UNIVERSIDAD VIÑA DEL MAR

ESCUELA DE INGENIERIA

PROPUESTA DE MANEJO SOSTENIBLE DE VEGETACION EN LINEAS ELECTRICAS

INFORME DE TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

NOMBRE DE LOS GRADUADOS: ROBERTO DÍAZ ARELLANO; JIMMY MARTÍNEZ RAMÍREZ

PROFESOR GUÍA: RODRIGO SILVA HAUN.

TUTOR INFORMANTE: HECTOR SILVA BOBADILLA

Noviembre, 2017

UNIVERSIDAD VIÑA DEL MAR

ESCUELA DE INGENIERIA

PROPUESTA DE MANEJO SOSTENIBLE DE VEGETACION EN LINEAS ELECTRICAS

INFORME DE TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

NOMBRE DE LOS GRADUADOS: ROBERTO DÍAZ ARELLANO; JIMMY MARTÍNEZ RAMÍREZ

PROFESOR GUÍA: RODRIGO SILVA HAUN

PROFESOR INFORMANTE: HECTOR SILVA BOBADILLA

Noviembre, 2017

AGRADECIMIENTO

Después de un intenso periodo de aprendizaje, tanto por el trabajo desarrollado en el campo como en laboratorio, agradecemos a la Empresa Foresta Servicios por la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, mención especial a Jorge Vicencio dueño y Gerente General, quien fue siempre un factor determinante en el desarrollo de este proyecto. Asimismo agradecemos a nuestras familias por su paciencia apoyo incondicional y constante para lograr este desafío.

ÍNDICE

CONTENIDO

ABSTRACT viii

RESUMEN viii

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO 12

1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA 12

1.2 VISIÓN Y MISIÓN DE LA ENTIDAD 13

CAPITULO II: PROBLEMA DE INVESTIGACION 15

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 15

2.2 OBJETIVOS 18

2.2.1 Objetivo General 18

2.2.2 Objetivos Específicos 18

2.3 JUSTIFICACIÓN 18

2.4 ALCANCE DEL PROYECTO 19

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAl 21

3.1 MARCO CONCEPTUAL 21

3.1.1 Bosque 21

3.1.2 Bosque Nativo 21

3.1.3 Plantaciones Forestales 21

3.1.4 Poda 22

3.1.4.1 Cortas de liberación 22

3.1.4.2 Raleo 22

3.1.5 Servidumbre y Seguridad 22

3.1.6 Franja de Seguridad de las líneas eléctricas 22

3.2 MARCO TEÓRICO 24

3.2.1 Mercado del Carbono 24

3.2.1.1 Sumidero de Carbono 25

3.2.1.2 Ciclo del Carbono en las Plantas 25

3.2.2.1 Gestión Sostenible de los Residuos Orgánicos 26
3.2.2.2 Proceso de Compostaje 26
3.2.2.3 Biomasa 27
3.3 MARCO LEGAL 29
3.3.1 Sistema de Incentivo para la Recuperación de Suelos Degradados 29
3.3.1.1 Decreto de Ley 701 29
3.3.1.2 La Ley de Bosque Nativo 20.283 30
3.3.2 Normas Eléctricas 31
3.3.3 Función y Condiciones 33
3.3.3.1 Utilización del Terreno 33
3.3.3.2 Utilización del Espacio Aéreo 33
3.3.4 Categoría y Tensión Eléctrica de la Línea 34
3.3.5 Características de la Zona de Cruce de la Línea 34
3.3.6 Geometría de las estructuras 35
3.3.7 Distancias mínimas a edificios, construcciones y árboles 35
3.3.8 Normativa de Servidumbres 36
3.3.8 Servidumbres 38
3.3.8.1 Servidumbres Prediales 39
3.3.8.2 Líneas Aéreas 40
3.3.8.3 Conductores y Aislación 41
3.3.9.3 Decreto 327 Sobre Seguridad en Líneas Eléctricas 44
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO 49
4.1 METODOLOGÍA 49
4.1.1 Trabajo de Gabinete 49
4.1.2 Trabajo de Campo 49
4.1.3 Trabajo de Laboratorio 50
CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS 53
5.1 ANTECEDENTES 53
5.1.1 Ubicación Relativa 53

5.1.2 Ubicación Absoluta 53
5.1.3 Caracterización Geomorfológica y Geológica 55
5.1.4 Caracterización Climática 56
5.1.5 Caracterización Vegetal 57
5.1.6 Caracterización Hidrográfica 60
5.1.7 Uso Actual del Suelo 61
5.2 DESARROLLO DEL PROYECTO 62
5.2.1 Cronograma de Actividades 62
5.3 ANÁLISIS ESPACIAL 63
5.4 CÁLCULO DE BIOMASA 68
5.4.1 Cantidad de Arboles por Hectárea 68
5.4.2 Inventario forestal 69
5.4.3 Tecnificación del Proceso de Manejo de Vegetación 72
5.4.4 Preparación de la Biomasa 73
5.4.5 Sistema de recepción 73
5.4.6 Procesamiento 74
5.4.7 Astillado 74
5.4.8 Secado 74
5.4.9 Pelletización 75
5.4.10 Briquetado 75
5.4.11 Áreas de Almacenamiento 75
5.4.12 Transporte al lugar de Conversión 76
5.5 Compostaje de Podas y Tala de Árboles 77
CAPITULO VI: DISCUSIÓN METODOLOGÍCA Y CONCLUSIONES 83
6.1 DISCUSIÓN METODOLÓGICA 83
6.2 CONCLUSIONES 84
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA 89
7.1 BLIBLIOGRAFÍA 89
7.2. WEBGRAFÍA 94

CAPITULO VIII: ANEXOS 97
8.1 ANÁLISIS FINANCIERO 97
8.2 FOTOGRAFÍAS 98

ABSTRACT

In the area of electricity distribution and transmission industry, the vegetation management happened to be a common activity and part of the usual maintenance, which is why the skills of the staff that works as well as the applicable technologies are prioritized. In this context, the foundations of this project are based, which establishes a methodology for the sustainable management of the wood forest resource extracted from the safety and servitude bands under the overhead power lines. Within the raised in the field and analyzed in the laboratory are proposed to technify the process for the reduction of bulky waste and convert it into an optimum raw material used as fertilizer and fertilizer which can be marketed, on the other hand this same organic matter obtained can be used as a biofuel for composting processes and for generating calorific power to small and medium industries.

Key Words: Vegetation Management, Servitude Strip, Technification, Compost, Biomass.

RESUMEN

En el ámbito de la industria de distribución y transmisión de energía eléctrica el manejo de vegetación paso e ser una actividad común y parte del mantenimiento habitual, es por ello que se hace prioritario las competencias del personal que se desempeña así como también las tecnologías aplicables. En este contexto se centran las bases de este proyecto, que establece una metodología de manejo sostenible del recurso forestal maderero extraído de las franjas de seguridad y servidumbre bajo las líneas aéreas eléctricas. Dentro de lo levantado en campo y analizado en laboratorio se plantean las propuestas de tecnificar el proceso para la reducción de los residuos voluminosos y convertirlos en una óptima materia prima utilizada como abono y fertilizante el cual puede ser comercializado, por otra parte esta misma materia orgánica obtenida puede ser utilizada como biocombustible para procesos de compostaje y para generación de poder calorífico a pequeñas y medianas industrias.

Palabras Claves: Manejo de Vegetación, Franja de Servidumbre, Tecnificación, Compost, Biomasa.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las normativas eléctricas vigentes en nuestro país, el manejo de vegetación cercana a las instalaciones eléctricas son responsabilidad de la empresa concesionaria, es por ello que los conductores han de mantenerse a una distancia de seguridad de la vegetación, la cual es conocida como franja de seguridad, y son en gran parte responsables de los efectos negativos que se les suelen atribuir a las redes de energía, ya que en ellas se produce un impacto directo sobre la vegetación y el paisaje, e indirecto sobre otros elementos del medio.

Cuando las líneas eléctricas atraviesan aglomeraciones forestales hay que mantener una distancia entre éstas y la vegetación lateral y subyacente, con el propósito de prevenir y finalmente evitar problemas en la continuidad del suministro eléctrico y de garantizar la seguridad de las masas arbóreas, y por supuesto las comunidades cercanas. Lo anterior implica que al existir un manejo eficiente de cada uno de los procesos de poda y tala, se evitan y previene significativamente los incendios forestales, los cuales han provocado graves daños en las últimas temporadas estivales.

Por esta estas razón se hace fundamental la asesoría del proceso de podas, talas en las zonas de servidumbre de las líneas eléctricas" que establece las pautas y directrices de los tratamientos para el control de la vegetación cercana a las redes eléctricas, así como la cuantificación de la materia prima, con el fin de optimizar y gestionar de una manera eficaz y sostenible, minimizando el impacto ambiental y paisajístico.

En este trabajo se proponen una serie de tratamientos para el control efectivo y sostenible de los residuos orgánicos, los cuales se encuentran dentro de las propuestas de aplicación en las tareas de mantenimiento de la vegetación bajo las líneas; se trata de recomendaciones de actuación cuya aplicación será siempre resultado de un estudio previo del lugar a intervenir, y en el que se evaluarán aspectos como la tipología de vegetación forestal, las restricciones ambientales como es la red hidrográfica, espacios naturales protegidos, hábitats prioritarios o bien de interés comunitario

Dentro de los aspectos ambientales propuestos en el manejo de vegetación, está por un lado la tecnificación del proceso, la creación de compost y la extracción de la biomasa para

usos energéticos, siendo esta última alternativa un factor fundamental para la generación de nuevas energías no convencionales a través de planes de manejo que permita cuantificar la biomasa de las especies arbóreas que se obtienen producto de las podas y talas para el despeje y resguardo de las redes eléctricas, considerando una densidad de masa promedio de 1.152 árboles por hectárea que dan como resultado una cuantificación estandarizada.

Imagen 1: Acopio de residuos resultantes del proceso de manejo

Fuente: CONAF, 2016

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO

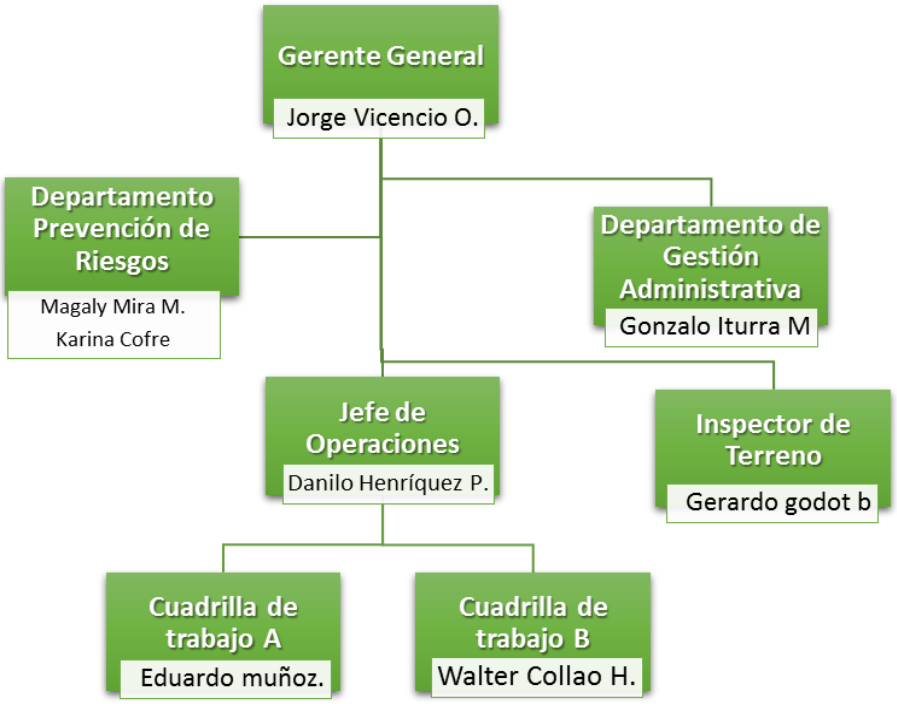
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Foresta servicios fue fundada el año 2014 con la finalidad de ser pioneros en la actividad de poda, tala y rebajes de especies arbóreas tanto nativas, como exóticas.

La empresa de profesionales se dedica al mantenimiento de áreas verdes y poda ornamental en altura en redes eléctricas, brindando un servicio de calidad sobresaliente a cada uno de los clientes, con el compromiso de integrar el manejo de la vegetación y la seguridad de las líneas.

Figura 1: Estructura de la Empresa



Fuente: Foresta Servicios Ltda.

1.2 VISIÓN Y MISIÓN DE LA ENTIDAD

La visión de la empresa es, ser profesionales dedicados al **mantenimiento de áreas verdes y poda ornamental de altura** en redes eléctricas, brindando así, una calidad de servicio sobresaliente a cada uno de los clientes con el compromiso de integrar en cada una de las actividades tres grandes hitos:

- **Seguridad y salud en el trabajo**
- **Cuidado del medioambiente**
- **Conciencia y responsabilidad social**

Figura 2: Gestión de Manejo de Vegetación

Fuente: Foresta Servicios Ltda

CAPITULO II

PROBLEMA DE INVESTIGACION

CAPITULO II: PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

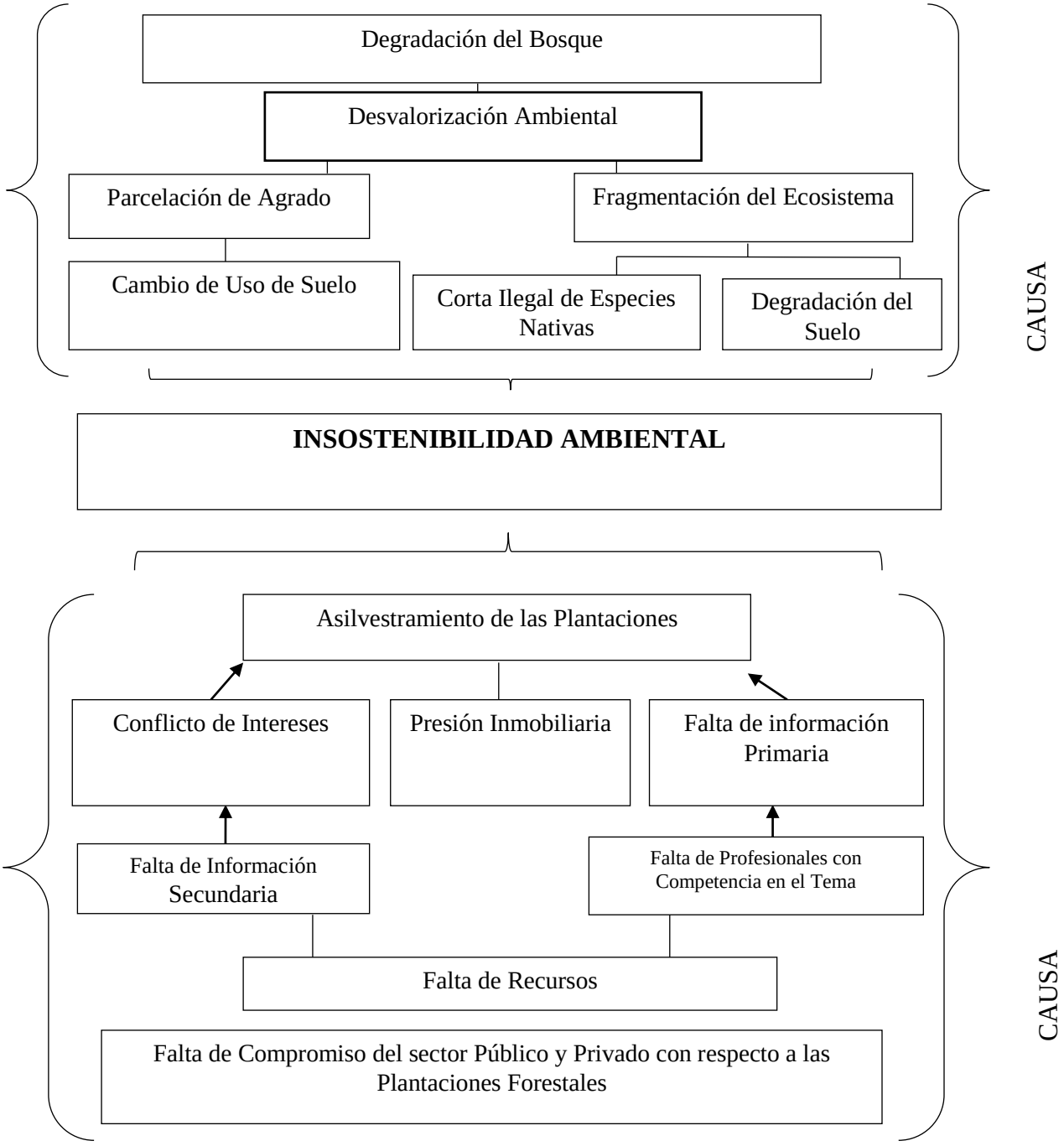
En el mundo se incrementa la preocupación por los efectos ecológicos negativos que se destacan en las tecnologías actuales del uso del suelo, especialmente las que requieren grandes cantidades de insumos no renovables y que inciden sobre la cobertura vegetal natural. Mientras la humanidad consume menos del 1% de la productividad primaria terrestre, ocupa o destruye casi 40% del área total disponible para producir sus bienes consumibles. (Morello, J., & Pengue, W. 2000). El manejo forestal es una de las opciones más importantes para promover, por un lado, la mitigación de emisiones de CO_2 y, por otro, el desarrollo forestal sostenible por medio de la puesta en marcha de la sostenibilidad ambiental en el proceso de talas y podas referentes a las operaciones eléctricas y el manejo de los residuos acorde a la sostenibilidad. Es importante, por tanto, entender y definir claramente la relación que existe entre el manejo forestal y la sostenibilidad ambiental (Di Paola, M. M. 2011).

En la actualidad, no existe una planificación palpable que evidencie un desarrollo de planificación urbana en Valparaíso y manejo forestal adecuado para las líneas de transmisión, más aun considerando que el crecimiento de la ciudad ha sido hasta ahora, un gran proceso que obedece a un factor, el cual se puede denominar socio-topográfico, y que algunos teóricos llaman determinismo geográfico (Mendoza, J. G., Jiménez, J. M., & Cantero, N. O., 1982) que en definitiva explica la ocupación de espacios que antes eran áreas verdes y de plantaciones forestales.

El manejo forestal bajo principios de sostenibilidad económica, ecológica y social que se oriente a la producción diversificada de bienes y servicios, es una de las opciones más viables y atractivas para la conservación de estos ecosistemas (Campos, 2001). Sin embargo existen problemas evidentes en el manejo de los residuos forestales resultantes de los procesos de podas, talas y rebajes de copas para las servidumbres y franjas de seguridad eléctricas.

Las líneas de transmisión conectan los centros de generación de energía con las áreas urbanas donde se realizará el consumo, es por esta razón que deben cubrir grandes distancias en las que interceptan bosque nativo, plantaciones forestales de Eucalipto y Pino, además de áreas urbanas y rurales. Las líneas de transmisión se consideran como proyectos lineales, junto con las vías férreas, autopistas, caminos públicos, gasoductos, oleoductos, etc., los cuales pueden afectar áreas protegidas o áreas de interés para la conservación (Herrera Mejía, J. A, 2014). La energía es transportada a niveles de alta tensión, produciendo campos magnéticos que pueden generar inconvenientes a la biodiversidad, específicamente fragmentan el espacio y generan incendios cuando existe un mal manejo de la vegetación.

Figura 3: Árbol de problemas



2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo General

Gestionar sosteniblemente los residuos orgánicos provenientes del proceso de manejo de vegetación en líneas de transmisión de la comuna de Valparaíso.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las variables ambientales presentes en el área de manejo, para tener una visión integral del área de estudio.
- Gestionar cada una de las intervenciones ambientales en coordinación con las obras de manejo de vegetación.
- Tecnificar el proceso de manejo forestal, con maquinarias especializadas para disminuir el impacto.

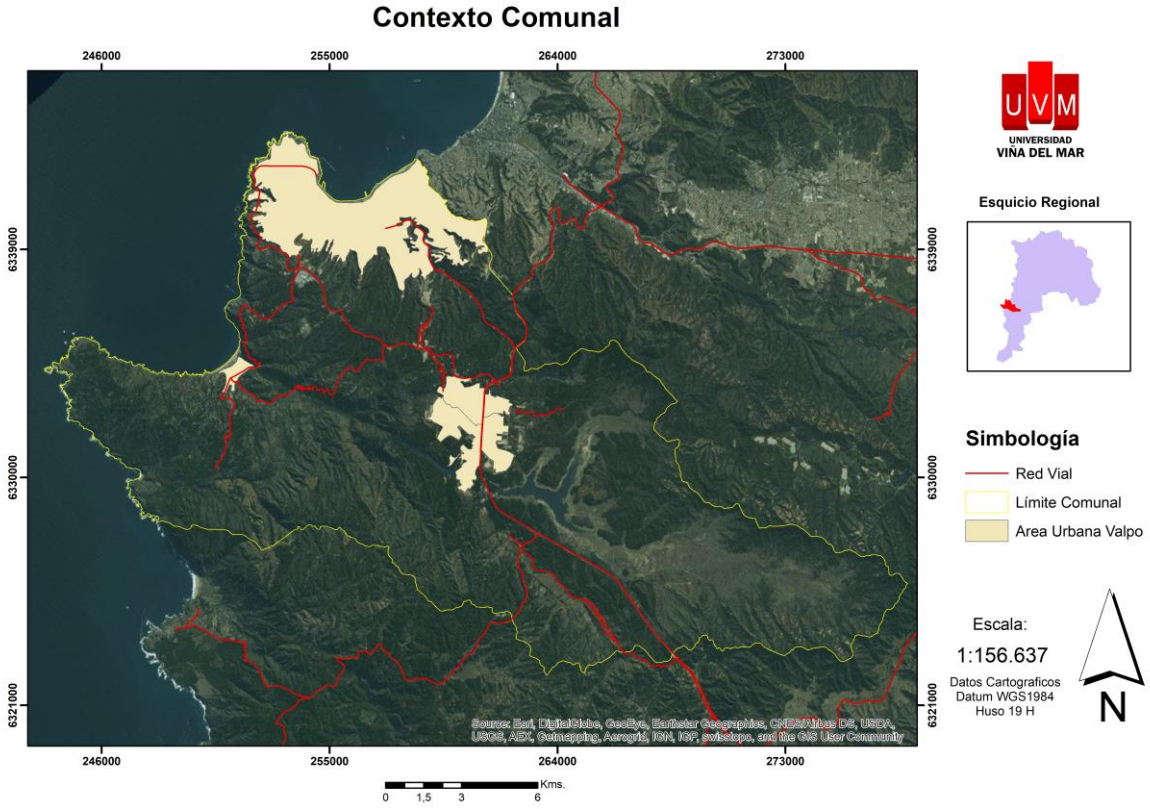
2.3 JUSTIFICACIÓN

La composición física de los residuos orgánicos provenientes de los procesos de podas y talas, hasta ahora, en la construcción de franjas de servidumbres no es sostenible, teniendo en consideración que los residuos de estos procesos son enviados directamente a rellenos sanitarios y vertederos, e incluso a disposición directa a la tierra sin pasar por un proceso de compostaje; es por esto que con el aprovechamiento de los mismos se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente como soporte de actividades antrópicas. Solo apuntando a una eficiente gestión integral de residuos orgánicos desde la presentación hasta la disposición final, se implementarán los instrumentos de manejo basados en principios de eficiencia, eficacia y efectividad que generen una sostenibilidad ambiental a partir de una relación costo-beneficio óptimo.

2.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El área de estudio tendrá un alcance geográfico en la comuna de Valparaíso por temas de optimización de los tiempos y recursos. El alcance geográfico de las actividades, se divide en tres áreas bien delimitadas dentro de la comuna y específicamente en las líneas de distribución y líneas de transmisión de Chilquinta Energía S.A.

Lamina 1: Alcance del Proyecto



CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Bosque

Sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 m^2, con un ancho mínimo de 40 m., con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas (desfavorables) y el 25% en circunstancias más favorables (CONAF, 20013)

3.1.2 Bosque Nativo

Bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar. Bosque nativo de preservación: aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquéllas clasificadas en las categorías de en "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro"; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.

Se considerarán, en todo caso, incluidos en esta definición, los bosques comprendidos en las categorías de manejo con fines de preservación que integran el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado o aquel régimen legal de preservación, de adscripción voluntaria, que se establezca (CONAF, 2013).

3.1.3 Plantaciones Forestales

Especies cuyo origen es cultivo forestal y que generan ecosistemas arbóreos construidos a partir de la intervención humana, estas especies forestales pueden ser nativas o exóticas. Las plantaciones forestales constituyen una oportunidad para alcanzar el desarrollo sostenible, generando beneficios económicos, sociales y ambientales.

3.1.4 Poda

En su acepción forestal clásica, consiste en la supresión artificial de ramas de los árboles en pie, sean muertas o vivas, para conseguir un objetivo concreto. La poda, como la mayoría de los tratamientos intermedios, implica costos de realización, que en general son mayores en la medida que mayor es la altura de poda. Hay variantes importantes de poda relacionadas con la silvicultura urbana (poda de raíces, podas de copa especiales) y con la producción de plantas en vivero, que se tratarán junto con dichos contenidos (Daniel et al. 1982).

3.1.4.1 Cortas de liberación

Desyerbado, limpieza, liberación, cortas de mejoramiento y raleos. *Otras cortas*: saneamiento, rescate de árboles muertos (Daniel et al. 1982).

3.1.4.2 Raleo

Corta de árboles en edades intermedias de la rotación forestal, con la finalidad de liberar recursos (agua, espacio, luz y nutrientes), dejando los mejores individuos, para mejorar la calidad y concentrar en ellos la potencialidad productiva del sitio y a su vez aprovechar madera de los árboles que se extraen, generando ingresos intermedios en la rotación.

3.1.5 Servidumbre y Seguridad

Con la finalidad de posibilitar el establecimiento, así como cautelar la correcta operación y explotación de una línea de transporte o distribución de energía eléctrica, el legislador ha establecido un área o faja de terreno de ancho variable que en forma permanente y continua la rodea, y que se denomina “Franja de Servidumbre”.

3.1.6 Franja de Seguridad de las líneas eléctricas

Es el espacio de separación que deben tener las líneas eléctricas respecto de las construcciones, a ambos lados. Ese espacio está definido por las distancias de seguridad. La franja de servidumbre de una línea eléctrica se determina por contrato con el afectado; la franja mínima debe ser la de seguridad.

Imagen 2: Franja de Servidumbre Línea 110 kV Agua Santa - Placilla

Fuente: Elaboración Grupal

3.2 MARCO TEÓRICO

Con el fin de agilizar el proceso, se revisaran los conceptos y temáticas más atendibles en cuanto a literatura existente y que presente un grado de pertinencia tal que permita abordar la investigación de manera clara.

3.2.1 Mercado del Carbono

Los bosques constituyen uno de los principales reservorios de carbono, por lo tanto, en términos de la mitigación del cambio climático, es importante determinar la capacidad de un sistema boscoso para fijar carbono en todos sus componentes. Existen algunos antecedentes en la región de América Central y en algunos países de la Unión Europea, donde mediante políticas públicas se ha logrado determinar la capacidad de captación de carbono forestal por área y por especie. Tanto desde el punto de vista de los servicios ambientales como de bienes maderables es importante contar con procedimientos que permitan estimar la biomasa de árboles y arbustos a partir de mediciones sencillas.

En efecto los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos y el humus estable son almacenes de carbono. (García-Oliva, F. y A. Ordóñez, 1999). En este sentido se puede considerar que al morir el árbol, el carbono no desaparece, sino que se incorpora de diferentes maneras al ecosistema.

Los ecosistemas forestales son tan diversos y complejos como bosques hay en el planeta, pueden absorber cantidades significativas de dióxido de carbono CO_2, principal gas de efecto invernadero (GEI). Como producto de este hecho, en las últimas décadas ha surgido un interés considerable por incrementar el contenido de carbono en la vegetación terrestre mediante la conservación forestal, la reforestación, la agroforestería y otros métodos de manejo del suelo. Un gran número de estudios ha demostrado el gran potencial que poseen los bosques y los ecosistemas agrícolas para almacenar carbono (Dixon et al. 1994, Dixon et al. 1996, Masera et al. 1995, y De Jong et al. 1995).

3.2.1.1 Sumidero de Carbono

Los árboles son, con el plancton oceánico y las turberas, los principales sumideros naturales del planeta, esenciales para el ciclo de carbono. Se acumulan enormes cantidades de carbono en la madera y en el ecosistema a través de la fotosíntesis. Absorben CO_2 de la atmósfera, almacenan una parte del carbono tomado, y devuelven oxígeno a la atmósfera. Las especies pioneras, de crecimiento rápido (por ejemplo, el álamo, el sauce o el abedul), por lo general absorben poco carbono. Las maderas duras son más densas y almacenan más carbono y durante más tiempo, pero por lo general crecen más lentamente (siglos o milenios). En la madurez, la absorción es menor, pero el carbono representa el 20% de su peso en promedio. Cuando el árbol muere, la madera es descompuesta por bacterias, hongos e invertebrados, reciclando su carbono como biomasa, materia orgánica muerta (cadáveres y excrementos de estos organismos) y, en forma de gases (CO_2 CH_4) liberados a la atmósfera o en el agua). Los bosques y otros ecosistemas siguen almacenando o reciclando ese carbono a través de la regeneración natural. Sólo los bosques templados acumulan carbono, los bosques tropicales están a menudo en equilibrio.

La cantidad de CO_2 que un árbol captura se relaciona de manera directa con su tasa de crecimiento. Los árboles que más crecen son los que más carbono capturan en su madera.

3.2.1.2 Ciclo del Carbono en las Plantas

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO_2, por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO_2 y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO_2 liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO_2. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y micro-organismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO_2 y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de carbono por bacterias y animales

contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.

Cuando mueren los organismos y son comprimidos por sedimentación, sufren una serie de cambios químicos para formar turba, luego carbón pardo o lignito y finalmente carbón. Durante el tiempo en que el CO_2 se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta o el suelo y hasta que es enviado nuevamente a la atmósfera se considera "capturado". En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa), el CO_2 fluye para regresar al ciclo de carbono.

A través de la fotosíntesis, la vegetación asimila CO_2 atmosférico, forma carbohidratos y gana volumen. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra.

3.2.2.1 Gestión Sostenible de los Residuos Orgánicos

La sostenibilidad en la gestión de los residuos y, concretamente en la aplicación de los tratamientos biológicos a la fracción orgánica de los residuos orgánicos, exige seleccionar la cadena de gestión más sostenible: prevención a todos los niveles, elección del sistema de recogida/transporte y comparación objetiva de los tratamientos posibles, así como de los potenciales destinos del recurso final a obtener. La sostenibilidad del tratamiento depende en gran medida de los eslabones anteriores en la cadena de gestión. Si se elige el compostaje como tratamiento, éste debe ser sostenible y llegar a tratar el residuo para alcanzar el objetivo de obtener un producto final de calidad (un recurso), con los menores costes energéticos, ambientales y sociales posibles.

3.2.2.2 Proceso de Compostaje

En las zonas rurales y urbanas, continuamente se requiere de la poda de árboles por muy diversos motivos. En las zonas urbanas, para evitar el daño del sistema eléctrico, retirar ramas muertas que son una amenaza para las estructuras urbanas, o por estética.

En la zona rural, las podas se realizan por muchas razones como por ejemplo, evitar que se produzca exceso de sombra en zonas de pastoreo o agrícola, obtener ramas para la siembra de nuevos árboles o para la formación de árboles frutales o maderables, entre otras.

Tradicionalmente, en las zonas rurales estos restos de poda, por razones económicas o por eficiencia, terminan siendo quemadas, con las consecuencias que esto trae para el medio ambiente como la contaminación del aire y la pérdida de masa orgánica que podría reintroducirse dentro del sistema en forma de acolchado o de materia orgánica.

Los restos de poda también se utilizan para el uso domiciliario como la cocina y en zonas frías, para calentar el hogar. Pero esto trae problemas de salud, ya que la combustión de la leña dentro de los hogares, generalmente sin formas adecuadas de ventilación y de extracción del humo, produce la suspensión de partículas en el aire, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, formaldehido (CH_2O) y agentes cancerígenos como el benzopireno y benceno.

3.2.2.3 Biomasa

La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica. Asimismo se considera biomasa a un grupo de productos energéticos y materia primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica formada por vía biológica.

Desde hace bastante tiempo el hombre ha utilizado la biomasa como fuente energética para realizar sus tareas cotidianas. Cuando el uso de combustibles fósiles comenzó a tomar fuerza, la biomasa se vio relegada a un plano inferior, donde su aportación a la producción de energía primaria era insignificante. En la actualidad debido a diversos factores, detallados a continuación, ha habido un resurgimiento de la biomasa como fuente energética.

Los factores responsables de favorecer la biomasa como fuente energética son:

- El sobreprecio del petróleo.
- El aumento de la producción agrícola.
- Necesidad de buscar usos alternativos a la producción agrícola.
- Cambio climático.
- Posibilidad de utilizar los conocimientos científicos y técnicos para optimizar el proceso de obtención de energía.
- Marco económico favorable para el desarrollo de plantas que utilizan biomasa como combustible, gracias a las subvenciones a la producción que reciben las plantas generadoras de energía con esta fuente.
- Dificultad normativa para desarrollar otro tipo de proyectos, dejando a la biomasa como la alternativa más razonable para rentabilizar una inversión económica.

3.3 MARCO LEGAL

3.3.1 Sistema de Incentivo para la Recuperación de Suelos Degradados

Este programa posee un sistema de incentivos que bonificará un porcentaje de los costos netos, determinados en la tabla anual de costos, de las prácticas de manejo y de recuperación de suelos tales como: la fertilización fosfatada de corrección, el incremento de la potencialidad productiva de los suelos deficitarios, la adición de enmiendas calcáreas, la limpieza, nivelación y habilitación de suelos, la recuperación y el establecimiento de cubiertas vegetales permanentes, la exclusión de uso de áreas de protección, la estabilización de suelos, la regulación de cauces, el control de la salinidad y de los procesos de desertificación de suelos, la rotación de cultivos u otras que persigan el mismo objetivo (DFL N° 235, 1999)

3.3.1.1 Decreto de Ley 701

Aborda diversos aspectos sobre los bosques que han sido relevantes para su conceptualización, entre ellos se pueden mencionar la creación de los tipos forestales, el reconocimiento de los métodos silvícolas y el establecimiento de planes de manejo para el uso de los bosques. Según el Decreto de Ley 701 (1974), modificado en 1998, mediante la Ley 19.561 de Fomento Forestal, establece que a partir de 1996, por 15 años y por una vez por superficie, se bonificará un porcentaje de los costos netos de actividades, como:

• La forestación en suelos frágiles.

• La forestación en suelos ñadis.

• La forestación en suelos ubicados en áreas en proceso de desertificación.

• Las actividades de recuperación de suelos de secano y de clase IV de riego.

• Las actividades de estabilización y forestación de dunas.

• El establecimiento de cortinas corta viento en suelos degradados o en peligro de erosión eólica.

El porcentaje de bonificación será de 75% sobre los costos netos de las actividades señaladas, y de 90% en forestaciones realizadas en suelos degradados con pendientes superiores a 45°. Como una forma de estimular las plantaciones en predios de pequeños propietarios, comunidades agrícolas e indígenas, por el mismo período de 15 años, se bonificarán las siguientes actividades:

• La forestación en suelos de aptitud preferentemente forestal

• La forestación en suelos degradados de cualquier clase.

• La forestación de baja densidad para fines de uso silvo-pastoral, en los suelos señalados en los dos puntos anteriores.

• La primera poda de las forestaciones hechas a partir de 1996.

• El raleo de las forestaciones hechas a partir de 1996.

Los porcentajes de bonificación para éstos serán de 90% para la forestación de las primeras 15 ha y de 75% de las restantes. Para el caso de la primera poda y raleo el porcentaje de bonificación sobre los costos netos será de 75%.

3.3.1.2 La Ley de Bosque Nativo 20.283

En el año 2008, se promulga la Ley Nº 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal o Ley de Bosque Nativo que plantea como objetivo "la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental", y en la cual se establecen las normas para la regulación del bosque nativo y formaciones xerofíticas.

Representa un hito importante, porque marca un cambio en la intencionalidad contenida en las políticas públicas, pasando de fines principalmente regulatorios a iniciativas de fomento del uso sustentable del bosque nativo. Con este fin, la ley ha establecido un fondo de incentivos al manejo, un fondo de investigación, y ha puesto en la discusión sectorial, temáticas como la preservación de los bosques, los productos forestales no madereros y la ordenación forestal. Sin embargo, a pocos años de su promulgación, se observan diversas barreras para su adecuado funcionamiento y para constituir un real incentivo al manejo del bosque nativo, en particular, en lo que respecta al fondo de incentivos. Alta burocracia en el

proceso de postulación, falta de asistencia técnica y bajos montos pagados por actividad son algunos de los aspectos que la Ley debe mejorar.

3.3.2 Normas Eléctricas

De acuerdo a lo establecido en la normativa eléctrica vigente, la responsabilidad de mantener las instalaciones en buen estado siempre es la empresa concesionaria, lo que incluye la poda de los árboles. Para el caso del radio urbano, las podas de especies arbóreas debe ser comunicada a las Municipalidades cuando se trate de árboles que se encuentren en espacios públicos, de esta manera la Municipalidad podrá coordinar con la empresa eléctrica las condiciones en las que se deberán podar los árboles. (DFL 4 - Art. 139° y 222°).

De acuerdo a lo establecido en Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes (NSEG 5.E.n. 71), Ministerio de Economía, Fomento y Construcción, los árboles que están en la proximidad de líneas aéreas en conductor desnudo, deben ser derribados o bien podados suficientemente para no exponer esas líneas a un peligro.

En las líneas de Media Tensión (Voltaje inferior a 25 kV), la distancia entre los conductores y los árboles vecinos deberá ser tal que no haya peligro de contacto entre dichos árboles y los conductores. En todo caso las personas que eventualmente puedan subir a ellos no deberán correr peligro de tener contacto con los conductores por inadvertencia. Para estas líneas, ubicadas en lugares rurales, la distancia entre los conductores y los árboles vecinos, medida en forma lateral, será por lo menos de 5 metros, salvo que la altura de los árboles exija una distancia mayor.

En las líneas de Alta Tensión (Voltaje superior a 25 kV), la distancia entre los conductores y los árboles vecinos, medida lateralmente, será igual a la altura de los árboles, pero para árboles de altura inferior a 5 m.

Además, se permite la existencia de árboles frutales debajo de las líneas de Media y Alta tensión, siempre que el propietario de dichos árboles mantenga una distancia de 4 m. entre la copa del árbol y la línea.

Las empresas eléctricas deben velar porque el trazado de líneas aéreas por bienes nacionales de uso público, deberá efectuarse de modo que, en lo posible no se corten o poden los árboles ubicados a lo largo del trazado de la línea. Si no existiere alternativa a la poda o corta de estos árboles, el propietario de las líneas aéreas deberá dar aviso por carta certificada con diez días de anticipación, a la Dirección de Vialidad o a la Municipalidad según proceda, y a los propietarios afectados, pactándose las indemnizaciones que correspondan, de acuerdo con lo que establezcan los reglamentos.

No existe un plazo determinado y fijo para realizar esta actividad, sin embargo, el Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos (Art. 218), señala que es deber de todo operador de instalaciones eléctricas en servicio, sean de generación, transporte o distribución, y de todo aquel que utilice instalaciones interiores, mantenerlas en buen estado de conservación y en condiciones de evitar peligro a las personas o daño en las cosas. Agrega que los operadores de instalaciones eléctricas deberán incluir en sus programas de mantenimiento la poda o corte de los árboles que puedan afectar la seguridad de sus instalaciones, utilizando técnicas adecuadas para preservar las especies arbóreas. Esta actividad debe ser comunicada a la Municipalidad respectiva o a la Dirección de Vialidad en su caso, en un plazo mínimo de quince días antes de su ejecución.

Es deber de la empresa de concesión eléctrica mantener un área o faja de seguridad en la cual se establecen una serie de restricciones para el propietario del predio sirviente a favor del constituyente de la servidumbre o de la empresa concesionaria de la línea de energía eléctrica. Entre las limitaciones más importantes podemos destacar la prohibición de mantener o construir edificaciones dentro de la misma, y la plantación o desarrollo de especies arbóreas cuyo crecimiento exceda la altura definida por la autoridad conforme a las normas legales vigentes o la altura máxima pactada entre el constituyente o concesionario y el propietario en el contrato de constitución de servidumbres que directa y voluntariamente hayan acordado y suscrito.

3.3.3 Función y Condiciones

La constitución de una Franja de Servidumbre debe permitir básicamente:

- La utilización u ocupación material de los terrenos necesarios para: la instalación de las estructuras soportantes de las líneas aéreas (postes, torres, etc.); y el tránsito que el propietario de la línea tiene derecho a hacer para los efectos de la custodia, conservación y reparación de la línea.
- La utilización del espacio aéreo para el cruce de los cables conductores, lo que implica el establecimiento de una serie de limitaciones, principalmente para la construcción y la plantación de árboles, que tienen por finalidad asegurar la continuidad de operación de la línea y evitar riesgos a las personas y sus bienes.
- Asegurar la integridad física de la línea.

3.3.3.1 Utilización del Terreno

La utilización u ocupación material del terreno se traduce en:

- La ocupación material de la superficie del terreno sobre la cual se instalan las estructuras soportantes.
- El uso del subsuelo para la construcción de las fundaciones.
- La limpieza de la franja con el fin de permitir los trabajos de construcción de fundaciones, montaje de las estructuras y accesorios, así como el tendido de los conductores.
- Libre tránsito del propietario de la línea, dentro de la franja de servidumbre, para fines de inspección, mantención y reparación de la línea.
- Limitaciones de uso para el propietario del terreno.

3.3.3.2 Utilización del Espacio Aéreo

El espacio aéreo utilizado por una línea de energía eléctrica queda determinado por los siguientes aspectos:

- Categoría y tensión eléctrica de la línea.
- Características de la Zona de Cruce de la Línea (topografía, cruces, etc.).
- Geometría de las estructuras soportantes.
- Distancias mínimas a edificios o construcciones y a árboles.

3.3.4 Categoría y Tensión Eléctrica de la Línea

El artículo 94 de la NSEG 5 E.n 71, denominado Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes, establece 3 categorías de líneas eléctricas:

- Categoría A

Son líneas de Baja Tensión. Tensión nominal entre fases menor o igual a 1 kV.

- Categoría B

Son líneas de Media Tensión, cuyo voltaje nominal entre fases no excede a los 25 kV.

- Categoría C

Son líneas de Alta Tensión, cuyo voltaje nominal entre fases es superior a 25 kV.

Según estas categorías y en función de la tensión nominal de la línea, establecidas por la norma legal señalada, se condicionan en Chile las distancias mínimas de los conductores: al suelo, a edificios y árboles bajo la línea.

El nivel de tensión de la línea define además aspectos tales como: distancias mínimas entre conductor y estructura soportante (artículo 105 NSEG 5 E.n 71); separación mínima entre conductores desnudos (artículo 106 NSEG 5 E.n 71); distancias de cruce y paralelismo entre líneas, etc.

3.3.5 Características de la Zona de Cruce de la Línea

Dependiendo de las características de la zona por la cual se desarrolla o cruza la línea:

- Región poco transitable (montañas, praderas, cursos de agua no navegables)

- Región transitable (localidades, zonas turísticas, productivas, comerciales e industriales)
- Cruce de caminos.

3.3.6 Geometría de las estructuras

La geometría de las estructuras soportantes está dada por:

- El tipo de estructura (poste, estructura reticulada, etc.).
- La capacidad de carga soportada.
- El nivel de tensión de la línea (separación entre conductores, distancias mínimas entre conductor y estructura, etc.).
- La disposición de los conductores y el número de circuitos (vertical y horizontal; uno o más circuitos).
- La existencia de cable de guardia.

3.3.7 Distancias mínimas a edificios, construcciones y árboles

Estas distancias se establecen con el fin de:

- Evitar dañar a las personas y sus bienes
- Resguardar la integridad y operación de la línea.

En condiciones normales, la distancia entre la parte más saliente de un edificio o construcción a un plano vertical que contenga al conductor que desviado por la acción del viento quede más próximo a éste, no debe ser inferior a:

- 1,3 m. para líneas con tensión nominal menor o igual a 1 kV
- 2,0 m para líneas con tensión nominal menor o igual a 25 kV
- 2,5 m + 00,1 x (V-26)m para líneas con tensión superior a 25 kV

  V= tensión nominal de línea en kV

El ángulo de desviación mínima del conductor, respecto al plano vertical que lo contiene en su posición sin viento, debe ser a lo menos de 30º.

En caso que el edificio no tenga ventanas u otros elementos en toda la extensión expuesta al conductor más próximo, a los cuales tengan normalmente acceso las personas, las distancias señaladas anteriormente se pueden reducir en 0,5 m.

Con la finalidad de no exponer una línea a los peligros que significa la caída de un árbol sobre ella, las normas técnicas vigentes, en particular el artículo 111 de la NSEG 5 E.n 71, establece que los árboles que están en la proximidad de las líneas aéreas con conductor desnudo, deben ser derribados o bien podados lo suficiente.

Una forma general de cautelar la seguridad de la línea, es establecer que la altura máxima de los árboles que la circundan, no deba superar la distancia entre el árbol y la proyección sobre el suelo del conductor más exterior de la línea sin aplicación de viento. Esta condición debe ser revisada en terrenos con pendiente transversal al eje de la línea, pudiendo llegar a establecerse condiciones particulares en estos casos (Ej. Distinto ancho a cada lado del eje de la línea). Especial atención debe darse a aquellos terrenos con aptitud forestal.

3.3.8 Normativa de Servidumbres

DFL Nº 1 Ministerio de Minería

Artículo 56º. El dueño del predio sirviente no podrá hacer plantaciones, construcciones ni obras de otra naturaleza que perturben el libre ejercicio de las servidumbres establecidas por esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en el inciso 3º del artículo 53º. Si infringiere esta disposición no sus plantaciones o arboledas crecieren de modo que perturbaren dicho ejercicio, el titular de la servidumbre podrá subsanar la infracción a costa del dueño del suelo.

Artículo 57º. Si no existieren caminos adecuados para la unión del camino público o vecinal más próximo con el sitio ocupado por las obras, el concesionario tendrá derecho a las servidumbres de tránsito por los predios que sea necesario ocupar para establecer el camino de acceso.

Artículo 68º. El dueño del predio sirviente tendrá derecho a que se le pague:

1. El valor de todo terreno ocupado por las obras hidroeléctricas, incluidas las de embalse y estanques, por los postes y las torres de las líneas, por las zanjas de las líneas subterráneas, por los edificios y por los caminos de acceso, según los planos de servidumbres;

2. El valor de los perjuicios ocasionados durante la construcción de las obras o como consecuencia de ellas o del ejercicio de las servidumbres.

   Igualmente el valor de los perjuicios que causan las líneas aéreas;

3. Una indemnización por el tránsito que el concesionario tiene derecho a hacer para los efectos de la custodia, conservación y reparación de las líneas. Esta indemnización no podrá ser superior al valor de una faja de terreno de dos metros de ancho, en la parte del predio ocupado por las líneas.

Si al constituirse una servidumbre quedaren terrenos inutilizados para su natural aprovechamiento, el concesionario estará obligado a extender la servidumbre a todos estos terrenos.

Artículo 69º. Los terrenos ocupados se pagarán, a tasación de peritos, con veinte por ciento de aumento.

3.3.8 Servidumbres

D.S. Nº 327 Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos

Imagen 3: Franja de Servidumbre Línea 110 kV Laguna Verde – Valparaíso

Fuente: Elaboración Grupal

Artículo 71.- Existirán dos clases de servidumbres legales:

a) Aquellas que se establecen en favor de un concesionario para la construcción, establecimiento y explotación de sus instalaciones eléctricas; y,

b) Aquellas que debe soportar un concesionario o el propietario de una instalación eléctrica en favor de terceros, en los casos que se especifican más adelante.

A la primera clase pertenecen las servidumbres que autorizan a:

a.4) Tender líneas aéreas y/o subterráneas, de transporte y distribución, a través de propiedades ajenas;

a.5) Ocupar los terrenos necesarios para el transporte de energía eléctrica desde una central generadora o subestación, hasta los puntos de consumo o de aplicación;

a.6) Ocupar y cerrar los terrenos necesarios para las subestaciones eléctricas, incluyendo las habitaciones para el personal de vigilancia;

a.7) Ingresar personal y materiales necesarios para efectuar trabajos de reparación;

a.8) Establecer caminos de acceso, si no existieren las vías adecuadas para la unión del camino público o vecinal más próximo con el sitio ocupado por las obras; y,

a.9) Ocupar, temporalmente, los terrenos municipales o particulares necesarios para el establecimiento de caminos provisorios, talleres, almacenes, depósitos de materiales y cualesquiera otros servicios que se requieran para asegurar la expedita construcción de las obras de una concesión.

3.3.8.1 Servidumbres Prediales

Artículo 72.- Las servidumbres señaladas en los literales a.1) al a.9) del artículo anterior, sólo podrán ser solicitadas por el peticionario de una concesión para generación hidráulica, transporte, transformación o distribución de energía eléctrica. Estas servidumbres deberán solicitarse conjuntamente con la respectiva concesión.

Para tal efecto, el interesado deberá confeccionar y adjuntar los planos especiales de las servidumbres que solicite, en la escala que indiquen las normas técnicas respectivas, las que, en todo caso, deberán considerar una escala tal que permita obtener en forma fácil y expedita la información que se requiera.

Los planos deberán indicar las condiciones actuales de los predios sirvientes, su destinación, los propietarios de los predios afectados, el área ocupada, la longitud de las

líneas que los atravesarán y la franja de seguridad de las obras que quedarán dentro del predio. Para los efectos de este inciso, se considerarán actuales las condiciones existentes dentro de los 6 meses anteriores a la fecha de la solicitud.

Los planos podrán ser confeccionados mediante topografía de terreno o topografía obtenida mediante aplicaciones computacionales sobre antecedentes de aerofotogrametría.

Artículo 75.- Los edificios no estarán sujetos a las servidumbres de obras hidroeléctricas ni de líneas de transporte y distribución de energía eléctrica.

Los corrales, huertos, parques, jardines o patios que dependan de edificios, sólo quedarán sujetos a la servidumbre de ser cruzados por líneas aéreas de distribución de energía eléctrica de baja tensión, pero estarán exentos de las demás servidumbres legales a que se refiere este párrafo. El trazado de estas líneas deberá proyectarse en forma que no perjudique la estética de jardines, parques, huertos o patios del predio.

La dependencia a que se refiere el inciso anterior podrá ser calificada en función del servicio que aquellos espacios prestan al predio de que se trate.

Si el propietario del predio atravesado por las líneas desea ejecutar construcciones debajo de ellas, podrá exigir al dueño de las líneas que varíe su trazado. En este caso, las obras modificatorias serán de cargo del dueño del predio.

3.3.8.2 Líneas Aéreas

Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes NSEG 5 E.n. 71

Artículo 89º Las disposiciones siguientes se aplican a todas las líneas de corrientes fuertes instaladas al aire libre.

Artículo 90º Al instalar líneas aéreas se tratará de deslucir el paisaje lo menos posible. Cuando existan varias soluciones más o menos equivalentes desde el doble punto de vista técnico y económico, se dará preferencia a aquella que desluzca menos el paisaje.

Artículo 92º Los concesionarios deberán mantener un buen estado de conservación las líneas aéreas, los soportes y las conexiones a tierra, para lo cual deberán ser revisadas periódicamente, dejando constancia de los resultados de estas revisiones.

Artículo 94º Para los efectos de la aplicación de los artículos siguientes se designará a las líneas aéreas por su categoría como sigue:

Categoría A.- Las líneas aéreas de baja tensión o sea aquellas cuyo voltaje nominal entre conductores no excede de 1.000 Volts.

Categoría B.- Las líneas aéreas de alta tensión cuyo voltaje nominal entre conductores no exceda de 25.000 Volts.

Categoría C.- Las líneas aéreas de alta tensión cuyo voltaje nominal entre conductores sea superior a 25.000 Volts.

Artículo 95º En las líneas de categoría A no se adoptarán en general tramos que sobrepasen 100 m.

Artículo 96º El trazado de las líneas de corriente fuerte será de preferencia rectilíneo, y se preocupará que la vigilancia y mantenimiento de ellas quede asegurada por la facilidad de acceso a sus distintos puntos.

3.3.8.3 Conductores y Aislación

Artículo 104º

104.1.- La distancia de los conductores entre sí, así como entre cada conductor y el soporte deberá ser tal que no haya peligro de formación de arco entre conductores y el soporte o entre los conductores entre sí, como consecuencia de las oscilaciones producidas por el viento o de la nieve acumulada sobre los conductores.

104.2.- Las distancias de los conductores entre sí, y de éstos a los soportes indicados en los artículos 105 y 106, son valores mínimos que deberán adoptarse siempre que no se justifiquen mediante cálculos valores menores. Las Empresas deberán en todo caso fijar dichas distancias de acuerdo con las condiciones locales.

Artículo 105º

105.1.- Las distancias mínimas entre un conductor y la estructura serán las siguientes:

Tabla 1: Distancias entre conductor

TENSIÓN DE LA LÍNEA	DISTANCIA EN CMTS.
Hasta 250 Volts entre conductor y tierra	3
Más de 250 Volts entre conductor y tierra, Y hasta 1.000 Volts entre 2 conductores	5
Más de 1.000 Volts, hasta 10.000 Volts entre conductores	8
Para tensiones más elevadas	8 + 0,6 por cada 1.000 V sobre 1.000 V

Modificado de Chilquinta Energía, 2016

105.2.- En el caso de conductores suspendidos en cadena de aisladores, las distancias anteriores deberán mantenerse para la desviación máxima que se le pueda esperar para la cadena. La desviación que se considere no será en ningún caso inferior a 30º de la vertical.

Artículo 106º

106.1.- En las líneas aéreas la separación mínima que se admitirá entre dos conductores desnudos, medida en el centro del tramo, será la indicada por las expresiones siguientes, excepto en los casos contemplados en 106.2:

Artículo 107º

107.1.- Como regla general la altura mínima de los conductores sobre el suelo, a la temperatura del 30ºC, y con el conductor sin sobrecarga, será la indicada en la tabla que sigue:

Tabla 2: Alturas mínimas de los conductores sobre el suelo

LUGAR	DISTANCIA MEDIDA VERTICALMENTE EN METROS				
	CATEGORÍA A		CATEGORÍA B		CATEGORÍA C
	Fases	Neutro	Fases	Neutro	Fases
Regiones poco transitables (montañas, praderas, cursos de agua no navegables)	5	4,6	5,5	4,6	5+0,006 por kV
Regiones transitables (localidades, cambios principales, calles y plazas públicas)	5	5	6	5,5	6,50+0,006 por kV
En cruces de caminos y calles	5,5	6,5	6	5,5	6,50+0,006 por kV

Fuente: Modificado de Reglam. de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes NSEG 5 E.n. 71

Se debe considerar que el trazado de las líneas de *corriente fuerte* será de preferencia rectilíneo, en zonas libres de obstáculos y se preocupará que la vigilancia y mantenimiento de ellas quede asegurada por la facilidad de acceso a sus distintos puntos. En caso de que a través del trazado se encuentre la presencia de árboles se adoptarán las medidas siguientes:

- Los árboles que están en la proximidad de líneas aéreas en conductor desnudo, deben ser o derribados o bien podados periódicamente para evitar el contacto entre las líneas y el ramaje de éstos.

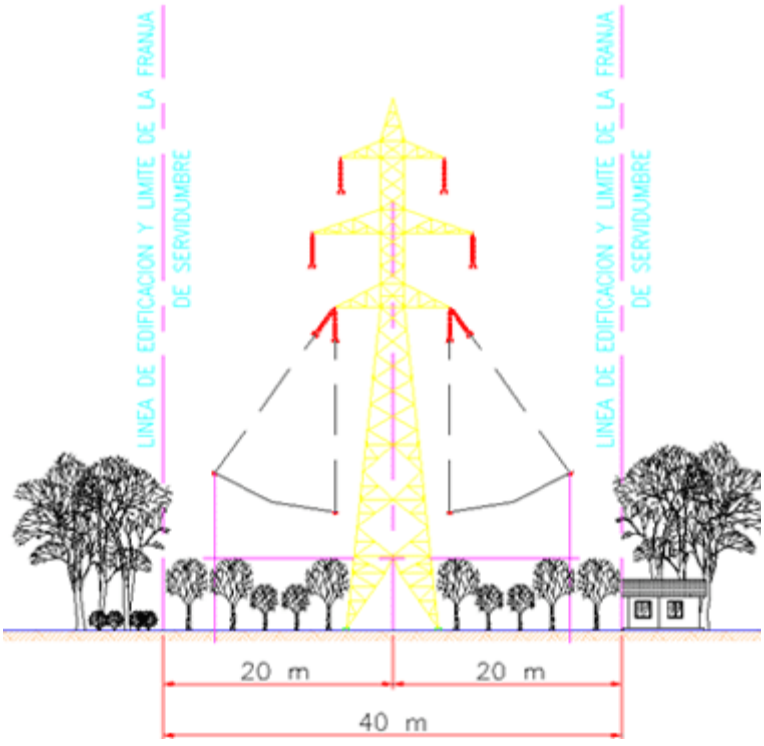
- En las líneas de categoría B, la distancia entre los conductores y los árboles vecinos deberá ser tal que no haya peligro de contacto entre dichos árboles y los conductores. En todo caso las personas que eventualmente puedan subir a ellos no deberán correr peligro de tener contacto accidental con los conductores.

- En las líneas rurales de categoría B la distancia entre los conductores y los árboles vecinos será por lo menos de 5 m, salvo que la altura de los árboles exija una distancia mayor. En casos de divergencias resolverá la Superintendencia.

- En las líneas de categoría C, la distancia entre los conductores y los árboles vecinos será igual a la altura de los árboles, pero no inferior a 5 m. · Se permite la existencia de árboles frutales debajo de las líneas de las categorías B o C, siempre que las características de crecimiento y su manejo por parte del propietario garanticen que su altura no sobrepase 4 m sobre el suelo.

3.3.9.3 Decreto 327 Sobre Seguridad en Líneas Eléctricas

Figura 4: Distancia eje de la línea



Modificado Chilquinta Energía, 2016

La servidumbre se presenta como un derecho real, que recae sobre una cosa ajena, y que consiste en la posibilidad de utilizar dicha cosa y de servirse de ella de una manera más o menos plena.

No puede existir una servidumbre sin utilidad para un fundo o una persona, pues no se pueden establecer limitaciones al derecho de propiedad que no reporten ventaja para nadie. Son situaciones que implican una función de servicio y una pérdida de libertad.

Para sistemas eléctricos (generación eléctrica, líneas de transmisión, distribución), la Ley General de Servicios Eléctricos de Chile (Decreto Supremo 327), se refiere a las servidumbres.

a) Aquellas que se establecen en favor de un concesionario para la construcción, establecimiento y explotación de sus instalaciones eléctricas; y,

b) Aquellas que debe soportar un concesionario o el propietario de una instalación eléctrica en favor de terceros, en los casos que se especifican más adelante.

A la primera clase pertenecen las servidumbres que autorizan a:

a.1) Ocupar los terrenos que se necesitan para las obras de una central hidráulica;

a.2) Ocupar y cerrar, hasta la extensión de media hectárea, los terrenos contiguos a la bocatoma de una central hidráulica, con el fin de dedicarlos a construir habitaciones de las personas encargadas de la vigilancia y conservación de las obras, y a guardar los materiales necesarios para la seguridad y reparación de las mismas;

a.3) Ocupar y cerrar los terrenos necesarios para embalses, vertederos, clarificadores, estanques de acumulación de aguas, cámaras de presión, cañerías, centrales hidroeléctricas con sus dependencias, habitaciones para el personal de vigilancia, caminos de acceso, depósitos de materiales y, en general, todas las faenas requeridas para las instalaciones hidroeléctricas;

a.4) Tender líneas aéreas y/o subterráneas, de transporte y distribución, a través de propiedades ajenas;

a.5) Ocupar los terrenos necesarios para el transporte de energía eléctrica desde una central generadora o subestación, hasta los puntos de consumo o de aplicación;

a.6) Ocupar y cerrar los terrenos necesarios para las subestaciones eléctricas, incluyendo las habitaciones para el personal de vigilancia;

a.7) Ingresar personal y materiales necesarios para efectuar trabajos de reparación;

a.8) Establecer caminos de acceso, si no existieren las vías adecuadas para la unión del camino público o vecinal más próximo con el sitio ocupado por las obras; y,

a.9) Ocupar, temporalmente, los terrenos municipales o particulares necesarios para el establecimiento de caminos provisorios, talleres, almacenes, depósitos de materiales y cualesquiera otros servicios que se requieran para asegurar la expedita construcción de las obras de una concesión.

A la segunda clase pertenecen las servidumbres que autorizan a:

b.1) Usar postes o torres ajenos para el establecimiento de otras líneas eléctricas, en adelante servidumbres de postración; y,

b.2) Usar las demás instalaciones ajenas necesarias para el paso de energía eléctrica, tales como líneas aéreas o subterráneas, subestaciones y obras anexas, en adelante servidumbres de paso o transmisión.

En todo caso, los derechos a que se refieren los dos literales precedentes sólo serán exigibles cuando se trate de líneas e instalaciones que hagan uso, en todo o parte de su trazado, de alguna de las servidumbres indicadas en los literales a.4, a.5 o a.6 de este artículo, o bien, utilicen bienes nacionales de uso público.

Artículo 12.- Los concesionarios tendrán derecho a imponer las siguientes servidumbres:

a) En las heredades o inmuebles ajenos, para la construcción, establecimiento y explotación de las instalaciones y obras anexas, en adelante servidumbres prediales; y

b) En las postaciones, líneas aéreas o subterráneas, subestaciones y obras anexas que usen, en cualquiera de sus tramos, parcial o totalmente, bienes nacionales de uso público o las servidumbres que se mencionan en la letra anterior, para el tendido de otras líneas o para el

transporte o distribución de energía eléctrica, o para que las Municipalidades puedan hacer alumbrado público.

Artículo 217.- El trazado de líneas aéreas por bienes nacionales de uso público o por predios particulares, deberá efectuarse de modo que, en lo posible, no se corten o poden los árboles ubicados a lo largo del trazado de la línea. Si no existiere alternativa a la poda o corta de estos árboles, el propietario de las líneas aéreas deberá dar aviso por carta certificada, con diez días de anticipación, a la Dirección de Vialidad o a la Municipalidad, según proceda, y a los propietarios afectados, pactándose las indemnizaciones que correspondan.

Artículo 218.- Los operadores de instalaciones eléctricas deberán incluir en sus programas de mantenimiento la poda o corte de los árboles que puedan afectar la seguridad de sus instalaciones, utilizando técnicas adecuadas para preservar las especies arbóreas. Esta actividad deberá ser comunicada a la Municipalidad respectiva o a la Dirección de Vialidad en su caso, en un plazo no inferior a quince días anteriores a su ejecución.

CAPITULO IV MARCO METODOLOGICO

CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO

4.1 METODOLOGÍA

La metodología que se empleará para llevar a cabo el manejo sostenible de los residuos en las líneas de transmisión, estará estructurada a través de tres ítems metodológicos. El primero de estos, llamado *Trabajo de Gabinete* que consistirá en la recopilación de fuentes secundarias de información, relevantes para el desarrollo de la investigación. El segundo ítem *Trabajo de Campo*, constará en la aplicación de las técnicas en el área de estudio, con el objeto de levantar fuentes de información primaria. El tercer ítem, consistirá en el *Trabajo de Laboratorio* que incluirá trabajo cartográfico y tratamiento de la información para establecer las áreas más conflictivas, respecto a las coberturas forestales y líneas de transmisión, realizando tratamiento de estas, con la finalidad de generar puntos calientes en los cuales se pueda priorizar los trabajos de manejo de vegetación.

4.1.1 Trabajo de Gabinete

Se realizará una reunión de antecedentes bibliográficos, datos de la comuna de Valparaíso y su implicancia en la localización con las líneas de alta tensión con respecto a las plantaciones forestales y bosque nativo. Esta etapa es muy importante, ya que los conflictos espaciales de líneas de alta tensión cercanos a áreas pobladas genera un impacto significativo y aumenta la percepción de los riesgos de incendio, además es un tema poco estudiado en nuestro país, aún no se ha masificado en trabajos científicos, solo se han realizado levantamientos aislados y se espera que todos los estudios al respecto tengan una pronta publicación.

4.1.2 Trabajo de Campo

Las áreas de manejo de vegetación, serán marcadas en el terreno, georreferenciadas y sus características registradas antes de realizar los muestreos que se describen a continuación. En el caso de los boques se medirá la biomasa con instrumentos portátiles como hipsómetro y eclímetro para la corroboración de las siguientes variables: *Tipo de bosque, estructura, principales especies*. Esto con la finalidad de validar la información arrojada por el catastro

de bosque nativo de CONAF, a su vez identificar el estado actual, la sanidad de las especies, grado de intervención, pendiente y grado de exposición.

Las áreas de manejo y puntos conflictivos tendrán como objeto realizar mediciones sencillas, mediante la aplicación de un formulario tipo que recoge la información por árbol y le da mayor veracidad al catastro y además permite obtener datos para calcular biomasa presente en el área. Además se realizaran mediciones alométricas para estimar el peso y el volumen de los individuos, asimismo, se realizaran vuelos con DRONE marca Autel Robotics X.Star con cámara de 4k.

Las líneas de transmisión serán recorridas en conjunto con personal de la empresa a cargo de los trabajos, en este caso "Foresta Servicios", con el fin de complementar el "know how" de cada uno de los trabajadores.

Se evidenciará las formas actuales de tratamiento y disposición de los residuos vegetales, para posteriormente guiarlos y sensibilizarlos en un manejo sostenible, que permita el real aprovechamiento de esta materia orgánica.

4.1.3 Trabajo de Laboratorio

En esta primera instancia del estudio, se consultará bibliografía de carácter general relacionada con plantaciones forestales, para así comprender de mejor manera el comportamiento de estos ecosistemas. Se realizara también, una recopilación de antecedentes relacionados con el manejo de Sistemas de Información Geográfica, para la delimitación del área. A partir de la bibliografía existente se podrá disponer de abundante información.

Las formaciones vegetacionales, serán extraídas de la base cartográfica digital de la Corporación Nacional Forestal a través del catastro de bosque nativo de la región de Valparaíso, y fotomosaicos a escala 1:5.000 en fotografía aérea y Ortofoto del Servicio de Aerofotointerpretacion. A través de esta metodología se extraerán las siguientes variables, altitud de las formaciones boscosas, asociación de las especies, densidad, estado sanitario de las especies, grado de intervención, pendiente, exposición y edad aproximada de las especies.

También se analizará a través de fotografías satelitales en 3D de Google Earth el territorio, recogiendo la totalidad de puntos conflictivos en el área de estudio, replanteando un trabajo previo de levantamiento con GPS Navegador Garmin e-trex, además de divisorias de cuencas, cumbres más altas o sobresalientes, red hidrográfica y asentamientos humanos.

Posteriormente, la imagen satelital analizada, será incorporada a un Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando el Software ArcGis 10.3, con el fin de realizar un mapa temático del área de estudio, para luego verificar los datos obtenidos en terreno. En este procedimiento se lograra identificar las diferencias que existen entre las coordenadas de los sistemas de información geográfica y las tomadas en terreno durante el levantamiento de información geoespacial. Los procedimientos establecidos se complementan con información cartográfica de localización espacial de cada uno de los puntos de conflicto y con un sistema de almacenamiento electrónico que permitirá administrar y validar los datos recolectados para su posterior procesamiento y análisis. Dentro del proceso metodológico se incorporaran etapas para contar con un programa de trabajo y carta Gantt anual que permita de forma proactiva realizar el manejo de vegetación de especies arbóreas de manera controlada y disminuyendo impactos a la vegetación que en definitiva condicionan los ecosistemas. Esto conlleva a una planificación integral en líneas de transmisión.

CAPITULO V ANALISIS Y RESULTADOS

CAPITULO V: ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 Ubicación Relativa

La Región de Valparaíso está situada geográficamente en los 32º 15’ y 33º 57’ de Latitud Sur y los 70° a 72° de longitud Oeste, limitando desde la Cordillera de Los Andes hasta el Océano Pacifico. La superficie de la región es de 16.396,1 Km^2, lo cual corresponde aproximadamente al 2,2 % de la superficie continental del país. Dentro de la región el área de estudio se enmarca dentro Provincia de Valparaíso, Comuna de Valparaíso, la que a su vez limita al Norte con las Provincia de Petorca y Quillota, al Este con la Región Metropolitana, al Oeste limita con el Océano Pacífico y al Sur con la Provincia de San Antonio.

5.1.2 Ubicación Absoluta

Tabla 3: Coordenadas UTM Área de Estudio

	Oeste	**Norte**	**Este**	**Sur**
Norte	6.334.271	6.350.280	6.329840	6.326.539
Este	243.789	281.490	281.490	261.467

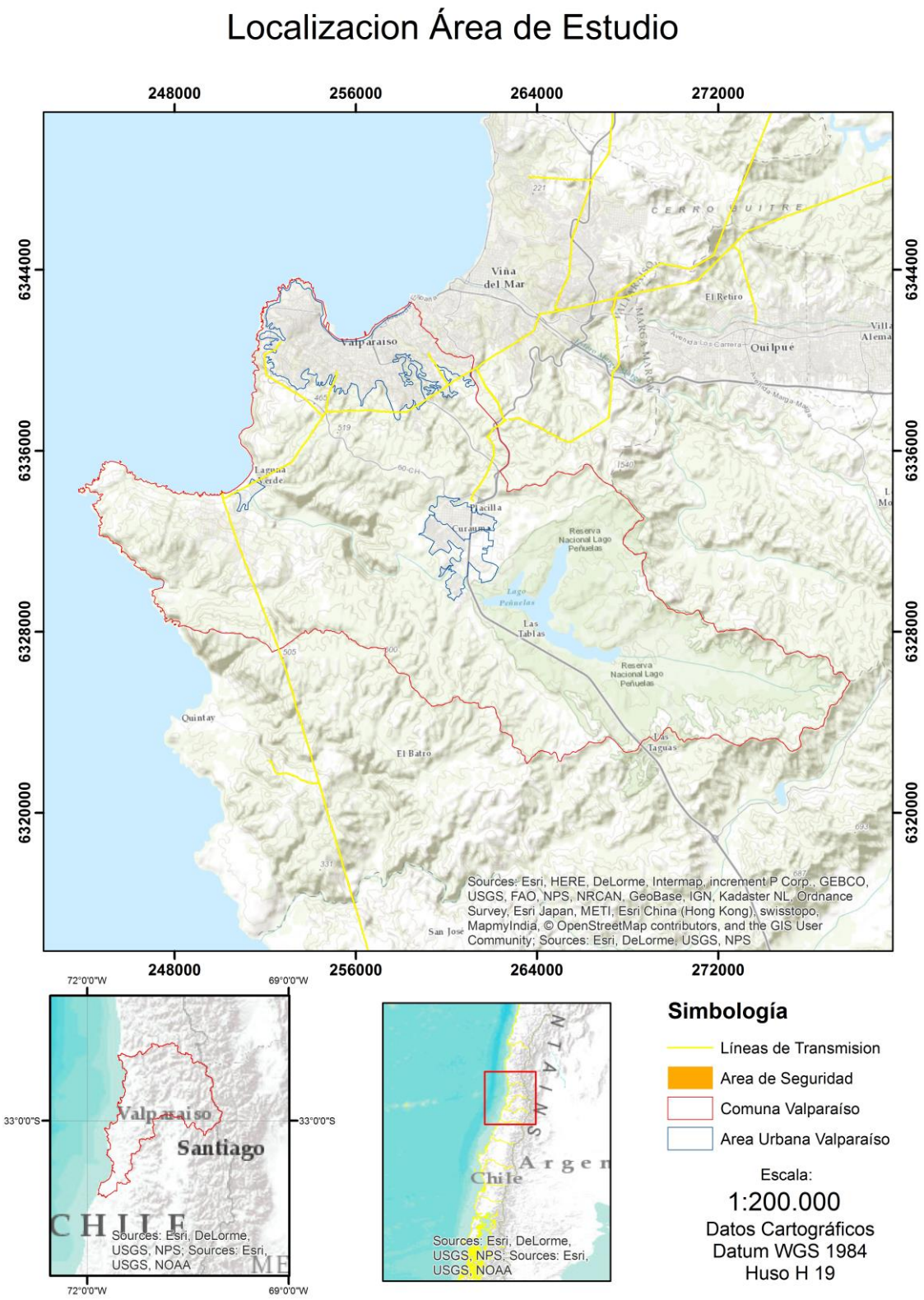
Fuente: Elaboración Grupal

Tabla 4: Datos Geodésicos

Datum	**Elipsoide**
WGS 1984	WGS 1984
HUSO	**ZONA**
19	H

Fuente: Elaboración Grupal

Lamina 2: Localización Área de Estudio

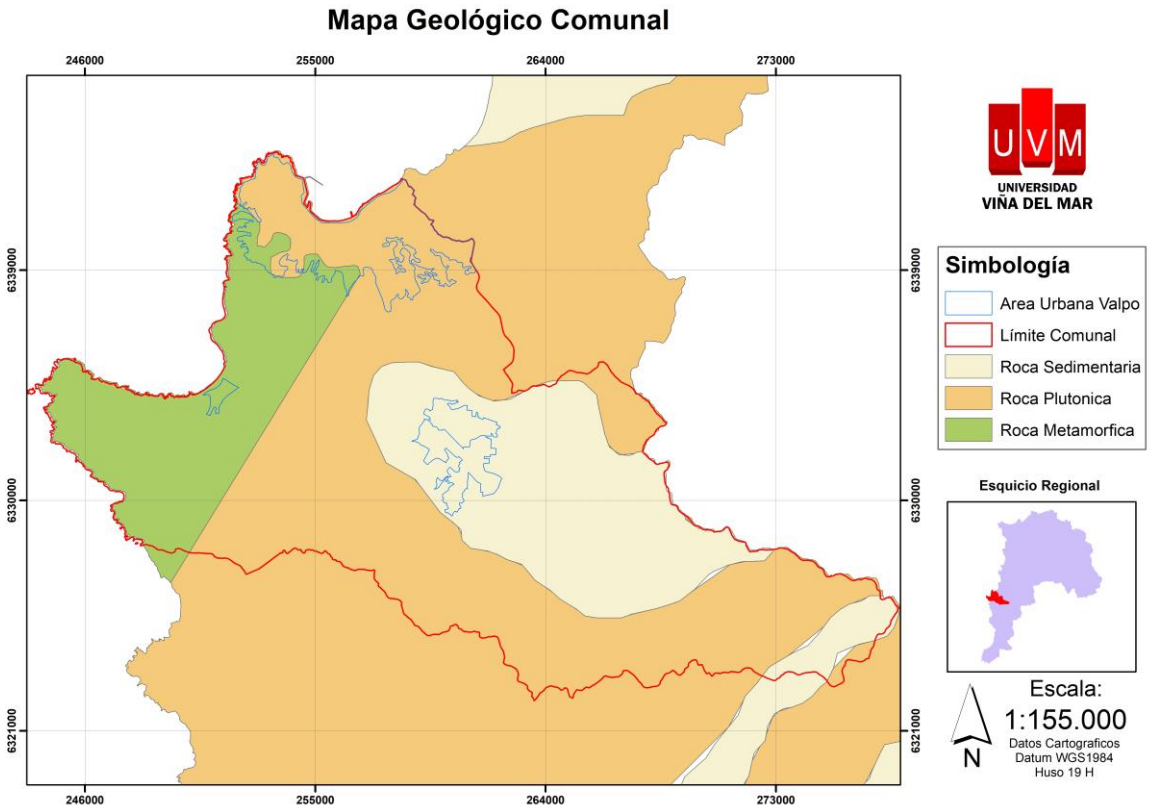


5.1.3 Caracterización Geomorfológica y Geológica

La cordillera de la costa no está presente como unidad geomorfológica, en esta zona se presenta hacia el interior logrando altitudes de hasta los 2333 msnm. (Morro Chache). En un orden de gran magnitud, el área de estudio comprende una sola unidad geomorfológica denominada terraza litoral a los que los pobladores denominan “meseta”. Esta está formada por distintos niveles altitudinales, y sus bordes de término son los cerros de Valparaíso y los acantilados del litoral sur.

Geológicamente, la bahía hasta bien avanzados los kilómetros hacia el interior (300-500 Kms), se encuentra presente una unidad geológica muy antigua denominada batolito costero, de aproximadamente 180 y 145 Ma (SERNAGEOMIN, 2000).

Lamina 3: Geología



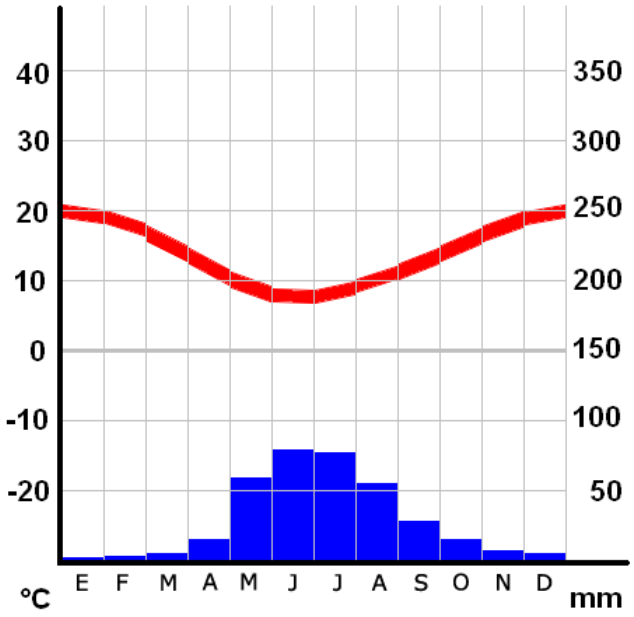
5.1.4 Caracterización Climática

Según el sistema de clasificación de Köppen el área de estudio se clasifica como templada mediterránea con verano seco (Cs) y de acuerdo a Di (Castri y Hajek, 1976), correspondería a la región mediterránea semiárida, en la práctica invierno y verano bien marcados.

El régimen térmico se caracteriza por temperaturas del aire que varían entre una mínima promedio de 8,8°C en el mes de julio y una máxima de 30,1°C en el mes de enero, mientras que el régimen hídrico observa una precipitación media anual de 383,5 mm (CONAF, 2008).

El clima como modelador del territorio es uno de los principales agentes erosivos y meteorizadores presentes en las partes altas de Valparaíso, sumado a esto la topografía abrupta que genera límites naturales y que indiscutiblemente condiciona la vida de los porteños que viven en la parte alta, fondo de quebrada, meseta y cerro.

Figura 5: Temperatura y Precipitación para un año normal en Valparaíso



Fuente: PLADECO 2008

5.1.5 Caracterización Vegetal

El área de estudio se enmarca en lo que hoy es considerado como plantaciones de *Eucaliptus globulus y nitens y Pinus radiata* (CONAF, 2008), que fue adoptado mediante políticas públicas en la década de los sesenta y que reemplazó el secano costero. No obstante y de forma natural, este sector presenta bosque esclerófilo de tipo Peumo-Quillay-Litre (CONAF, 2013) en quebradas y espacios con intervención humana, rodales que han sido explotados de manera intensiva para la fabricación de carbón vegetal, la obtención de leña y agresivos incendios forestales.

En cuanto a las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus globulos*), se encuentran en completo abandono, dispuestas en paños irregulares, de manera aislada en el sector poniente de la comuna, y en paños más intensos en el sector oriente.

Lamina 4: Vegetación

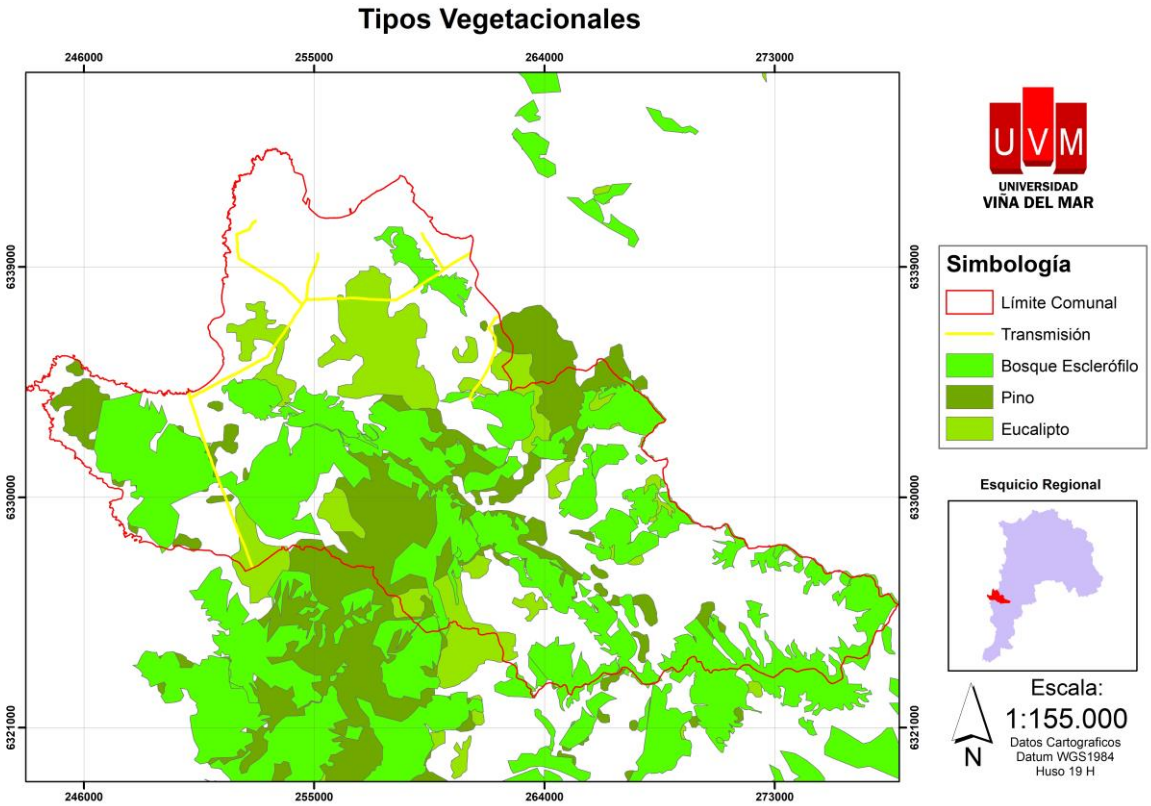


Imagen 4: Bosques y plantaciones periféricas al área urbana en Valparaíso

Fuente: Elaboración grupal

A medida que la urbanización se expande hacia la periferia, los nuevos barrios comienzan a interactuar con bosques y plantaciones. En el caso de los sectores periurbanos, las plantaciones de Eucalipto y los micro basurales clandestinos, fueron el canal por el cual se propago el incendio del pasado 12 de Abril de 2014. Sumado a esto, se establecen las líneas eléctricas como un riesgo inminente ante un incendio forestal.

En el borde costero predomina el matorral costero, con abundancia de especies esclerófilas y suculentas como Chaguales y cactáceas. En la zona urbana, y debido a la fuerte intervención humana, la presencia de matorral costero está relegada principalmente a las quebradas costeras. El resto de la zona urbana presenta cubierta vegetal herbácea propia de zonas erosionadas. Hacia el interior se pueden encontrar algunos sectores de importancia en cuanto a su tamaño, que aún concentran especies de flora y fauna nativas. De acuerdo a lo

expuesto en el apartado de suelos, sólo un 4,8 % de la superficie comunal está cubierta por bosque nativo en diferentes estados de conservación, siendo relevante destacar la desaparición prácticamente total del bosque nativo adulto, salvo pequeños manchones observados en el sector de Cuesta Balmaceda. Hasta el momento no se ha realizado un estudio acabado que permita dimensionar la real situación de las áreas naturales de la comuna (Hoffmann, 1998).

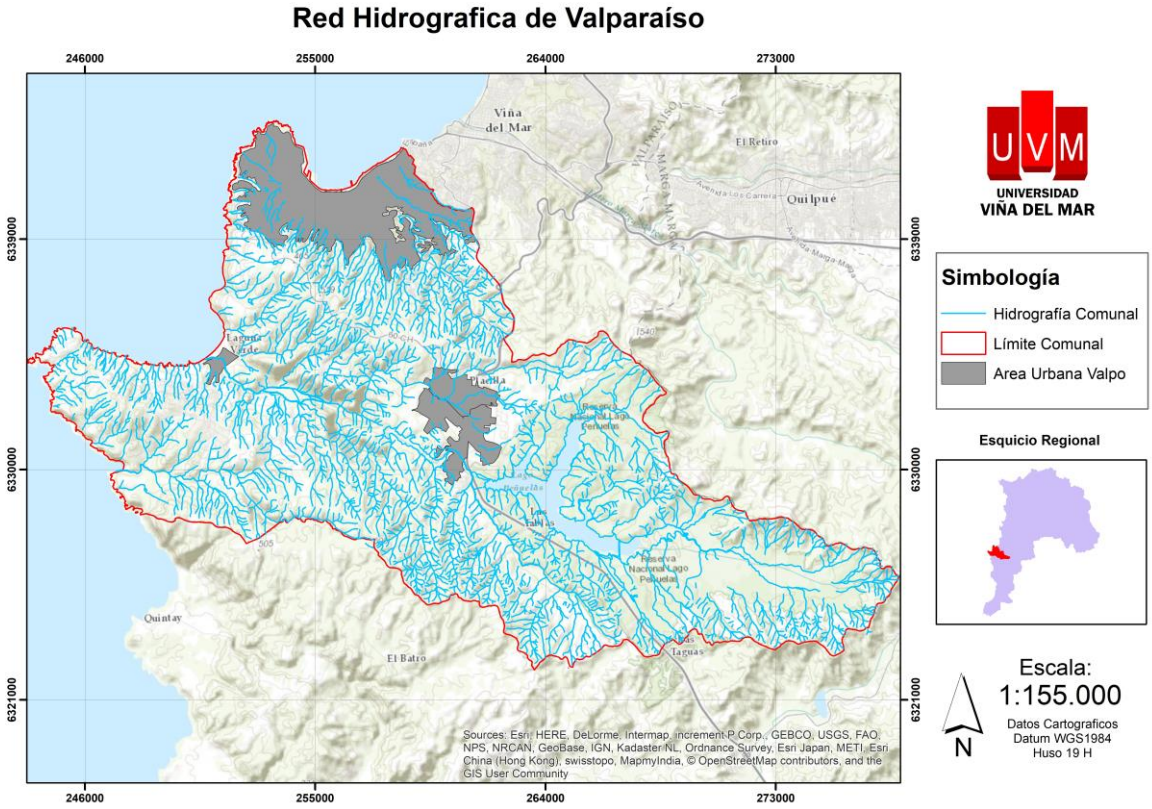
Imagen 5: Vista panorámica del límite urbano de la comuna

Fuente: https://www.flickr.com/photos/valpoman/12073176556

5.1.6 Caracterización Hidrográfica

El área de estudio está rodeada por dos grandes sub-cuencas costeras, pertenecientes a la red hidrográfica de la comuna, por el sector oriente la Quebrada Las Delicias que desemboca en la Av. Argentina y por el poniente la quebrada San Francisco, Los Perales y El Sauce que desemboca en la Bahía de Laguna Verde.

Lamina 5: Hidrografía



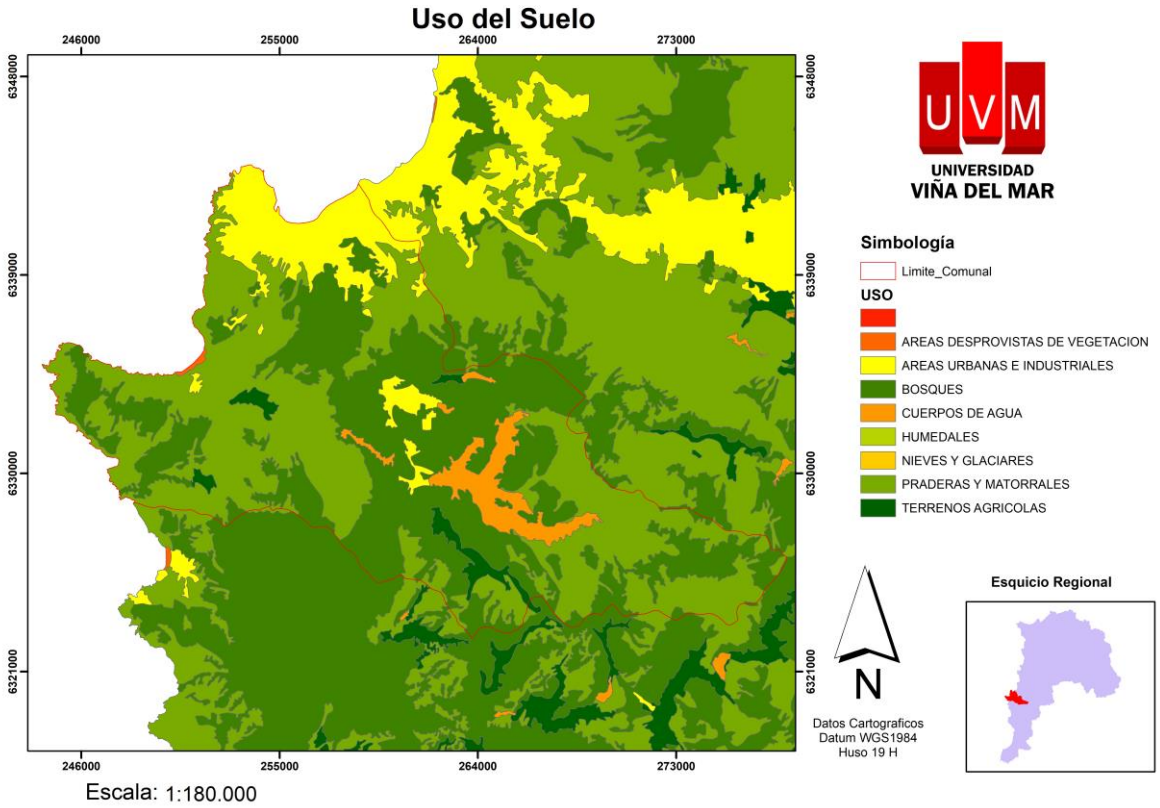
De acuerdo al informe “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Informe Regional Quinta Región”, (CONAF-CONAMA 1999), la superficie comunal ocupada por cuerpos de agua es de aproximadamente 1.309,3 hectáreas, lo que corresponde aproximadamente a un 4 % de la superficie total comunal.

5.1.7 Uso Actual del Suelo

En una perspectiva estratégica de desarrollo territorial, cualquier planificación u ordenación del territorio, requiere de bases sólidas en información actualizada acerca de la cobertura y uso de la tierra. Como elemento base de esta estrategia, surge además, la necesidad de contar con información base estandarizada (CIREN, 2016)

De este punto de vista y a objeto de las pretensiones del proyecto en el área de estudio es que se presenta una perspectiva local de los usos actuales del suelo.

Lamina 6: Uso del Suelo



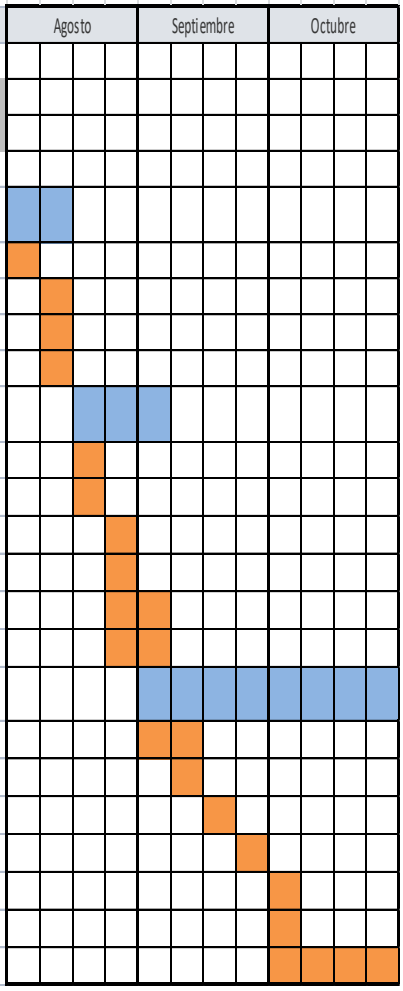
5.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

De acuerdo al estudio, desde la etapa de recolección de fuentes secundarias de información hasta la obtención de resultados, se encontró que el mantenimiento de las líneas eléctricas ha sido eficiente en cuanto al avance de las obras, sin embargo, no ha evidenciado un buen manejo en cuanto a manejo sostenible de los residuos.

5.2.1 Cronograma de Actividades

Tabla 5: Cronograma

CARTA GANTT TRABAJO FINAL DE GRADO - MAGISTER GESTIÓN AMBIENTAL		FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE VIÑA DEL MAR	
Nombre de la Actividad	Duración	Comienzo	Fin
Etapas de Trabajo Final de Grado Magister Gestión Ambiental	70 días	31-07-2017	10-10-2017
TRABAJO DE GABINETE	**14 días**	**01-08-2017**	**13-08-2017**
Revisión bibliográfica		01-08-2017	04-08-2017
busqueda de variables		07-08-2017	10-08-2017
Despliegue de coberturas (sistema de información geográfica SIG)		11-08-2017	12-08-2017
Coordinación administrativa		13-08-2017	13-08-2017
TRABAJO DE CAMPO	**21 días**	**14-08-2017**	**04-09-2017**
Visita a terreno para visualizar trabajos in situ		14-08-2017	17-08-2017
Levantamiento de información y georeferenciación		18-08-2017	21-08-2017
Medición de biomasa		22-08-2017	24-08-2017
Ubicación de puntos conflictivos		25-08-2017	28-08-2017
Aplicación de formulario tipo de vegetación		29-08-2017	01-09-2017
Reunión en terreno con la Empresa para plantear puntos de vista		02-09-2017	04-09-2017
TRABAJO DE LABORATORIO	**47 días**	**05-09-2017**	**10-10-2017**
Manejo de información geográfica		05-09-2017	12-09-2017
Tratamiento de coberturas		13-09-2017	17-09-2017
Extracciones de variables ambientales		20-09-2017	24-09-2017
Replanteo de puntos conflictivos		25-09-2017	30-09-2017
Establecimiento de propuestas de manejo sostenible de la vegetación		02-10-2017	04-10-2017
Propuestas de manejo,segregación y disposción final de los residuos vegetales		05-10-2017	07-10-2017
Propuestas de aprovechamiento sostenible de los residuos vegetales		08-10-2017	31-10-2017

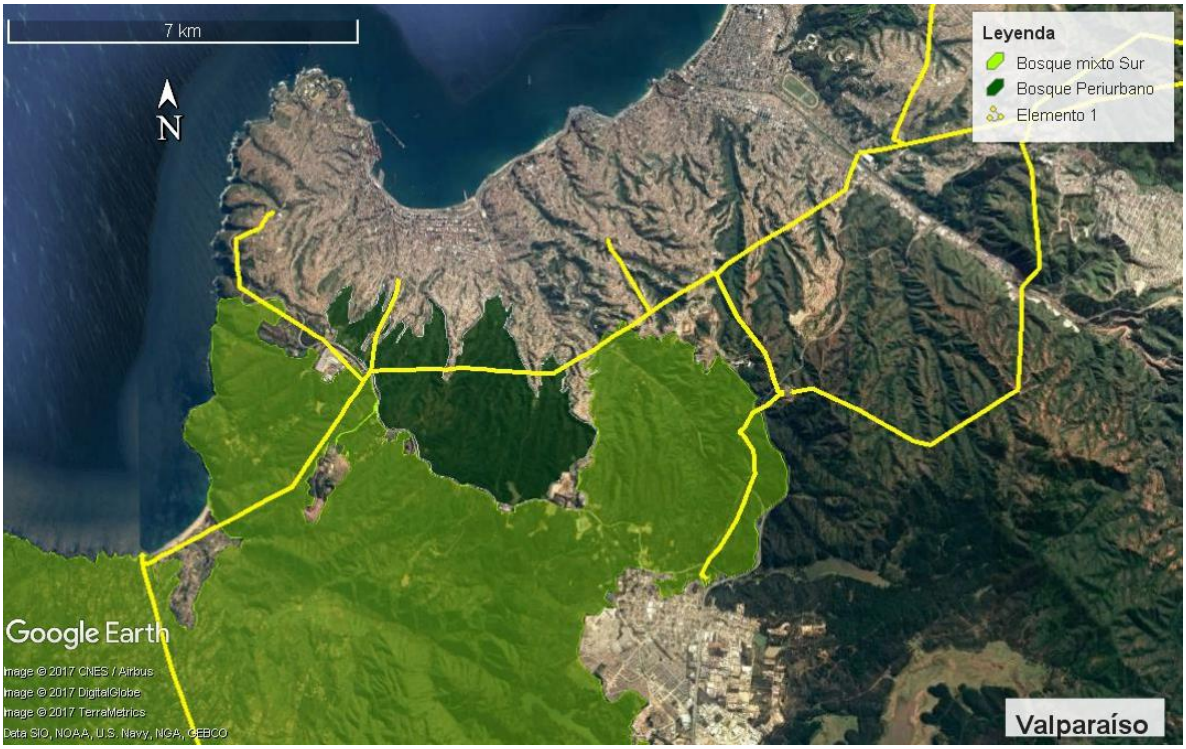


Fuente: Elaboración Grupal

5.3 ANÁLISIS ESPACIAL

A través de un análisis espacial y trabajo de campo, se pudo lograr establecer las variables ambientales presentes en el área de estudio. Así se identificaron: líneas de alta tensión, superficie arbórea y vegetal de menor altura, áreas pobladas, huellas y caminos secundarios, quebradas, todo con la finalidad de establecer el área potencial de biomasa disponible en la comuna bajo las líneas eléctricas de Transmisión.

Imagen 6: Vista en Planta de Líneas de Transmisión

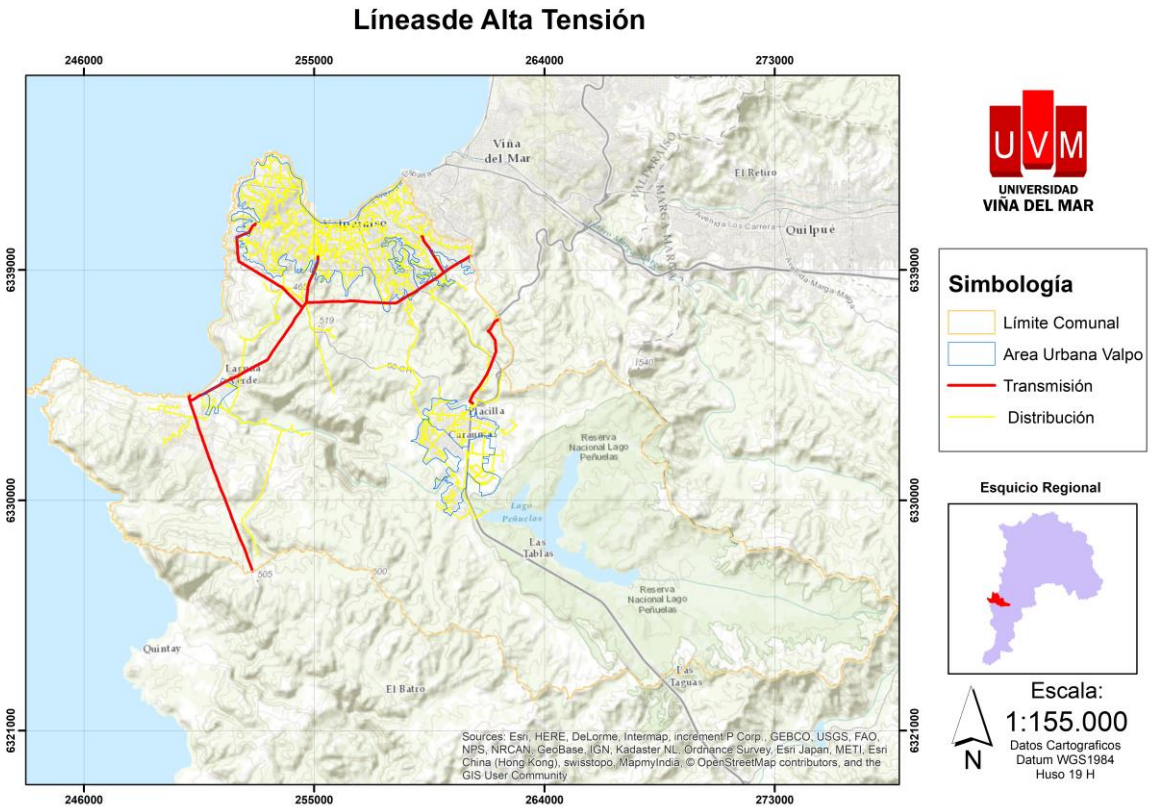


Fuente: Modificado de Google Earth

Según información brindada por el SIT de CONAF, la comuna cuenta con más de 2.720 hectáreas con plantación de Eucaliptos asilvestrados.

Las líneas de transmisión eléctrica en la comuna de Valparaíso cuentan con un manejo de vegetación que incluye poda y corta de árboles nativos y exóticos presentes a lo largo de las franjas de servidumbres.

Lamina 7: Líneas de Transmisión



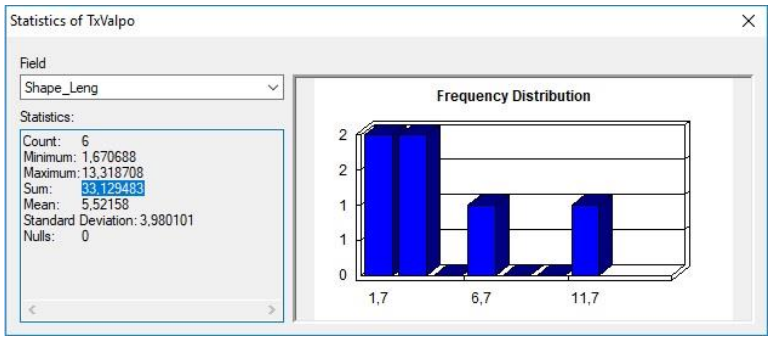
El análisis con sistema de Información Geográfico (SIG), da cuenta las líneas de transmisión, cubren una distancia de 33, 12 Kms, agrupadas en líneas de transmisión y arranques hacia subestaciones, según la siguiente tabla.

Imagen 6: Extensión líneas de alta tensión

FID	Shape *	Name	Shape_Leng
0	Polyline ZM	LAGUNA VERDE TAP QUINTAY 66 kV	7,333936
1	Polyline ZM	ARRANQUE VALPARAISO	1,871815
2	Polyline ZM	LAGUNA VERDE AGUA SANTA	13,318708
3	Polyline ZM	AGUA SANTA PLACILLA 110 kV	3,922336
4	Polyline ZM	ARRANQUE PLACERES	1,670688
5	Polyline ZM	ARRANQUE PLAYA ANCHA	5,012001

Fuente: Elaboración grupal

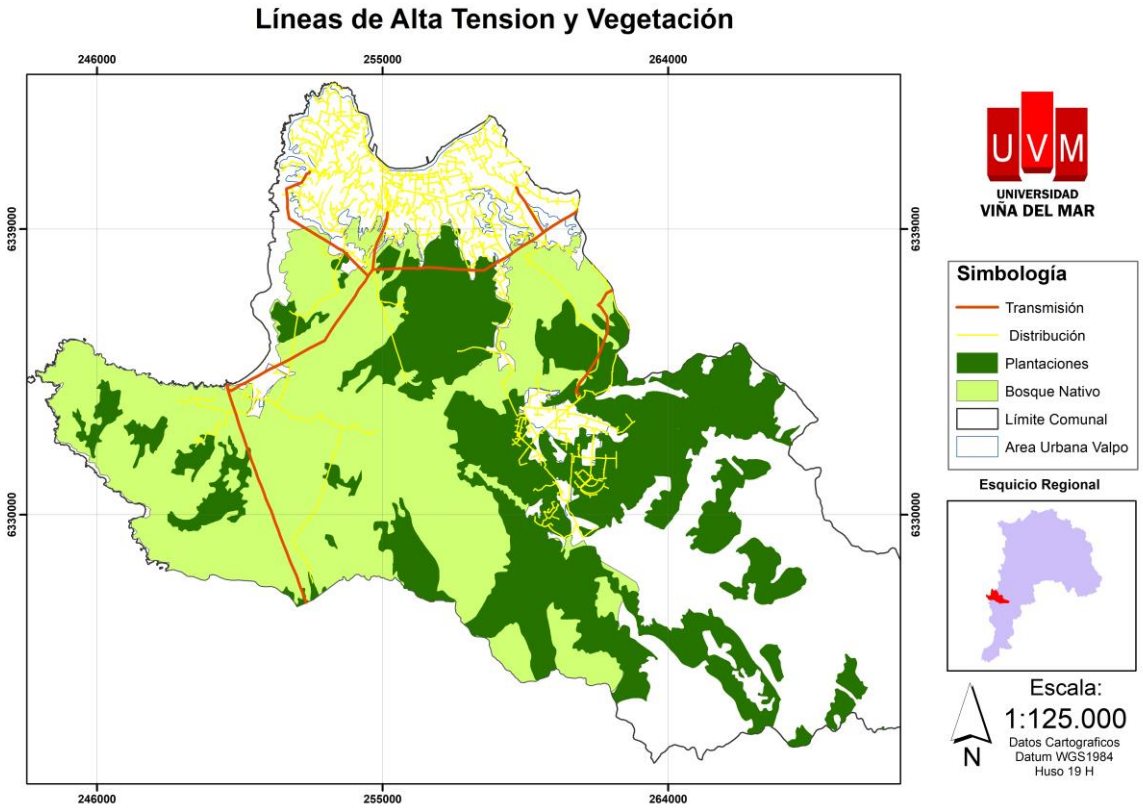
Imagen 7: Sumatoria total de las líneas de transmisión



Fuente: Elaboración grupal

De acuerdo a la normativa existente, las líneas de transmisión sobre 25 kV, se categorizan en alta tensión, por lo tanto las franjas de servidumbres deben ser de 20m para cada lado del eje vertical de la línea, es decir, una franja de 40m a lo largo de toda la extensión.

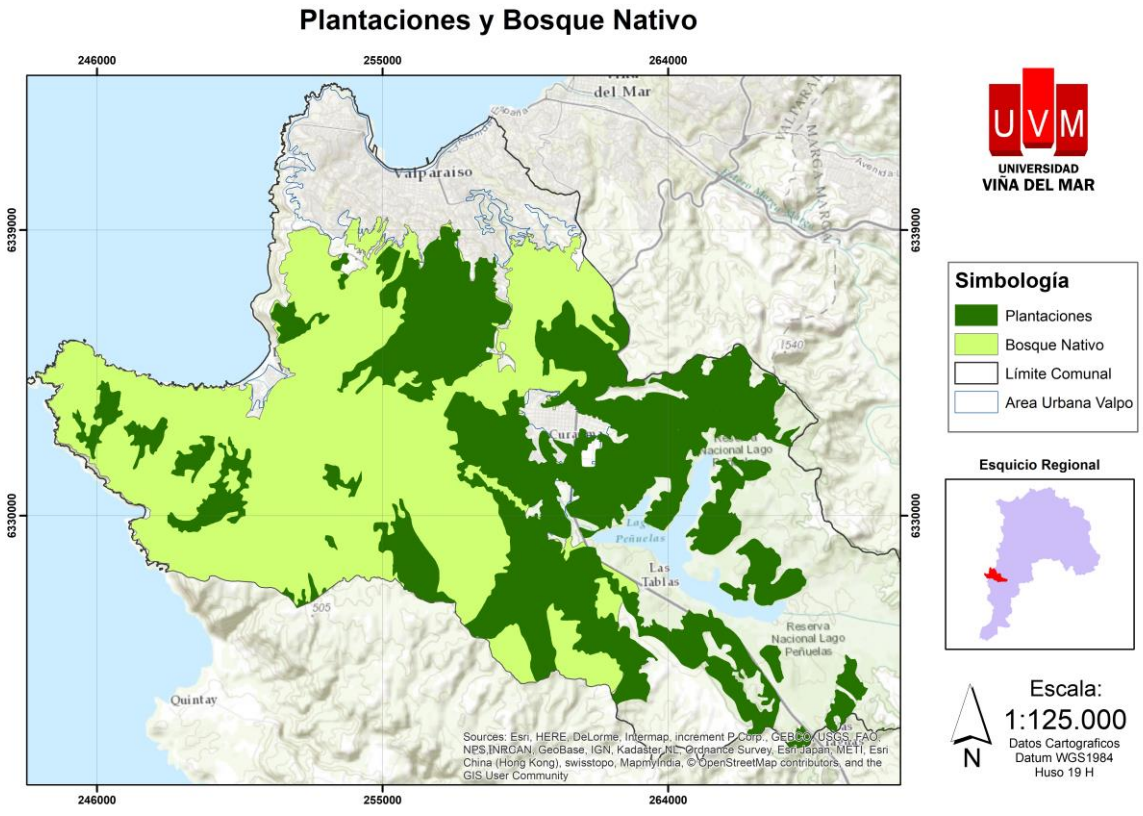
Lamina 8: Cruce de Variables



Teniendo en consideración que las franjas de servidumbres pasaron de líneas a áreas, el cálculo a través de la herramienta SIG, arroja como resultado una superficie total de 132,44 Has, donde la línea atraviesa vegetación correspondiente al 1.11 % de la superficie comunal de bosque y plantaciones.

De la superficie boscosa tanto de Plantaciones y Bosque nativo, cabe señalar que, el bosque nativo corresponde a 5.786 Has, lo que representa un 39,14 % de la vegetación de la comuna. Por otra parte, la superficie con plantaciones de Pino y Eucalipto representan 8.996 Has, lo que representa un 60,8 % de la vegetación de la comuna.

Lamina 9: Cruce de Variables de Vegetación

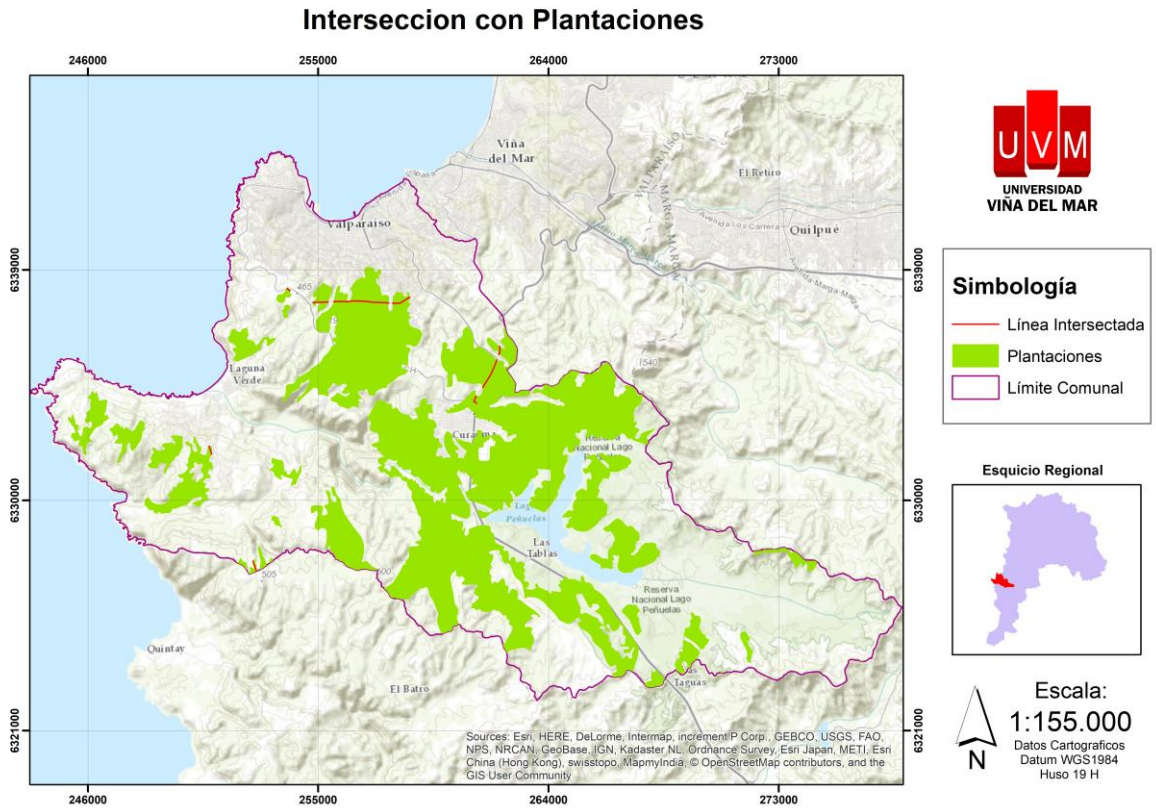


Las plantaciones de Pino y Eucalipto en términos de la investigación, representan la superficie de biomasa aprovechable para establecer propuestas necesarias para que el manejo de la vegetación sea sostenible, no así los bosques nativos. En los casos que las

líneas atraviesan bosque nativo, se realiza una evaluación para reducir el impacto y asi realizar solo podas si corresponde. En ciertos casos las intervenciones se realizan en sectores donde se encuentran especies en categoría de conservación y no se interviene.

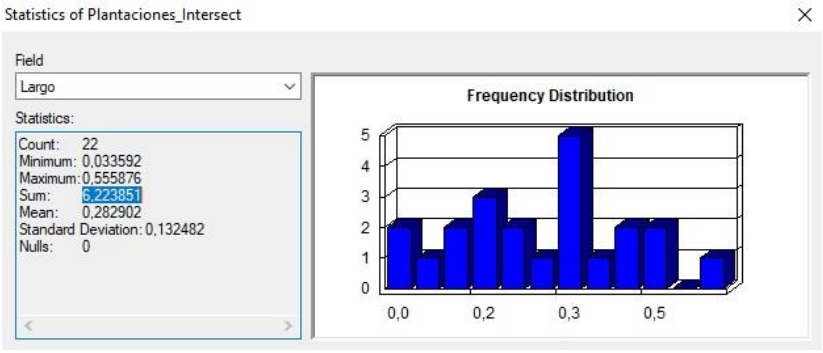
A continuación se muestra la intersección de las plantaciones con las líneas eléctricas de transmisión.

Lamina 10: Intersección de Variables



La sumatoria de las intersecciones de líneas de transmisión y plantaciones forestales de Pino y Eucalipto, corresponde a 22 líneas de 6,22 Kms. estas líneas, al estar bajo manejo de seguridad con un ancho de 40m, se transforman en una superficie de **24,88 Has** según el siguiente procedimiento.

Imagen 7: Líneas de Transmisión



Fuente: Elaboración grupal

5.4 CÁLCULO DE BIOMASA

5.4.1 Cantidad de Arboles por Hectárea

Una vez definida el área total de intervención, se efectúa el análisis espacial para determinar las siguientes:

Áreas de protección, afloramientos rocosos, esteros y quebradas, pendientes, especies forestales presentes y uso del suelo, se logró determinar un estimado aproximado de la superficie de corta y poda y con esto la cantidad de árboles intervenidos mediante la siguiente formula:

N= M/(A*a)

N= Numero de Arboles

M= Superficie m^2

A= Distancia Norte-Sur

a= Distancia Este-Oeste

N= 248.800/(3*3)= 27.644 Arboles/24Has = 1.152 árboles por Ha.

Cabe señalar que mediante la prospección en las áreas de plantaciones se logró determinar que estas se encuentran en condiciones de abandono, lo que desencadena un asilvestramiento de las de los individuos, por otra parte, la gran cantidad de intervenciones durante décadas, sugiere arboles con cepas adultas y brotes de renovales que superan los 8m de altura y la distancia entre los individuos es de 3m en el eje Norte-Sur y 3m en el eje Este-Oeste.

5.4.2 Inventario forestal

Las plantaciones se establecieron con un espaciamiento de árboles aproximado de 3 m entre hileras Norte-Sur y 3 m en la hilera Este-Oeste. Se consideró una densidad residual de 1.151 árboles/ha a las edades de 4 y 5 años. La estimación del diámetro (DAP) de los árboles es de 10 a 20 cm y su altura varía desde los 3,5 a los 5 m.

El volumen por hectárea puede variar, desde un mínimo de 30 m^3 en 2 años sobre sitios con plantaciones asilvestradas como las de la parte alta de Valparaíso, hasta 150 m^3 sobre los 8 años sobre suelos buenos en regiones con adecuadas lluvias y manejo (Banks, 1954).

Imagen 7: Mediciones sencillas para estimación de volumen

La madera puede ser transportada verde o secada al aire. Cuando se ha secado al aire, se tiene un combustible mucho mejor y pesa menos que cuando es verde.

La densidad de la madera con 12% de contenido de humedad en las plantaciones de *E. globulus* de acuerdo a las mediciones hechas en terreno y a la literatura se estima entre 200 y 500 Kg/m^3, entonces se realizara una estandarización de las medidas para efectos de agilizar el proceso de catastro.

En el caso de las plantaciones de la comuna de Valparaíso, las edades corresponden a individuos de entre 3 a 50 años y tiene mucho que ver con las intervenciones que se han realizado durante décadas por el ser humano tanto leña y carbón como por incendios forestales que, en definitiva, como resultado dejaron bastantes sepas bien distribuidas, pero con vástagos jóvenes y numerosos.

Si se tiene en consideración que una hectárea arroja entre 30 y 150 m^3 por ha, se estandarizara un promedio entre árboles que no superan los 5 m, esto da como resultado que una hectárea arroja 70 m^3, si se divide por la cantidad de árboles por hectárea, da como resultado 0,06 m^3 por árbol.

Si este resultado se multiplica por el número total de árboles (1152), arroja un resultado total de 1680 m^3 de biomasa disponible en las líneas de transmisión eléctrica en la comuna de Valparaíso, esto a su vez teniendo en consideración que solo se está tomando en cuenta como objeto de estudio las intersecciones de las líneas con las plantaciones forestales de Eucalipto.

Las plantaciones de eucaliptos *(E. globulus)* varían mucho en su peso verde o seco por metro cúbico, pero su calor específico por kg de combustible seco no se diferencia mucho, con un valor mínimo de 19.700 kilojulios (4.700 kilocalorías) por kg, y un máximo de 21.000 kilojulios (4.800 kilocalorías) por kg para especies más pesadas, como (*E. paniculata)*. Las especies más ligeras se secan más rápidamente que las más pesadas (Banks, 1954).

5.4.3 Tecnificación del Proceso de Manejo de Vegetación

Los residuos vegetales proveniente de las podas y talas, al ser chipeados se convierten en una óptima materia prima para la producción de compuestos orgánicos, vale decir, un abono natural rico en minerales, materia prima para calderas de panaderías o biocombustible para centrales eléctricas, convirtiéndose en una opción económica y sostenible de los residuos de las podas y cortas de vegetación en las franjas de seguridad.

Imagen 8: Proceso de chipeado

Fuente: Elaboración grupal

5.4.4 Preparación de la Biomasa

La biomasa debe ser **preparada, almacenada y transportada** al proceso de conversión de energía donde será utilizado a la producción de combustible o generación de electricidad.

Los mayores requerimientos de un área de almacenamiento se dividen en las siguientes categorías:

- Recepción
- Procesamiento
- Almacenamiento
- Transporte a la conversión

5.4.5 Sistema de recepción

El sistema de recepción abarca principalmente el transporte al lugar de acopio, y la carga y descarga de la materia prima en él.

La elección de la maquinaria transportadora, desde la recolección de la biomasa hasta el lugar de acopio, depende básicamente de la cantidad de biomasa a transportar y de la maquinaria disponible para la descarga. Se debe considerar que los tiempos de descarga del material, son influyentes en el rendimiento de la maquinaria a utilizar y por tanto, deben ser minimizados.

Con la excepción de la biomasa utilizada en lugares residenciales en forma de leña, carbón u otros, en Chile, la mayor parte de la biomasa forestal es despachada en camiones a usuarios de tipo industrial, como celulosas o papeleras. Por otra parte, para transportar la biomasa se suelen usar sistemas de escalerilla, mecánicos o electrónicos. También son utilizadas cintas transportadoras por peso, pero estos sistemas son menos precisos, consumen más tiempo y son más caros para operar.

Finalmente, los métodos de despacho y recepción dependen del tamaño de la instalación, Instalaciones pequeñas de unas pocas toneladas al día, usan camiones tolva o camiones de remolque estándar para el despacho de la biomasa. Las instalaciones más grandes podrán

hacer mejor uso de un camión de remolque automático, justificando una mayor inversión y es probable que requieran maquinaria adicional, como cintas transportadoras.

5.4.6 Procesamiento

Los procesamientos a los que se debe someter la biomasa dependerán de su uso posterior, pero se pueden identificar tres principales

5.4.7 Astillado

Proceso de conversión de la materia que consiste básicamente en la reducción del tamaño de la materia prima ingresada, a dimensiones no mayores a 10x6x2cm, logrando una densidad aparente de unos 250-350 kg/m3. Es un proceso de transformación física que puede realizarse inmediatamente después de la recolección de la materia prima, o una vez ésta haya sido transportada a planta, dependiendo de la maquinaria a utilizar. Existen para ellos, astilladoras fijas y móviles y pueden ser de alimentación manual o mecánica.

5.4.8 Secado

El contenido de humedad de la materia prima es un factor muy importante en los procesos de combustión, ya que esta propiedad determina la capacidad calorífica al momento de producir energía y puede además, modificar los procesos químicos o biológicos de otros tratamientos. En el caso de la utilización en sistemas de combustión, se requiere un bajo contenido de humedad que garantice que la energía no se pierda en la vaporización del contenido de agua en la materia prima, pero en general el contenido de la materia prima es de alrededor del 45%. Lo anterior, hace necesario en el mínimo de las necesidades de almacenamiento, mantener la humedad o bajarla.

Se propone generalmente que el lugar de almacenamiento está protegido en la cubierta en caso de lluvia, para no afectar el contenido de humedad y además se recomienda que esté abierto lateralmente para que el viento ejerza una acción de secado de ella. En el caso opuesto, se requiere biomasa de alto contenido de humedad para la fermentación de la materia lignocelulósica[1] y la posterior generación de biocombustibles, lo que se logra en

[1] Composición de la pared celular de las plantas

cámaras con aditivos y agentes que agilizan el proceso. Se considerará material a 50% de humedad, sin éste pretratamiento para las evaluaciones.

La eficiencia de la biomasa en su estado natural puede tener valores muy bajos, lo que se puede mejorar mediante densificación. El proceso mejora el poder calorífico de la biomasa, sin embargo, requiere trabajar con el material molido, astillado o aserrado. Los procesos más utilizados se enfocan en desarrollar material combustible que mejore las capacidades de la leña, en materia de emisión de humo y contaminantes, energía producida y volumen requerido.

5.4.9 Pelletización

Es un proceso que requiere una maquinaria de menor tamaño, donde es introducido el material previamente modificado y mediante un sistema de densificación mecánico en el que la materia vegetal se comprime por acción de rodillo contra una matriz de agujeros, se obtiene un material combustible de determinadas molde con dimensiones específicas que en general no sobrepasan los 2.5cm de diámetro y 7cm de longitud, estandarizado y de mejores propiedades.

5.4.10 Briquetado

Es un proceso análogo, en el que se le aplica una presión que aumenta la temperatura del material vegetal hasta unos 100-150ºC con lo que al aplicar temperaturas elevadas la lignina se plastifica, permitiendo la formación de unidades compactas. Las dimensiones de las briquetas son un tanto mayores a las del pellet, con longitudes entre 15-50cm y diámetros de 3-20cm. La característica común de estos productos son su elevada densidad (1000-1300kg/m3).

La evaluación del material densificado se vuelve atractivo cuando se plantea como una alternativa al uso de la leña, lo que no será evaluado en el presente estudio. - 51 –

5.4.11 Áreas de Almacenamiento

El área de acopio debe considerar según las características del proyecto a desarrollar un mínimo de abastecimiento temporal para volúmenes diarios de consumo de la tecnología a

utilizar. Dependiendo del lugar dónde su ubique la planta, se deberán considerar factores de incidencia climática, como la lluvia o agua nieve, crecidas de caudales cercanos, etc.-, para salvaguardar las propiedades fisicoquímicas del material a utilizar, principalmente contenido de humedad y poder calorífico de la biomasa.

Un caso base, es la planta termoeléctrica de biomasa Lautaro, que compra los residuos agrícolas en una temporada del año, por lo que requiere almacenarla durante el resto del tiempo para la utilización de ella en períodos de baja producción.

En este caso, se disponen de 6.1 hectáreas de áreas de bodega separadas como sigue:

- Bodega de Biomasa: 70 x 33 m^2, nave industrial cerrada.
- Dos canchas de acopio para Rotación, de 90 x 30 m^2 y 105 x 30 m^2, base de tipo hormigón no techada.
- Dos canchas de acopio para Almacenamiento, de 75x 55 m^2 cada una, con base del tipo estabilizado compactado, no techada.

Desde las canchas de acopio hasta el lugar de conversión, además, el proyecto considera una zona intermedia con el propósito de mantener un stock de fardos secos para la operación continua de la caldera por 24 horas.

Para el estudio general de costos, se considera un lugar de almacenamiento para abastecer 30 días de biomasa la tecnología de combustión. Esta cantidad de biomasa puede lidiar con temporadas bajas tanto en invierno como en verano. Para esta cantidad de biomasa, el lugar de acopio requiere un área de entre 1300 y 8850 m^2 (para 100 ton/día y 680 ton/día respectivamente), asumiendo que la materia prima tendrá una densidad de 640 kg/m^3 y una altura del recinto de acopio de 3.6 m. El tamaño del lugar indica que un área significativa debe ser considerada cercana a la planta.

5.4.12 Transporte al lugar de Conversión

El transporte final al lugar de procesamiento y producción de combustibles energéticos se debe realizar, dependiendo de las instalaciones, asegurando la mantención de las características físicas y químicas de la materia prima. En particular, se requiere que el

contenido de humedad y las propiedades de ella, no se vean mayormente alterados. Generalmente se utiliza una cinta transportadora desde el lugar de acopio a la planta, si ambas están conectadas. De lo contrario, se requerirá maquinaria que permita el traslado de la materia prima de un lugar a otro. Es importante definir cuál será el sistema de alimentación de la planta, dado que esto puede significar costos operacionales y de mano de obra significativos, o al contrario, puede significar una inversión importante en el caso de trabajar con maquinaria automatizada.

5.5 Compostaje de Podas y Tala de Árboles

Una opción viable es compostar todos los restos de la poda; troncos, ramas y hojas. Esto nos permite un uso eficiente a aquellos materiales que antes nos resultaban molestos e inservibles, cobrando ahora una gran relevancia ya que obtendremos un producto con alto contenido en materia orgánica y componentes húmicos, completamente inocuo que actuará como fuente de materia orgánica exógena aumentado la fertilidad del terreno, de forma natural y con unos costes relativamente bajos.

Imagen 9: Chipeado de Arboles

Fuente: www.sercotal.com

Para poder compostar este material, hay que tener en cuenta algunos aspectos:

1. Debe reducirse tamaño de los restos de la poda para que el proceso sea más rápido y eficiente. Esto se puede lograr mediante la tecnificación del proceso, incorporando faenas de chipeado en los diferentes puntos de trabajo.

2. Debe conocerse los componentes del manejo de vegetación a efectuar en las diferentes especies arbóreas, ya que para que el proceso de compostaje sea eficaz, debe hallarse una relación carbono/nitrógeno apropiada, que debe oscilar entre 25 y 35 (ver tabla más abajo). Si hay demasiado material verde, rico en nitrógeno y húmedo, hay una tendencia a que el proceso de compostaje se vuelva anaerobio y por lo tanto produzca malos olores, además de que el resultado final es de baja calidad por la pérdida de nitrógeno hacia el ambiente en forma de amoniaco. Por el contrario, si el contenido es muy rico en materiales secos, preponderantes en carbono, se ralentiza el proceso de compostaje.

3. El proceso de compostaje consta de dos fases: la fase de compostaje propiamente dicha en la que la actividad de los microorganismos es máxima ya que disponen de gran cantidad de materia fácilmente biodegradable y tiene lugar la mineralización de la fracción orgánica.

La siguiente fase es la denominada de maduración o estabilización en la cual decae la actividad de los microorganismos al disminuir la disponibilidad de materia biodegradable y se produce la polimerización y condensación de compuestos.

4. Para que el proceso de compostaje sea adecuado, debe hacerse un control de una serie de parámetros como: la temperatura, la humedad, la aeración y el pH del montón de material a compostar.

La siguiente tabla muestra los parámetros óptimos para que el proceso de compostaje se lleve a cabo con el resultado de un compost de buena calidad.

Tabla 6: Parámetros de Compostaje

CONDICIÓN	RANGO ACEPTABLE	CONDICIÓN OPTIMA
Relación	20:1 – 40/1	25:1 – 30:1
Humedad	40% – 65%	50% – 60%
Temperatura	55 ^{0}C – 75 ^{0}C	65 ^{0}C – 70^{0}C
Oxígeno	más del 5%	más del 8%
PH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0

Fuente: Modificado a partir de Sercotal

El proceso del compostaje es algo pausado, pero permite reintroducir los nutrimentos que se han extraído de nuevo dentro del sistema, reduciendo los precio de elaboración, ya que estamos produciendo parte del fertilizante que demandan las especies arbóreas que se intervienen productos del manejo de vegetación para despejar las redes eléctricas y despejar franjas de seguridad y servidumbre.

Otra posibilidad y opciones tratadas con la Empresa Foresta Servicios para tratar los restos de poda y tala, es usarlos como cobertura de la tierra, también denominado “mulch”. Esta es una de las opciones de sostenibilidad viables presentadas, ya que la cobertura hecha con restos de poda y tala de árboles chipeados y triturados, posee una serie de ventajas como:

- Beneficios para el suelo
- Devuelve nutrientes a la tierra
- Mejora la estructura del suelo
- Facilita el intercambio de gases
- Facilita el intercambio y retención de agua
- Previene la compactación y erosión
- Reduce la temperatura del suelo cubierto
- Beneficios para las plantas
- Provee nutrientes en el proceso de descomposición de la madera

- Reduce o suprime patógenos y plagas
- Aumenta en número de organismo beneficiosos
- Aumenta la biodiversidad
- Neutraliza las sustancias contaminantes

Corrige la estructura de los suelo y actúa como esponja que retiene agua, que libera poco a poco en beneficio de las plantas

Imagen 10: Proceso de Compostaje

Fuente: www.Sercotal.cl

Habitualmente los restos de podas y tala de árboles contienen la corteza, la madera y hojas que entrega un proceso de desintegración y descomposición heterogéneo que permite el desarrollo de diferente micro biota.

La cobertura de pedazos de la madera extraída de podas y tala de árboles también ayuda al control de malezas mediante la reducción de la luz, por efecto de alelopatía negativa (producción de ciertas sustancias que inhiben la germinación y crecimiento de las malezas) y por reducción de los niveles de nitrógeno a nivel de la interface tierra-cobertura.

Así mismo, cuando se producen excesos de poda y tala de árboles pasada por chipeaadora y desbrozadora que no se pueden usar en la Empresa para fines propios, esto se puede convertir en una fuente de ingreso económico, ya que hoy en día hay mayor conciencia de la importancia de la cobertura del suelo para evitar la erosión y mejorar la calidad de la tierra.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN METODOLÓGICA Y CONCLUSIONES

CAPITULO VI: DISCUSIÓN METODOLOGÍCA Y CONCLUSIONES

6.1 DISCUSIÓN METODOLÓGICA

La metodología utilizada para el proyecto de manejo sostenible de vegetación en líneas eléctricas está basada básicamente a la observación cartográfica de los datos de la comuna de Valparaíso y además, en el levantamiento de información de terreno, que permite tener una visión de contexto global de la el comuna y, por otra parte, una corroboración de los datos obtenidos en la literatura. Fue muy importante realizar una prospección para verificar el estado actual de la vegetación, en contraste con la aportada por el catastro CONAF.

El levantamiento de información fue clave para entender las variables que eran necesarias para cumplir con el objetivo de la investigación. De esta manera se logró levantar información primaria de la cual no se disponía en la literatura y así poder establecer valores dendrométricos para establecer peso de los árboles.

En términos generales se puede evaluar de buena manera la metodología empleada para el cálculo de biomasa presente en el área de estudio, ya que no solo es importante para proponer un manejo sostenible, sino que además, es de gran importancia para establecer medidas restrictivas para los mapas de riesgo por incendios forestales.

El sector forestal en nuestro país, y a nivel internacional, es la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero CO_2, debido a procesos como deforestación, tala ilegal, cambio en el uso de suelo e incendios forestales. Es por ello que el manejo forestal es una de las opciones más importantes para promover, por un lado, la mitigación de emisiones de dióxido de carbono y, por otro, el desarrollo forestal sustentable, por medio de la puesta en marcha del pago de servicios ambientales y del posible mercado que se genere a través de los mecanismos de desarrollo limpio. Es importante, por tanto, entender y definir claramente la relación que existe entre el manejo forestal, la captura de carbono y el pago por servicios ambientales.

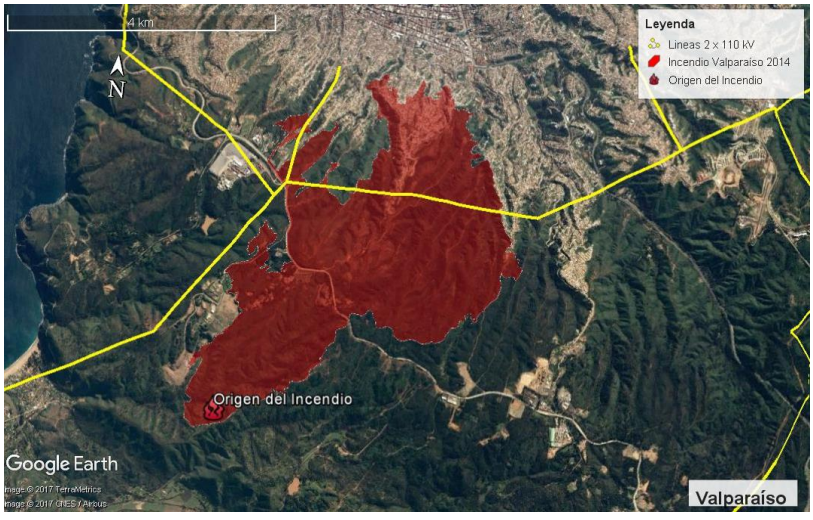
6.2 CONCLUSIONES

En los últimos seis años la mayoría de los residuos orgánicos resultante del manejo de vegetación, eran distribuidos de manera irregular

En nuestro país, los residuos sólidos orgánicos constituyen cerca del 40% del volumen total de desechos generados, por tal motivo es primordial buscar una salida integral que contribuya al manejo adecuado, potenciando los productos finales de éstos procesos y minimizando un gran número de impactos ambientales que conlleven a la sostenibilidad de los recursos naturales. Este trabajo apunta a darle un valor ambiental a través del aprovechamiento de estos residuos en su etapa de disposición final, los impactos positivos y negativos y los costos de producción de los residuos orgánicos.

Debido a que en Chile los incendios forestales están presentes sobre todo en época estival, la regularización hace bastante más exigente que las empresas de servicios eléctricos mantengan las franjas de sus líneas eléctricas limpias y bien mantenidas. Esto implica que un árbol o un bosque que sea bien manejado, su vulnerabilidad frente a los incendios forestales serán mínimos. Algunas especies como cipreses, abetos, pinos y eucaliptos pueden ser muy inflamables, por lo tanto deben estar lejos de las líneas de distribución y transmisión eléctrica.

Imagen 11: Superficie afectada por el incendio 2014 en Valparaíso



Fuente: Modificado de Google Earth

Esto radica en que Los árboles y cables eléctricos no se deben mezclar. Las ramas de los árboles que crecen junto a las líneas de alta tensión pueden provocar un incendio al dejar caer brasas calientes en el suelo, bajo ciertas condiciones. Además, los árboles pueden golpear las líneas de energía eléctrica, o romperlas, creando una condición peligrosa o interrupción de la energía. Sobre todo en las zonas donde el peligro de incendios forestales sea elevado las compañías de servicios eléctricos están obligadas de mantener anualmente los espacios libres de vegetación debajo de las estructuras que sostienen las líneas eléctricas para la seguridad del sistema y las comunidades, además indicar que el o los propietarios del terreno por donde se desplazan estalas líneas, debe dar todas las facilidades para efectuar estas labores preventivas. Esto significa que se han intensificado que los proveedores de servicios eléctricos deben mantener las distancias libres de vegetación según los niveles de tensión de las líneas eléctricas aéreas.

Por todo lo anteriormente mencionado el porcentaje de residuos de podas y talas de árboles ha aumentado cuantiosamente, razón por la cual el grado de beneficio de los residuos orgánicos empieza a adquirir una visión distinta, ya que la disposición final es más elevada.

Hasta hace algún tiempo, la Empresa Vicencio y Martel Limitada, no aprovechaba ni gestionaba convenientemente desde el punto de vista ambiental ni comercial la disposición final de los residuos orgánicos obtenidos y resultantes del proceso de manejo de vegetación, sino más bien en su mayoría, estos residuos, eran retirados y trasladados a depósitos o botaderos controlados y el resto enterrados en los propios predios en común acuerdo con los dueños de los terrenos.

Por intermedio de este estudio, sumando los acompañamientos a terreno y apoyo a su gestión ambiental, se ha estado concientizando a la administración de la Empresa sobre el uso eficiente que se le puede dar al material resultante de la actividad por medio de la transferencia de subproductos y materias o substancias recuperadas para reincorporarlas al proceso productivo. Asimismo la importancia de la imagen que proyecta la Empresa a sus clientes y comunidad a través de la impecabilidad en su gestión.

Hasta ahora el enfoque de Empresa Vicencio y Martel Limitada apuntaba a realizar el servicio de manejo de vegetación, principalmente enfocados a garantizar la seguridad de las instalaciones de del sistema eléctrico de distribución y transmisión; sin embargo desde

hace un tiempo la mirada está apuntado en optimizar el manejo de los residuos obtenidos a través de la tecnificación del proceso, incorporando maquinaria industrial como la chipeadora, la cual contribuye enormemente a la reducción de los volúmenes de residuos leñosos, convirtiéndola en una capa orgánica disuelta que protege el terreno de forma natural, las que al ser compostadas se convierte en un excelente fertilizante y abono para las actividades agroforestales. Asimismo no existía una gestión sustentable que le diera valor económico a los restos vegetales obtenidos de estos trabajos, para ser aprovechados como compost y para producción energética.

El darle un valor a los residuos obtenidos en los trabajos realizados. Debido a al poder calorífico que presentan estos, cada vez es más habitual utilizarlos en la actualidad como fuente de energía alternativa. Por ello es fundamental el aprovechamiento de esta materia orgánica para el uso de esta energía limpia y renovable.

La mirada está en entender que la utilización de los residuos de poda puede llegar a ser una fuente de energía alternativa beneficiosa, a través de la biomasa. Este concepto se utiliza para denominar la utilización de la materia orgánica como fuente energética, abarcando un amplio conjunto de materias orgánicas renovables de origen vegetal o animal, procedentes de su transformación natural o artificial. Hoy en día existen tecnologías que permiten la generación de electricidad a partir de residuos de podas tala de árboles.

Queremos señalar que los combustibles utilizados deben reunir unas condiciones determinadas de humedad para que sea posible su combustión en calderas. Una de las grandes ventajas de la utilización de los residuos del proceso de manejo de vegetación como energía alternativa, es que se trata de una fuente limpia, moderna y segura. Teniendo en cuenta que durante el proceso de combustión se generan cantidades mínimas de sulfurados o nitrogenados, debido a que la biomasa entra dentro del ciclo del carbono. Los cultivos absorben carbono continuamente, por lo que se mantiene un equilibrio entre el carbono que el combustible libera a la atmósfera y la cantidad que las plantas extraen de la misma.

Los residuos de podas y talas de árboles como fuente de energía alternativa tienen numerosos usos y ventajas. Aunque pueden quemarse para obtener calor o generar

electricidad mediante turbinas de vapor, también son empleados para la obtención de gas metano, biodiesel y otros biocombustibles.

Nuestro país cuenta con un potencial relevante para iniciar un decidido desarrollo forestal, tanto en el cuidado de bosque nativo como en el impulso de plantaciones comerciales y la bioenergía, en la que este potencial permite proyectar niveles de captura de carbono significativos.

CAPÍTULO VII
BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFÍA

7.1 BLIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ DE ARAYA, G. 1979. Tabla de rendimiento de corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.). Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede regional del Maule.

BENEDETTI, S., DELARD, C. y ROARCH, F. 2000. Quillay: Una alternativa multipropósito para la zona central. Documento Divulgativo 20. Proyecto PRODECOP SECANO-INFOR-FIA. Santiago. Chile. 12p.

BOWN, H. 1992. Biomasa en bosques de Lenga *(Nothofagus pumilio)* (Poepp. Et Endl.) Krasser en la Provincia de Última Esperanza, XII Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

CALDENTEY, J. 1990. Productividad de los bosques esclerófilos y espinosos. En: Opciones Silviculturales de los Bosques Esclerófilos Espinosos de la Zona Central de Chile. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. Chile. Apuntes Docentes Nº 3. 27-38 p.

CRUZ, G; ARELLANO, E. y PULIDO, A. 2000. Innovaciones en el manejo y uso industrial del quillay. Agronomía y Forestal UC (6): 21-25.

CRUZ, G.; BRAVO, R.; HIDALGO, F. y CABELLO, G. 2005. Informe de gestión año 2005: Presentación de resultados y descripción de ensayos. Documento Técnico. Convenio CONAF VI Región- Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 18p.

DI PAOLA, M. M. 2011. Manejo Forestal y la Sostenibilidad Ambiental

DURAN, P. 2002. Funciones de biomasa para la especie Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) en localidades de VII Región. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal.

Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca, Talca, Chile. 33 p.

GAJARDO, M. y VERDUGO, R. 1977. Rendimientos en hojas de Boldo (*Peumus boldus* Mol), corteza de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol) y carbón de Espino (*Acacia caven* Mol) en la V región. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 93 p.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 165p.

GAYOSO, J. y SCHLEGEL, B. 2001. Guía para la formulación de proyectos forestales de carbono. Proyecto FONDEF D98I1076 Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Ciencias Forestales. 15 p.

GAYOSO, J., GUERRA, J. y ALARCON, D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF D98I1076 Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Ciencias Forestales.

GALLARDO, S. y GASTO, J. 1987. Estado y planteamiento hipotético del cambio de estado del ecosistema de (*Quillaja saponaria* Mol.). Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 248p. (Sistemas en Agricultura IISA-87 15).

GUTIERREZ, M. y CISTERNAS, A. 2006. Determinación de la densidad de la madera. Laboratorio Nº 1. Física de la Madera. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Ingeniería de la Madera. 3p

HOFFMANN, A. 1983. El árbol urbano en Chile. Chile, Fundación Claudio Gay, 255 p.

KOZLOWSKI, T; KRAMER, P. y PALLARDY, S. 1991. The physiological ecology of plants. Academic Press, Inc. California, United Satates of America. 657 p.

MACDIKEN, K.G. 1996. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Forest Carbon Monitoring Program.

MALDONADO, F. 1967. Rendimiento en corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) Zona de Valparaíso. Tesis Ingeniero Forestal. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 80 p.

MAGDWICK, H.A.I. 1992. Estimating stand weight- the importance of sampleselection. New Zeland Journal of Forestry Science 21(2/3): 180-184.

MENDOZA, J. G., JIMÉNEZ, J. M., & CANTERO, N. O., 1982. El Pensamiento Geografico, Estudio Interpretativo y Antología de Textos.

MINISTERIO DEL MEDIOAMBIENTE, 2004 Sumideros de Carbono [en línea] <http://www.mma.es/oecc/ccespana/cce_sum.htm > [Consulta: 28 de Diciembre]

MORELLO, J. Y PENGUE, W. (2000), "Economía ecológica y biodiversidad: un enfoque desde el sur", Realidad económica, N° 173.

NEWBOULD, P. 1967. Methods for estimating the primary production of forest. IBP. Hanbook Nº 2. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 59 p.

NEUENSCHWANDER, A. 1965. Contribución al estudio anatómico de la corteza de Quillay (Quillaja saponaria Mol.) y recomendaciones sobre su explotación. Tesis Ing. Forestal Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.121 p.

OYARZÚN, M.V. Y PALAVECHINO, V. 1984. Evaluación de especies leñosas, para ser usadas con fines energéticos, en la Provincia de Choapa, IV Región. Tesis Ing. Forestal Santiago, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago 159 p.

PARDÉ, J. 1980. Forest Biomass. Forestry Products Abstract. Review Article. Agosto1980. 3(8): 165-184.

PARRESOL, B. 1999. Assesing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. For. Sci. 45:573-593.

PARRESOL, B. 2001. Additivity of nonlinear biomass equations. Can. J. For. Res. 31, 865–878.

PARRESOL, B. y FONSECA. 2001 A new model for cork weight estimation in Northern Portugal with methodology for construction of confidence intervals. Forest Ecology and Management I52 (2001) 13 I-1 39

PARRESOL, B. y CARVALHO, J. 2003. Additivity in tree biomass components of Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.). Forest Ecology and Management 179 (2003) 269–276

PEDRASA, M. 1989. Producción de biomasa y circulación de nutrientes en un rodal de (*Nothofagus alessandrii),* Espinosa (Ruil) en la zona de Constitución. Tesis Ingeniero Forestal. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 109 p.

PRADO, J. y AGUIRRE S. 1987. Funciones para la estimación de la biomasa total y de componentes del Quillay (*Quillaja saponaria* Mol). Ciencia e Investigación Forestal N°1: 41-47.

PRADO, J; INFANTE, P; ARRIAGADA, M. y AGUIRRE, S. 1988. Funciones de biomasa para siete especies arbustivas en la IV Región. FO: DP/CHI/83/017. Documento de trabajo Nº 14. 24 p.

PULIDO, A. 2000. Funciones de Biomasa para individuos de regeneración vegetativa de la especie *Quillaja saponaria* Mol. Tesis de Ing. Forestal. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Forestales. 63 p.

REYES M. 2006. Caracterización del desarrollo de rebrotes de diferentes edades, en un monte bajo clareado de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), en el secano interior de la VI Región. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura 55 p.

RODRIGUEZ, R. MATTHEI O. y QUEZADA M. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción. Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 407 pp.

SAN MARTÍN, R. y BRIONES, R. 1999. Industrial uses and sustainable supply of Quillaja saponaria (Rosaceae) saponins. Economic Botany 53 (3): 302-311.

SATOO, T. y MAGDWICK, H.A.I. 1982. Forest biomass. Forestry Sciences. MartinusNijhoff / Dr W. Junk Publishers. Netherlands. 135 p.

SFEIR, J. 1990. Evaluación de la fitomasa y metabolitos de interés comercial en Boldo (*Peumus boldus* Mol.), Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y Eucaliptos (*Eucalyptus spp*.) en la VII Región. Tesis de Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 75 p.

SNOWDON, P. RAISON, J. KEITH, H. y RITSON, P. 2002. Protocol for Sampling Tree and Stand Biomasa. Australia, Greehouse Office, National Carbon Accounting SystemTechnical Report No. 31. 76 pag.

TORAL, M. 1983. Estudio de la estructura, crecimiento y rendimiento en Quillay (Quillaja saponaria Mol). Informe Técnico Proyecto Nº A 1180.8333. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 76 p. TORAL, M. y ROSENDE, R. 1986. Producción y productividad del quillay. Renarres 3 (8): 19 -21

VITA, A. 1974. Algunos antecedentes para la silvicultura del quillay (Quillaja saponaria Mol.). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Boletín Técnico N°28. 31 p.

7.2. WEBGRAFÍA

AJUNTAMENT DE BARCELONA. La Agenda 21: Un Proceso Participativo para el Cambio. Biblioteca del Congreso Nacional. Disponible en: http://www.bcn.cat/agenda21/A21_AGENDA_CAST.htm.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. 2010. Proyecto Gestión Territorial de CONAF. Informe Período 2010-2015. Santiago, Chile. Disponible en: http//:www.gestionterritorial.conaf.cl/shop.../cf36d19ca59c117378996f3ddfbdb84b.pdf.

HURST, P. 2007. Trabajadores Agrícolas y su Contribución a la Agricultura y el Desarrollo Rural Sostenibles. FAO – OIT – UITA. 1ª. Ed. Disponible en: http://www.oit.org.pe/index.php?view=weblink&catid=213%3Asector-rural-y-desarrollolocal&id=218%3Atrabajadores-agrlas-y-su-contribuci-laagricultura-y-el-desarrollo-ruralsostenibles& option=com_weblinks&Itemid=1078

MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 2003. Significado Cultural del Paisaje. I Seminario Internacional sobre Paisaje. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: http://www.catpaisatge.net.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile. 8p. Disponible en: http://www.leychile.cl/Consulta/listaMasSolicitadasxmat?agr=1021&sub=513&tipCat=1.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Santiago, Chile. 8p. Disponible en: http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29777&buscar=ley+18362.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Misión del Ministerio de Educación. Gobierno de Chile. Disponible en: http://www.gob.cl/cuenta-publica-2010/ministerio-de-educacion/

MINISTERIO DE ENERGÍA. www.energia.gob.cl

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES. 1980. Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. Santiago, Chile. Disponible en: http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf.

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. Ley 19.300 Sobre las Bases Generales de Medio Ambiente, dictación jurídica de la Comisión Nacional de Medio Ambiente, modificada por la ley 20.173, 2007. Santiago, Chile. Disponible en: http//:www.leychile.cl

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Ley General de Urbanismo y Construcciones. Santiago, Chile. 1992. 1p. Disponible en: http://www.minvu.cl/opensite_20070404173759.aspx

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Biblioteca del congreso Nacional. Disponible en: http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Agenda 21. Disponible en: http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter10.htm. Fecha de consulta.

SERVICIO DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES. Líneas Eléctricas. Disponible en: http://www.energia.gob.cl/documentos/estudios/2017/agenda-de-energia-un-desafio-pais.html.

CAPITULO 8: ANEXOS

CAPITULO VIII: ANEXOS

8.1 ANÁLISIS FINANCIERO

Prestación de servicios integrales para cuantificar la biomasa disponible y para elaborar propuestas para el manejo sostenible de la vegetación en las franjas de seguridad y servidumbres aéreas.

Tabla 7: Análisis Financiero

Ítem	Detalle del servicio	UF/HH	Total UF/ïtem	Costo (UF)	Costo ($)	Tiempo de ejecución
Apoyo en gestiones de manejo de vegetación, (revisiones del proyecto, hasta el establecimiento de propuestas).	Considera revisión, control de cambios y comentarios para todas las etapas del proyecto, incluidos los análisis espaciales.	1,3	60	78	$ 2.076.282	8 semanas
Elaboración de cartografías.	Considera toda la cartografía de línea base, no así la de caracterizaciones realizadas por otros profesionales	1	30	30	$ 798.570	3 semanas
Elaboración de análisis de consecuencia.	Análisis de riesgo y consecuencias	1	30	30	$ 798.570	2 semanas
Levantamiento de Información	Visita a terreno, análisis de información, medición, georreferencia	1	24	24	$ 638.856	3 semanas
Estudio de Paisaje	Caracterización y evaluación del pasaje, conforme lo establecido en el alcance del proyecto	1	15	15	$ 399.285	2 semanas
Cálculo de biomasa	Se propone elaboración de cálculo de biomasa y elaboración de propuestas	1,3	8	10,4	$ 276.838	1 semana
TOTAL				**187,4**	**$ 4.988.401**	**12 semanas**

8.2 FOTOGRAFÍAS

Imagen 13: Vista Panorámica Línea Agua Santa-Placilla

Fuente: Foresta Servicios

Imagen 14: Medición de Diámetro Altura del Pecho (DAP)

Fuente: Elaboración grupal

Imagen 15: Vista Panorámica Línea Laguna Verde-Agua Santa

Fuente: Foresta Servicios