punto evaluado, para el equipamiento más crítico en caso de ser afectado por proyectos de transmisión.

Lo anterior expuesto en la Tabla 5.3

Finalmente obteniendo como resultado lo presentado en la Figura 5.8

Tabla 5.2, Valorización de equipamiento

TIPO	SUBTIPO	VALOR BASE
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	HOSPITAL	5
	CONSULTORIO	4
	SAPU	4
	POSTA	4
	CENTROS Y PROGRAMAS DE SALUD	4
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	MUNICIPAL	5
	PARTICULAR SUBVENCIONADO	5
	PARTICULAR PAGADO	5
	JARDIN INFANTIL JUNJI	5
	JARDIN INFANTIL INTEGRAL	5
	CORPORACIÓN DE ADM. DELEGADA	5
UNIDADES POLICIALES	UNIDADES POLICIALES	2
TRATAMIENTO DE RESIDUOS	ELIMINACIÓN	2
	VALORIZACIÓN	2
	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	2
RED AEROPORTUARIA	RED AEROPORTUARIA	5
DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES	4
	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	5
	TERMINALES MARÍTIMOS	3
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA	PUERTOS	3
INSTALACIONES MILITARES	INSTALACIONES MILITARES	5

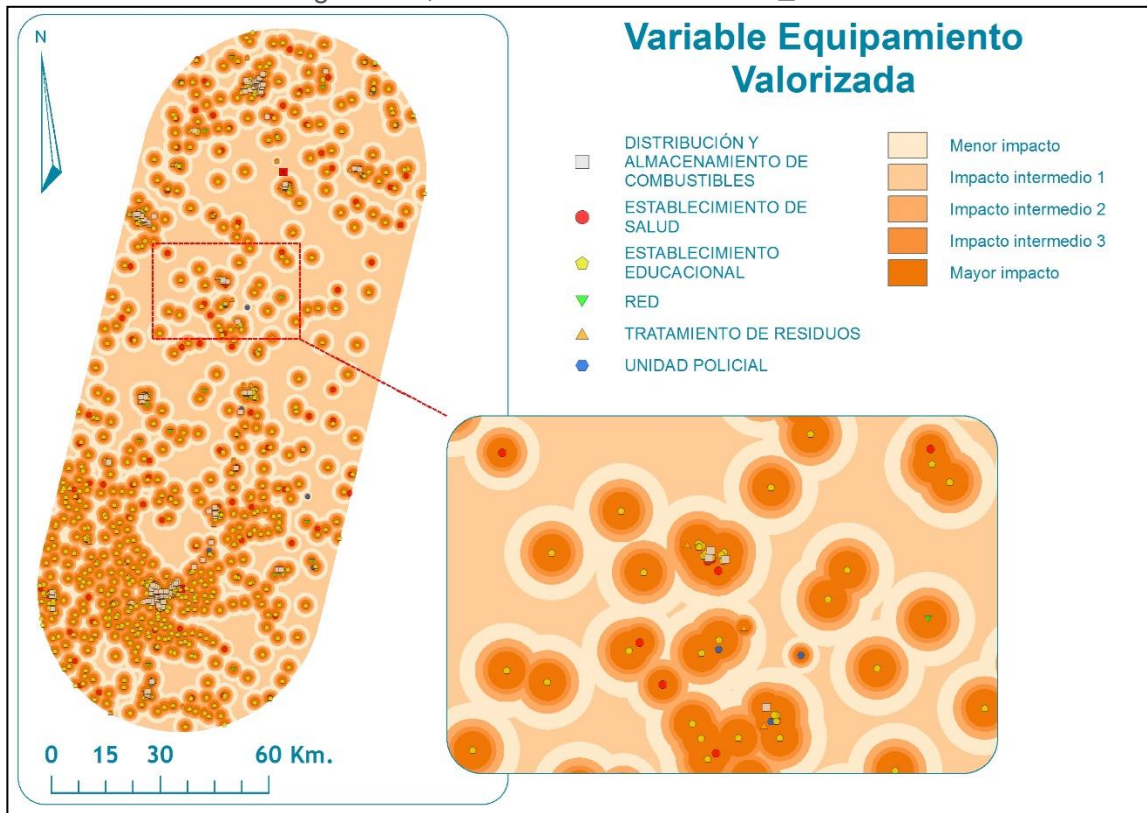
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3, Cuadro de determinación de buffer para equipamiento

BUFFER	VALOR AEMC	VALOR BASE EQUIPAMIENTO					Radio Buffer [m]
		5	4	3	2	1	
BUFFER 5	5	1.400	1.120	840	560	280	
BUFFER 4	4	1.750	1.400	1.050	700	350	
BUFFER 3	3	2.333	1.867	1.400	933	467	
BUFFER 2	2	3.500	2.800	2.100	1.400	700	
RESTO AE	1	> 3500	> 2800	> 2100	> 1400	> 700	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.8, Cobertura valorizada CT_EQU



Fuente: Elaboración propia

d) Variable Vialidad

Considerando la cobertura de vialidad preparada (Figura 5.4), se le asigna un valor base a cada tipo de camino según su jerarquía de acuerdo a lo propuesto en la Tabla 5.4

Tabla 5.4, Valorización base de caminos

	VALOR BASE
RUTA NACIONAL LONGITUDINAL	5
RUTAS NACIONALES	4
RUTAS REGIONALES PRIMARIAS	3
RUTAS REGIONALES SECUNDARIAS	2
CAMINOS LOCALES	1

Fuente: Elaboración propia

Una vez asignado este valor de base para las categorías de camino, se construyen áreas de preferencia en torno a la red vial, en función del valor previamente asignado y la cercanía de los caminos, mediante la herramienta de análisis BUFFER.

Se generan tres valorizaciones del área de estudio de acuerdo a la variable vialidad de acuerdo a lo expuesto en la *Tabla 5.5*

Tabla 5.5, Cuadro de determinación de buffer para vialidad

BUFFER	VALOR AEMC	VALOR BASE INFRAESTRUCTURA					Radio Buffer [m]
		RUTA NACIONAL LONGITUDINAL	RUTAS NACIONALES	RUTAS REGIONALES PRIMARIAS	RUTAS REGIONALES SECUNDARIAS	CAMINOS	
		5	4	3	2	1	
BUFFER 1	1	240	192	144	96	48	
BUFFER 2	2	960	768	576	384	192	
RESTO AE	5	> 960	> 768	> 576	> 384	> 192	

Fuente: Elaboración propia

A partir de lo anterior se obtiene lo siguiente, presentado en la

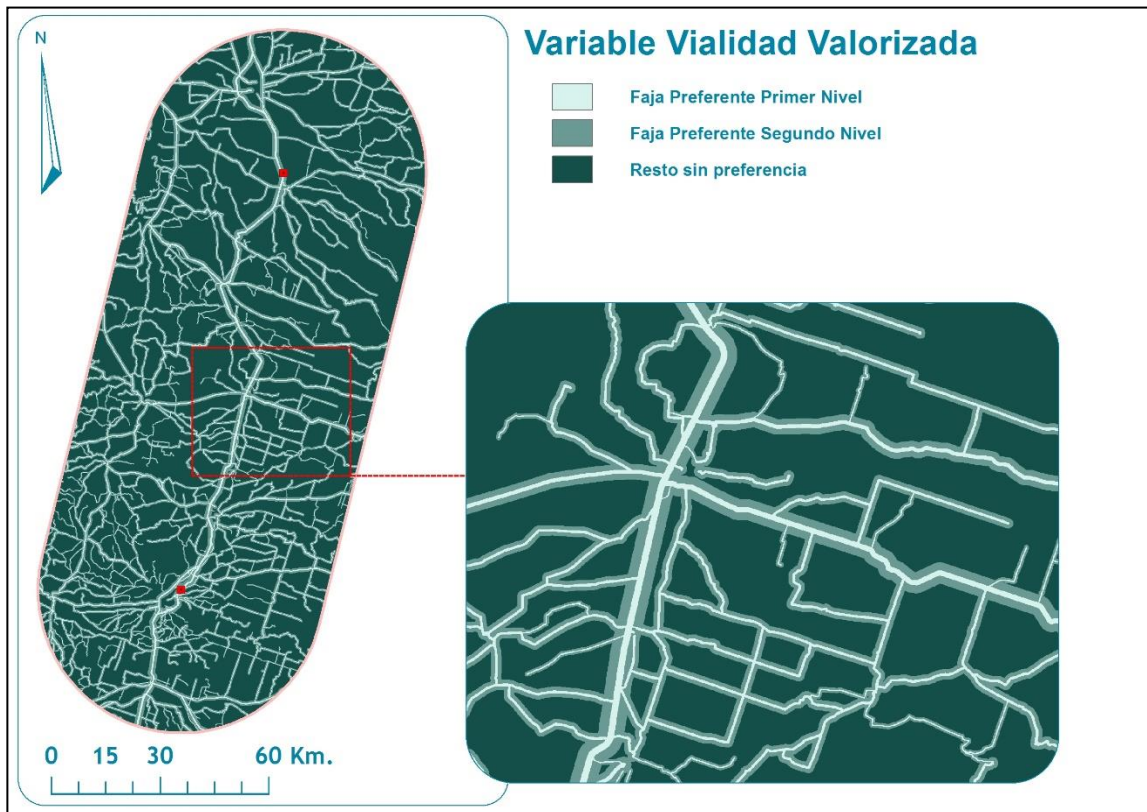


Figura 5.9, Cobertura valorizada CT_VIA

Fuente: Elaboración propia

e) Variable Líneas de Transmisión Existentes

La cobertura de líneas de transmisión se evalúa también a partir de áreas de preferencia, definidas con la herramienta de análisis BUFFER y en función de la tensión de las líneas.

De acuerdo a lo presentado en la Tabla 5.6

Tabla 5.6, Cuadro de determinación de buffer para Líneas de Transmisión existentes

BUFFER	VALOR AEMC	Tensión Líneas Existentes		
		220 kV	154 kV	66 kV
BUFFER 1	1	70	65	45
BUFFER 2	3	40	25	15
RESTO AE	5	> 70	> 65	> 45

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo una cobertura resultante según la Figura 5.10

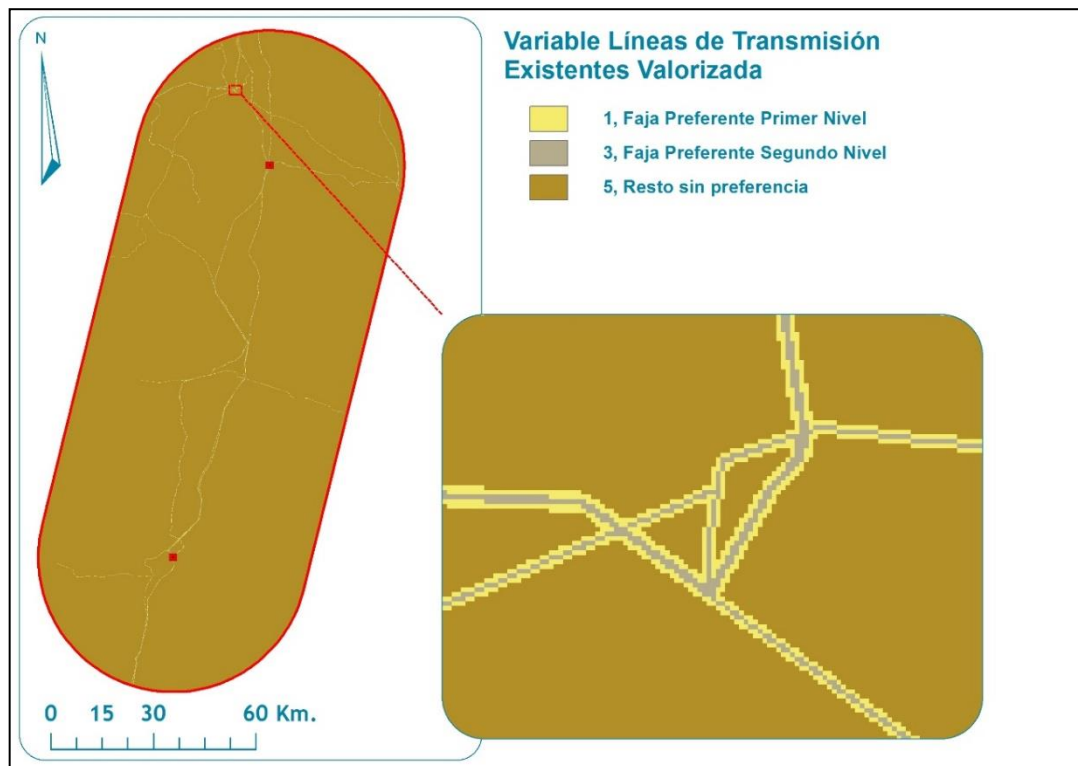


Figura 5.10, Cobertura valorizada CT_LTX

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.3 Resultados preliminares: Criterio Territorio

Para las variables obtenidas en la etapa anterior se define una jerarquización que permite establecer las ponderaciones para construir el criterio, de acuerdo a lo planteado en la Tabla 5.7

Tabla 5.7, Ponderaciones Criterio Territorio²⁰

VARIABLES	JERARQUIZACIÓN	PONDERACIÓN
USO DE SUELO	1	33%
RED VIAL	2	27%
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	3	20%
INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	4	13%
EQUIPAMIENTO	5	7%

Fuente: Elaboración propia

El proceso que se utiliza para ponderar las distintas variables se toma de las herramientas de análisis espacial (Spatial Analyst) y se denomina “Suma ponderada” (Weighted Sum) ya que entrega mejores resultados que la intersección ponderada (Weighted Overlay).

Para lo que finalmente se obtiene como resultado para el criterio territorio lo presentado en la Figura 5.11.

²⁰ Se debe tener en consideración que, en la aplicación real de un procedimiento de estudio de franjas, esta etapa debiera ser resultado de un proceso complementario de consulta a expertos y participación ciudadana, para este ejercicio se realiza una ponderación a partir de una jerarquización básica.

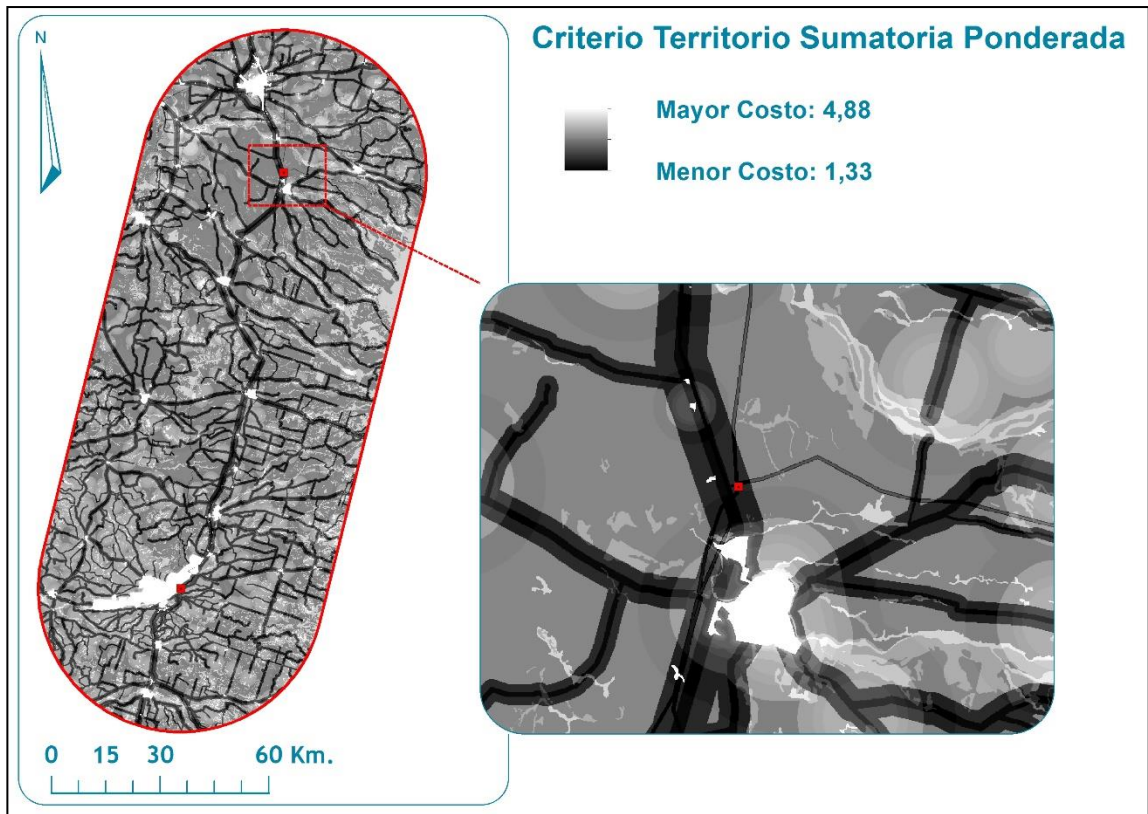


Figura 5.11, Resultado preliminar Criterio Territorio
Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Criterio Medioambiente

5.2.2.1 Preparación y homologación de la información geográfica

Para la construcción del criterio medioambiente previamente se identificaron tres variables:

- Áreas protegidas.
- Áreas de interés para la biodiversidad.
- Potenciales riesgos medioambientales.

Cada una de estas variables se levanta a partir de las siguientes coberturas disponibles:

- Áreas protegidas → Diversas coberturas existentes.
Tales coberturas se asocian a las modalidades de protección ambiental vigentes en el país según disponibilidad, tal como se presenta en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8, Disponibilidad de coberturas relacionadas a áreas protegidas

Modalidades de Protección Oficial del Patrimonio Ambiental en Chile	DISPONIBILIDAD
Reserva nacional	DISPONIBLE
Parque nacional	DISPONIBLE
Monumento natural	DISPONIBLE
Santuario de la naturaleza	DISPONIBLE
Parque marino	DISPONIBLE
Reserva marina	DISPONIBLE
Monumentos históricos	DISPONIBLE
Zonas típicas o pintorescas	DISPONIBLE
Zonas de interés turístico	DISPONIBLE
Zona de conservación histórica	NO DISPONIBLE
Áreas de preservación ecológica	NO DISPONIBLE
Sitios Ramsar	DISPONIBLE
Acuíferos regiones I, II y XV	DISPONIBLE
Reservas forestales	NO DISPONIBLE
Bienes nacionales protegidos	DISPONIBLE
Áreas marinas costeras protegidas	DISPONIBLE
Espacios costero marinos de pueblos originarios	NO DISPONIBLE
Áreas de prohibición de caza	NO DISPONIBLE
Lugares de interés histórico/científico	NO DISPONIBLE
Áreas de protección para la conservación de la riqueza turística	NO DISPONIBLE
Áreas de desarrollo indígena	DISPONIBLE
Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos	DISPONIBLE
Reserva de la biósfera	DISPONIBLE
Sitios del patrimonio mundial de la humanidad	NO DISPONIBLE
Zona de uso preferente borde costero	NO DISPONIBLE
Área preferencial para la pesca recreativa	NO DISPONIBLE
Zonas o áreas especialmente sensibles	NO DISPONIBLE
Zonas santuario de la convención ballenera	NO DISPONIBLE
Áreas de protección de la Ley de bosques y de la Ley de bosque nativo	NO DISPONIBLE
Zona de protección costera	NO DISPONIBLE

Fuente: Elaboración Propia

Existen coberturas de puntos y coberturas de polígonos, las cuales a la vez se encuentran en distintos sistemas de coordenadas por lo que en una primera instancia se deben redefinir la proyección.

Luego se unen todas las coberturas de polígono y se extraen las afectadas dentro del área de estudio.

Las coberturas de punto afectadas dentro del área de estudio son en su totalidad monumentos nacionales, los cuales se digitalizan uno a uno sobre la imagen aérea base disponible, agregando los monumentos a la cobertura de polígonos.

La cobertura resultante se presenta en la Figura 5.12

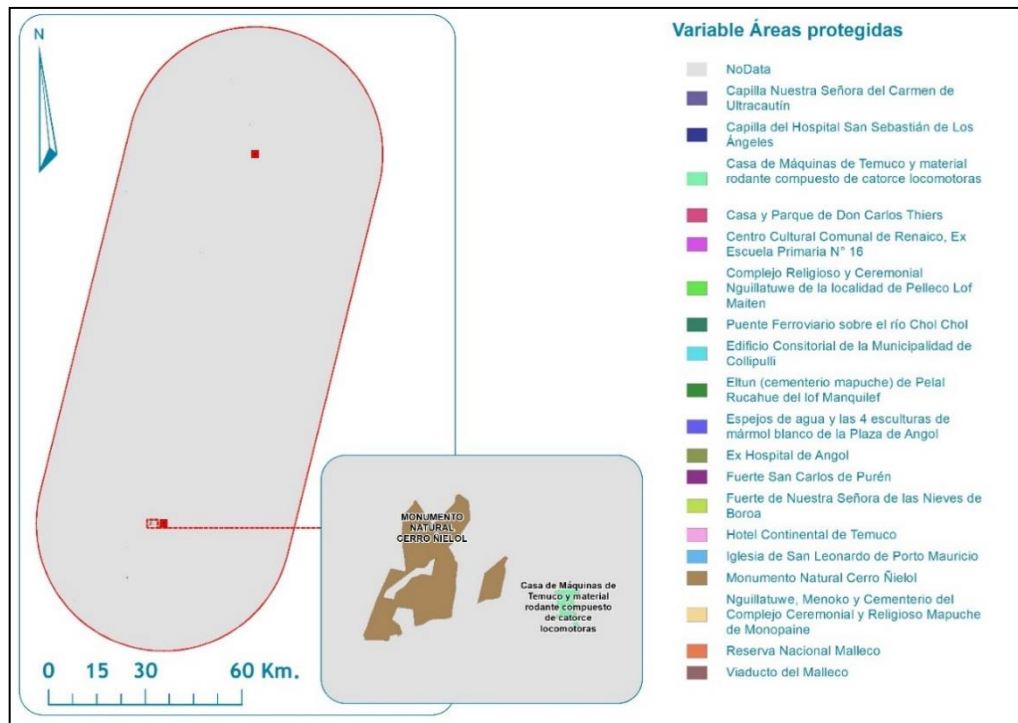


Figura 5.12, Cobertura base CM_AOP

Fuente: Elaboración propia

b) Áreas de interés para la biodiversidad → Cobertura de sitios prioritarios identificados en la estrategia nacional de biodiversidad.

Se seleccionan y extraen los sitios prioritarios dentro del área de estudio.

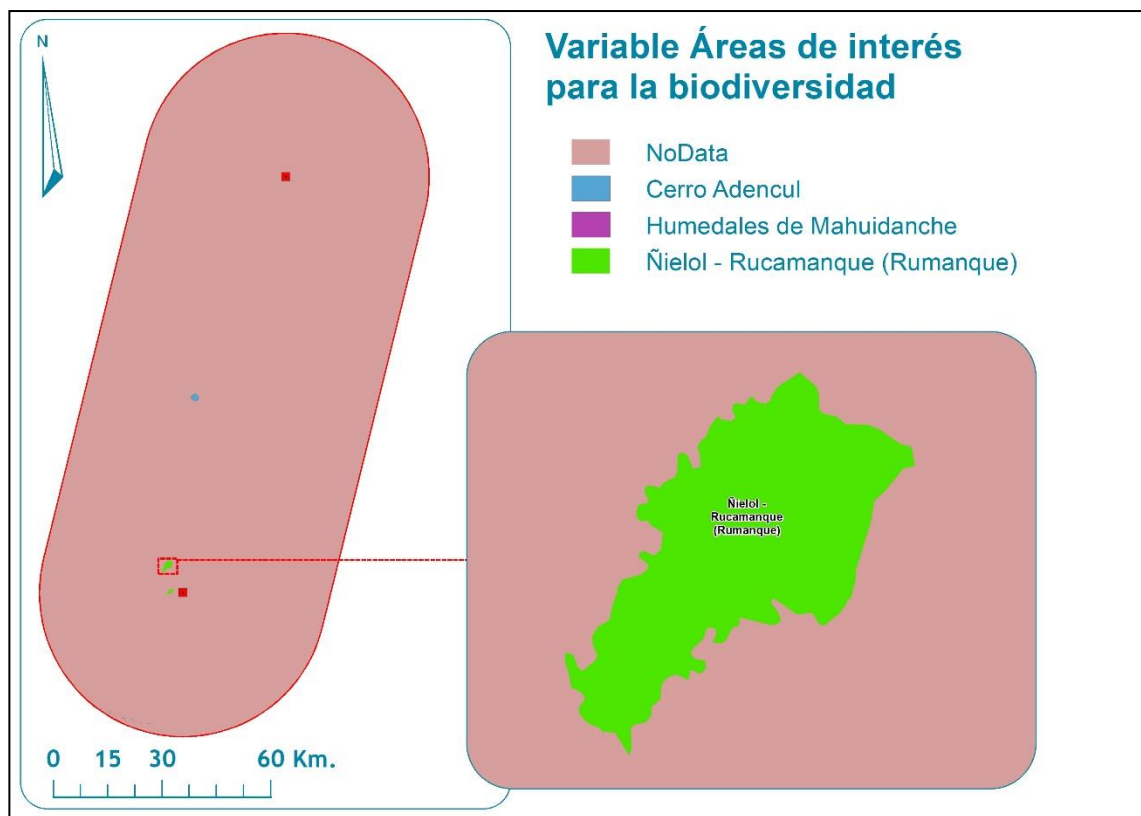


Figura 5.13, Cobertura base para CM_AIB
Fuente: Elaboración propia a partir de sitios prioritarios

c) Potenciales restricciones medioambientales → Diversas coberturas existentes que permitan levantar esta variable.

Las coberturas que se evalúan como potenciales restricciones medioambientales son:

- Cobertura vegetal.
- Estado de conservación de los ecosistemas terrestres.
- Territorios intervenidos por proyectos financiados por el fondo de protección ambiental (FPA).
- Iniciativas de conservación privada.
- Reservas hídricas y de aguas superficiales.
- Hábitat y/o rutas de migración de fauna nativa.

La cobertura vegetal se obtiene del catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF, anteriormente utilizado para valorizar en función de los usos de suelo.

Para esta variable la clasificación se realiza de acuerdo a lo expuesto en la Figura 5.14

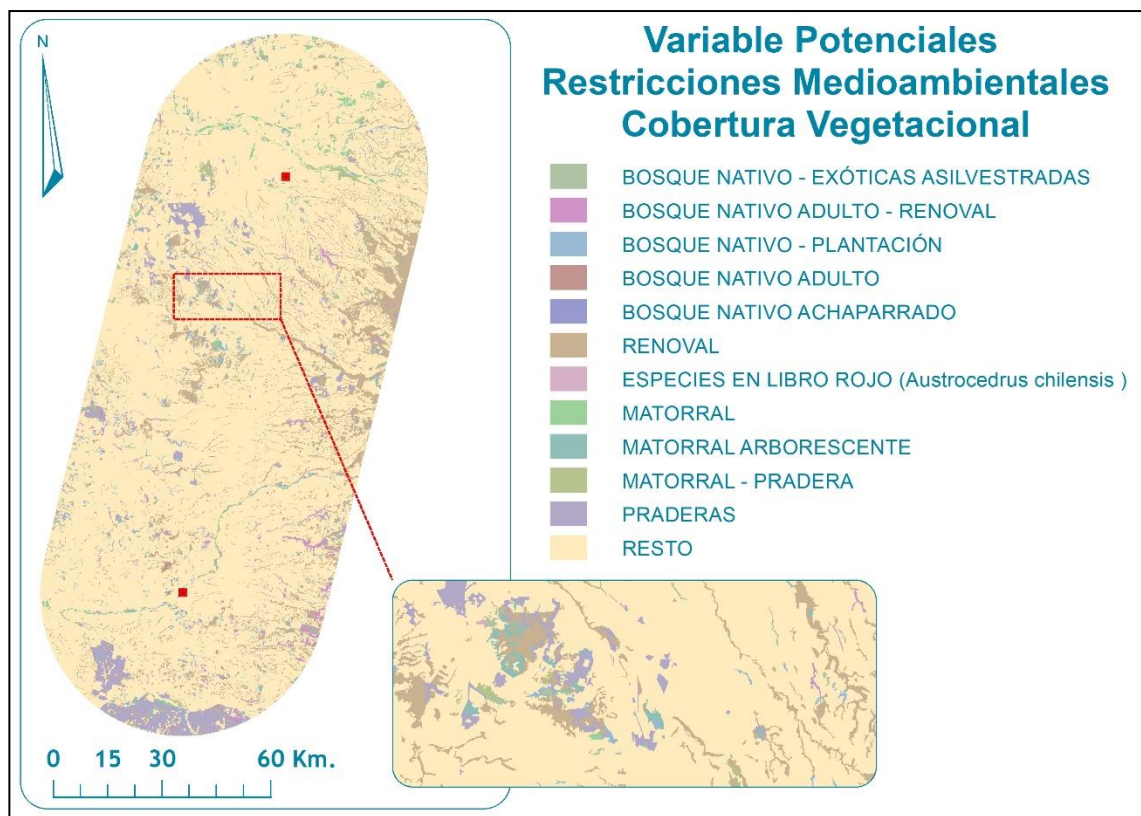


Figura 5.14, Cobertura base para CM_VEG

Fuente: Elaboración propia a partir de Catastro de Uso de Suelo y Vegetación CONAF

El estado de conservación de los ecosistemas terrestres se obtiene a partir de la aplicación de la valorización UICN²¹ en la cobertura de pisos vegetacionales Piscoff²².

La cobertura de pisos vegetacionales representa los distintos ecosistemas localizados dentro del área de estudio, de la forma que se presenta en la Figura 5.15.

²¹ Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), busca establecer un estándar internacional para evaluar la condición de los ecosistemas a nivel local, nacional, regional y global. [18]

²² Descargado de ide.cl

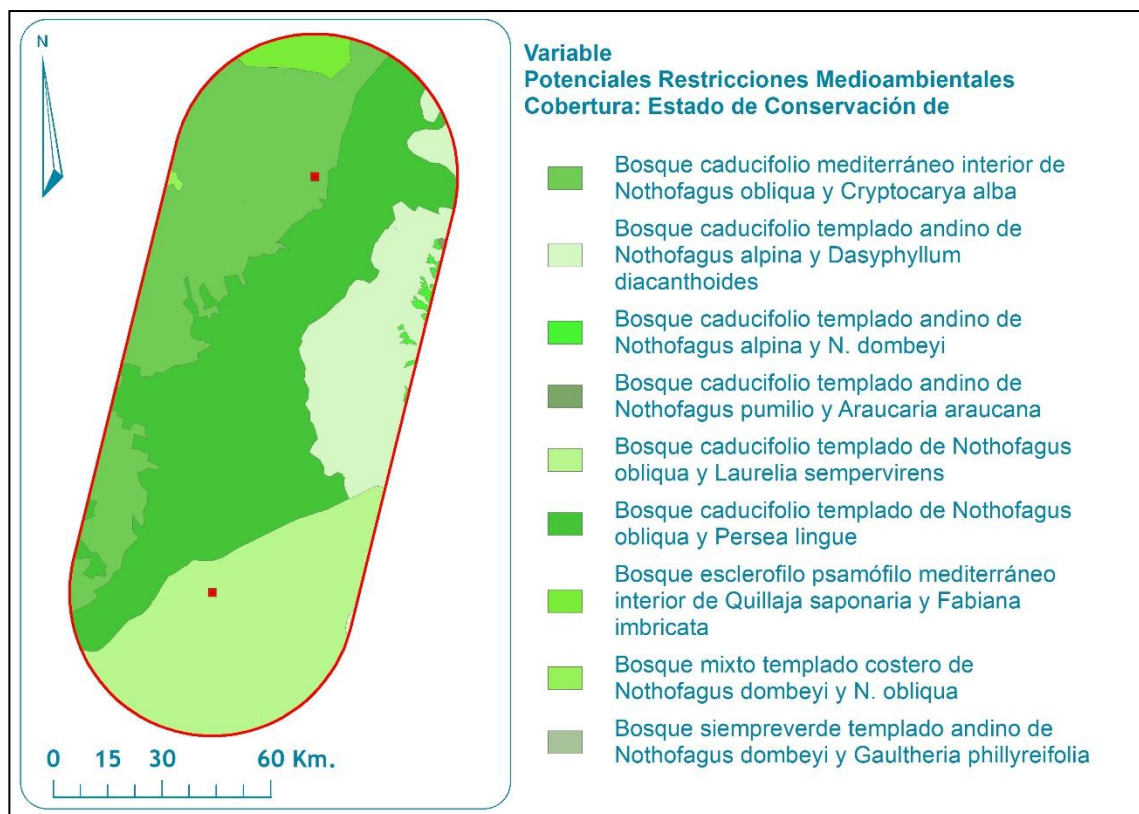


Figura 5.15, Cobertura base para CM_PVP
Fuente: Elaboración propia a partir de Pisos vegetacionales Pliscoff

Para levantar la variable de territorios intervenidos por proyectos financiados con Fondos de protección ambiental se identifican los registros FPA localizados en el área de estudio, dentro de ellos se reconoce como una intervención que puede representar una problemática medioambiental potencial al proyecto:

“Conservación en Banco de Germoplasma de especies colectadas en el Sitio Prioritario Humedales de Queule y su entorno en la comuna de Toltén, Región de la Araucanía” (Instituto de Investigación Agropecuarias Centro Regional de Investigación INIA Carillanca).

Por otra parte, dentro del área de estudio se encuentra un único polígono correspondiente a una iniciativa de conservación privada denominado “Hijuela B María Ester (Andacul)”.

La cobertura de reservas hídricas y de aguas superficiales se construye a partir de la cobertura existente de localización de embalses de la DGA (Shape/point), la cual se transforma en polígonos en base a coberturas: catastro de lagos DGA, inventario de humedales MMA, catastro de uso de suelo y vegetación CONAF.

Los embalses que no disponían de polígonos dentro de esta cobertura se digitalizaron a partir de la imagen aérea disponible como base.

Estas tres coberturas mencionadas se presentan en la Figura 5.16

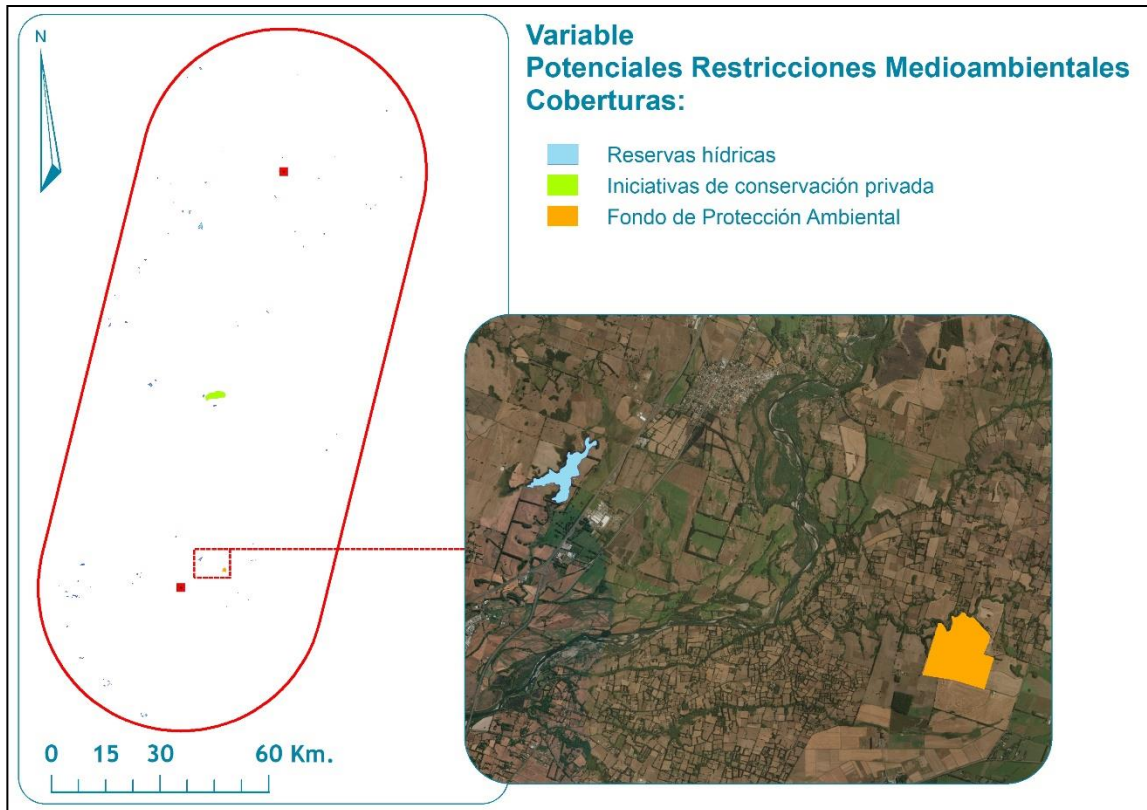


Figura 5.16, Coberturas base para CM_FPA; CM_ICP y CM_RHS

Fuente: Elaboración propia a partir de coberturas existentes

En cuanto a las potenciales restricciones vinculadas a hábitat y/o rutas de migración de fauna nativa, no se halló información geográfica disponible para levantar este tipo de cobertura, sin embargo, es especialmente importante identificar zonas de posible afectación de fauna silvestre, particularmente la identificación de rutas migratorias de aves, que son las principales afectadas por los proyectos de transmisión eléctrica.

5.2.2.2 Valorización de variables

De igual forma que para el criterio territorio, se jerarquiza y valoriza cada una de las variables que componen el criterio medioambiente, con el objeto de obtener las distintas coberturas que se ponderan para generar el resultado preliminar.

a) Áreas protegidas

La variable de áreas protegidas se presenta fundamentalmente como una variable de exclusión, la cual considera los polígonos vinculadas a cada una de las áreas protegidas dentro del área de estudio.

Alrededor de las áreas vinculadas a sitios SNASPE como son la Reserva Nacional Malleco y el Monumento Natural Cerro Ñielol, se establece un anillo de amortiguación del impacto que puede generar un proyecto de transmisión.

La valorización se presenta en la Tabla 5.9, la cual permite construir la cobertura valorizada presentada en la Figura 5.17

Tabla 5.9, Valorización de áreas protegidas

	BUFFER	VALOR_AEMC
ÁREA PROTEGIDA: RESERVA NACIONAL	0	NO DATA
ÁREA PROTEGIDA: MONUMENTO NATURAL	0	NO DATA
ÁREA PROTEGIDA: MONUMENTO HISTÓRICO	0	NO DATA
BUFFER RESERVA NACIONAL	500 metros	5
BUFFER MONUMENTO NATURAL	200 metros	5
RESTO	> 500 metros	1

Fuente: Elaboración propia

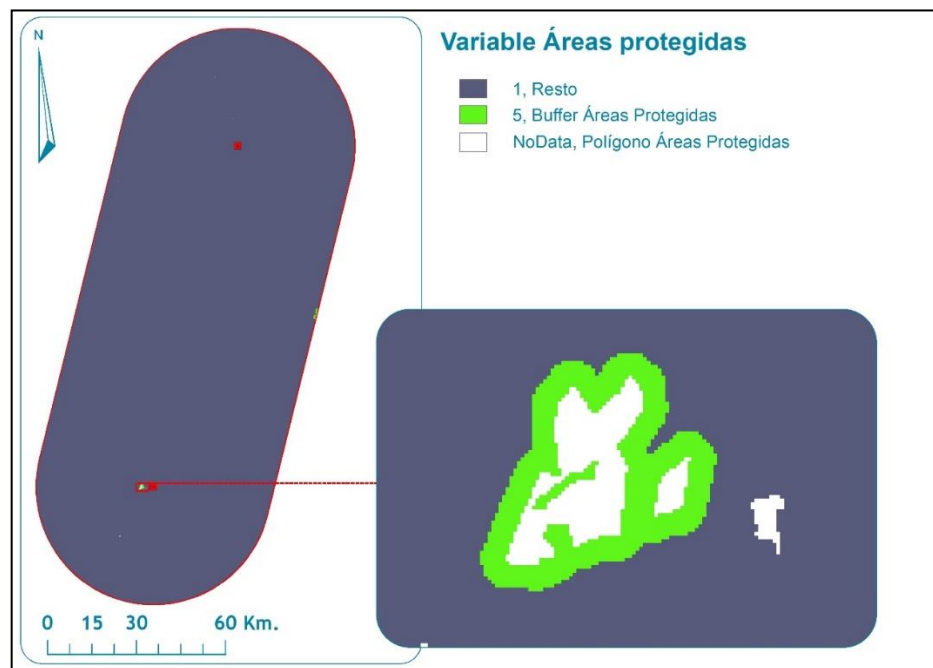


Figura 5.17, Cobertura valorizada CM_AOP

Fuente: Elaboración propia

b) Áreas de interés para la biodiversidad

Esta variable también se presenta como una variable de exclusión, para la cual se deja fuera del análisis los polígonos vinculados a los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Se incluye también un anillo de amortiguación de 500 metros de radio, para frenar el posible impacto de un proyecto de transmisión eléctrica.

La variable se presenta en la Figura 5.18 a continuación.

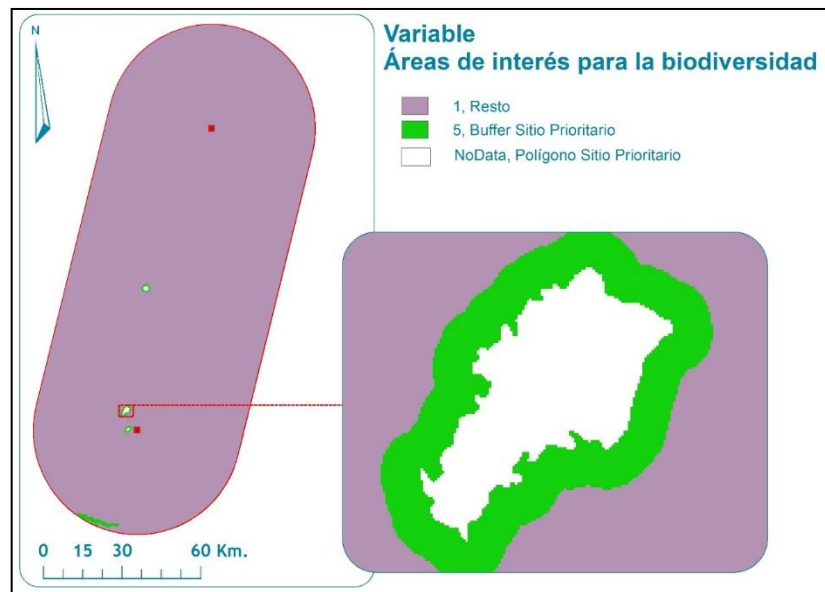


Figura 5.18, Cobertura valorizada CM_AIB

Fuente: Elaboración propia

c) Potenciales restricciones medioambientales

Esta variable se construye a partir de coberturas que puedan representar algún tipo de restricción medioambiental para el desarrollo de un proyecto de transmisión eléctrica, por lo tanto, es en función de esto que se valoriza.

Para la valorización de la cobertura vegetal se utilizan dos aproximaciones distintas.

En primer lugar, dentro de la cobertura utilizada se identifica la existencia de alguna especie vegetal catalogada en algún estado de conservación crítico, para la cual se revisa a partir del listado presentado en la Tabla 5.10, *Estados de Conservación para especies vegetales según Libro Rojo* Sólo se encuentra dentro del área de estudio áreas con presencia de Ciprés de la Cordillera.

Tabla 5.10, Estados de Conservación para especies vegetales según Libro Rojo

Nombre común	Nombre científico	Estado de conservación
Menta de árbol	<i>Satureja multiflora</i>	Rara
Ciprés de la Cordillera	<i>Austrocedrus chilensis</i>	Vulnerable
Michay Rojo	<i>Berberisopsis corallina</i>	Peligro
Huilli Patagua	<i>Citronella mucronata</i>	Rara
Huella	<i>Corynabutilon ochsenii</i>	Rara
Guindo Santo	<i>Eucryphia glutinosa</i>	Rara
Maitén de Chubut	<i>Maytenus chubutensis</i>	Rara
Macella	<i>Myrceugenia leptospermoi</i>	Rara
Radal Enano	<i>Orites myrtoidea</i>	Rara
Pitao	<i>Pitavia punctata</i>	Peligro
Llleuque	<i>Prumnopitis andina</i>	Rara
Menta de Árbol	<i>Satureja multiflora</i>	Rara

Fuente: Estrategia regional de conservación y uso sustentable de la biodiversidad, Región de la Araucanía

En segundo lugar, las distintas coberturas vegetacionales se categorizan y se valorizan a partir de la clasificación contenida en el catastro²³, como se presenta a continuación en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11, Valorización de cobertura vegetal

CATASTRO VEGETACIONAL	VALOR_AEMC
ESPECIES EN LIBRO ROJO (<i>Austrocedrus chilensis</i>)	5
BOSQUE NATIVO ADULTO	5
BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO	4
RENOVAL	5
BOSQUE NATIVO - EXÓTICAS ASILVESTRADAS	3
BOSQUE NATIVO ADULTO - RENOVAL	5
BOSQUE NATIVO - PLANTACIÓN	3
MATORRAL	3
MATORRAL ARBORESCENTE	3
MATORRAL - PRADERA	3
PRADERAS	3

Fuente: Elaboración propia

La cobertura valorizada se presenta a continuación en la Figura 5.19.

²³ Catastro de uso de suelo y vegetación CONAF

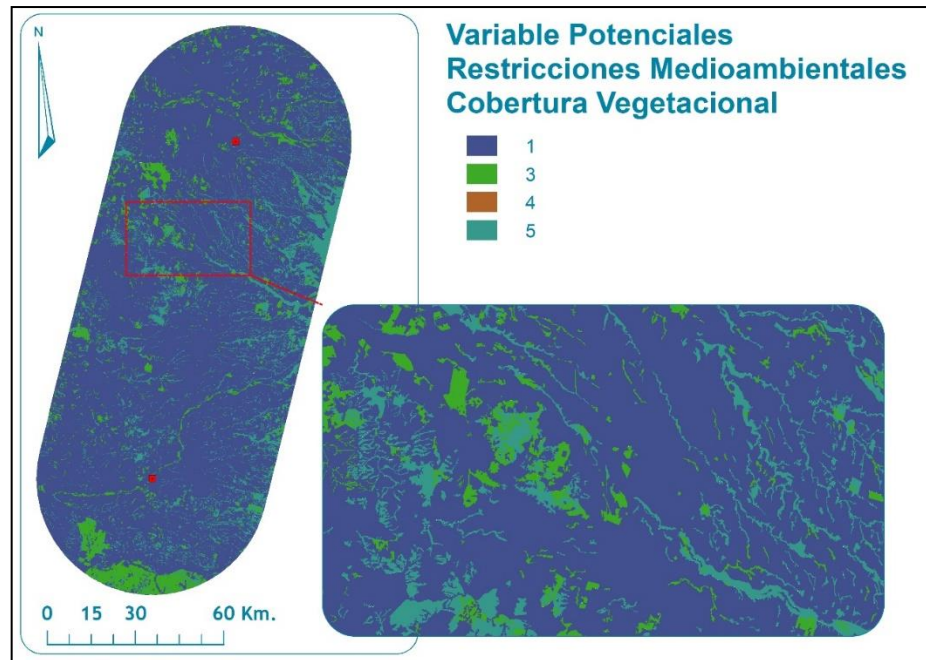


Figura 5.19, Cobertura valorizada CM_VEG
Fuente: Elaboración propia

Otra de las coberturas a valorizar para el levantamiento de la variable de potenciales restricciones medioambientales, es el estado de conservación de los ecosistemas, la cual se realiza a partir de la evaluación de riesgo entregada por la UICN para cada piso vegetacional, de acuerdo a la Tabla 5.12.

Tabla 5.12, Evaluación de riesgo según piso vegetacional

Piso de vegetación	Evaluación de Riesgo
Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de Quillaja saponaria y Fabiana imbricata	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio mediterráneo interior de Nothofagus obliqua y Cryptocarya alba	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio templado de Nothofagus obliqua y Persea lingue	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio templado de Nothofagus obliqua y Laurelia sempervirens	En Peligro
Bosque mixto templado costero de Nothofagus dombeyi y N. obliqua	En Peligro Crítico
Bosque caducifolio templado andino de Nothofagus alpina y Dasyphyllum diacanthoides	En Peligro
Bosque caducifolio templado andino de Nothofagus alpina y N. dombeyi	Vulnerable
Bosque caducifolio templado andino de Nothofagus pumilio y Araucaria araucana	Vulnerable
Bosque caducifolio templado andino de Nothofagus pumilio y Berberis ilicifolia	Vulnerable

Fuentes: Elaboración propia

La cobertura valorizada se presenta a continuación en la Figura 5.20

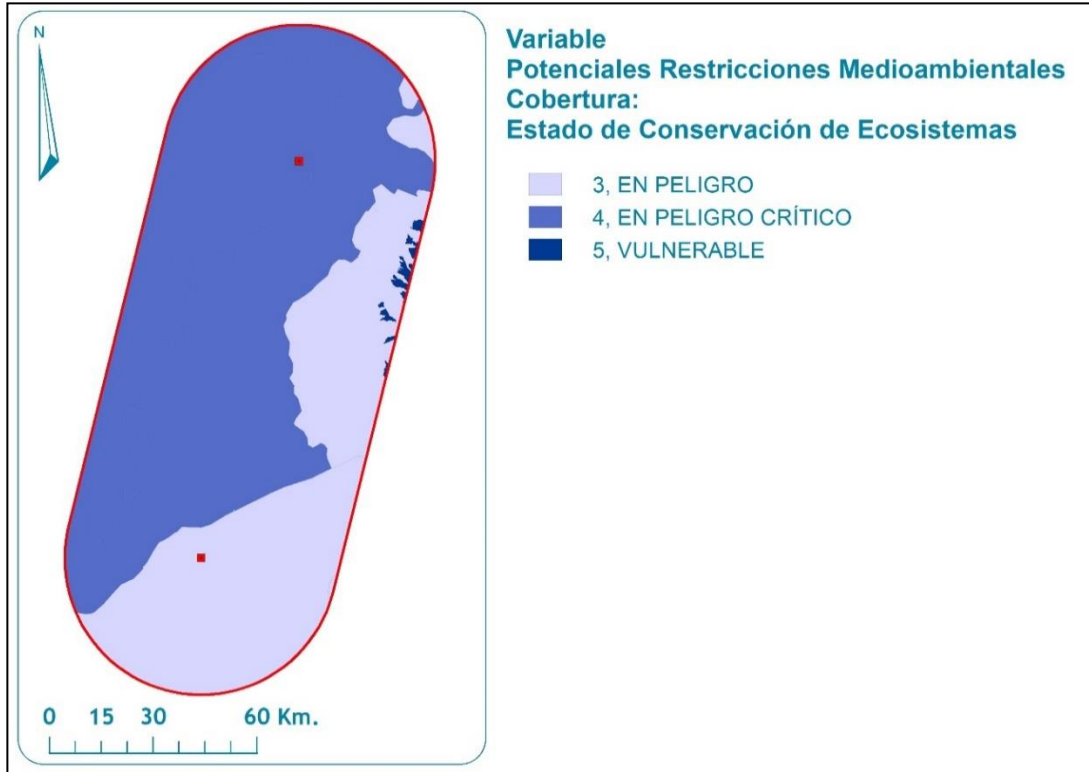


Figura 5.20, Cobertura valorizada CM_PVP

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los territorios intervenidos por proyectos financiados por FPA, se identifica como potencial restricción medioambiental la afectación del sitio en el que se desarrolló el proyecto de “Conservación en Banco de Germoplasma de especies colectadas en el Sitio Prioritario Humedales de Queule y su entorno en la comuna de Toltén, Región de la Araucanía” (Instituto de Investigación Agropecuarias Centro Regional de Investigación INIA Carillanca)

Para el cual se define como área de restricción el predio CIREN que contiene el punto indicado como coordenada del FPA, se le asigna valor 5 entendiendo de que es una restricción potencial, no excluye en un 100%

De acuerdo al documento de homologación de categorías UICN para iniciativas de conservación privada, se establece que el área identificada como Higuera B María Ester (Andacul) “satisface condiciones asociadas a la categoría IV tal como investigación; no obstante, también tiene condiciones de categoría III en cuanto permite el uso sostenible de la biodiversidad.” [11]

Frente a lo cual se le asigna valor 5 entendiendo de que es una restricción potencial, no excluye en un 100%

Por último, las áreas definidas como de reservas hídricas y aguas superficiales se establecen como áreas de exclusión a las cuales se les añade un anillo de buffer de 50 metros de radio valorizado en 5, tal como se presenta en la Tabla 5.13

Tabla 5.13, Valorización de cobertura de reservas hídricas

	VALOR AEMC
EMBALSE - LAGUNA - LAGO - TRANQUES	NO DATA
BUFFER 50 metros	5
RESTO	1

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3 Resultados preliminares: Criterio Medioambiente

Para la obtención del criterio medioambiente, se jerarquizan y ponderan las coberturas de acuerdo a lo presentado en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14, Ponderación de variables para criterio medioambiente

VARIABLE	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO	JERARQUIZACIÓN	PONDERACIÓN
Áreas protegidas	Modalidades de Protección Oficial del Patrimonio Ambiental en Chile	CM_AOP	1	4%
Áreas de interés para la biodiversidad	Sitios prioritarios, estrategia nacional para la biodiversidad	CM_AIB	1	4%
Potenciales riesgos medioambientales	Vegetación Nativa	CM_VEG	9	38%
	Ecosistemas terrestres de acuerdo a estado de conservación	CM_PVP	10	42%
	Territorios intervenidos FPA	CM_FPA	1	4%
	Iniciativas de conservación privadas	CM_ICP	1	4%
	Reservas hídricas y aguas superficiales	CM_RHA	1	4%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la ponderación anterior se realiza el proceso de suma ponderada de las variables, para lo cual se obtiene el resultado a continuación expuesto en la Figura 5.21

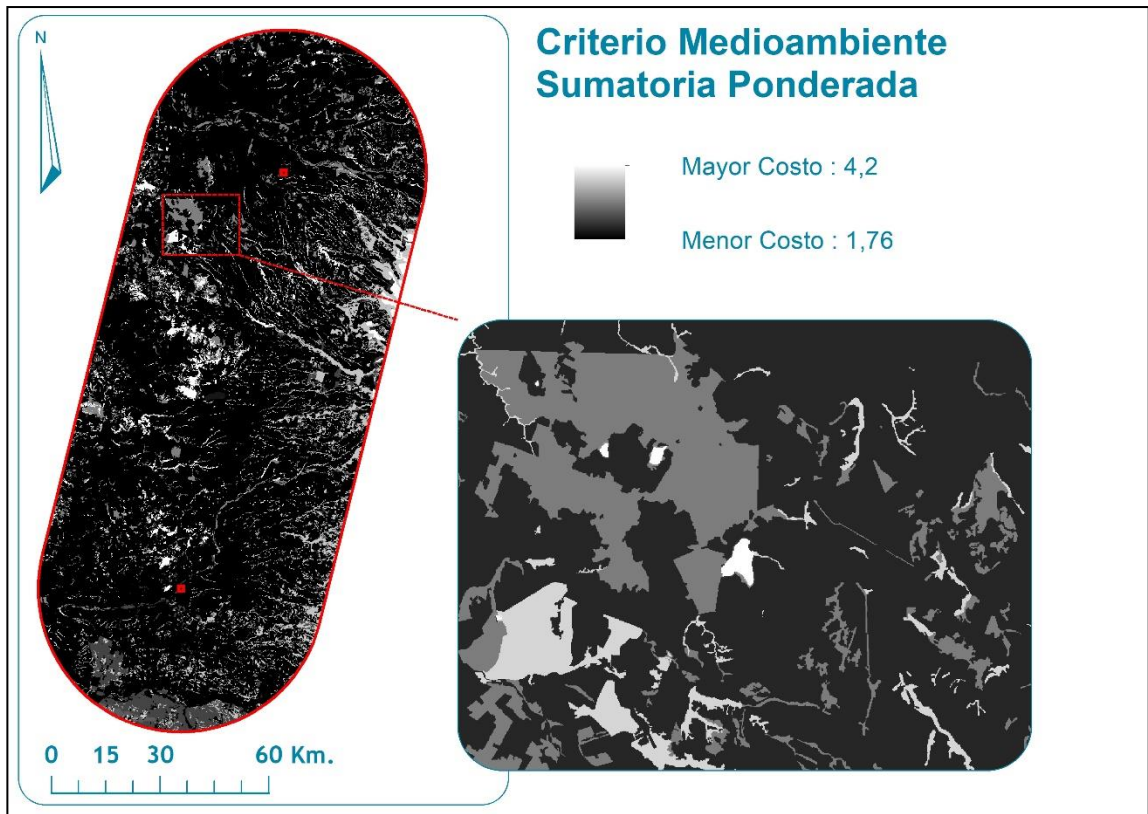


Figura 5.21, Resultado preliminar criterio medioambiente
Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Criterio Antrópico

5.2.3.1 Preparación y homologación de la información geográfica

Para la construcción del criterio antrópico previamente se identificaron dos variables:

- a) Identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades
- b) Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas

Cada una de estas variables se levanta a partir de las siguientes coberturas disponibles:

- a) Identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades → Diversas coberturas a construir en base a coberturas existentes.

Las coberturas que se evalúan para el levantamiento de esta variable son las siguientes:

- Densidad de población
- Tamaño de la propiedad
- Actividad Económica

Debido a la disponibilidad de información, la cobertura de densidad de población levanta a escala comunal, donde se vincula la información de población rural²⁴ a la cobertura de comunas.

Para el cálculo de la densidad de población se extrae el área urbana de la cobertura comunal y el cálculo se realiza con la superficie restante.

La cobertura de tamaño de la propiedad se obtiene a partir de las propiedades rurales de CIREN, las cuales se clasifican en la respectiva tabla de acuerdo a su tamaño y algunas otras características, para posteriormente asignarle una valorización.

En cuanto a la actividad económica, ésta se construye en base al catastro de uso de suelo de CONAF y los registros de SERNATUR en torno a la actividad turística disponibles en una cobertura de puntos denominada “atractivos turísticos”.

Para llevar esta cobertura de puntos a polígonos, se utilizó la base de propiedades rurales de CIREN con la respectiva información de atractivos turísticos. Luego esta información se une a las actividades económicas

²⁴ Extraída desde la página del INE correspondiente al censo 2002, se entiende que la información se encuentra desactualizada, pero por motivo del ejercicio se utiliza este dato.

identificadas en el catastro de CONAF y se obtiene una cobertura resultante de actividades económicas.

b) Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas

Para esta variable se consideraron varias coberturas vinculadas a la localización y desarrollo de la población indígena dentro del área de estudio disponibles en el sistema integrado de información indígena de CONADI [viii]:

- Puntos de localización de comunidades indígenas.
- Polígonos asociados a propiedades indígenas (Propiedades 20-A o 20-B y títulos de merced).
- Polígonos asociados a Áreas de desarrollo indígena.

Las coberturas de polígonos se unieron priorizando la información contenida para las áreas de desarrollo indígena en casos de superposición.

La representación de los puntos de localización de comunidades indígenas, que no tenían algún predio de propiedad indígena asociado, se realizó en base a las propiedades rurales de CIREN.

Obteniendo finalmente una cobertura general de localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas.

5.2.3.2 Valorización de variables

a) Identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades

Para el levantamiento de esta variable se debe entender la vulnerabilidad de las comunidades locales frente al desarrollo de proyectos de transmisión, poniendo atención en el carácter social de esta variable, por tanto, se debe promover que las líneas de transmisión tengan menor impacto sobre las poblaciones afectadas. En la valorización de los atributos de esta variable se debe tener esta consideración dado que una valorización al revés, en teoría, puede representar áreas con menor oposición de parte de la sociedad civil, pero puede significar grandes impactos para la población afectada.

La densidad de población obtenida se valoriza de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5.15, Valorización a partir de la densidad de población

Densidad de población hab/km ²	VALOR AEMC
Área Urbana	1
Entre 100 y 200 personas por km ²	2

Entre 20 y 100 personas por km²	3
Entre 10 y 20 personas por km²	4
Entre 1 y 10 personas por km²	5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esto, la cobertura valorizada se presenta en la Figura 5.22.

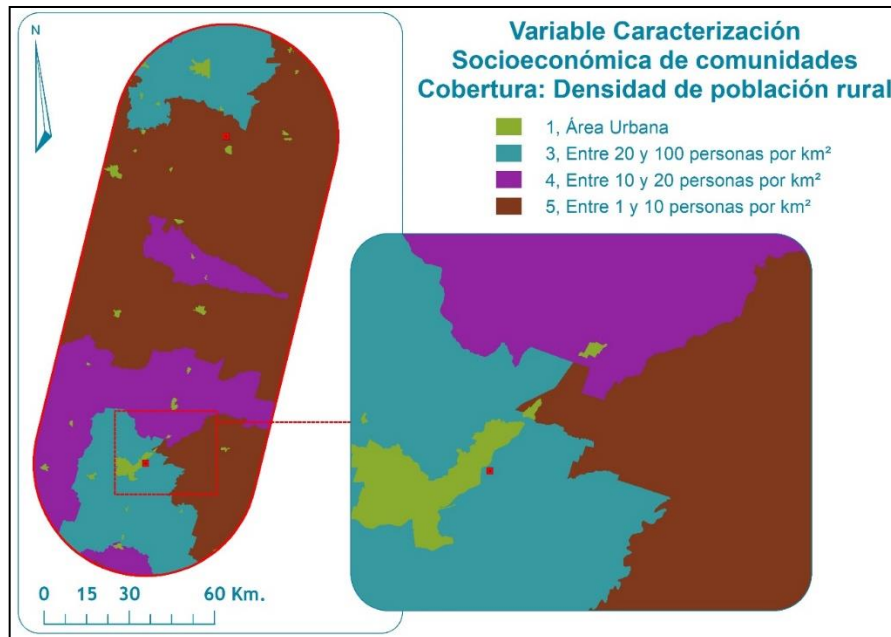


Figura 5.22, Cobertura valorizada CA_DPR

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la cobertura de tamaño de propiedad, esta se clasifica y valoriza según tamaño de propiedad, normalizando la evaluación para ciertos predios de condiciones distintas, por ejemplo:

- Áreas urbanas
- Cuerpos de agua (Ríos, Lagunas, Embalses, Tranques)
- Red Vial
- Vía Férrea
- Equipamiento (Cementerios, aeródromos, Culto, etc.)
- Propiedades Fiscales

Para lo cual se obtiene la valorización presentada en la Tabla 5.16

Tabla 5.16, Valorización a partir de tamaño y tipo de propiedad

Tipo de propiedad	Valor AEMC
Menos 0,5 [há]	7
0,5 a 2 [há]	6

2 a 5 [há]	5
5 a 10 [há]	4
10 a 50 [há]	3
50 a 150 [há]	2
Mayor 150 [há]	1
Equipamiento	3
Fisco	3
Área urbana	3
Red Vial	1
Vía Férrea	1
Cuerpos de Agua	3

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta valorización, se consigue la cobertura presentada a continuación en la Figura 5.23.

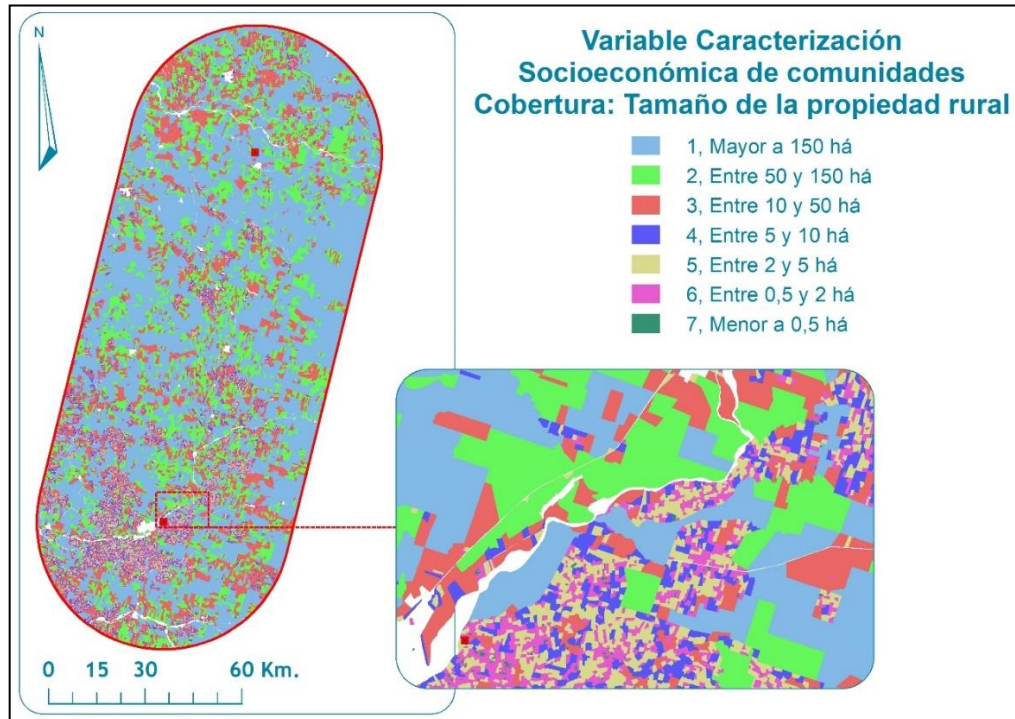


Figura 5.23, Cobertura valorizada CA_TPR

Fuente: Elaboración propia

Para valorizar la cobertura de actividad económica, se tienen las siguientes consideraciones:

- El costo de oportunidad de la actividad forestal para las comunidades locales es bastante bajo, debido a que la industria forestal ocupa grandes extensiones de terreno, requiere de baja mano de obra y en gran parte es

realizada por grandes empresas forestales quienes reciben las ganancias de la industria.

- A los terrenos clasificados como de uso forestal mixto se le debe asignar un costo de oportunidad mayor que para los usos estrictamente forestales, debido a que en ellos existe presencia de vegetación nativa.
- A la actividad agrícola se le asigna un valor intermedio de costo de oportunidad para los habitantes locales

Obteniendo de esta manera la siguiente cobertura valorizada (Figura 5.24)

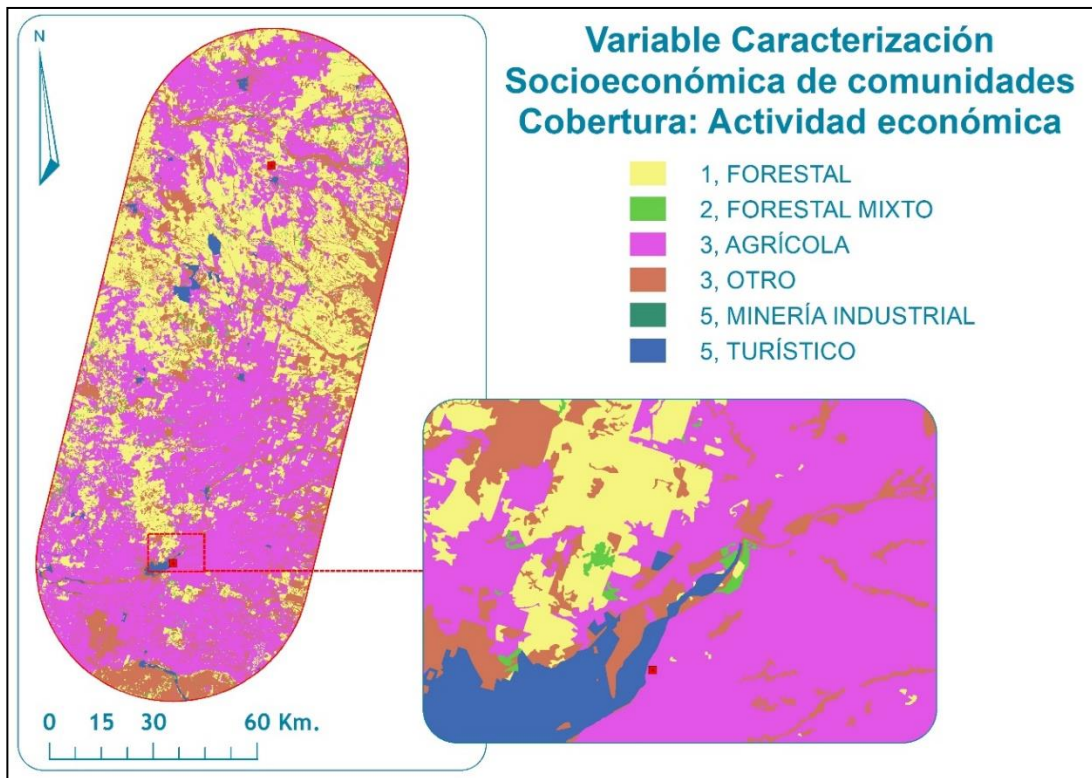


Figura 5.24, Cobertura valorizada CA_AEC

Fuente: Elaboración propia

b) Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas

Finalmente esta cobertura se valoriza a partir del tipo de información relacionada a los pueblos indígenas, de la forma que se presenta en la Figura 5.25.

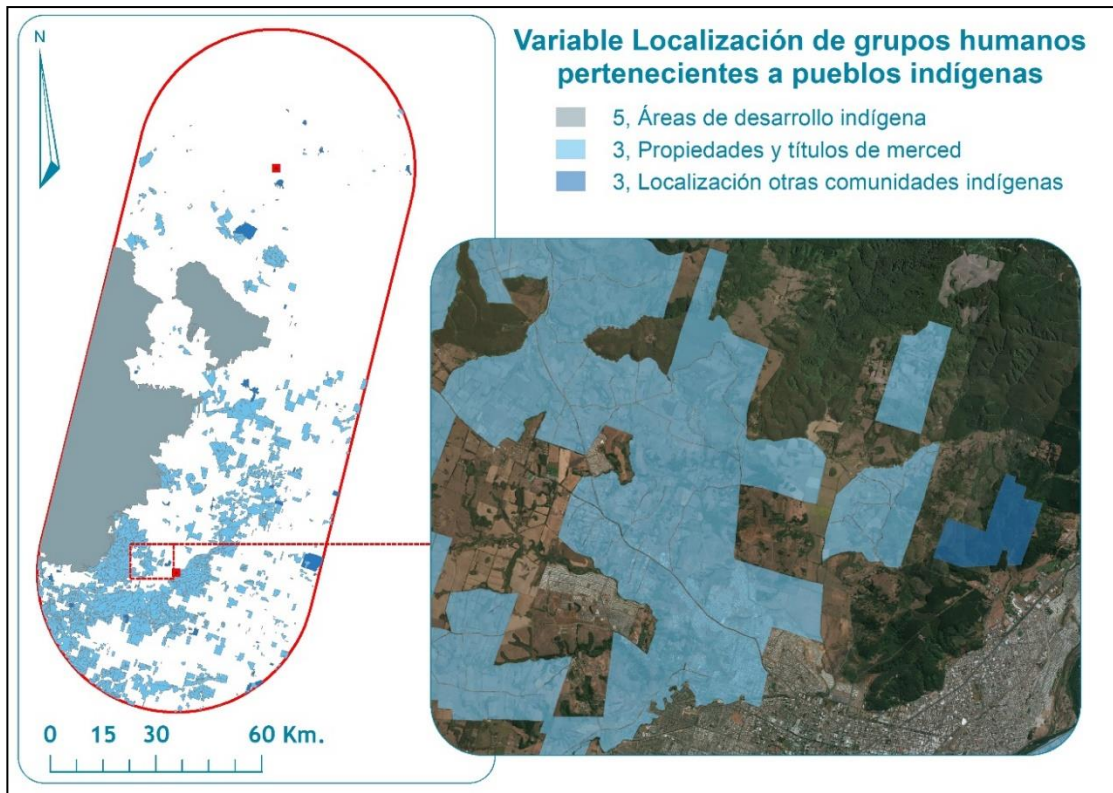


Figura 5.25, Cobertura valorizada CA_LPI

Fuente: *Elaboración propia*

5.2.3.3 Resultados preliminares: Criterio Antrópico

Para la construcción del criterio antrópico se define la siguiente ponderación presentada en la Tabla 5.17.

Tabla 5.17, Ponderación de variables del criterio territorial

VARIABLE	CÓDIGO	PONDERACIÓN
PUEBLOS INDÍGENAS	CA_LPI	40%
DENSIDAD DE POBLACIÓN	CA_DPR	20%
TAMAÑO DE LA PROPIEDAD	CA_TPR	20%
ACTIVIDAD ECONÓMICA	CA_AEC	20%

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo a partir de estas ponderaciones el resultado expuesto en la Figura 5.26.

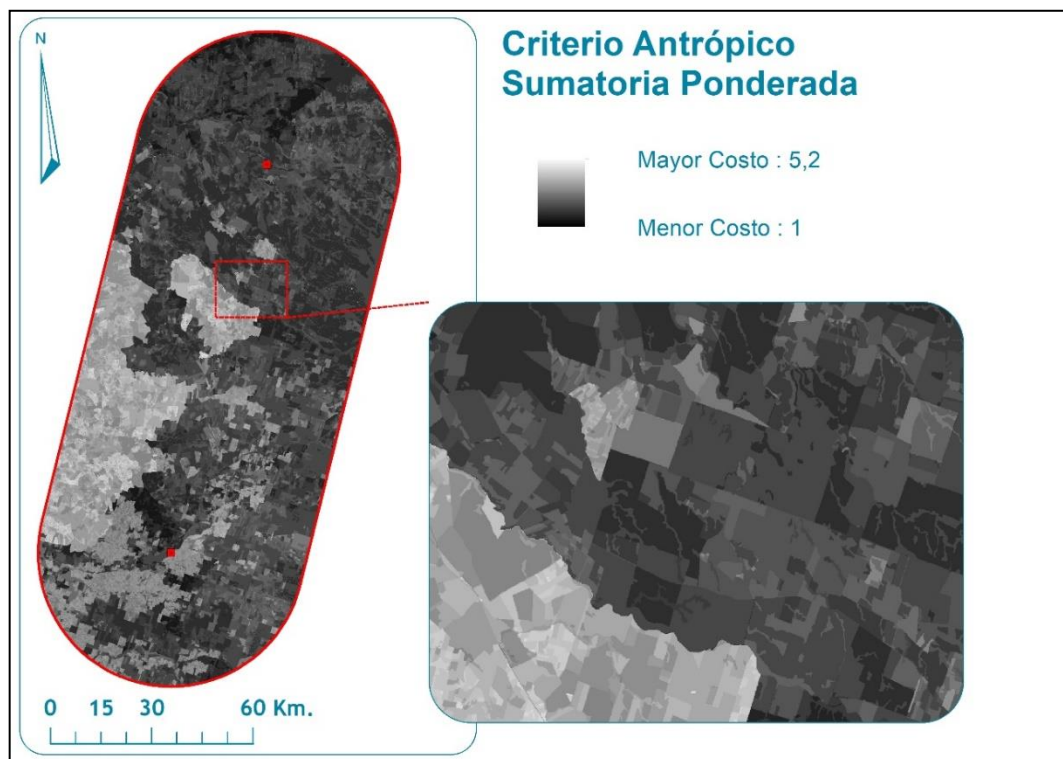


Figura 5.26, Resultado preliminar criterio antrópico

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Criterio Geofísico

5.2.4.1 Preparación y homologación de la información geográfica

Para la construcción del criterio geofísico previamente se identificaron tres variables:

- a) Fragilidad del paisaje.
- b) Riesgo de erosión.
- c) Otros riesgos derivados de las condiciones del medio físico,

Cada una de estas variables se levanta a partir de las siguientes coberturas disponibles:

- a) Fragilidad del paisaje → Se consideran coberturas existentes que coincidieran con factores para la evaluación de fragilidad del paisaje (Ver Tabla 4.5) [12]

En una primera instancia se establece como atributo de fragilidad el valor paisajístico de la cubierta, según cobertura de catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF. Este catastro, debido a su utilización previa se encuentra en la proyección correcta y cortado al área de estudio, por lo tanto, no requiere mayor preparación.

Esta misma cobertura también contiene la información de especies vegetales dominantes que permite levantar el atributo de diversidad de estratos de la vegetación. Lo mismo ocurre con la densidad de la cobertura vegetacional, debido a que esta información también se encuentra disponible en el mismo catastro.

El atributo de estacionalidad de la vegetación se obtiene de la cobertura de pisos vegetacionales Pliscoff, también utilizada anteriormente, por lo que tampoco requiere mayores procesamientos.

Los otros atributos que permiten evaluar la fragilidad del paisaje tienen relación con la topografía del área de estudio, de manera más específica pendiente y exposición de ladera. Para poder levantarlos se utiliza una cobertura de curvas de nivel para la construcción de un modelo de elevación denominado triangulated irregular network (TIN), del cual se pueden extraer los atributos antes mencionados. Las figuras a continuación presentan las coberturas de pendiente y exposición de ladera levantadas (Figura 5.27 y Figura 5.28).

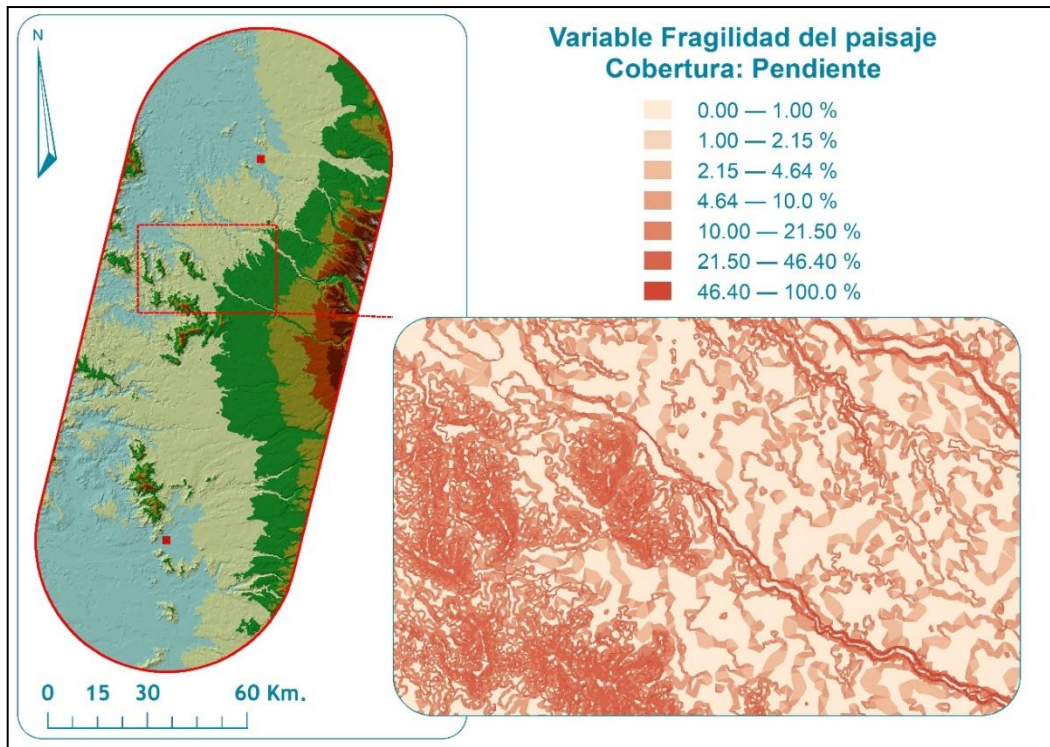


Figura 5.27, Cobertura base CG_PEV
Fuente: Elaboración propia

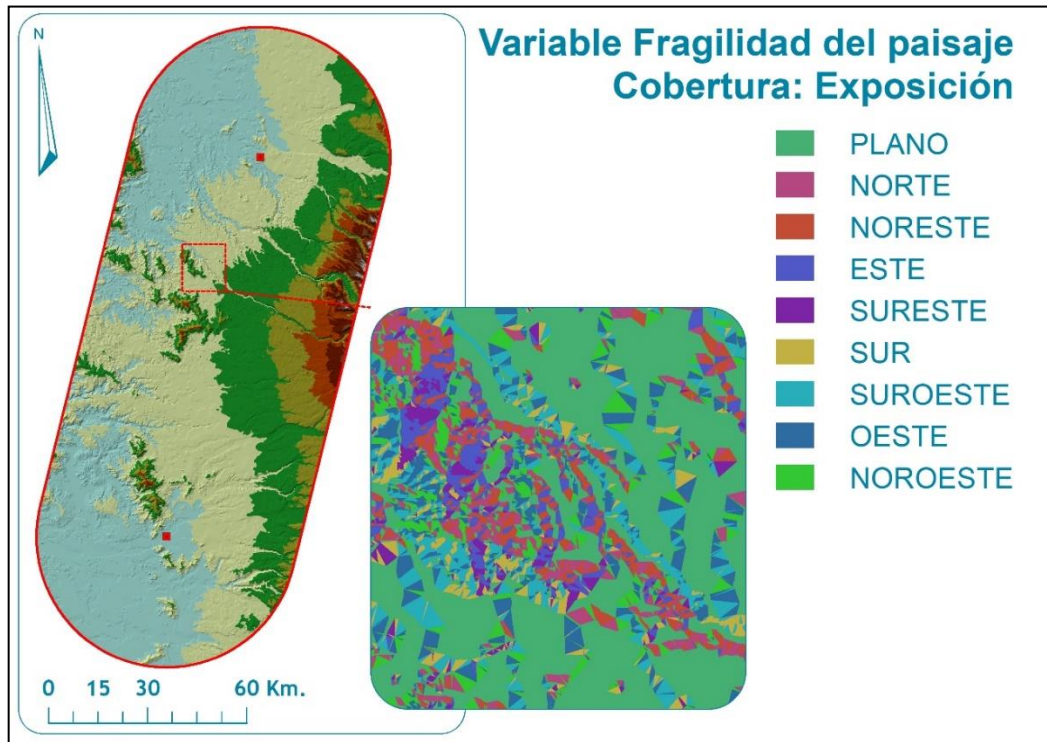


Figura 5.28, Cobertura base CG_EXP
Fuente: Elaboración propia

- b) Riesgo de erosión → Coberturas existentes que permiten evaluar riesgo de erosión.

Atributos de erodabilidad del suelo y condiciones de erosividad del entorno, ambos contrastados con la cobertura anteriormente utilizada de densidad de la cobertura vegetal.

- c) Otros riesgos derivados de las condiciones del medio físico → En cuanto a riesgos de volcanes, remoción en masa e inundaciones, no se encontró nada existente dentro del área de estudio, según las coberturas de riesgo levantadas por SERNAGEOMIN.

5.2.4.2 Valorización de variables

- a) Fragilidad del Paisaje: La valorización de la variable de fragilidad del paisaje obedece a un principio básico: mientras mayor sea el grado de fragilidad, mayor será el impacto que pueden tener los proyectos de transmisión eléctrica sobre estos.

De acuerdo a los atributos de valor paisajístico, la valorización es la siguiente (Tabla 5.18 y Figura 5.29):

Tabla 5.18, Valorización de cubierta vegetal según valor paisajístico

COBERTURA	CATEGORÍA	VALOR_AEMC
Valor Paisajístico Cubierta	Bosque mixto (Nativo - plantaciones)	5
	Bosque nativo	5
	Plantaciones forestales	2
	Caja de ríos	3
	Ríos	3
	Ciudades pueblos y zonas industriales	1
	Lago - Laguna - Embalse - Tranque	4
	Matorral	4
	Matorral Arborescente	4
	Matorral Pradera	4
	Minería Industrial	1
	Otros terrenos húmedos	3
	Otros terrenos sin vegetación	2
	Playas y dunas	4
	Praderas anuales	3
	Praderas perennes	4
	Rotación cultivo-pradera	2
	Terrenos de uso agrícola	2
	Vegas	3

Fuente: Elaboración propia

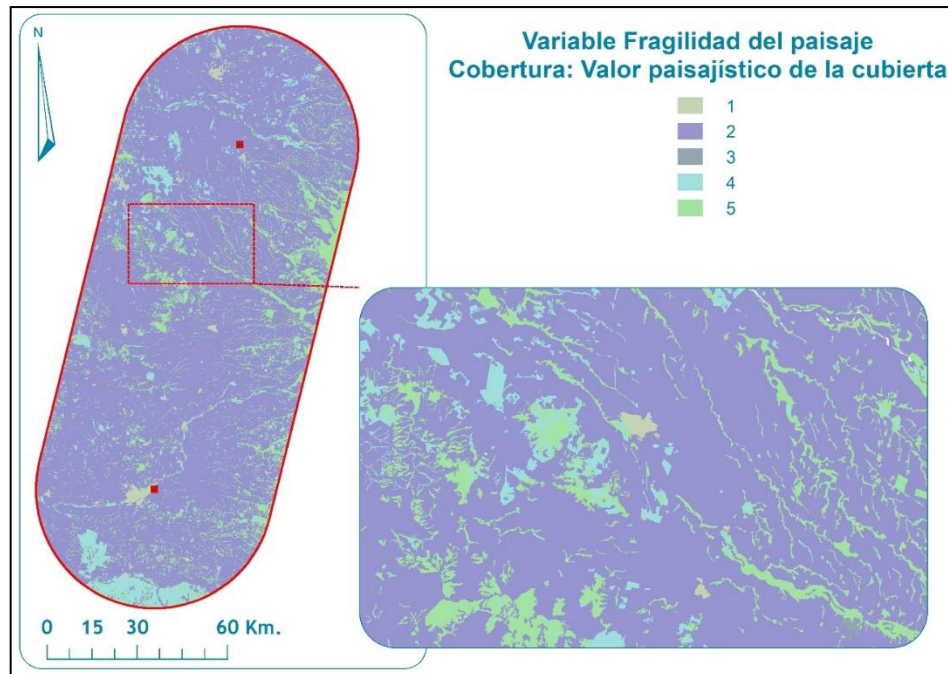


Figura 5.29, Cobertura valorizada CG_VPC
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la diversidad de especies dominantes, la cubierta se valoriza de acuerdo a las consideraciones presentadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la cobertura valorizada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 5.19, Valorización de cubierta vegetal según diversidad de especies

COBERTURA	CATEGORÍA	VALOR_AEMC
Diversidad de especies	1 especie dominante	5
	2 especies	4
	Más de 3 especies	3
	Otro	2

Fuente: Elaboración propia

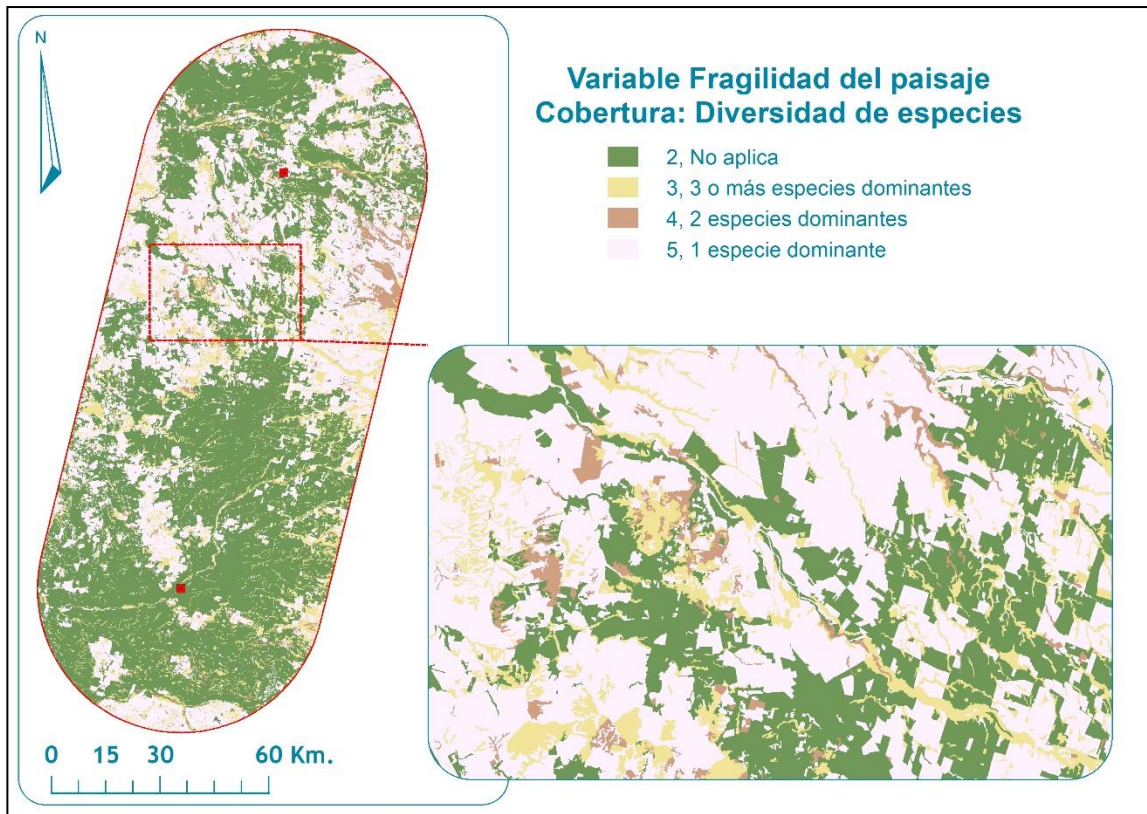


Figura 5.30, Cobertura valorizada CG_DED

Fuente: Elaboración propia

Para la valorización de la densidad de la cobertura vegetal se consideran los siguientes parámetros, presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** La cobertura valorizada se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5.20, Valorización de cobertura vegetal según cobertura

COBERTURA	CATEGORÍA	VALOR_AEMC
Densidad Cobertura vegetacional	Muy Abierto	5
	Abierto	5
	Semidenso	4
	Denso	3
	No Aplica	2

Fuente: Elaboración propia

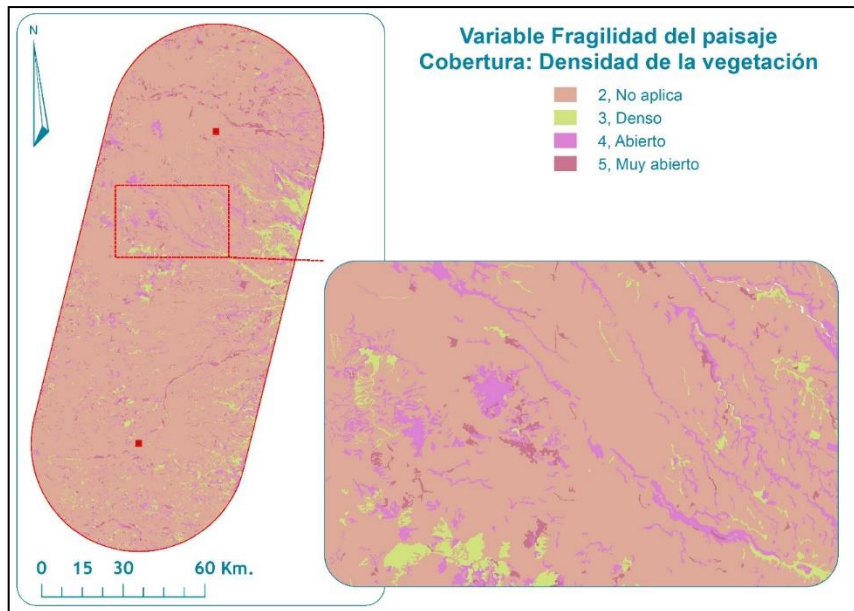


Figura 5.31, Cobertura valorizada CG_DCV
Fuente: Elaboración propia

La valorización los atributos de estacionalidad de la vegetación se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la cobertura valorizada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 5.21, Valorización de pisos vegetacionales según estacionalidad

COBERTURA	CATEGORÍA	VALOR_AEMC
Estacionalidad	Caducifolio	5
	Siempreverde - esclerófilo	3

Fuente: Elaboración propia

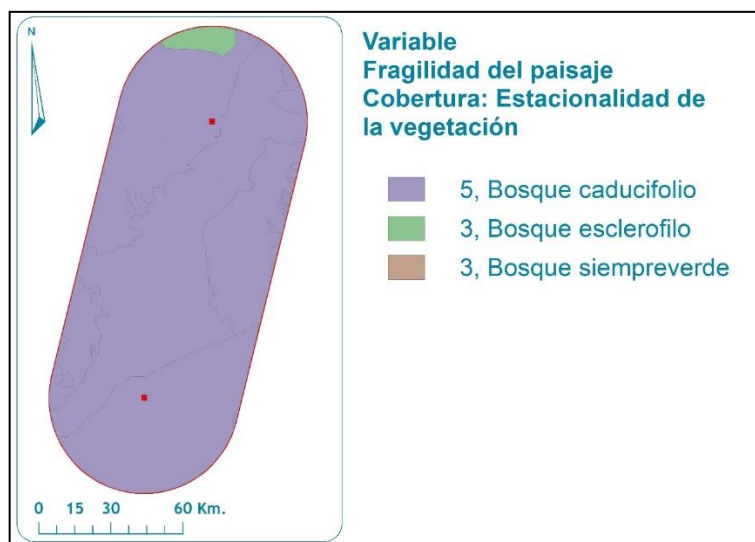


Figura 5.32, Cobertura valorizada CG_EST

Fuente: Elaboración propia

Los atributos de la topografía que influyen en la fragilidad del paisaje como son la pendiente y la exposición de ladera, se valorizan de acuerdo a las tablas siguientes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Tabla 5.22, Valorización del área de estudio según pendiente

Pendiente en Porcentaje	VALOR_AEMC
0 - 1,00%	1
1,00% - 2,15%	1
2,15% - 4,64%	2
4,64% - 10%	2
10% - 21,5%	4
21,5% - 46,4%	5
46,4% - 100%	5
> 100%	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.23, Valorización del área de estudio según exposición de ladera

Exposición	VALOR_AEMC
Plano	1
Sur a Este	2
Suroeste y Noreste	3
Norte a Oeste	4

Fuente: Elaboración propia

b) **Riesgo de Erosión:** A diferencia de la evaluación de fragilidad del paisaje, esta variable plantea condiciones que pueden dificultar el desarrollo de proyectos de transmisión y la necesidad de implementar medidas extraordinarias en la construcción para mitigar este tipo de riesgos.

La valorización de los atributos de erodabilidad del suelo y erosividad del entorno se presenta en las siguientes tablas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Así como también las correspondientes coberturas valorizadas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 5.24, Valorización del área de estudio según erodabilidad

ERODABILIDAD	VALOR_AEMC
--------------	------------

MUY BAJO	1
BAJO	2
MODERADO	3
ALTO	4
MUY ALTO	5

Fuente: Elaboración propia

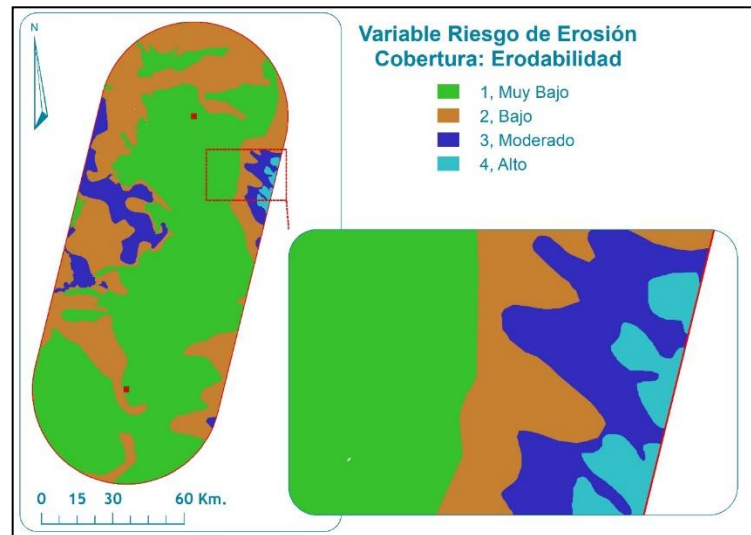


Figura 5.33, Cobertura valorizada CG_ERD

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.25, Valorización del área de estudio según erosividad

EROSIVIDAD	VALOR_AEMC
MUY BAJO	1
BAJO	2
MODERADO	3
ALTO	4
MUY ALTO	5

Fuente: Elaboración propia

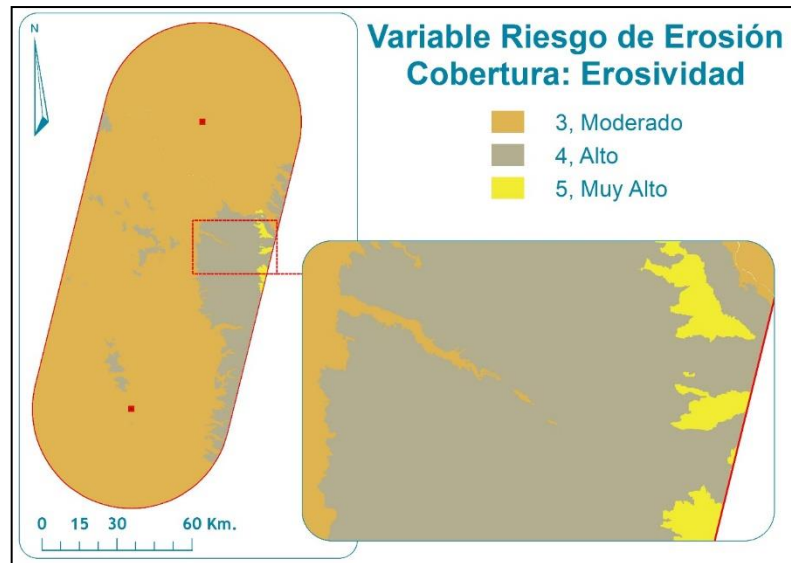


Figura 5.34, Cobertura valorizada CG_ERS

Fuente: *Elaboración propia*

Para la evaluación del riesgo de erosión, también se considera un atributo utilizado en la evaluación de fragilidad del paisaje que corresponde al grado de cobertura que tiene la vegetación sobre el suelo (Densidad de la cobertura vegetal, Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

5.2.4.3 Resultados preliminares: Criterio Geofísico

A diferencia de los criterios anteriores, para este criterio se evalúan y ponderan por separado las dos variables.

La fragilidad del paisaje se pondera relativamente de manera equitativa, de acuerdo a lo presentado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, obteniendo el resultado presentado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 5.26, Ponderación de variable fragilidad del paisaje

VARIABLE	COBERTURA	PONDERACIÓN
Fragilidad del paisaje	Valor Paisajístico Cubierta	17%
	Densidad Cobertura vegetal	17%
	Diversidad de especies	16%
	Estacionalidad	16%
	Exposición	17%
	Pendiente	17%

Fuente: *Elaboración propia*

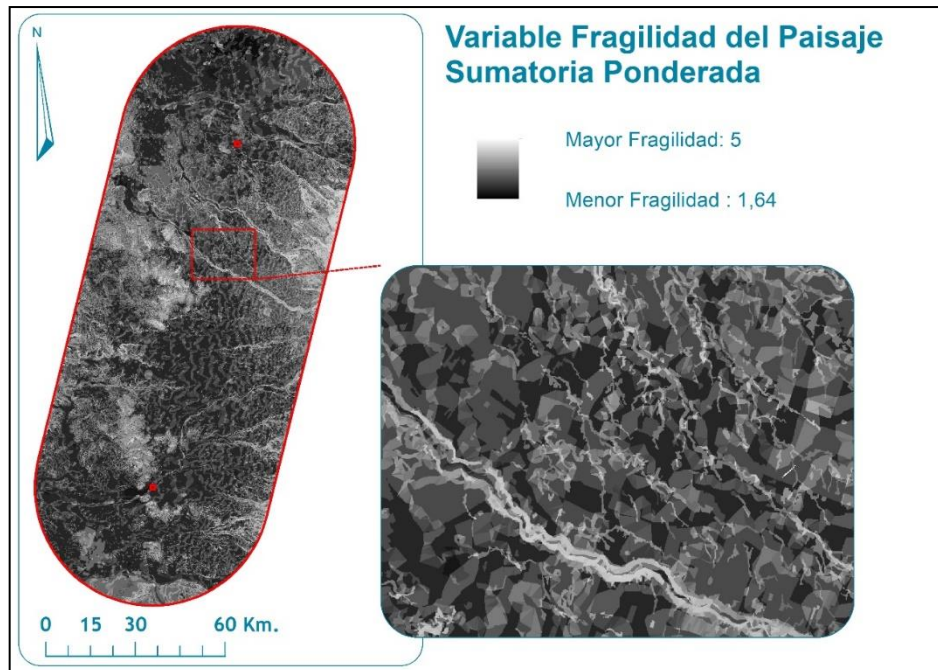


Figura 5.35, Variable fragilidad del paisaje CG_FRP
 Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la variable de riesgo de erosión se pondera según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y se obtiene la cobertura resultante expuesta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5.27, Ponderación de variable riesgo de erosión

VARIABLE	COBERTURA	PONDERACIÓN
Riesgo de erosión	Erodabilidad	25%
	Erosividad	25%
	Densidad Cobertura vegetal	50%

Fuente: Elaboración propia

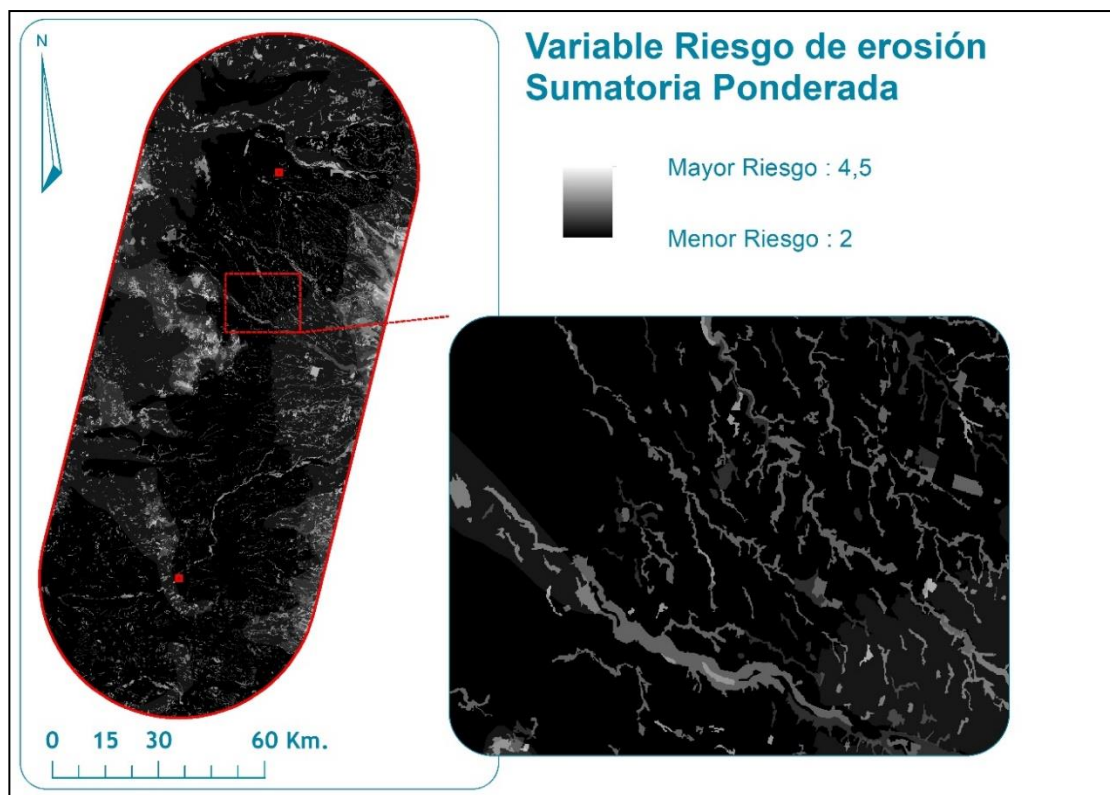


Figura 5.36, Variable riesgo de erosión CG_ERO

Fuente: Elaboración propia

De manera posterior al cálculo de las variables ya mencionadas se realiza la sumatoria ponderada para la obtención del resultado preliminar para el criterio geofísico. La ponderación se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y el resultado preliminar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 5.28, Ponderación de criterio geofísico

VARIABLE	PONDERACIÓN
Fragilidad del paisaje	50%
Riesgo de erosión	50%

Fuente: Elaboración propia

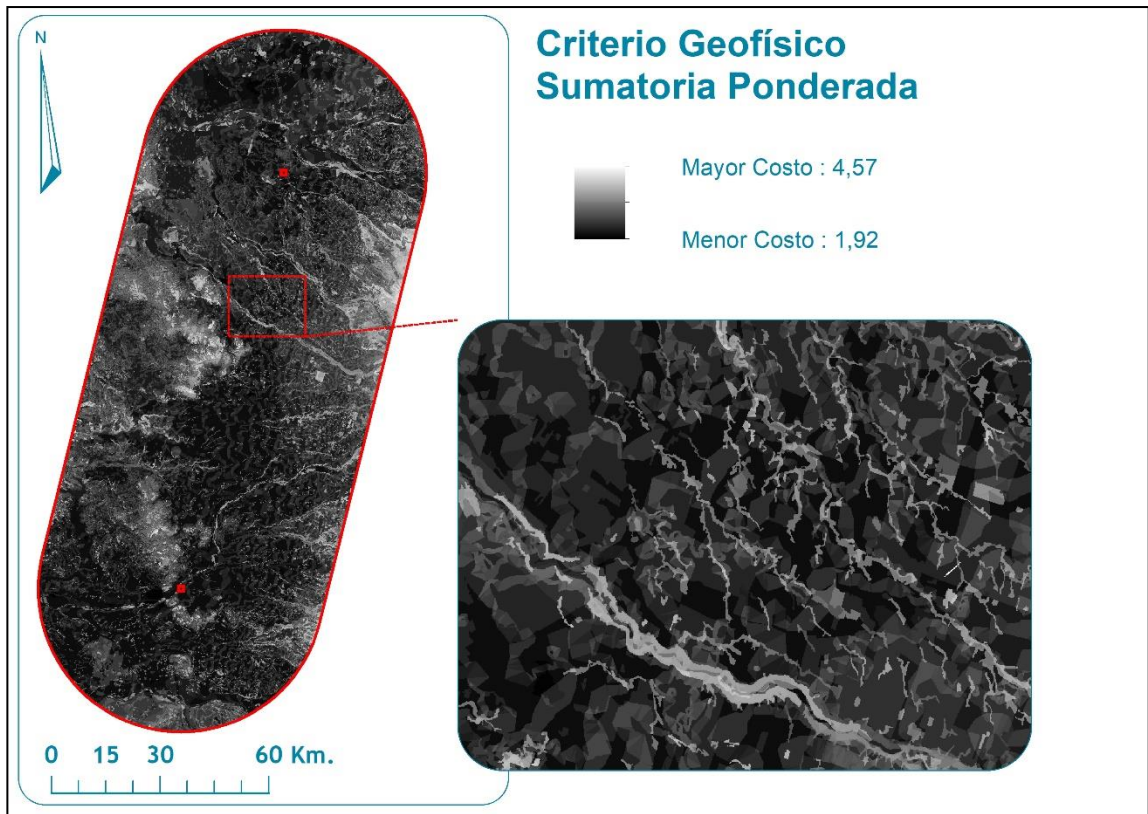


Figura 5.37, Resultado preliminar criterio geofísico
Fuente: Elaboración propia

5.3 Segunda fase de aplicación AEMC: Resultado General

Para esta segunda fase, se toman los resultados preliminares y se vuelve a realizar una sumatoria ponderada de las coberturas a modo de conseguir un resultado general que entrega el costo multicriterio para cada celda analizada dentro del área de estudio.

La ponderación utilizada fue de un 25% para cada criterio evaluado, para lo cual se obtiene el resultado presentado en la Figura 5.38

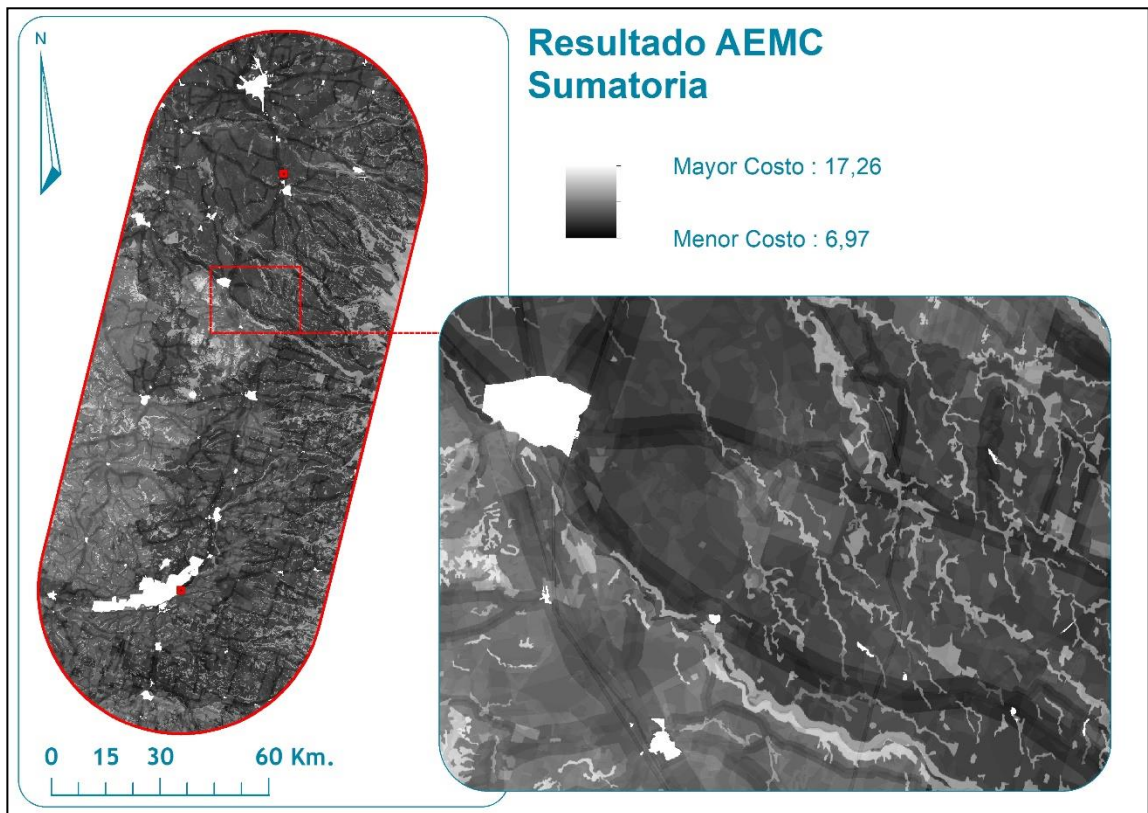


Figura 5.38, Resultado general de la aplicación AEMC
Fuente: Elaboración propia

5.4 Tercera fase de aplicación técnica de ruta de menor costo (LCP)

A partir del resultado obtenido en la etapa anterior, se desarrolla la tercera parte de la aplicación, que consiste en el cálculo de la ruta de menor costo total multicriterio que pueda conectar las dos subestaciones señaladas (Cautín y Mulchén).

Para lo anterior se obtiene el resultado presentado en la Figura 5.39.

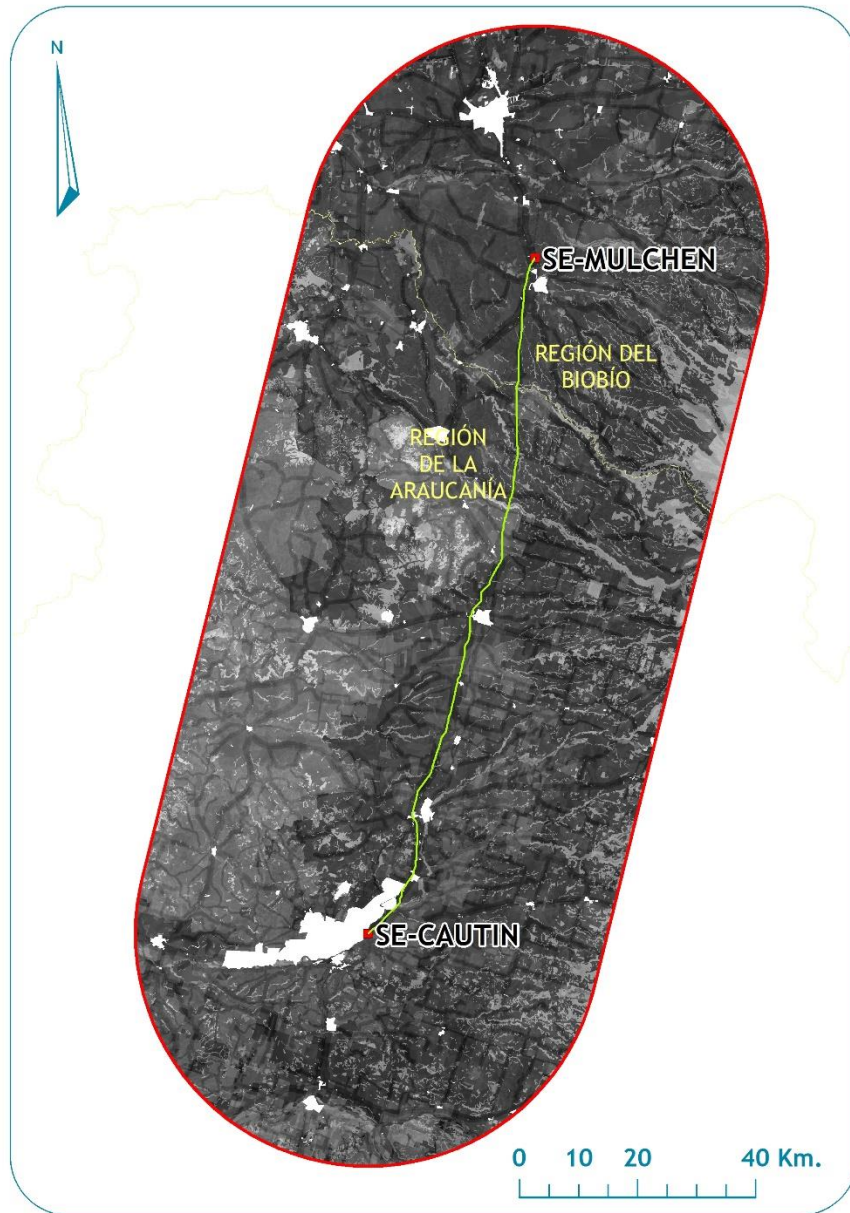


Figura 5.39, Trazado resultante a partir de las aplicaciones del AEMC y LCP
Fuente: Elaboración propia

Luego, para la obtención de la franja alternativa se selecciona dentro de un radio de 10.000 metros en torno al trazado resultante, las celdas con valores de costo multicriterio menores a 2,6. Se simplifica la cobertura resultante con herramientas de análisis espacial y se obtiene en definitiva la franja alternativa para este caso de estudio, de acuerdo a lo expuesto en la Figura 5.40.

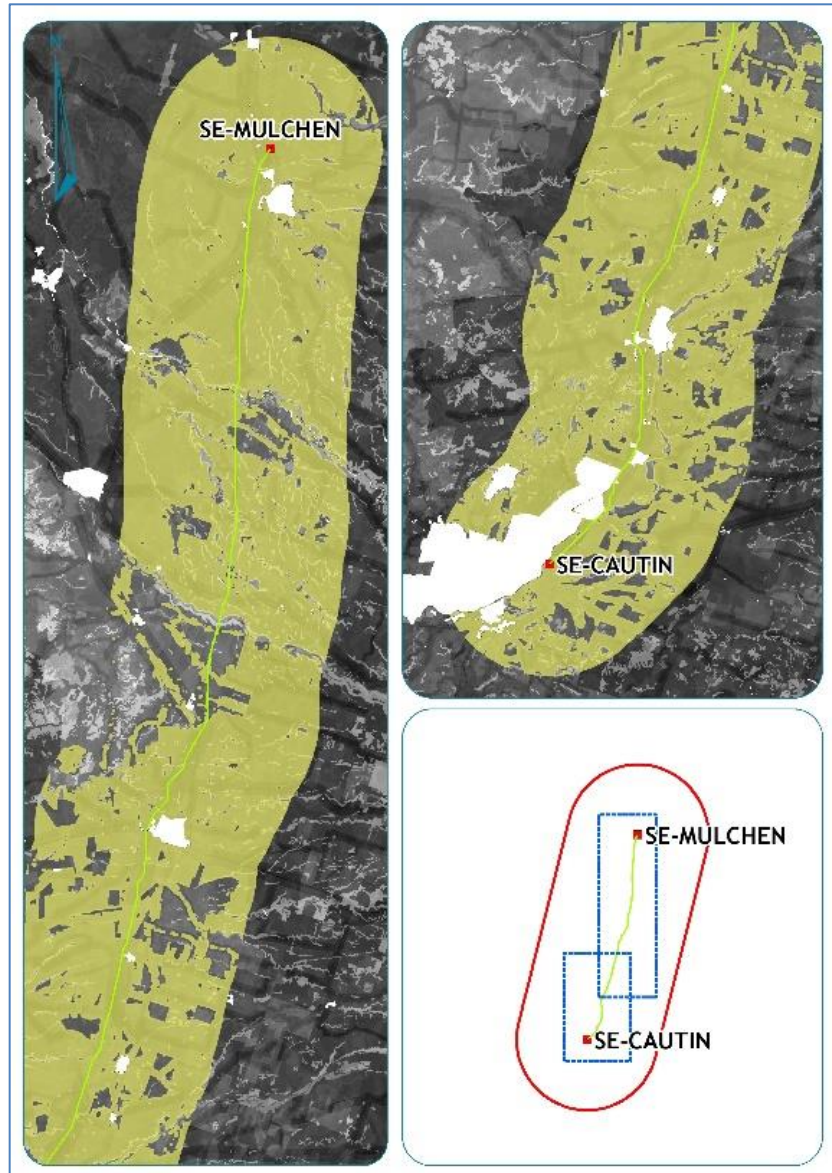


Figura 5.40, Franja resultante a partir de la aplicación del AEMC
Fuente: *Elaboración propia*

6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS FINALES

6.1 Análisis de la aplicación del AEMC

6.1.1 Resultados de la primera fase de aplicación AEMC

En una primera instancia se realiza el análisis de los resultados preliminares, para el cual se identifican las variables más relevantes que, a su vez, representan los aspectos más críticos de cada criterio levantado en la primera fase de aplicación AEMC.

- ✓ Criterio Territorio: Como se aprecia en la Figura 5.11, la variable que tiene mayor impacto dentro de este criterio es la de red vial, debido a su aporte en establecer áreas de mínimo costo territorial en torno a la vialidad existente.

Otra variable relevante para este criterio es la que representa el equipamiento y sus anillos de impacto. Como también son las que representan algún tipo de áreas de exclusión, por ejemplo, uso de suelo e instrumentos de ordenamiento territorial.

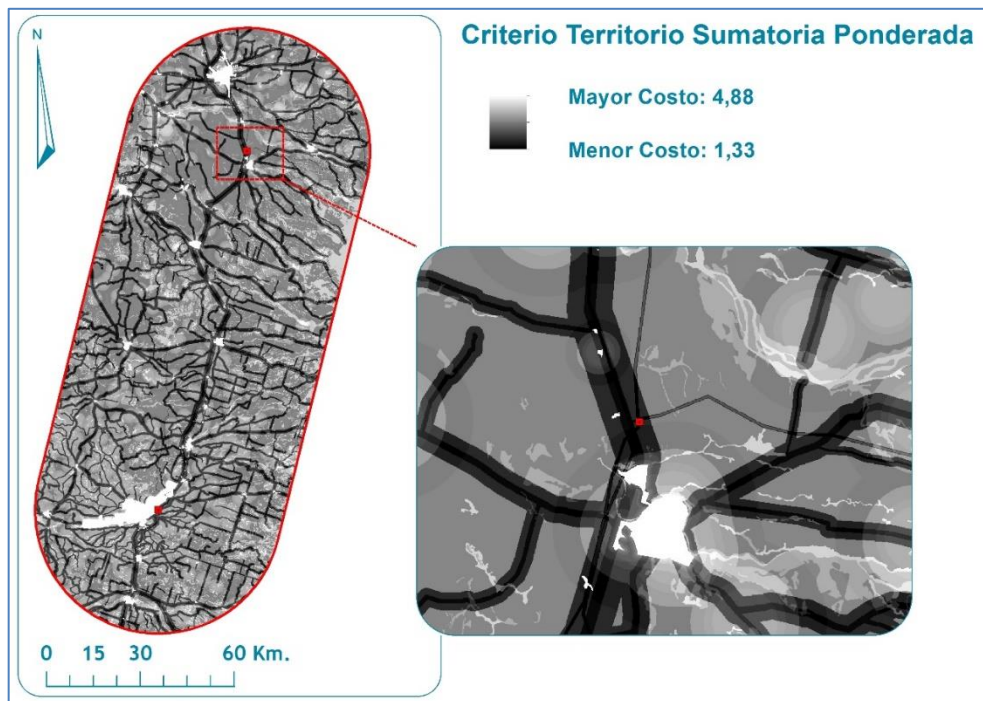


Figura 6.1, Resultado preliminar Criterio Territorio
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Criterio Medioambiente: Como se muestra en la Figura 6.2, para este criterio la cobertura con mayor impacto es la de Vegetación Nativa,

vinculada a la variable de Potenciales Restricciones Medioambientales. Se entiende que su impacto radica en que le da forma al resultado final al ser una cobertura más completa que las otras que se ponderaron para la evaluación de este criterio.

A esta cobertura se suman las que representan áreas de exclusión, como las variables de Áreas protegidas y Áreas de interés para la biodiversidad.

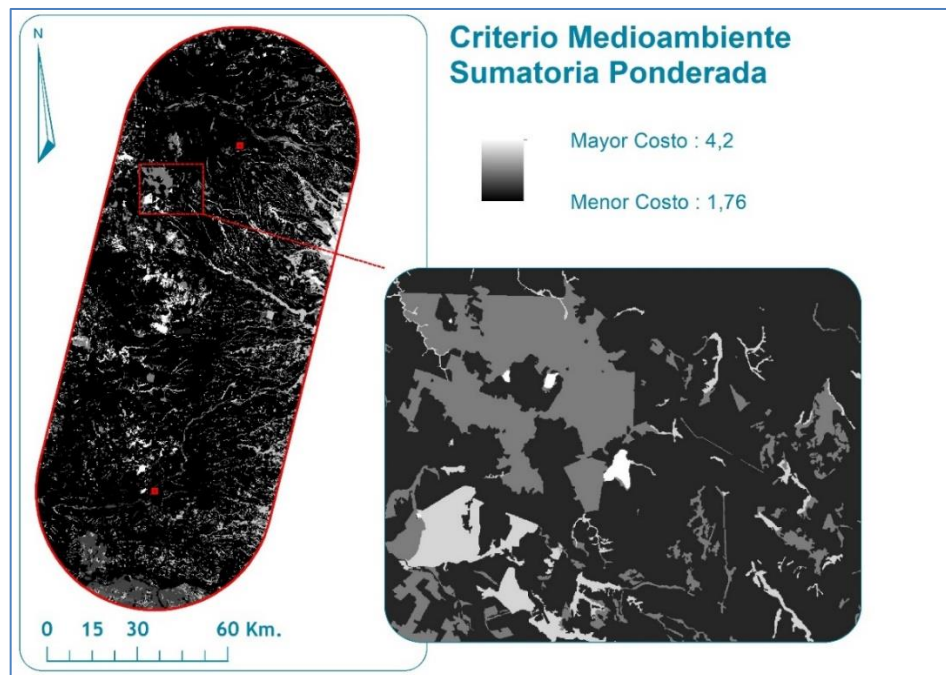


Figura 6.2, Resultado preliminar Criterio Medioambiente
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Criterio Antrópico: Tal como se aprecia en la Figura 6.3, la variable de mayor relevancia para la construcción de este criterio es Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas, de manera especial las categorías que representan las Áreas de desarrollo indígena.
- ✓ Criterio Geofísico: Tal como se distingue en la Figura 6.4, el criterio geofísico es bastante heterogéneo en cuanto al impacto de las variables y las coberturas que lo componen, tanto Fragilidad del paisaje como Riesgo de erosión.

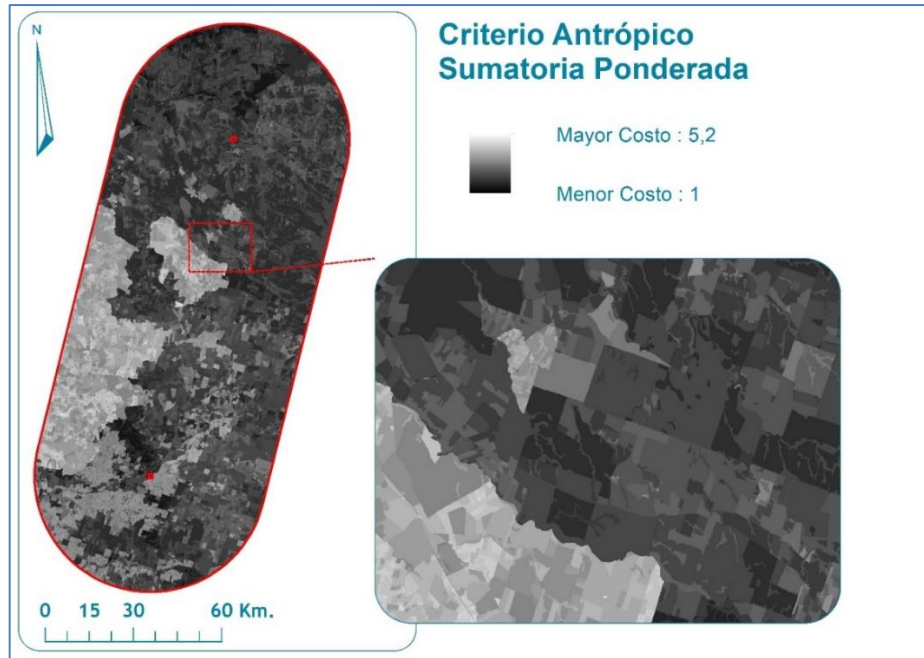


Figura 6.3, Resultado preliminar Criterio Antrópico
Fuente: Elaboración propia

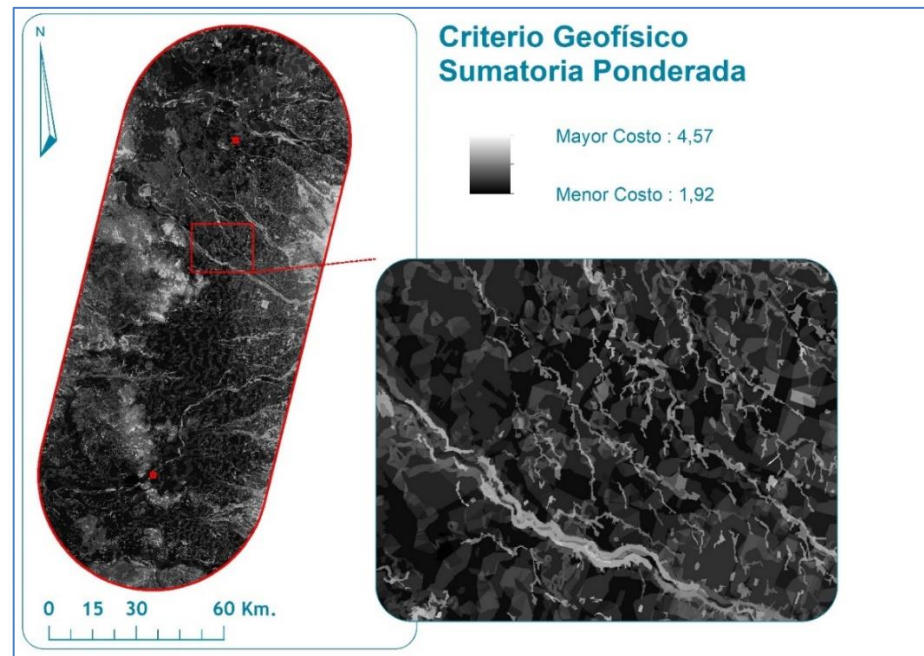


Figura 6.4, Resultado preliminar Criterio Geofísico
Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Resultados de la segunda fase de aplicación AEMC

De manera posterior, se lleva a cabo la sumatoria ponderada de los criterios ya mencionados y se obtiene el resultado general producto de la segunda fase de aplicación del AEMC. Este resultado es el que se expone en la Figura 6.5.

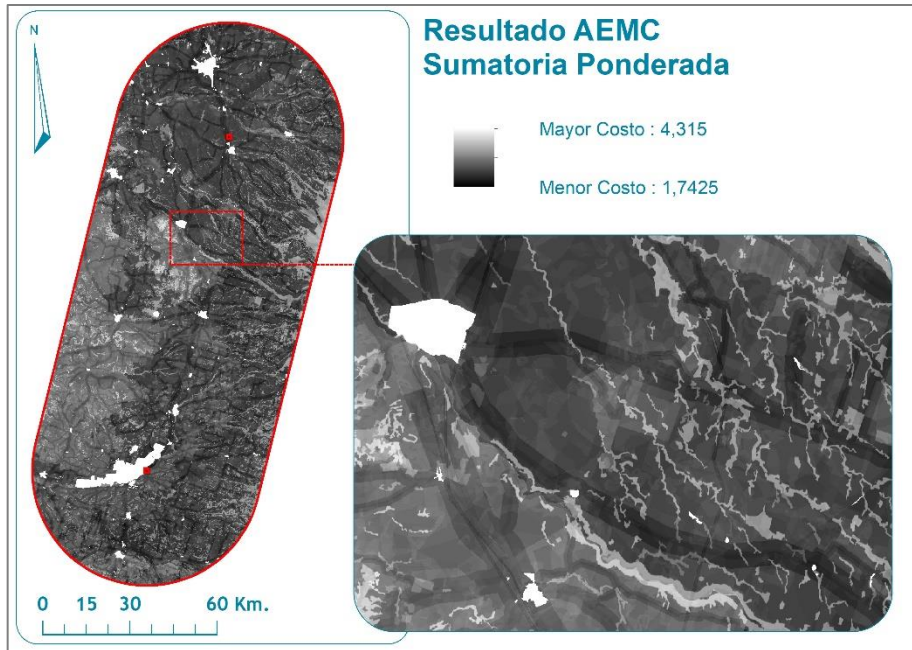


Figura 6.5, Resultado general de la aplicación AEMC

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, el resultado de la aplicación AEMC genera una cobertura bastante heterogénea donde se distingue con gran claridad las áreas definidas como de exclusión.

También es destacable como se mantiene el impacto en la valorización final de la red vial y de las áreas de desarrollo indígena. Así como en menor medida se distingue la influencia de las variables de fragilidad del paisaje, riesgo de erosión y cobertura vegetal y uso de suelo.

El resto de las variables contribuye en este resultado de una cobertura heterogénea, donde las distintas ponderaciones entregan valorizaciones variadas a la totalidad del área de estudio.

6.1.3 Resultado de la tercera fase de aplicación técnica de ruta de menor costo (LCP)

Luego de haber levantado las variables relevantes, construido los criterios de análisis y determinado la valorización ponderada de la totalidad del área de

estudio mediante la aplicación del AEMC, se determina la alternativa de trazado de menor costo multicriterio²⁵ dentro del área evaluada.

El trazado resultante es el que se muestra en la Figura 6.6, tiene una extensión de 124,27 [km] y representa un costo multicriterio promedio de 2,17²⁶.

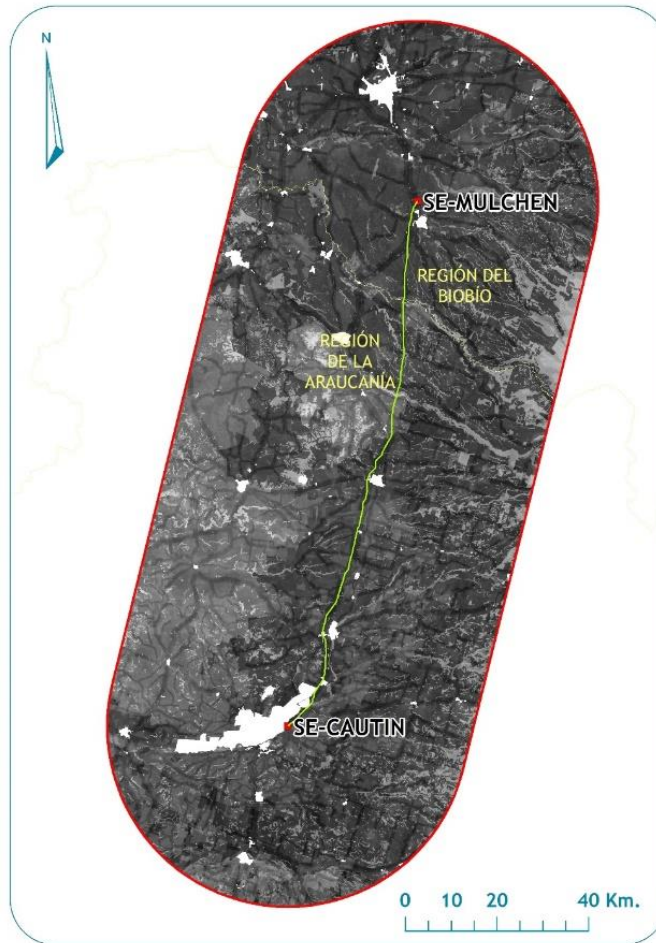


Figura 6.6, Trazado resultante a partir de las aplicaciones del AEMC y LCP
Fuente: Elaboración propia

El trazado resultante es bastante cercano a la ruta más corta en longitud, y se ve altamente influenciado por la atracción propuesta por la valorización de la vialidad existente.

Como parte de esta etapa, también se construye la franja alternativa, como se presenta en la Figura 6.7. Lo más destacable que se presenta en esta franja

²⁵ Costo multicriterio: territorial, medioambiental, antrópico y geofísico

²⁶ Dentro de un rango de referencia de 1 a 5, donde 5 representa el mayor costo evaluado, por ende, las áreas más críticas para el desarrollo de un proyecto de transmisión.

resultante es la influencia de las áreas de desarrollo indígena y la presencia importante de bosque nativo en algunas zonas.

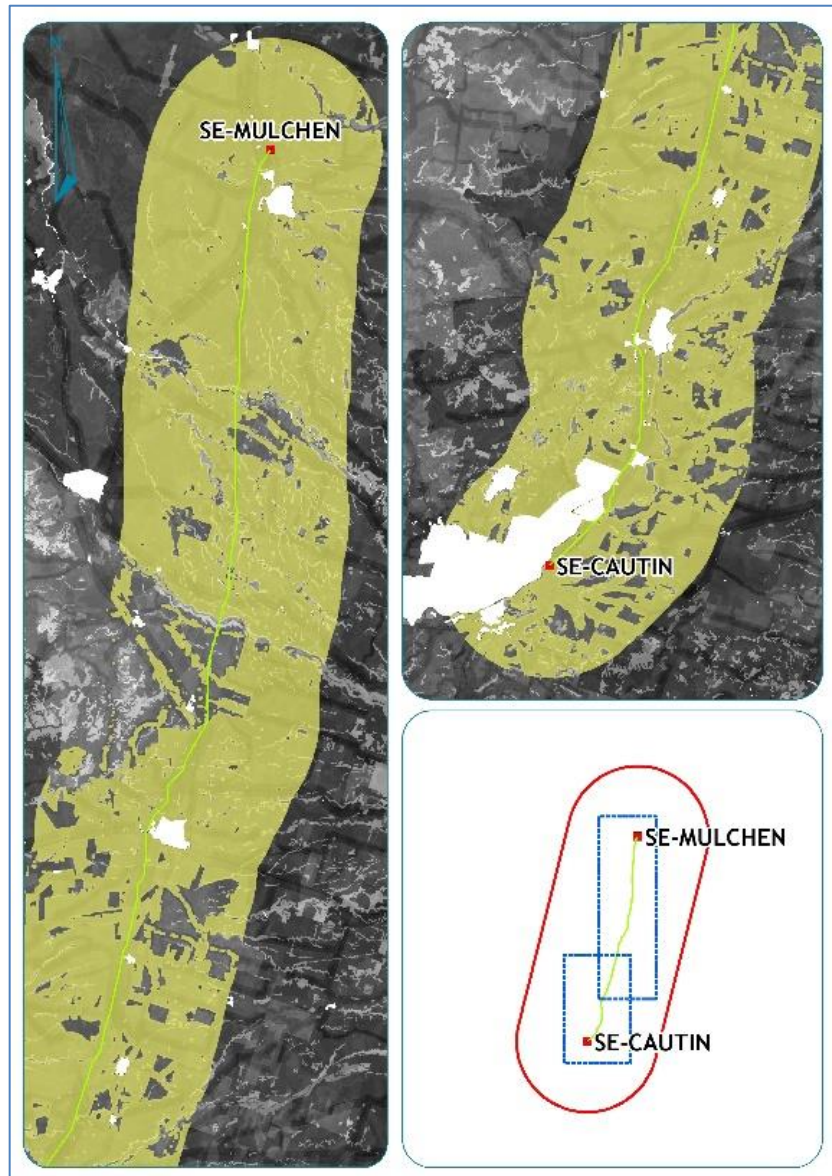


Figura 6.7, Franja resultante a partir de la aplicación del AEMC
Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Identificación y análisis de aspectos críticos

Este proceso se enmarca en el contexto del análisis de los resultados obtenidos, para lo cual esta identificación de aspectos críticos se realiza en torno al trazado resultante.

Para esta aplicación se entienden como aspectos críticos, aquellas situaciones especiales del trazado resultante que puedan implicar posibles modificaciones posteriores al trazado definitivo con su respectiva franja de seguridad.

En el marco de la presente investigación, la identificación de aspectos críticos se realiza a partir de la cobertura resultante de la aplicación del AEMC, que entrega para cada celda contenida dentro del área de estudio un valor del costo multicriterio que tendría en caso de verse afectada por un proyecto de transmisión eléctrica.

Con esta cobertura de base se realiza una selección de las áreas de mayor costo multicriterio en torno al trazado resultante, los cuales son resultado de la coincidencia de variables y atributos de valorización crítica en determinadas zonas, las cuales se denominarán Hotspot.

A lo largo del trazado resultante, se identificaron 18 Hotspot²⁷ los cuales obedecen relativamente a la coincidencia de variables y atributos comunes para varios de ellos, las cuales determinan que el resultado final arroje mayores valores.

Entre estas variables y atributos comunes, las más recurrentes son:

- Identificación de parches de bosque nativo
- Áreas de influencia de equipamiento crítico, como establecimientos educacionales o de salud.
- Sectores con muy baja densidad de población.
- Áreas de alta fragilidad del paisaje.
- Áreas de alto riesgo de erosión.
- Áreas de desarrollo indígena
- Fuera de la influencia de la red vial o líneas de transmisión

De manera especial, se destaca el caso de la afectación de una propiedad con actividad turística (Balneario), que se presenta en la Figura 6.8

²⁷ Ver Anexo 5

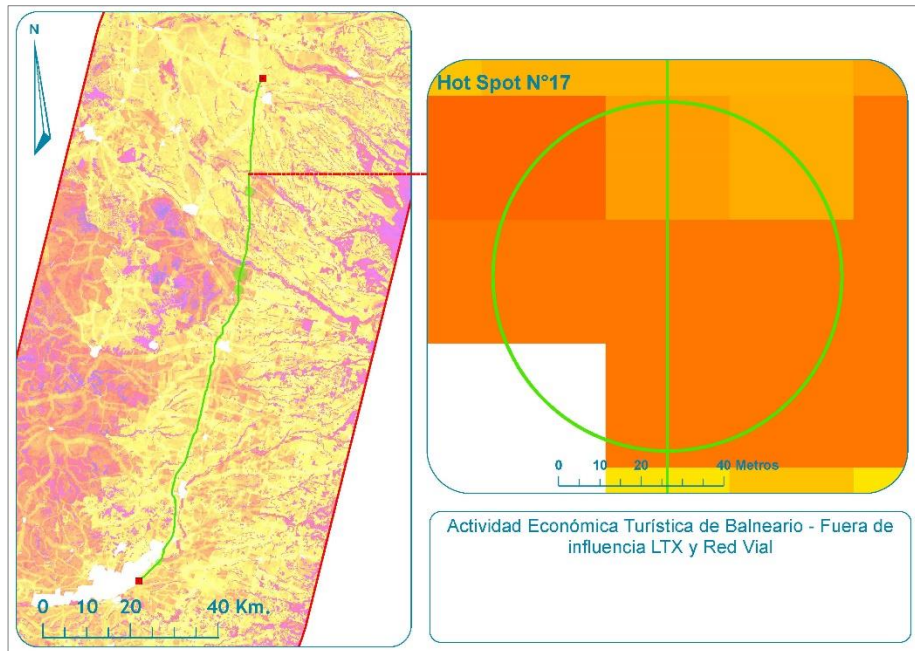


Figura 6.8, Afectación de balneario
 Fuente: *Elaboración propia*

Para un caso real de aplicación de esta metodología, este caso debiera tenerse en consideración para el proceso de validación de resultados, a modo de identificarlo como aspecto crítico e ingresar este atributo especial en el análisis.

6.1.5 Sensibilización de los resultados

La ruta de menor costo obtenida en el resultado anterior, corresponde a un resultado AEMC evaluado con una misma ponderación para cada criterio. Sin embargo, cabe cuestionar si esta ponderación es la mejor que representa las condiciones multicriterio del área estudiada.

Para lo anterior, se realiza un análisis de sensibilidad simple, donde se recalculan las rutas de menor costo a partir de distintas combinaciones posibles de las ponderaciones de los criterios. Calculando también una ruta de menor costo para cada uno de los criterios:

- Criterio territorio (CT)
- Criterio Medioambiente (CM)
- Criterio Geofísico (CG)
- Criterio Antrópico (CA)

Las ponderaciones utilizadas se presentan en la Tabla 6.1 y las rutas de menor costo resultantes se muestran en la

Tabla 6.1, Ponderaciones para la evaluación de distintos trazados resultantes

	CT	CM	CG	CA
Resultado A	25%	25%	25%	25%
Resultado B	20%	30%	20%	30%
Resultado C	20%	30%	10%	40%
Resultado D	15%	40%	30%	15%
Resultado CT	100%	0%	0%	0%
Resultado CM	0%	100%	0%	0%
Resultado CG	0%	0%	100%	0%
Resultado CA	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las rutas de menor costo obtenidas se puede plantear que las rutas multicriterio, aún con distintas ponderaciones, tienden a mantenerse relativamente similares, lo cual indica que la sensibilidad de los resultados en cuanto a la modificación de las ponderaciones es relativamente baja salvo en algunos tramos.

Por otra parte, al contraponer el resultado base (A) con los resultados particulares para cada criterio se puede inferir que los criterios territorio, medioambiente y antrópico se presentan como criterios más críticos, debido a que la variación de sus rutas resultantes respecto del resultado base es mayor que lo que pasa con

el criterio geofísico. Esto se condice también con el análisis previamente realizado, que indica que el criterio geofísico entrega un resultado de mayor heterogeneidad en las valorizaciones resultantes, a diferencia de los otros criterios donde sí se pueden identificar aspectos más críticos.

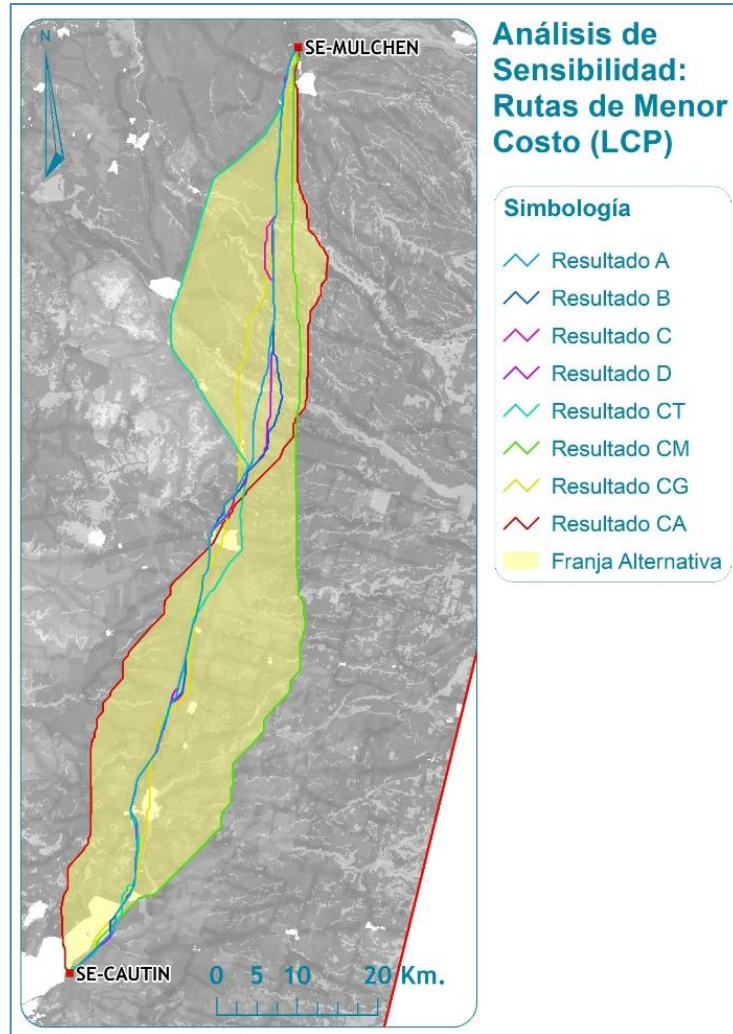


Figura 6.9, Rutas de menor costo resultantes del análisis de sensibilidad
Fuente: Elaboración propia

6.1.6 Opción de tramos subterráneos

Dentro de la ruta de menor costo resultante hay tramos en que esta pasa entre áreas excluidas del análisis (Ver Figura 6.10), restringiendo de manera importante la amplitud de las franjas de servidumbre de una posible línea de transmisión.

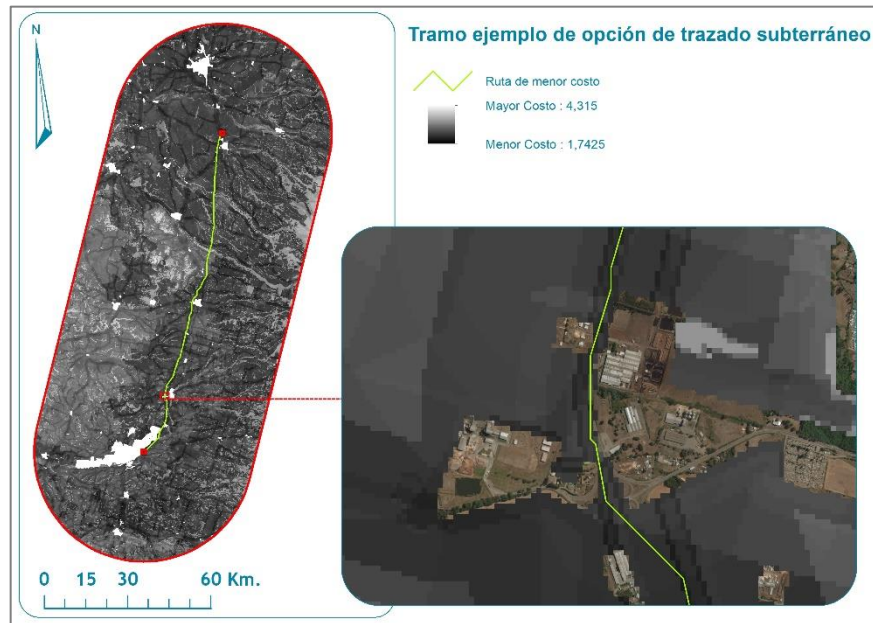


Figura 6.10, Ejemplo de tramo para opción de trazado subterráneo
Fuente: Elaboración propia

Efectivamente el costo multicriterio de la ruta es menor respecto de otros y, de igual forma, el largo de la línea resultante también es menor, sin embargo, para proceder con esta alternativa como resultado final del correspondiente estudio de franjas, se debe proponer para estos tramos definir la opción de líneas subterráneas.

Para este caso se debe realizar la respectiva evaluación económica en la que se compare el costo de tener ciertos tramos subterráneos o de tener una línea totalmente aérea, pero de mayor extensión y con un poco más de impacto en los territorios afectados.

6.2 Recomendaciones metodológicas

6.2.1 Respecto del levantamiento y adquisición de información geográfica

- ✓ El reglamento para la determinación de franjas preliminares establece una serie de contenidos para los estudios de franja, dentro de los cuales se

plantea la incorporación de un levantamiento de información referido a los distintos tipos de concesiones existentes en el país.

Sin embargo, este es un tipo de levantamiento de alta complejidad como para desarrollar dentro de esta investigación, debido a la alta fragmentación de las fuentes de información existentes y de la información misma, por ejemplo, si bien las concesiones mineras están mapeadas, generalmente la información se encuentra desactualizada, o también las concesiones eléctricas se deben levantar una a una, porque en los registros se encuentran separadas por solicitud.

Pero más aún, la dificultad de este tipo de levantamiento debe estar incorporada dentro de la asignación de recursos y tiempos para el desarrollo real de un estudio de franja, es decir, llegado el momento de evaluar las ofertas técnicas y económicas es relevante que los consultores no pasen por alto este punto, y desarrollen de manera adecuada la metodología a aplicar para este levantamiento y los costos asociados. Misma consideración para los levantamientos de información vinculados a las propiedades fiscales, municipales, militares o particulares; así como también para los levantamientos de información específica relativa a la fauna silvestre.

- ✓ Existen ciertas coberturas que para el ejercicio de aplicación se adaptaron para la obtención de las respectivas variables, sin embargo, es importante especificar que para los estudios de franja a realizar se recomienda el levantamiento o la adquisición de información geográfica especializada.
 - Densidad de población → Población total INE (Actualización Censo 2017)
 - Tamaño de propiedad → Propiedades CIREN
 - Concesiones → Realización de un Catastro de concesiones para las franjas definitivas
 - Propiedades → Realización de un Catastro de propiedades para las franjas definitivas
 - Hábitat y/o rutas migratorias de fauna nativa → Levantamiento de línea de base
- ✓ Al unir varias coberturas para el levantamiento de alguna de las variables se recomienda seguir la siguiente pauta:

- 1) Revisar con detalle la información contenida en cada cobertura
- 2) Sistematizar la información contenida en una tabla
- 3) Preparar campos de control para la cobertura de salida
- 4) Unir las coberturas utilizando la herramienta [UNION] de las herramientas de análisis, debido a que mantiene toda la información original
- 5) Homologar la información dentro de los campos de control guiándose en la sistematización previamente realizada.
- 6) Eliminar información adicional que no servirá para el posterior análisis

6.2.2 Respecto del procesamiento de la información

- ✓ Se debe poner atención en los resultados finales al rasterizar coberturas del tipo del Catastro de Uso de Suelo y Vegetación CONAF, así como en el trabajo directo con información obtenida desde las imágenes satelitales, debido al porcentaje de error de algunas categorías a partir de la calidad de la imagen original.

Por esto se recomienda una revisión general de los resultados valorizados, poniendo especial atención en las áreas que quedarán excluidas de análisis.

Por ejemplo, dentro de la cobertura de uso de suelo se produce un error debido a que la carretera ruta 5 Sur en región del Biobío, se encuentra clasificada como área urbana, por tanto, de forma automática queda valorizada con 0, lo cual no corresponde por lo que se corrige de forma manual se asigna nueva categoría: "Carretera" se valoriza con 2. Dentro de la misma cobertura se corrigen polígonos de río valorizados como "Lagos - Lagunas - Embalse – Tranque"

- ✓ Existen ciertas variables para las cuales se decidió no establecer áreas de exclusión, debido a las limitaciones que puede representar en el cálculo final.

Por ejemplo, para la variable vialidad se consideran franjas preferentes en torno a los ejes de las vías, en una primera instancia se consideró excluir

del análisis la faja vial debido a que, si bien un proyecto de transmisión puede desarrollarse de manera paralela al eje, las estructuras no pueden construirse sobre las vías.

Sin embargo, al excluir esta faja vial, el resultado final no permitirá el cruce de los caminos de un lado al otro, restringiendo los resultados finales.

- ✓ Las variables levantadas para construir cada criterio a evaluar, se pueden clasificar en dos tipos:
 - Variables de caracterización, que son aquellas que caracterizan de forma completa el área de estudio con distintos atributos valorizados.
 - Variables de exclusión, cuya importancia es definir áreas específicas a excluir del análisis final.

Ambos tipos de variables inducen a un error al ponderarse bajo los mismos criterios, debido principalmente a que para las variables de exclusión queda gran parte del área de estudio valorizada por defecto para diferenciarla de las áreas a excluir y no con una valorización adecuada a sus condiciones reales.

Una de las alternativas para resolver esta situación es bajar las ponderaciones finales de estas variables al momento de construir los criterios, entendiendo que a pesar de que tengan una ponderación muy baja las áreas de exclusión de igual forma quedarán fuera del análisis.

Otra de las opciones para resolver este problema es realizar el análisis de áreas de exclusión de manera separada del análisis multicriterio, de manera de incorporar las áreas de exclusión en una etapa final del análisis, restando la influencia de las áreas no evaluadas correspondientes a este tipo de variables.

Por ejemplo, cuando se realiza el levantamiento de la variable medioambiental de áreas protegidas se identifican dentro del área de estudio todos los polígonos que se identifiquen a partir de las modalidades de protección oficiales vigentes en el país, las cuales en superficie suman 474 hectáreas. Sin embargo, con la finalidad de establecerlas como áreas de exclusión, al resto del área de estudio²⁸ se le asigna la valorización

²⁸ 1.421.887 [há]

mínima dentro del AEMC, situación que finalmente induce a una baja en la valorización total del criterio resultante.

6.2.3 Respeto de la validación de resultados obtenidos

Una vez concluida la aplicación del AEMC y obtenida la ruta de menor costo (LCP), es importante validar los resultados obtenidos debido a que la automatización del proceso puede dejar de lado aspectos que pueden implicar la necesidad de acciones o consideraciones especiales a la hora de decretar el trazado definitivo y su respectiva franja de afectación.

El procedimiento recomendado para la realización de esta validación se compone de las siguientes etapas:

- Revisión del trazado resultante
- Identificación de aspectos críticos
- Campaña de terreno
- Post-procesamiento incorporando observaciones y aspectos críticos en la evaluación
- Sensibilización de los resultados

Cada etapa se detalla a continuación:

6.2.3.1 Revisión del trazado resultante

Esta primera etapa de validación del resultado consiste en la revisión en gabinete del trazado resultante y del área posiblemente afectada por la franja alternativa.

Esta revisión se debe realizar en función de las imágenes aéreas disponibles, detectando elementos del área afectada que puedan representar problemáticas para la tramitación del proyecto de transmisión y que hayan quedado fuera en la aplicación del AEMC.

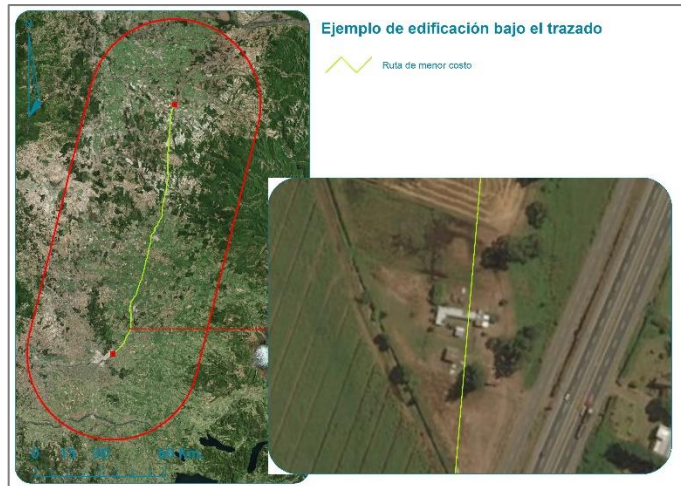


Figura 6.11, Ejemplo de edificación bajo el trazado
Fuente: *Elaboración propia*

Los elementos posibles de detectar en esta etapa corresponden principalmente a los siguientes:

- Edificaciones residenciales
- Equipamiento comunitario (Canchas de fútbol, sedes sociales)
- Puentes o pasarelas
- Estructuras de transmisión o distribución de energía eléctrica
- Cruces BNUP de gran envergadura que requieran obras especiales

6.2.3.2 Identificación de aspectos críticos

Otra etapa importante a considerar dentro de la validación de los resultados es identificar, a lo largo del trazado resultante, áreas que sobrepasen de forma notable la valorización promedio de la línea y evaluarlas para definir si existen aspectos críticos que originen estos lugares de conflicto (hotspot).

La evaluación de los hotspot se debe realizar a partir de las variables que originan la construcción de cada criterio. El hotspot se genera como consecuencia de la coincidencia de múltiples variables con alta valorización en un sector específico, como se presenta en el ejemplo de la Figura 6.12.

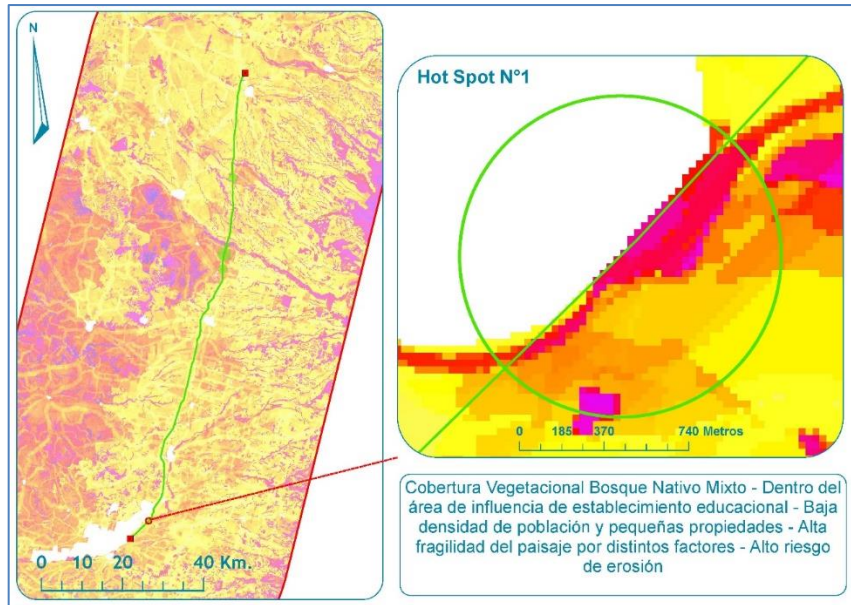


Figura 6.12, Ejemplo de lugar de conflicto (Hotspot)

Fuente: *Elaboración Propia*

Este análisis de los hotspot del trazado resultante permite identificar los aspectos críticos a tener en consideración de poner atención dentro de la etapa siguiente de campaña de terreno.

6.2.3.3 Campaña de terreno

A partir de los análisis realizados en las etapas de validación anteriores, y con el objetivo de chequear en terreno la existencia de problemáticas no posibles de dimensionar en base a un trabajo de gabinete, es necesario realizar una revisión de campo de los resultados previamente obtenidos.

Es importante planificar y programar cada actividad, conseguir los permisos necesarios y mantener un protocolo de acercamiento a la comunidad local que sea consistente con la metodología de consulta y participación ciudadana.

6.2.3.4 Post-procesamiento incorporando observaciones y aspectos críticos en la evaluación

Los resultados obtenidos en la realización de los procesos de validación anteriores, permitirán volver a alimentar las variables con las que se realizó el análisis multicriterio en una primera instancia, introduciendo elementos críticos a considerar en un nuevo cálculo de rutas óptimas para los trazados resultantes. Todo lo anterior enmarcado dentro de un área de estudio mucho más acotada, determinada por la franja alternativa establecida.

6.2.3.5 Análisis de sensibilidad

Teniendo en consideración de los nuevos resultados obtenidos, una opción interesante es sensibilizar las rutas resultantes a partir de variables o criterios que puedan ser de mayor relevancia para ciertas áreas de estudio, que pudieran contribuir en constituirse como alternativas de trazado para situaciones especiales.

6.2.4 Respetto del proceso de licitación de los estudios de franja.

Respetto de la licitación de los estudios de franja, se recomienda que las bases técnicas consideren en todo momento un enfoque sistémico y multidisciplinario, para conseguir que los oferentes planteen una propuesta técnica consecuente con las cualidades de ordenamiento territorial requeridas para los estudios.

También dentro del contexto de la licitación de los estudios de franja, de manera específica para el proceso de participación ciudadana, los oferentes deben proponer una metodología de consulta que permita incorporar el pensamiento estratégico en el diseño de los estudios. Por lo mismo se recomienda, al momento de evaluar las ofertas, tener en consideración la experiencia previa de los oferentes en procesos de consulta pública.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta dentro de las licitaciones de estudios de franja es la transversalidad de los instrumentos licitados, por lo mismo se recomienda invitar a participar dentro del proceso a equipos multidisciplinarios que hayan desarrollado instrumentos de ordenamiento territorial, que puedan incorporar dentro de sus equipos gente con experiencia en el segmento de la transmisión de energía.

Por último, dentro de los puntos a considerar para el proceso de licitación de los estudios de franja, surge como recomendación la necesidad de que las bases técnicas propongan una forma de incorporar dimensiones económicas en la evaluación de las franjas alternativas y preliminares, con el objetivo de aportar en cuanto a que la transmisión de la energía eléctrica se desarrolle “a mínimo costo, basado en incentivos de eficiencia económica y técnica” [4]

6.2.5 Respeto de la estimación de costos para un estudio de franjas

A partir de las consideraciones metodológicas planteadas en los puntos anteriores se puede establecer tres grupos de actividades a ser valorizadas, para la estimación de costos de un estudio de franjas.

Estos son:

- Proceso de consulta: Consulta a expertos del tipo delphi y proceso de participación ciudadana, consulta indígena.
- Análisis Multicriterio: Levantamiento y adquisición de información e imágenes satelitales, procesamiento de la información, análisis y validación de resultados.
- Estudios posteriores: Catastro de propiedades y concesiones, elaboración de informes y cartografía pertinente, actualización de documentación para la tramitación de la servidumbre legal.

Una valorización de mayor detalle debe ser realizada por empresas especialistas en cada temática, de manera de estimar costos conforme a precios reales de mercado.

Esta valorización en profundidad debe incluir a lo menos el siguiente desglose de precios para cada grupo de actividades:

- Costos de administración
- Recursos profesionales
- Costos generales
- Insumos y Materiales
- Asesoría legal
- Gestión y coordinación con la autoridad

Otro punto a considerar es que metodológicamente estos grupos de actividades debiesen estar a cargo de un único consultor que lleve a cabo la administración y coordinación técnica de todo el proceso, sin desmedro de que parte de las actividades se puedan subcontratar a equipos de trabajo especializados y con experiencia en ciertas áreas de investigación específicas.

En la realización de un ejercicio simple de estimación de costos, basándose en precios de referencia, se pueden obtener los siguientes resultados presentados en las Tabla 6.2, Tabla 6.3 y Tabla 6.4.

Tabla 6.2, Precios de referencia

Grupos de actividades AEMC	Precios de referencia		
	Ítem	Valor unitario uf	Unidad
Proceso de consulta	Consulta PLADECO	550	Comuna
Análisis Multicriterio	Info (INE; CIREN; IGM)	110	Comuna
	Estudios de base	30	km LTx
	Campaña de terreno	15	km LTx
Estudios posteriores	Catastro de propiedades	15	Predio
	Catastro de concesiones	400	Total
	Consulta indígena	500	Comunidad
	Ingeniería	600	Total

Fuente: Elaboración propia a partir de consulta directa a especialistas del rubro

Tabla 6.3, Unidades de estimación de costos

	Unidad	Cantidad
Total Área de estudio	Comunas	30
Afectadas por trazado (Franja 300 metros)	km ltx	125
	Comunidades indígenas	2
	Predios	375

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4, Precios de referencia totales

Grupos de actividades AEMC	Precios de referencia		
	Ítem	Valor total uf	Unidad
Proceso de consulta	Consulta PLADECO	16.500	Comuna
Análisis Multicriterio	Info (INE; CIREN; IGM)	3.300	Comuna
	Estudios de base	7.500	km LTx
	Campaña de terreno	1.875	km LTx
Estudios posteriores	Catastro de propiedades	5.625	Predio
	Catastro de concesiones	400	Total
	Consulta indígena	1.000	Comunidad
	Ingeniería	600	Total
Total Estudio de Franja		36.800	UF

Fuente: Elaboración propia a partir de consulta directa a especialistas del rubro

7 CONCLUSIONES

- ✓ El haber formulado una metodología para el procedimiento de determinación de franjas preliminares mediante la aplicación de un análisis espacial multicriterio, en conjunto con la formulación de una propuesta de valorización y ponderación de las variables mediante consulta a expertos y participación ciudadana. Permite alcanzar el objetivo general de investigación propuesto debido a que:
 - El análisis espacial multicriterio propone una evaluación territorial del área de estudio.
 - La incorporación de múltiples variables facilita la consideración de diversos factores en la evaluación (Económicos, sociales, culturales, medioambientales, entre otros).
 - Se entiende que el resultado permitirá concretar parte de la planificación planteada por la institucionalidad vigente, en este caso el Ministerio de Energía.
 - La incorporación de la ciudadanía en la valorización de las variables, permite incorporar la visión de la sociedad en la decisión política de localización de los proyectos de transmisión.
- ✓ El establecimiento de un procedimiento para la determinación de franjas preliminares, como son los estudios de franja, responde a la inquietud de que para la expansión de la transmisión no existía un instrumento específico de planificación y ordenamiento territorial que conjugara de manera adecuada “los objetivos de eficiencia económica con los intereses nacionales, regionales y locales, bajo criterios de sustentabilidad” [2]

Por otra parte, de acuerdo a los principios de aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica, se indica que deberán someterse a ella las políticas y planes de carácter normativo general, incluidos todos los instrumentos de ordenamiento territorial oficiales en Chile.

En consecuencia, los estudios de franja debieran categorizarse como Instrumentos de Ordenamiento Territorial en materia de energía.

- ✓ Debido a los costos asociados al levantamiento y adquisición de la información, así como los tiempos de recolección, preparación y homologación de la data vigente. Se hace necesario pensar en una

gestión de la información existente de manera centralizada y coordinada, desde el mismo Ministerio de Energía en colaboración con el resto de los ministerios. Con el objetivo de obtener una base de datos consistente y adecuada para optimizar tiempos y costos para un adecuado desarrollo de los estudios de franja.

- ✓ A modo de cierre, parece destacable mencionar que los múltiples incendios forestales afectaron el sur de Chile entre diciembre de 2016 y febrero de 2017, cuentan entre sus causas documentadas el caso de cinco incendios a los que se le atribuye como origen la falta de mantención eléctrica de líneas de transmisión de la Compañía General de Electricidad (CGE) Distribución.

Como consecuencia de lo anterior es esperable que la oposición hacia los proyectos de transmisión en el país aumente, así como la exigencia de garantías adicionales, la implementación de mayores medidas de gestión y control o nuevas medidas de mitigación para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Frente a este escenario, es donde se hace más relevante la implementación de los estudios de franja como instrumentos que permitan obtener definiciones más expeditas y facilitar los procesos de tramitación de los proyectos de transmisión, lo cual debe estar enmarcado en un contexto de pensamiento estratégico y de participación temprana de la ciudadanía en el diseño de los estudios.

8 BIBLIOGRAFÍA

8.1 Documentación Consultada

[1] D.F.L. Núm. 4/20.018. Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley nº 1, de minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 05 de febrero de 2007. [Última versión: 09 de febrero de 2017]

[2] BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL. Historia de la Ley 20.936. Primer Trámite Constitucional: Cámara de Diputados. <<http://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/5129/>> [Consulta: 11 de octubre de 2016]

[3] LEY 19.300. Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Publicado 09 de marzo de 1994 [Última Versión: 01 de junio de 2016]

[4] RUDNICK, Hugh, ZOLEZZI, Juan. Planificación y expansión de la transmisión en mercados eléctricos competitivos. [En línea] Departamento de Ingeniería Eléctrica. Pontificia Universidad Católica de Chile <<http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/sepope%20planif.pdf>> [Consulta: 25 de marzo 2017]

[5] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile. [En Línea] Oficina de Evaluación Ambiental. Diciembre, 2015 <<http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/12/Guia-de-orientacion-para-la-eae-en-Chile.pdf>> [Consulta: 07 de noviembre de 2016]

[6] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía de orientación para incorporar la dimensión ambiental en procesos de ordenamiento territorial sustentable. [En Línea] Oficina de Evaluación Ambiental. Septiembre, 2015 <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Guia-OTS-final_04-09-2015.pdf> [Consulta: 05 de julio de 2017]

[7] RES. EX. Núm. 139. Ministerio de Energía. Aprueba reglamento para la determinación de franjas preliminares para obras nuevas de los sistemas de transmisión. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, 22 de marzo de 2017. 10 p.

[8] TERNA - I.R.I.D.E. Rapporto ambientale, Annesso I. Valutazione Ambientale Strategica dei Piani di Sviluppo 2013-2014-2015. [En línea] Roma, Italia.

<<http://download.terna.it/terna/0000/0829/25.PDF>> [Consulta: 03 de abril de 2017]

[9] MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Inventario de Metodologías de Participación Ciudadana en el Desarrollo Urbano. Colección Monografías y Ensayos MINVU. Serie I Arquitectura y Urbanismo. N° de Publicación 335 [En Línea]

<https://www.google.cl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiprPLi0cPTAhWDIJAKHXTsBoAQFghBMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.minvu.cl%2Ffinchs%2Fdownload.aspx%3Fglb_cod_nodo%3D20070212170002%26hdd_nom_archivo%3DINVENTARIO%2520DE%2520METODOLOG%25C3%258DAS.pdf&usq=AFQjCNGgs7IxtbYAV4JB0mLYtlQCfAY3g&sig2=IYabamfJ-2x_8QdyomRdxA> [Consulta: 27 de abril de 2017]

[10] MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Áreas protegidas en Chile. [En Línea] < http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50613_pdf.pdf> [Consulta: 19 de abril de 2017]

[11] ZORONDO-RODRÍGUEZ, Francisco. Homologación de categorías UICN para las 246 Iniciativas de Conservación Privadas caracterizadas por Proyecto GEF SNAP en año 2013. [En línea].

<http://bdnrap.mma.gob.cl/recursos/privados/Recursos/CNAP/GEF-SNAP/Zorondo_2015.pdf> [Consulta: 12 de junio de 2017]

[12] MUÑOZ-PEDREROS, ANDRÉS. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista chilena de historia natural, 77(1), 139-156. Año 2004. [En Línea] <<https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>> [Consulta: 20 de abril de 2017]

[13] TERNA. Evoluzione della Metodologia ERPA [En Línea] <<http://portalevas.terna.it/erpa.html>> [Consulta: 02 de abril de 2017]

[14] MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL. Listado de áreas de desarrollo indígena (ADIs) a nivel nacional. [En Línea].

<<http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/w3-article-68676.html>> [Consulta: 24 de junio de 2017]

[15] EPRI-GTC. Overhead Electric Transmission Line Siting Methodology. [En Línea] EPRI, Palo Alto, CA, and Georgia Transmission Corporation, Tucker, GA: 2006. 1013080. <<https://www.nrc.gov/docs/ML0717/ML071710168.pdf>> [Consulta: 18 de marzo de 2017]

[16] Coordinador Eléctrico Nacional. Propuesta de expansión de transmisión del sistema eléctrico nacional 2017. [En Línea] < <https://www.cne.cl/wp->

<content/uploads/2016/09/Informe-Propuesta-Expansi%C3%B3n-Coordinador-Enero-2017.pdf>> [Consulta: 26 de enero de 2017]

[17] ARANEO, Rodolfo, CELOZZI, Salvatore, VERGINE, Chiara. Eco-sustainable routing of power lines for the connection of renewable energy plants to the Italian high-voltage grid. [En línea] International Journal of Energy and Environmental Engineering. March 2015. Volume 6, Issue 1 <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40095-014-0143-z>> [Consulta: 16 de febrero 2017]

[18] PLISCOFF, P. 2015. Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente. 63 p. Santiago, Chile. [En Línea] <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/08/Informe-final-Eval_ecosistemas_para_publicacion_16_12_15_sfm.pdf> [Consulta: 20 de abril de 2017]

8.2 Sitios web de referencia

- [i] IDE Chile: <<http://www.ide.cl/descarga/capas.html>>
- [ii] IDE Ministerio de Energía: <<http://sig.minenergia.cl/sig-minen/moduloCartografico/composer/>>
- [iii] Superintendencia de electricidad y combustibles: <<https://www.sec.cl/>>
- [iv] Comisión Nacional de Energía: <<https://www.cne.cl/>>
- [v] Coberturas CIREN, IDE Ministerio de Agricultura: <<http://ide.minagri.gob.cl/geoweb/>>
- [vi] IDE Ministerio del Medio Ambiente: <<http://ide.mma.gob.cl/>>
- [vii] Servidor de mapas SERNAGEOMIN: <<http://geoarcgis.sernageomin.cl/ArcGIS/rest/services>>
- [viii] Sistema integrado de información indígena CONADI: <<http://siti.conadi.cl/>>

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1: Distinción de categorías en la metodología ERPA

Criterio E - Esclusione	
Sottocriterio	Area assegnate al sottocriterio
E1 Vincoli normativi di esclusione assoluta	<p>Aeroporti</p> <p>Aree militari</p> <p>Aree oggetto di tutela integrale nei Piani Paesaggistici non derogabile per la realizzazione di opere pubbliche infrastrutturali</p>
E2 Vincoli di esclusione stabiliti mediante accordo, in quanto la normativa non ne esclude l'utilizzo per impianti elettrici	<p>Urbanizzato continuo e specchi d'acqua</p> <p>Beni culturali D.Lgs. 42/2004:</p> <ul style="list-style-type: none"> • art. 10 e aree soggette a vincolo indiretto(art.45): <ul style="list-style-type: none"> - comma 1 (beni per i quali non è stata attivata la procedura di cui all'art. 12 - verifica di interesse culturale) - comma 3 (beni con dichiarazione di interesse, compresi quelli elencati al comma 1 per i quali è stata attivata la procedura di cui all'art. 12 - verifica di interesse culturale - con esito positivo, elencati nel sito: www.benitutelati.it) • art. 11 puntuali: <ul style="list-style-type: none"> - comma 1, lett. c) (aree pubbliche), lett. e) (architettura contemporanea), lett. i) (vestigia Grande Guerra) - Art. 94 (Convenzione UNESCO Patrimonio culturale subacqueo recepita con legge n.157/2009) esteso alle ZPE (art. 2, legge 61/2006) <p>Patrimonio mondiale Unesco:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siti Unesco puntuali: core zone • siti Unesco areali (costituiti da beni puntuali): core zone <p>Beni paesaggistici D.Lgs. 42/2004:</p> <ul style="list-style-type: none"> • art. 136, comma 1, lett. a), b) e c) (compresi quelli imposti dai PPR ai sensi dell'art. 134, comma 1, lett. c) • art. 142, comma 1, lett. e) (ghiacciai), lett. i) (zone umide-Ramsar) e lett. l) (vulcani) <p>Aree oggetto di tutela integrale nei Piani Paesaggistici derogabile per la realizzazione di opere pubbliche infrastrutturali</p>

Tabella 2-1 Sottocriteri appartenenti alla categoria E - Esclusione

Critério R - Repulsione	
Sottocriterio	Area assegnate al sottocriterio
R1 Aree da prendere in considerazione solo in assenza di alternative	<p>Urbanizzato discontinuo</p> <p>Patrimonio Unesco</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siti Unesco puntuali: buffer zone • Siti Unesco areali (costituiti da beni puntuali): core zone e buffer zone • Siti UNESCO areali (non costituiti da beni puntuali): core zone e buffer zone <p>Beni paesaggistici D.Lgs. 42/2004:</p> <ul style="list-style-type: none"> • art. 136, comma 1, lett. d) (panorami e belvedere) (compresi quelli imposti dai PPR ai sensi dell'art. 134, comma 1, lett. c) • art. 142, comma 1, lett. a), b), c) (territori costieri e contermini fiumi e laghi), lett. m) (aree di interesse archeologico), lett. f) (parchi, riserve...) (escluse fasce di protezione esterna), lett. g) (foreste, boschi, ...) <p>SIC, ZPS</p> <p>Aree marine protette</p> <p>Aree idonee solo per il sorvolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frane attive • Aree a pericolosità molto elevata ed elevata di frana, valanga o inondazione (PAI)
R2 Attenzione stabilita da accordo con riferimento alle aree protette	<p>IBA</p> <p>Aree a pericolosità media e bassa di frana, valanga o inondazione (PAI)</p> <p>D.Lgs. 42/2004, art. 142, comma 1, lett. "f" (solo le fasce di protezione esterna dei parchi)</p>
R3 Aree da prendere in considerazione solo in assenza di alternative o in presenza di sole alternative a minore compatibilità ambientale	<p>Beni paesaggistici D.Lgs. 42/2004:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Art.142, comma 1, lett. "d"(montagne oltre 1.600 mt e catena alpina oltre 1.200 mt) e lett. "h" (usi civici) " • Ulteriori contesti" (art. 143, comma 1, lett e): aree riconosciute di interesse paesaggistico dai piani paesaggistici regionali <p>Zone DOC (Denominazione di origine controllata)</p> <p>Zone DOCG (Denominazione di origine controllata e garantita)</p> <p>Aree da prendere in considerazione prevedendo particolari opere di mitigazione paesaggistica</p> <p>Zone di riqualificazione paesaggistica (D.Lgs. 42/2004 art. 143 co 1 lett. g)</p> <p>Rete ecologica</p>

Tabella 2-2 Sottocriteri appartenenti alla categoria R – Repulsione

 Criterio A - Attrazione 		
 Sottocriterio 		 Area assegnate al sottocriterio
 A1 	Aree a migliore compatibilità paesaggistica in quanto favoriscono l'assorbimento visivo	Quinte morfologiche e/o vegetazionali
		Versanti esposti a Nord
 A2 	Aree preferenziali, previa verifica del rispetto della capacità di carico del territorio	Corridoi autostradali
		Corridoi elettrici
		Corridoi infrastrutturali

Tabella 2-3 Sottocriteri appartenenti alla categoria A – Attrazione

Fuente: TERNA - I.R.I.D.E. Rapporto ambientale, Annesso I. Valutazione Ambientale Strategica dei Piani di Sviluppo 2013-2014-2015.

9.2 Anexo 2: Valoraciones de la metodología ERPA

 Metodología original ERPA 	
 Categoría 	 Costo ambiental
E1	infinito
E2	infinito
R1	100
R2	70
R3	50
NP (no hay zonas preliminares)	10
A1	1
A2	0

Fuente: TERNA. Evoluzione della Metodologia ERPA

9.3 Anexo 3: Listado de coberturas de la variable equipamiento

TIPO	SUBTIPO	RECURSO	ESCALA	LINK
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	HOSPITAL	Establecimientos Hospitalarios	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/3496.html
	CONSULTORIO	Establecimientos de Salud	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/3496.html
	SAPU	Establecimientos de Salud	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/3496.html
	POSTA	Establecimientos de Salud	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/3496.html
	CENTROS Y PROGRAMAS DE SALUD	Establecimientos de Salud	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/3496.html
ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	MUNICIPAL	Georreferenciación de escuelas y liceos	REGIONAL	http://datos.gob.cl/dataset/447
	PARTICULAR SUBVENCIONADO	Georreferenciación de escuelas y liceos	REGIONAL	http://datos.gob.cl/dataset/447
	PARTICULAR PAGADO	Georreferenciación de escuelas y liceos	REGIONAL	http://datos.gob.cl/dataset/447
	JARDIN INFANTIL JUNJI	Jardines Infantiles JUNJI	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/5976.html
	JARDIN INFANTIL INTEGRAL	Jardines Infantiles Fundación Integral	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/5976.html
	CORPORACIÓN DE ADM. DELEGADA	Georreferenciación de escuelas y liceos	REGIONAL	http://datos.gob.cl/dataset/447
UNIDADES POLICIALES	UNIDADES POLICIALES	Unidades Policiales	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/advanced-search/5977.html
TRATAMIENTO DE RESIDUOS	ELIMINACIÓN	Instalación Tratamientos Residuos	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/item/instalacion-tratamientos-residuos.html
	VALORIZACIÓN	Instalación Tratamientos Residuos	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/item/instalacion-tratamientos-residuos.html
	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/item/plantas-de-tratamiento-de-aguas-servidas.html
RED AEROPORTUARIA	RED AEROPORTUARIA	Red Aeroportuaria Nacional	NACIONAL	http://www.ide.cl/download/capas/item/red-aeroportuaria-nacional.html
DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES	Privado CNE		
	ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	Almacenamiento de Combustibles	NACIONAL	http://sig.minenergia.cl/sig-minen/moduloCartografico/composer/
	TERMINALES MARÍTIMOS	No Aplica		
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA	PUERTOS	No Aplica		
INSTALACIONES MILITARES	INSTALACIONES MILITARES	No Disponible		

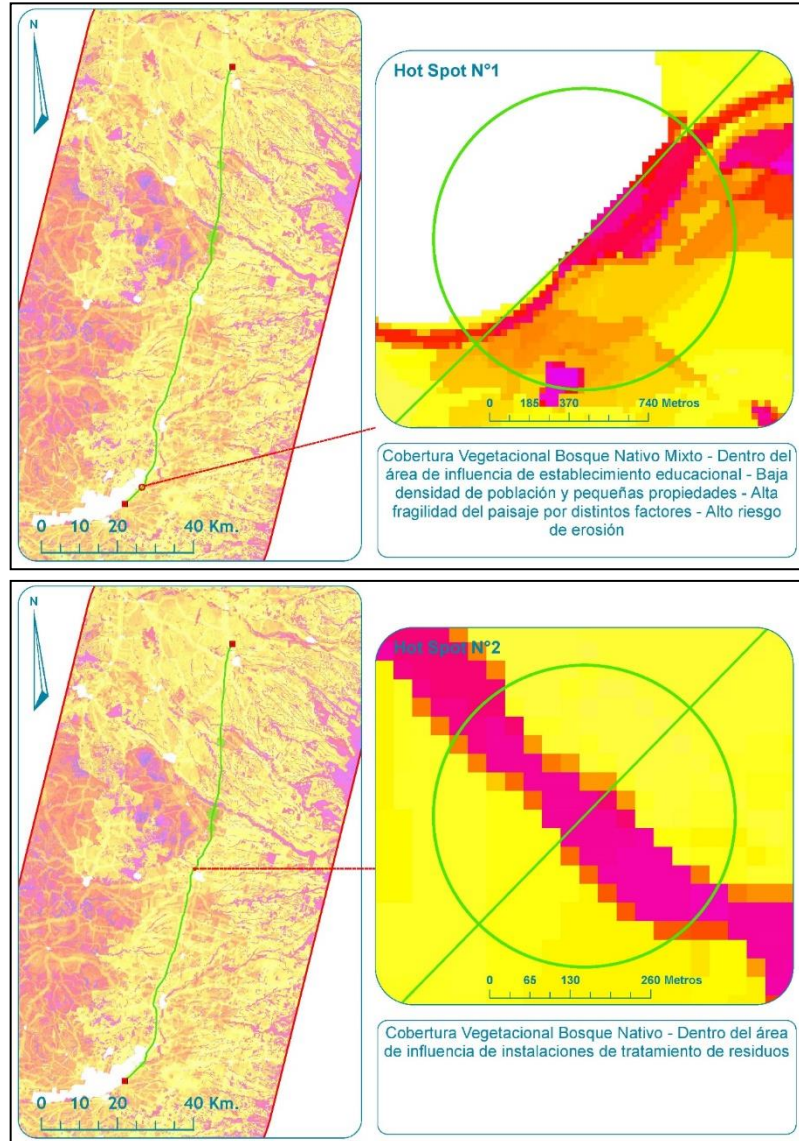
Fuente: Elaboración propia

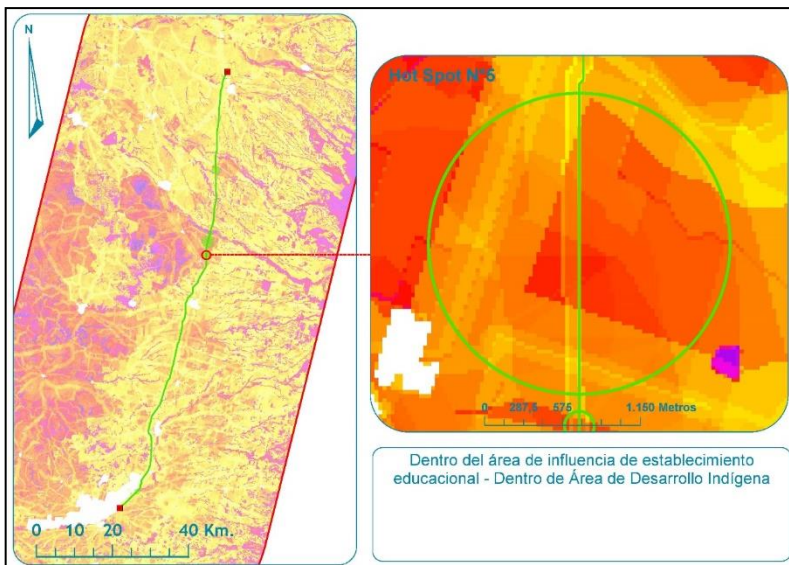
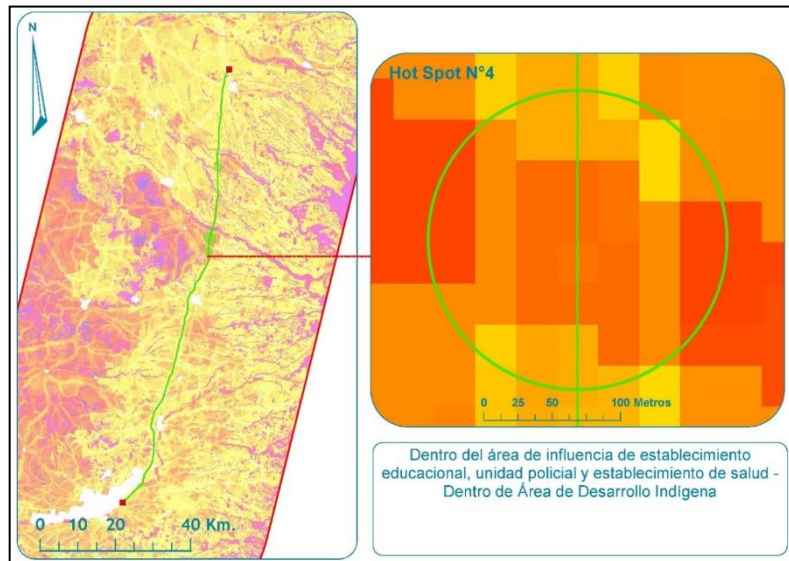
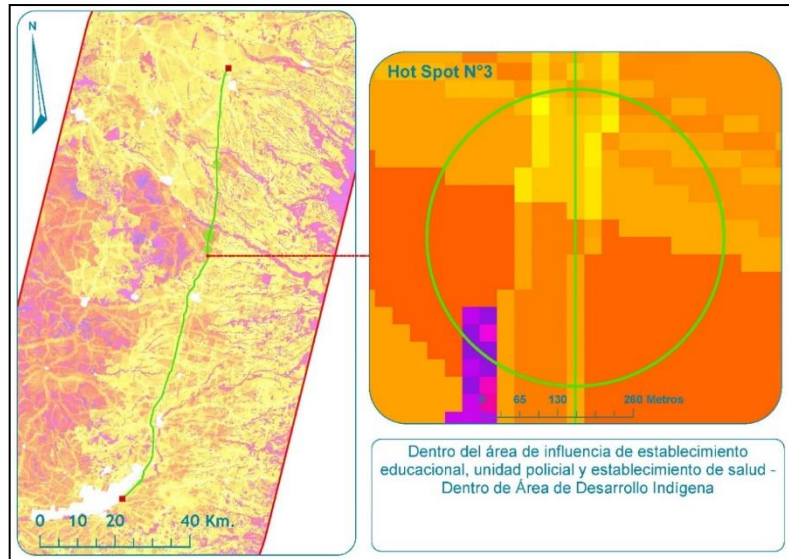
9.4 Anexo 4: Listado de códigos de criterios y variables

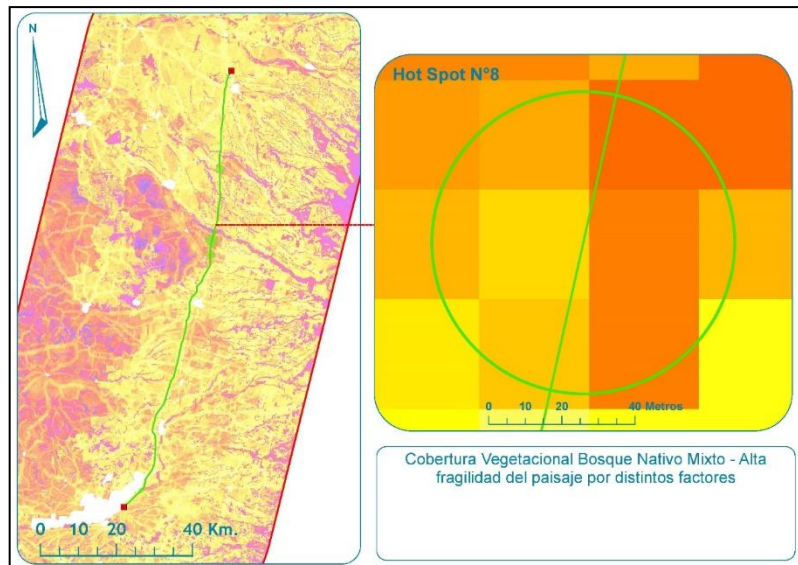
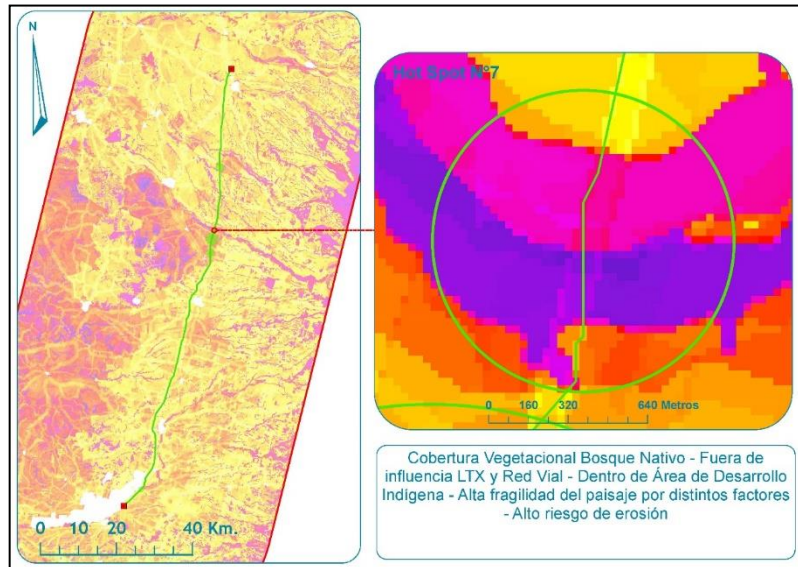
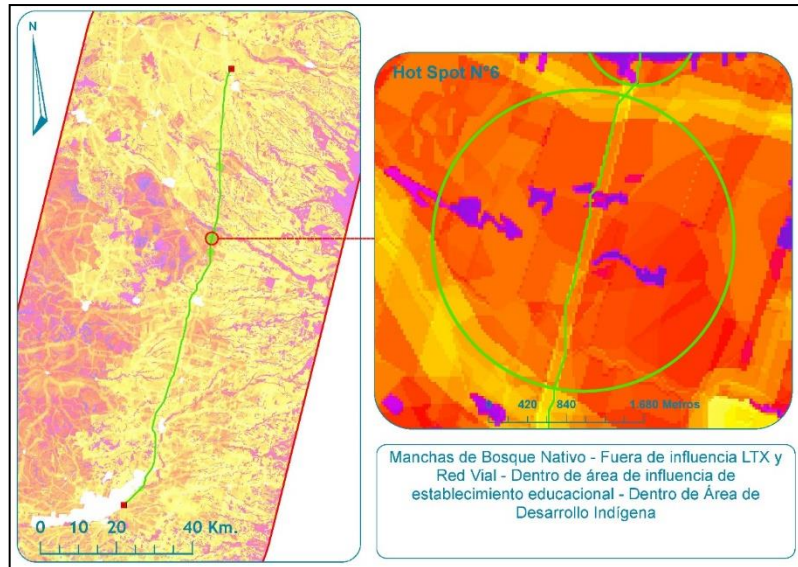
Criterio	Variable	Coberturas especializadas	Código	
Territorio: CT_WSR	Uso de suelo		CT_USO	
	Instrumentos de ordenamiento territorial		CT_IOT	
	Equipamiento		CT_EQU	
	Red Vial		CT_VIA	
	Líneas de transmisión existentes		CT_LTX	
Medioambiente: CM_WSR	Áreas protegidas		CM_AOP	
	Áreas de interés para la biodiversidad		CM_AIB	
	Potenciales restricciones medioambientales	Fondos de protección ambiental		CM_FPA
		Iniciativas de conservación privada		CM_ICP
		Reservas hídricas y aguas superficiales		CM_RHA
		Estado de conservación de ecosistemas		CM_PVP
		Cobertura vegetal		CM_VEG
Antrópico: CA_WSR	Identificación y caracterización socioeconómica de las comunidades	Densidad de población	CA_DPR	
		Tamaño de la propiedad	CA_TPR	
		Actividad económica	CA_AEC	
	Localización de grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas		CA_LPI	
Geofísico: CG_WSR	Fragilidad del paisaje: CG_FRP	Valor paisajístico	CG_VPC	
		Diversidad de estratos de la vegetación	CG_DED	
		Densidad de la cobertura vegetal*	CG_DCV	
		Estacionalidad de la vegetación	CG_EST	
		Pendiente de laderas	CG_PEV	
		Exposición de laderas	CG_EXP	
	Riesgo de erosión: CG_ERO	Densidad de la cobertura vegetal*	CG_DCV	
		Erodabilidad	CG_ERD	
		Erosividad	CG_ERS	

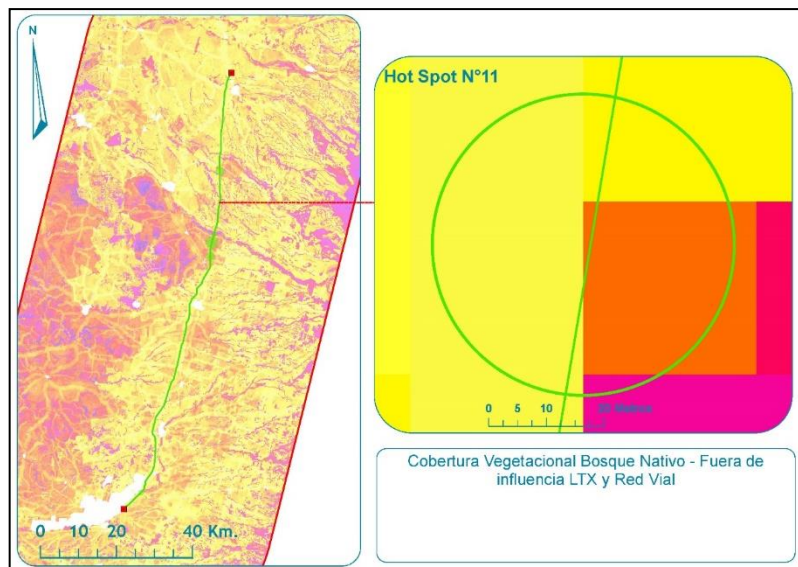
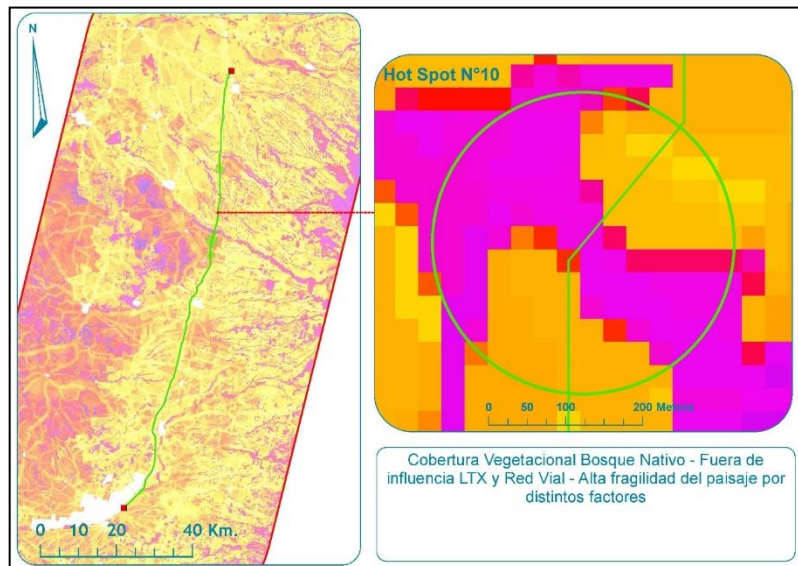
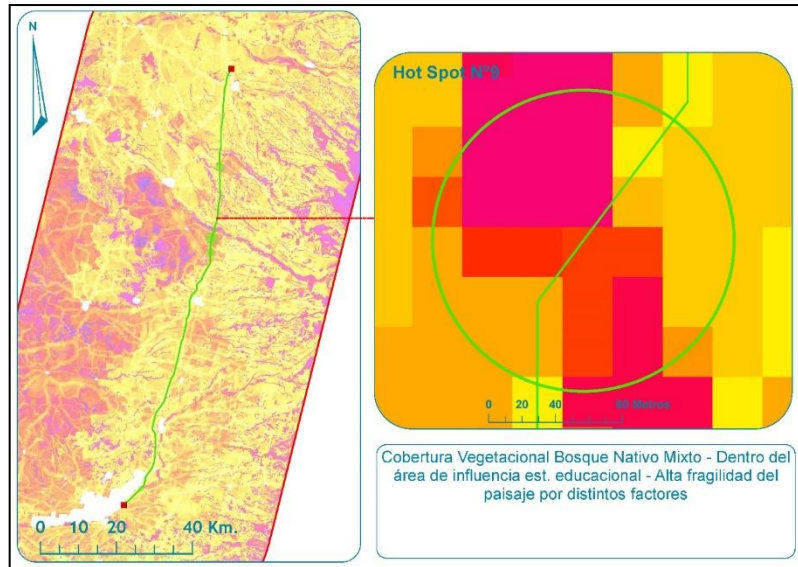
Fuente: Elaboración propia

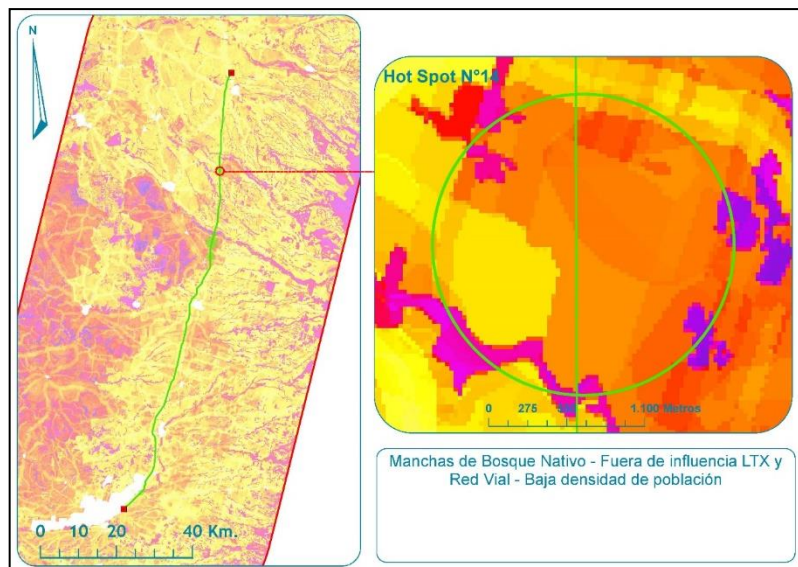
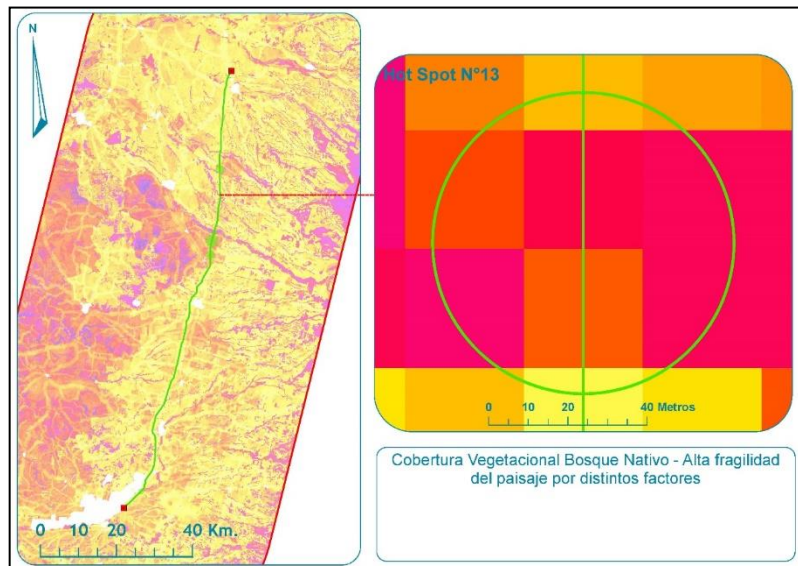
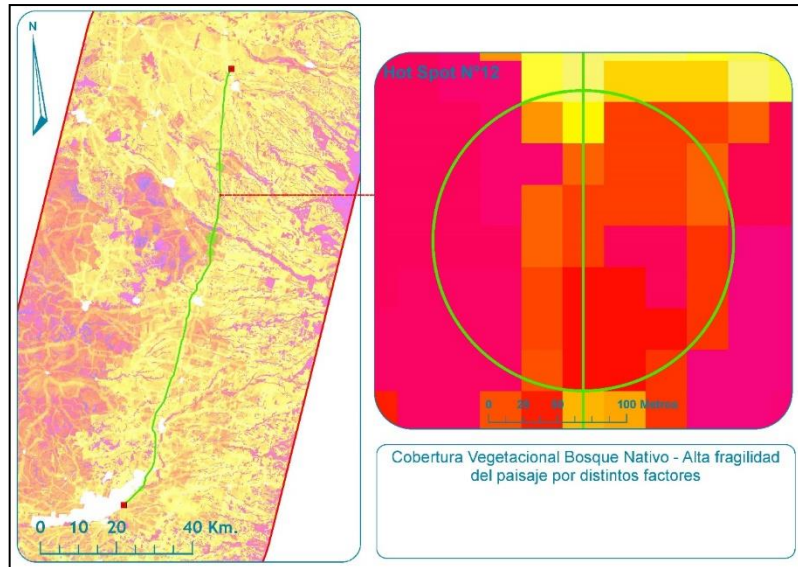
9.5 Anexo 5: Láminas ilustrativas de identificación de aspectos críticos

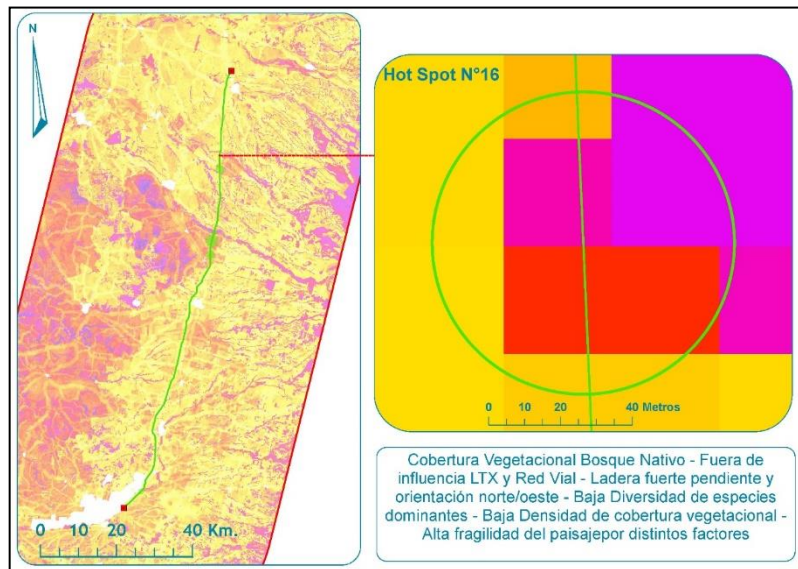
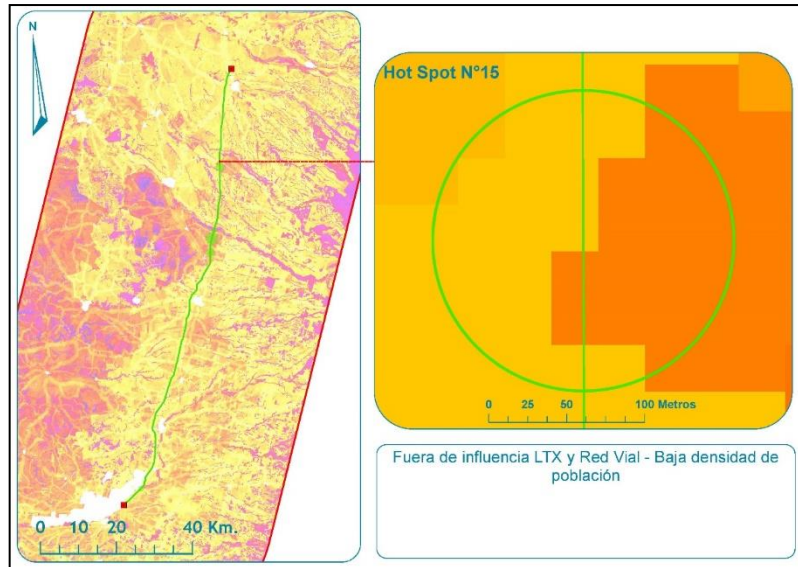


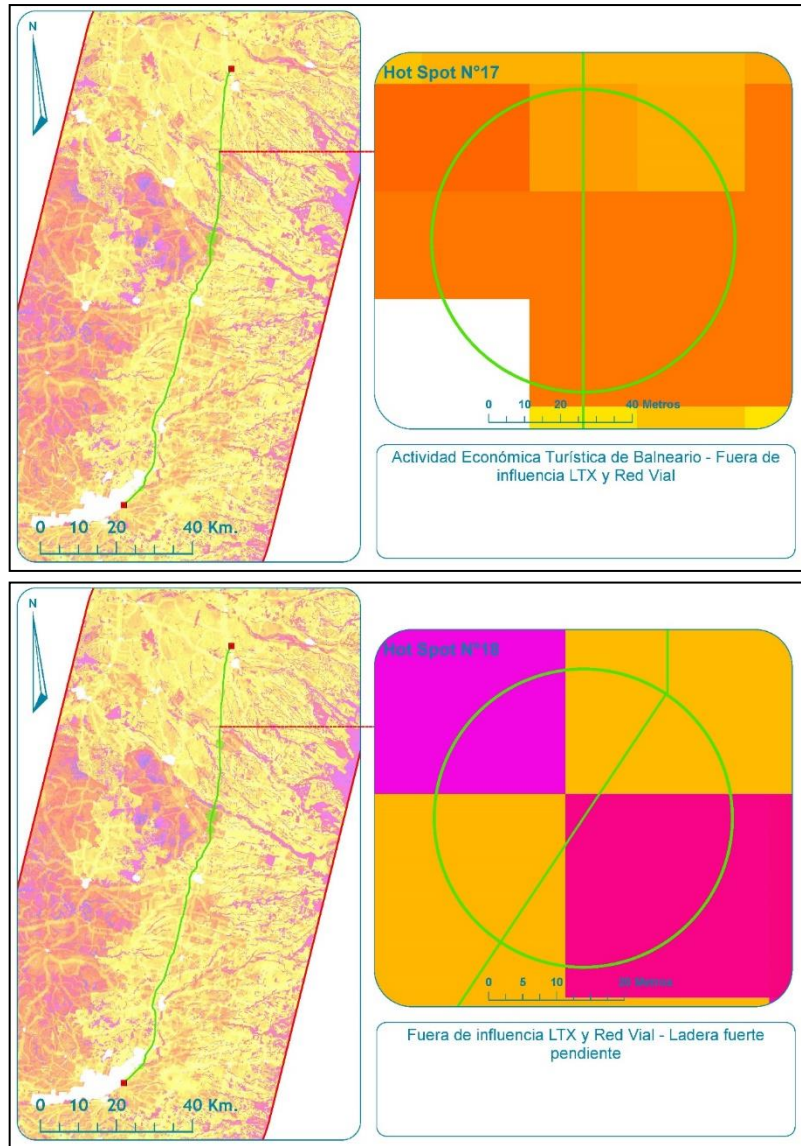












Fuente: Elaboración propia