



**CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL  
OFICINA CENTRAL  
JACV/EBZ/FLR/JGO/JMV/LMZ**

**ORD.Nº: 311/2024**

**ANT. : OF. N°62/103/2024 DEL 17 DE  
JUNIO DE 2024 COMISIÓN  
ESPECIAL INVESTIGADORA DE  
LA CÁMARA DE DIPUTADOS Y  
DIPUTADAS**

**MAT. : ENVÍA LOS ANTECEDENTES  
REQUERIDOS POR LA  
HONORABLE COMISIÓN**

**SANTIAGO, 28/06/2024**

**DE : DIRECTOR EJECUTIVO CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL**

**A : SEÑORA MARÍA SOLEDAD FREDES RUÍZ ABOGADA SECRETARIA DE LA  
COMISIÓN CAMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS DE CHILE**

Esta Dirección Ejecutiva ha tomado conocimiento del documento indicado en ANT., a través del cual la Honorable Comisión Especial Investigadora de la Cámara de Diputados y Diputadas, solicita se le haga llegar la siguiente información: i) Las bitácoras de vuelos de aviones y helicópteros que sobrevolaron el espacio aéreo de la región de Valparaíso afectada por los incendios de febrero de este año, tanto antes del inicio del incendio como durante su desarrollo. ii) Información sobre la derivación de brigadistas a los distintos puntos afectados por el incendio de la Región de Valparaíso de febrero pasado, indicando si hubo colaboración o participación de otros organismos en esta decisión y iii) el Estudio Territorial del año 2021.

Sobre el particular, se envía por su intermedio a la Honorable Comisión, los antecedentes disponibles que dan respuesta a las consultas planteadas por dicha comisión parlamentaria en su requerimiento de información.

Le saluda muy atentamente,

**CHRISTIAN  
LEONARDO LITTLE CARDENAS**

**DIRECTOR EJECUTIVO  
CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL**

Incl.: Documento Digital: OF. 62/103/2024 CEI Cámara Diputados  
Documento Digital: Bitácora de Aeronaves  
Documento Digital: Brigadas de Combate  
Documento Digital: Estudio Zona de Riesgos Incendios Región Valpso



# DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE FRENTE A INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES  
CONAF – REGION DE VALPARAÍSO



VALPARAÍSO 2022

**ELABORADO POR:**

Ingrid Ibarra Amaya  
Raúl Martínez Hernández

**COLABORACIÓN:**

Juan Atienza Hormazábal

**PANEL DE EXPERTOS:**

Daniel Ariz Abarca  
Erick Ortega Placencia  
Guillermo Machuca Peñaloza  
Iván Vargas Lavado  
José González Lara  
Leonel Zamorano Hernández  
Nelson Aburto Pedreros  
Oliver Ojeda Valdés  
Oscar Fernández Ríos  
Patricio Balladares Silva

Departamento de Protección Contra Incendios Forestales  
Región de Valparaíso  
Corporación Nacional Forestal

[www.conaf.cl](http://www.conaf.cl)

Valparaíso, septiembre 2022

## SOBRE EL DOCUMENTO

La elaboración de este documento estuvo a cargo de:

- **Ingrid L. Ibarra Amaya**

Geógrafa

Magister en Ordenamiento Territorial y Geografía - UAH  
Profesional Sección de Prevención de Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso

- **Raúl E. Martínez Hernández**

Geógrafo

Magister en Planificación Territorial Rural - UAHC  
Diplomado en Sistemas de Información Geográfica - U. de Chile  
Profesional Sección de Prevención de Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso

Con la colaboración de:

- **Juan T. Atienza Hormazábal**

Ingeniero Forestal

Jefe Departamento de Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso

## PANEL DE EXPERTOS

Para la elaboración del presente estudio se contó con el siguiente panel de expertos:

- **Daniel O. Ariz Abarca**  
Jefe Sección Prevención de Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Erick R. Ortega Placencia**  
Despachador Unidad de Coordinación y Movilización Regional  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Guillermo A. Machuca Peñaloza**  
Jefe Sección Control de Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Iván R. Vargas Lavado**  
Asistente Control Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **José G. González Lara**  
Asistente Control Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Leonel G. Zamorano Hernández**  
Jefe Unidad de Coordinación y Movilización Regional  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Nelson S. Aburto Pedreros**  
Coordinador Unidad de Coordinación y Movilización Regional  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Héctor O. Ojeda Valdés**  
Asistente Control Incendios Forestales  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Oscar A. Fernández Ríos**  
Coordinador Unidad de Coordinación y Movilización Regional  
Departamento Protección contra Incendios Forestales  
CONAF Región de Valparaíso
- **Patricio C. Balladares Silva**  
Encargado Departamento Protección Contra Incendios Forestales Provincia de San Antonio  
CONAF Región de Valparaíso

## Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	Objetivo General.....	2
2.2.	Objetivos Específicos.....	2
3.	ANTECEDENTES DE LA REGIÓN.....	3
3.1.	Límites del Área Estudio.....	3
3.2.	Antecedentes Generales Región de Valparaíso.....	4
4.	METODOLOGÍA.....	5
4.1.	Antecedentes previos.....	5
4.2.	Definición de la unidad de superficie de trabajo.....	7
4.3.	Definición de variables, tratamiento y valoración.....	7
4.4.	Variables que definen la “vulnerabilidad”.....	8
4.5.	Variables que definen la “amenaza”.....	20
4.6.	Definición del riesgo frente a incendios forestales.....	31
5.	RESULTADOS.....	33
5.1.	Análisis de la vulnerabilidad.....	33
5.1.1.	Comportamiento de las variables en el territorio.....	33
5.1.2.	Cartografía final de vulnerabilidad frente incendio forestales.....	43
5.2.	Análisis de la Amenaza.....	45
5.2.1.	Comportamiento de las variables en el territorio.....	45
5.2.2.	Cartografía final de la amenaza frente incendio forestales.....	56
5.3.	Análisis del Riesgo y cartografía final.....	58
6.	CONCLUSIONES.....	63
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	634

## Índice de Figuras

1	Localización Región de Valparaíso continental	3
2	Áreas de interfaz en la Región de Valparaíso	34
3	Asentamientos precarios en la Región de Valparaíso	35
4	Áreas de Silvestres Protegidas de la Región de Valparaíso	36
5	Infraestructura crítica en la Región de Valparaíso	37
6	Capacidad de captura de carbono de la vegetación en la Región de Valparaíso	38
7	Valor paisajístico de la red hídrica en la Región de Valparaíso	39
8	Valor paisajístico de la vegetación en la Región de Valparaíso	40
9	Valoración económica de la vegetación en la Región de Valparaíso	41
10	Valor paisajístico de la geomorfología en la Región de Valparaíso	42
11	Vulnerabilidad frente a incendios forestales en la Región de Valparaíso	44
12	Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego en la Región de Valparaíso	46
13	Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación en la Región de Valparaíso	47
14	Pendiente de la Región de Valparaíso	48
15	Ocurrencia histórica de incendios forestales en la Región de Valparaíso	50
16	Red vial en la Región de Valparaíso	51
17	Densidad poblacional en la Región de Valparaíso	52
18	Exposición topográfica en la Región de Valparaíso	53
19	Red de suministros energéticos en la Región de Valparaíso	54
20	Tipología climática en la Región de Valparaíso	55
21	Amenaza frente a incendios forestales en la Región de Valparaíso	57
22	Riesgo frente a incendios forestales en la Región de Valparaíso	59
23	Sector prioritario de riesgo alto en torno al Gran Valparaíso, RN Lago Peñuelas y sector de Colliguay	60
24	Sector prioritario de riesgo alto en torno conurbación Quillota – La Calera y PN La Campana	61
25	Sector prioritario de riesgo alto en torno a conurbación Algarrobo – San Antonio, Planicies litorales de comuna de Casablanca y Algarrobo	62

## Índice de Cuadros

1	Variables y su ponderación para la determinación de la vulnerabilidad frente a incendios forestales	8
2	Rangos de cantidad de población en áreas urbanas consolidadas, área de influencia (interfaz) y valores asignados	10
3	Rangos de superficie (has) de los asentamientos precarios y valores asignados	11
4	Asignación de valores para la variable conservación de áreas Silvestres Protegidas	11
5	Asignación de valores para la variable infraestructura crítica	12
6	Asignación de valores para la variable captura de carbono	13
7	Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la red hídrica	14
8	Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la vegetación	15
9	Asignación de valores para la variable valoración económica de la cobertura vegetal	17
10	Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la geomorfología	19
11	Variables y su ponderación para la determinación de la amenaza frente a incendios forestales	20
12	Asignación de valores para la variable resistencia de la vegetación a la propagación del fuego	22
13	Asignación de valores para la variable velocidad de potencial de propagación del fuego	24
14	Asignación de valores para la variable pendiente	26
15	Asignación de valores para la variable red vial	27
16	Asignación de valores para la variable población	28
17	Asignación de valores para la variable exposición	28
18	Asignación de valores para la variable red suministros energéticos	29
19	Asignación de valores para la variable tipología climática	30
20	Vulnerabilidad frente a incendios forestales y superficie por rangos	43
21	Rangos y cantidad de incendios forestales por celdas de 400 has.	49
22	Amenaza frente a incendios forestales y superficie por rangos	56
23	Riesgo frente a incendios forestales y superficie por rangos	58

## Índice de Abreviaturas

---

APH	Proceso de Análisis Jerárquico
ASP	Áreas Silvestres Protegidas (ASP)
CONAF	Corporación Nacional Forestal
DEM	Modelo Digital de Elevación
DEPRIF	Departamento de Protección contra Incendios Forestales
EIRD	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
ERCB	Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad
GRD	Gestión de Riesgos de Desastres
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
INE	Instituto Nacional de Estadística
MAH	Marco de Acción de <i>Hyogo</i>
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile
MOP	Ministerio de Obras Públicas
ONEMI	Oficina Nacional de Emergencia
SIDCO	Sistema de Información Digital para el Control de Operaciones
SIG	Sistema de Información Geográfica
SLP	Suma Lineal Ponderada
SUBDERE	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio viene a ser una actualización del estudio de “Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso” elaborado por Juan Atienza, Patricio Balladares (ambos de CONAF, Región de Valparaíso) y Pedro Muñoz (CIREN, Región Metropolitana) en julio de 2010.

Dicho estudio determinaba áreas de “Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales”, para la Región de Valparaíso, que en su conjunto permiten establecer tres categorías de prioridad: Alta, Media y Baja.

Se basaba en un enfoque de tres componentes; Análisis del Riesgo, Análisis del Peligro y Análisis del Daño Potencial.

El Análisis del Riesgo dimensionaba la probabilidad de iniciación de incendios, el Análisis del Peligro, mide el grado de conflictividad en la propagación de los eventuales incendios y, por último, el Análisis del Daño Potencial, referido a las pérdidas e impactos que podrían generarse con la propagación del fuego. La síntesis de este análisis permitió identificar los sectores más críticos y priorizarlos en las categorías antes mencionadas.

Lo que se pretende en este nuevo estudio es que, a partir de la experiencia del estudio de 2010, tomándolo como principal insumo y referencia, se realice una nueva investigación del riesgo frente incendios forestales, en el marco de la Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) y adaptado a los enfoques más tradicionales del análisis del riesgo sugeridos en este marco, como lo es el paradigma de determinar el riesgo a partir de un análisis de la amenaza y la vulnerabilidad.

Importante es precisar que este nuevo estudio y propuesta metodológica, se lleva a cabo en la Región de Valparaíso, abarcando la totalidad del territorio continental, con una superficie aproximada de 1.600.000 hectáreas y en donde los incendios forestales causan permanentemente severas pérdidas de índole ambiental, social y económica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Determinar el riesgo frente a incendios forestales en el territorio continental de la Región de Valparaíso.

### **2.2. Objetivos Específicos**

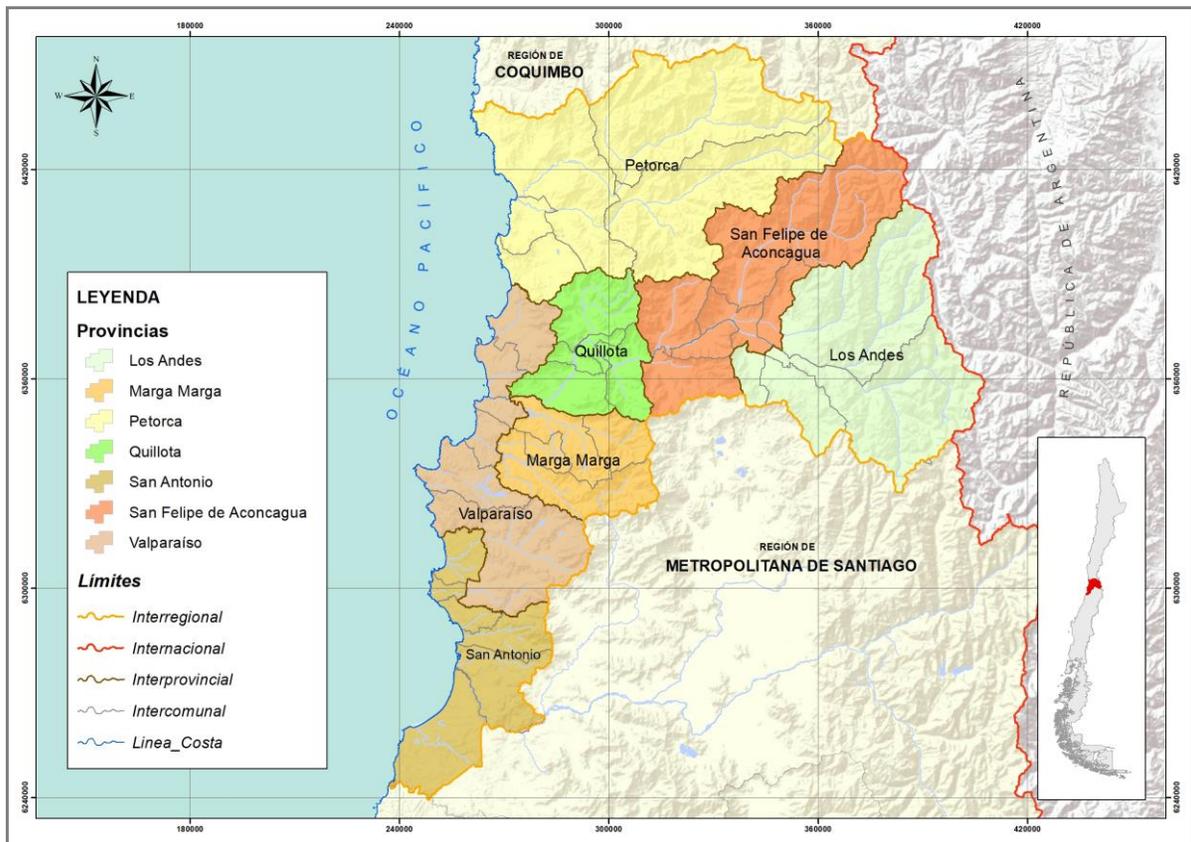
- a) Realizar un análisis de la amenaza de incendios forestales.
- b) Realizar un análisis de la vulnerabilidad de incendios forestales.
- c) Determinar categorías de riesgo frente a incendios forestales.

### 3. ANTECEDENTES DE LA REGIÓN

#### 3.1. Límites del Área Estudio

El estudio se llevó a cabo en el territorio continental de la Región de Valparaíso que incluye las provincias de Valparaíso, San Antonio, Quillota, San Felipe, Los Andes y Petorca (Figura 1) lo que corresponde a una superficie total de alrededor de 1.600.000 hectáreas.

Figura 1. Localización Región de Valparaíso continental



Fuente: Elaboración propia e en base a Infraestructura de Datos Geospaciales

### **3.2. Antecedentes Generales Región de Valparaíso**

La Región de Valparaíso se encuentra en la zona central del país y es una de las más importantes a nivel nacional en diversos aspectos, como por ejemplo, que en sus límites acoge una de las áreas urbanas más importantes del país, la conurbación Valparaíso-Viña del Mar; posee la plataforma portuaria más importante a nivel nacional, Valparaíso, San Antonio y Quintero; en ella se encuentra el paso internacional más importante, Los Libertadores; en la ciudad de Valparaíso se encuentra la sede del Poder Legislativo, el Congreso Nacional; posee algunos de los polos de atracción turística más importantes del país como son Viña del Mar e Isla de Pascua; con sectores de la ciudad de Valparaíso recientemente declarados Patrimonio de la Humanidad por UNESCO. Por su ubicación geográfica y la presencia de los dos principales puertos marítimos de Chile, Valparaíso, San Antonio, además del puerto terrestre de Los Andes, es la principal puerta de intercambio hacia el Océano Pacífico.

La región en su conjunto tiene una superficie de 16.396 km<sup>2</sup>, representando el 2,16% de la superficie del país. Se ubica entre los 32° 02' y 33° 57' latitud sur, y desde los 70° 00' longitud oeste hasta el Océano Pacífico, incluyendo las islas de Pascua, Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y Archipiélago Juan Fernández. Se divide administrativamente en 8 provincias y 38 comunas. Comprende las provincias de Petorca, Los Andes, San Felipe de Aconcagua, Quillota, Marga Marga, Valparaíso, San Antonio e Isla de Pascua.

La población regional es la tercera a nivel nacional, luego de la Región Metropolitana y Región del Biobío, con 1.815.902 habitantes (CENSO 2017), lo que equivale al 10,3% de la población nacional.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Antecedentes

El estudio realizado el año 2010 Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso, elaborado por Juan Atienza, Patricio Balladares (ambos de CONAF, Región de Valparaíso) y Pedro Muñoz (CIREN, Región Metropolitana) determinaba áreas de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales, para la Región de Valparaíso, en tres categorías de prioridad: Alta, Media y Baja.

El estudio se basaba en un enfoque de tres componentes: el Análisis del Riesgo con él se dimensionó la probabilidad de iniciación de incendios, el Análisis del Peligro, que mide el grado de conflictividad en la propagación de los eventuales incendios y, por último, el Análisis del Daño Potencial, referido a las pérdidas e impactos que podrían generarse con la propagación del fuego.

Ahora bien, en el marco de la Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) y en particular la Conferencia Mundial sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada en *Kobe, Hyogo*, Japón el año 2005, que es donde se aprueba el Marco de Acción de *Hyogo* (MAH) 2005-2015, se comenzó a promover una visión más integral de la GRD.

Es en este sentido, es que se ha puesto el acento, más que en la gestión o administración del desastre (foco en la emergencia) por el de manejo, gestión o reducción del riesgo; que corresponde, en cierta medida, a enfocarse en el estudio de la potencialidad de daño y pérdida, aspecto que es posible de minimizar<sup>1</sup>.

En este marco, es que es necesario incorporar en la GRD, en particular a nivel regional, el análisis y evaluación de riesgos naturales la cual, de acuerdo con lo indicado en la Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial elaborada por la SUBDERE el año 2011, consiste en:

*“desarrollar una comprensión de los fenómenos potencialmente peligrosos y los posibles efectos desastrosos que se pueden producir en su interacción con los sistemas de instalaciones y redes críticas considerado importante por la sociedad, generando información necesaria para adoptar decisiones sobre la implementación de acciones de mitigación, prevención y emergencia”<sup>2</sup>.*

---

<sup>1</sup> Ver Informe de la Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO). Análisis de riesgos de desastres en Chile. VII Plan de acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Santiago, Chile. 2012. Página 14.

<sup>2</sup> Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial. Primera Edición, junio 2011. Página 7.

De esta manera, es necesario que el análisis de los riesgos sea bajo un enfoque integrador y coherente con la GRD. Esta misma Guía define claramente en que consiste, indicando que se entenderá como *“el estudio analítico de la probabilidad de pérdida de los distintos elementos y sistemas de interés los que dependerán de los factores de amenaza y vulnerabilidad”*<sup>3</sup>.

Esto último, es muy importante pues plantea el cambio de enfoque y en como a abordar el análisis del riesgo frente a los riesgos por incendios forestales, de acuerdo con lo planteado en el Estudio del año 2010 y de esta manera sea totalmente coherente a los preceptos de la GRD.

En este contexto, es que el presente estudio utilizará la fórmula tradicional de determinación de riesgos, en este caso frente a incendios forestales:

$$R = V + A$$

Las definiciones de cada uno de sus componentes son las siguientes<sup>4</sup>:

- **R (Riesgo):** Corresponde a la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, etc.) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.
- **V (Vulnerabilidad):** Corresponde al grado de susceptibilidad de los elementos expuestos al riesgo.
- **A (Amenaza):** Corresponde a la existencia de un evento, fenómeno o actividad humana potencialmente dañinos.

El análisis del riesgo permitirá definir categorías de riesgo, las cuales al igual como se plantea en el estudio del año 2010, serán totalmente coherentes con la *“definición de diferentes categorías de prioridad, que expresarán los distintos niveles de interés existentes y, por lo tanto, el fundamento de las intensidades en la asignación de los recursos disponibles”*, y también, tal como lo plantea este estudio, *“posibilita el incremento en la capacidad y eficiencia en el uso de los recursos disponibles, al aplicarlos en forma diferenciada, como una respuesta a las condiciones específicas presentes en los diferentes sectores del territorio bajo protección”*.

---

<sup>3</sup> Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). Op. Cit. Página 7.

<sup>4</sup> De acuerdo con lo indicado en el siguiente Informe: ONU. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). *“Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres”*. Génova, 2004. Página 40.

## 4.2. Definición de la unidad de superficie de trabajo

Para la realización de este estudio, en términos generales, se utilizará el modelo *Ráster*, para el tratamiento de todas las coberturas de información recopiladas correspondientes a cada una de las variables a utilizar.

Por ello, es importante definir la unidad mínima de análisis, la cual corresponderá a un tamaño de píxel de 10 x 10 m. o cuadrículas de 100 m<sup>2</sup>, debido a que este será la resolución máxima, por razones de capacidad de los equipos computacionales y, además, por ser bastante adecuada para el procesamiento, análisis de detalle y presentación de los resultados.

Por ejemplo, el Modelo Digital de Elevación (*DEM* en inglés) que es necesario para este estudio, se generó a partir de cobertura regional de curvas de nivel cada 10 metros<sup>5</sup> y a una resolución de 100 m<sup>2</sup>.

## 4.3. Definición de variables, tratamiento y valoración

El conjunto de variables que permitieron definir la vulnerabilidad y la amenaza corresponde fundamentalmente a las utilizadas en el estudio del año 2010.

Cada una de ellas fue definida de manera conceptual y operativa, utilizando un enfoque de Análisis Multicriterio, a través de programa de Sistema de Información Geográfica (SIG), ampliamente utilizado en estudios de riesgos.

Para disminuir la subjetividad en el tratamiento de los valores utilizados en cada variable, es que para este nuevo estudio se optó por utilizar un enfoque de análisis jerárquico, AHP por sus siglas en inglés *Analityc Hierarchie Procesess*, que “permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar”<sup>6</sup>, y por lo tanto, presentar un sustento matemático, utilizar mediciones a partir de criterios cualitativos y cuantitativos, y adoptarlos a una escala común<sup>7</sup>.

De esta manera, es que se procedió a jerarquizar la importancia relativa de cada uno de los diferentes componentes y rangos utilizados asignado un “valor de importancia” de manera

---

<sup>5</sup> Cobertura regional de curvas de nivel, facilitada por ONEMI Región de Valparaíso el año 2017. La cual fue generada a partir del procesamiento de imagen Landsat 8.

<sup>6</sup> Toskano Hurtado, Gérard Bruno. Sin fecha. El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano\\_hg/cap3.PDF](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano_hg/cap3.PDF)

<sup>7</sup> Orejuela Cabrera, Juan Pablo & Osorio Gómez, Juan Carlos (2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica*, XIV (39),247-252. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>

específica en cada variable, tomando de referencia en algunas variables más complejas, los denominados “puntajes normalizados” asignados en el estudio del año 2010.

De tal modo, la ponderación del conjunto de variables, tanto para la definición de la vulnerabilidad como de la amenaza, fue trabajada a través de un panel de expertos, compuesto por 11 especialistas de amplia experiencia en el estudio, prevención y combate de incendios forestales, perteneciente a DEPRIF de CONAF Región de Valparaíso.

#### 4.4. Variables que definen la vulnerabilidad

Para definir la vulnerabilidad se utilizaron nueve variables específicas, con sus respectivas ponderaciones, tal como que se describen en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Variables y su respectiva ponderación para la determinación de la vulnerabilidad frente a incendios forestales

Variables	Definición operativa	Ponderación
Interfaz	Rangos de área de influencia en metros, de centros poblados jerarquizados de acuerdo con su población	20%
Asentamientos precarios	Asentamientos precarios jerarquizados de acuerdo con su superficie	15%
Valor de conservación de Áreas Silvestres Protegidas (ASP)	Rangos de área de influencia en metros, de ASP jerarquizadas de acuerdo con su importancia de conservación	15%
Infraestructura crítica	Área de influencia en metros, en torno a infraestructura crítica (Aeródromos, albergues, antenas de comunicación, establecimientos de salud, red de energía eléctrica) de acuerdo con su importancia	14%
Capacidad de captura de carbono de la vegetación	Categorías jerarquizadas de tipos vegetacionales, clasificadas de acuerdo con su capacidad de captura de carbono	10%
Valor paisajístico de la red hídrica	Tipos de red hídrica jerarquizadas, de acuerdo con su valor paisajístico	8%
Valor paisajístico de la vegetación	Tipos de coberturas vegetacionales jerarquizadas, de acuerdo con su valor paisajístico	8%
Valoración económica de la vegetación	Categorías jerarquizadas de tipos vegetacionales clasificados de acuerdo con su valoración económica ante eventual pérdida	7%
Valor paisajístico de la geomorfología	Geoformas jerarquizadas de acuerdo con su valor paisajístico	3%

A continuación, se detallan las características de cada una de ellas, los criterios y valores adoptados para su tratamiento, los cuales permitirán construir la suma lineal ponderada (SLP), entendida como el proceso en el cual se le asigna un peso específico a cada una de las dimensiones espaciales analizadas y se suman linealmente para obtener el mapa objetivo (García Soldano, Chica Olmo), ello permitirá determinar la vulnerabilidad ante incendios forestales en el territorio regional.

- **Interfaz**

Con esta variable se medirá la probabilidad de viviendas a ser dañadas ante eventuales incendios forestales, localizadas en la zona de interfaz urbano-rural.

Las áreas de interfaz se entienden como la zona en la que el terreno forestal o rural entra en contacto con zonas edificadas. Una definición simple para una realidad compleja, caracterizada por las múltiples interacciones e intercambios que se desarrollan entre dos subsistemas territoriales (el social/urbano y el natural/forestal) (Vince et al., 2005).

Las zonas de interfaz son susceptibles de ser afectadas por incendios forestales, pero, al mismo tiempo constituyen una fuente de peligro, pues se trata de un ámbito donde las probabilidades de ignición por causas humanas son mucho más frecuentes (Vilar et al., 2008).

Ahora bien, como no se cuenta con información a nivel de vivienda, para determinar el valor de las construcciones y de todos los bienes materiales contenidos en ellas, lo que además, depende de componentes que varían de un lugar a otro (ubicación, tipo de material utilizado en la construcción, servicios asociados, grupo familiar, etc.), se optó por relacionar esta variable con un perímetro de contacto (en metros lineales), entre las áreas urbanas consolidadas y la vegetación susceptible de propagar el fuego.

Las áreas urbanas consolidadas son determinadas según el Censo de población y vivienda del año 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE) disponible en la base de datos del IDE CHILE.

Mientras mayor es el perímetro de contacto, mayor es la exposición a ser afectado por un incendio forestal y, por consiguiente, mayor es el daño potencial. La mayor exposición está dada por la probabilidad de que un mayor número de incendios puedan amenazar las viviendas y porque cada uno de ellos puede afectar una mayor longitud de perímetro, en la zona de contacto.

De esta manera, se determinaron los perímetros de cada uno de los polígonos que constituye las áreas urbanas consolidadas de la Región de Valparaíso, jerarquizadas por rangos de longitud de perímetro. Posteriormente se definió un *buffer* (área de interfaz o de incidencia, alrededor del centro poblado), cuyo ancho fue definido de acuerdo con cada rango jerarquizado y su valoración correspondiente, tal como se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Rangos de cantidad de población en áreas urbanas consolidadas, área de influencia (interfaz) y valores asignados

Rangos de cantidad de población	Distancia desde borde de perímetro (m) (área de influencia)	Valor de importancia
> 500.000	1.500	8
100.000-500.000	1.300	7
50.000-100.000	1.100	6
20.000-50.000	900	5
10.000-20.000	700	4
5.000-10.000	500	3
1.000-5.000	300	2
< 1.000	100	1

- **Asentamientos precarios**

Los asentamientos precarios son un elemento de alta vulnerabilidad frente incendios forestales, por sus condiciones de habitabilidad, materialidad, ubicación y de contacto con masas vegetacionales.

Asimismo, entiéndase como asentamiento precario aquellas “agrupaciones de viviendas contiguas que pueden conformar campamentos u otras formas de poblamiento precario o irregular, como también poblaciones que cuentan en su interior con una existencia importante de loteos irregulares o precarios”<sup>8</sup> y que además, “presentan en conjunto, problemas de saneamiento legal referido al título de dominio de la propiedad donde se emplaza el asentamiento y/o problemas de habitabilidad por carencia del total o parte de los servicios básicos”<sup>9</sup>.

Ahora bien, para poder medir esta variable se utilizó información proveniente del Catastro de Asentamientos Precarios del Servicio de Vivienda y Urbanismo de la Región de Valparaíso de los años 2019 y 2020.

De esta manera, y de conformidad con el tamaño en hectáreas del asentamiento precario, se determinaron cinco categorías que fueron jerarquizadas y valoradas tal como se presenta en el Cuadro 3.

<sup>8</sup> Instituto de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Blog del Centro de Documentación del Instituto de la Vivienda.

Ver: <https://infoinvi.uchilefau.cl/glosario/asentamiento-precario/>

<sup>9</sup> Instituto de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Op. Cit.

**Cuadro 3.** Rangos de superficie (has) de los asentamientos precarios y valores asignados

Superficie (has)	Valor de importancia
> 10,0	5
7,5 – 10,0	4
5,0 – 7,5	3
2,5 – 5,0	2
< 2,5	1

- **Valor de conservación de Áreas Silvestres Protegidas**

A través de esta variable se pretende valorar las áreas que poseen una especial riqueza natural (presencia de flora y fauna), en este caso, preferentemente enfocado a lo que dice relación con algunos de los Servicios Ambientales o Ecosistémicos que ofrecen naturalmente: Producción Hídrica, Protección de la Biodiversidad y Protección de Suelo.

Con este objetivo, se utilizó como información base, tanto las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) del Estado (Parque Nacional, Reserva Nacional y Monumento Natural), las Áreas Protegidas Complementarias, definidas por el Ministerio de Educación, a través del Consejo de Monumentos Nacionales (Santuario de la Naturaleza) y los Sitios de Interés para la Conservación de la Biodiversidad, establecidos en la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad (ERCB), como también, áreas privadas presentes en la Región de Valparaíso

Para todas las áreas presentes en la Región de Valparaíso continental, que pertenecen a alguna de las categorías mencionadas anteriormente, se determinó una franja de amortiguación, definida por una distancia en metros desde el borde o perímetro del área de conservación hacia fuera.

Posteriormente a estas franjas se le asignó un valor de acuerdo con su relevancia en la conservación. En el cuadro 4 se detalla el valor asignado a cada categoría de conservación.

**Cuadro 4.** Asignación de valores para la variable conservación de áreas Silvestres Protegidas

Categoría de Conservación	Franja de Amortiguación (m)	Valor de importancia
Parque Nacional	500	2
Reserva Nacional	500	2
Santuario de la Naturaleza	200	1
Sitio de Interés	200	1

- **Infraestructura crítica**

Se define como Infraestructura Crítica a “*las instalaciones, sistema o parte de éste, que es esencial para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, y cuya perturbación o destrucción, afectaría gravemente la salud, la integridad física, la seguridad y el bienestar social y económico de la población*”<sup>10</sup>.

En este contexto, es que para el análisis de la vulnerabilidad ante incendios forestales es que se considerará como infraestructura crítica los siguientes elementos:

- ✓ Aeródromos
- ✓ Albergues
- ✓ Antenas de comunicación
- ✓ Establecimientos de salud
- ✓ Red de energía eléctrica

La fuente de información geoespacial, referente a antenas de comunicación, aeródromos y establecimientos de salud, es la que se encuentra disponible en página web del IDE Chile<sup>11</sup>.

Respecto a la información de la red de energía eléctrica regional, esta fue proporcionada por CHILQUINTA y la información de albergues es proveniente de ONEMI Región de Valparaíso.

A su vez, y derivado de su importancia se definió una franja de influencia y un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Asignación de valores para la variable infraestructura crítica

Tipo	Franja de Influencia (m.)	Valor de importancia
Antenas de comunicación	100	3
Red de energía eléctrica	100	3
Aeródromos	80	2
Albergues	50	1
Establecimientos de salud	50	1

<sup>10</sup> Gobierno de Chile. Presentación: Avances en la Ley de Infraestructura Crítica. Sin fecha. Disponible en: <https://www.cigre.cl/wp-content/uploads/2018/08/CARLOS-LANDEROS.pdf>

<sup>11</sup> Datos en formato shapefile disponibles en: <https://www.ide.cl/index.php/informacion-territorial/descargar-informacion-territorial>

- **Capacidad de captura de carbono de la cobertura vegetal**

De acuerdo con lo mencionado en el estudio de Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, en el contexto de cambio climático, la función que desempeñan los bosques en la fijación y captura de carbono es, de suma relevancia.

Es por ello, que los incendios forestales empeoran la situación, aportando CO<sup>2</sup> a la atmósfera, complejizando aún más la actual situación climática.

En el análisis de esta variable, se toma como referencia el Cuadro 13 del estudio del año 2010, en el cual los recursos productivos vegetacionales, son evaluados (puntajes normalizados) en base a las estimaciones basadas en la captura de carbono que se produce a nivel aéreo y su ajuste a los modelos de combustibles establecidos para la región.

Para el presente estudio, los puntajes normalizados por cada recurso productivo vegetal, fueron jerarquizados con un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 6.

Finalmente, es importante indicar que la información base utilizada para definir cada recurso productivo vegetal, proviene de la versión actualizada del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF, 2020).

**Cuadro 6.** Asignación de valores para la variable captura de carbono

Recursos Productivos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
Plantaciones Forestales Jóvenes	30	5
Plantaciones Forestales Adultas	20	4
Plantaciones Forestales – Formaciones Vegetales Nativas	15	3
Formaciones Forestales Nativas	10	2
Cultivos Agropecuarios	5	1
Otros usos	0	0

- **Valor paisajístico de la red hídrica**

El recurso hídrico utilizado como fuente de recreación, a través de los cuerpos y cursos acuáticos, es una variable del paisaje que es valorado por las personas.

Basado en este concepto se valoró esta variable, considerando tres categorías: Ríos y esteros, quebradas, embalses, lagos y lagunas. A los Ríos y esteros se les dio un ancho de 50 metros, desde su eje, a las quebradas, 30 metros y los embalses, lagos y lagunas, un ancho de 10 metros.

Tanto, el ancho del *buffer* y la asignación de valores que se presentan en el Cuadro 7, se basa en la importancia del recurso hídrico en cuanto a su valor paisajístico.

**Cuadro 7.** Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la red hídrica

<b>Cuerpo Acuático</b>	<b>Ancho (metros)</b>	<b>Valor de importancia</b>
Ríos y esteros	50	3
Quebradas	30	2
Embalses, lagos y lagunas	10	1

- **Valor paisajístico de la vegetación**

Para la medición de esta variable, se utilizará el Cuadro 17 del estudio de Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, que jerarquiza los tipos vegetacionales de acuerdo con la metodología de Julio et. al. (2010), en función de un análisis de la cobertura vegetal y la diversidad visual de los diversos tipos vegetacionales que, en definitiva, determinan el valor paisajístico de la vegetación.

Posteriormente, se tomó esta jerarquización del valor paisajístico de la vegetación y se le asignó un valor correlativo a cada tipo vegetacional que se muestran en el cuadro 8.

La información base utilizada para definir la cobertura vegetal, tipos vegetacionales y otros usos de suelo, proviene de la versión actualizada del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF 2020).

**Cuadro 8.** Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la vegetación

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
1	Afloramientos Rocosos	0	0
2	Bosque Nativo-Plantación Abierto	10	4
3	Bosque Nativo-Plantación Denso	10	4
4	Bosque Nativo-Plantación Muy Abierto	10	4
5	Bosque Nativo-Plantación Semidenso	10	4
6	Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto	15	5
7	Bosque Nativo Adulto Abierto	15	5
8	Bosque Nativo Adulto Denso	15	5
9	Bosque Nativo Adulto Muy Abierto	15	5
10	Bosque Nativo Adulto Semidenso	15	5
11	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Abierto	10	4
12	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Denso	10	4
13	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Semidenso	10	4
14	Bosque Nativo Renoval Abierto	10	4
15	Bosque Nativo Renoval Denso	10	4
16	Bosque Nativo Renoval Muy Abierto	10	4
17	Bosque Nativo Renoval Semidenso	10	4
18	Cajas de Ríos	0	0
19	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	3	1
20	Derrumbe sin Vegetación	0	0
21	Estepa Andina Central	5	2
22	Formación de Suculentas	5	2
23	Glaciares	0	0
24	Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	0	0
25	Matorral-Pradera Abierto	5	2
26	Matorral-Pradera Denso	5	2
27	Matorral-Pradera Escaso	5	2
28	Matorral-Pradera Muy Abierto	5	2
29	Matorral-Pradera Semidenso	5	2
30	Matorral Abierto	5	2
31	Matorral Arborescente Abierto	5	2
32	Matorral Arborescente Denso	8	3
33	Matorral Arborescente Escaso	5	2
34	Matorral Arborescente Muy Abierto	5	2
35	Matorral Arborescente Semidenso	8	3
36	Matorral con Suculentas Abierto	5	2
37	Matorral con Suculentas Denso	8	3
38	Matorral con Suculentas Escaso	5	2
39	Matorral con Suculentas Muy Abierto	5	2
40	Matorral con Suculentas Semidenso	8	3
41	Matorral Denso	8	3

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
42	Matorral Escaso	5	2
43	Matorral Muy Abierto	5	2
44	Matorral Semidenso	8	3
45	Minería Industrial	3	1
46	Nieves	0	0
47	Otros sin Vegetación	0	0
48	Otros Terrenos Húmedos	0	0
49	Plantación Adulta	10	4
50	Plantación con Exóticas Asilvestradas	10	4
51	Plantación Joven o Recién Cosechada	3	1
52	Playas y Dunas	0	0
53	Pradera Perenne	5	2
54	Praderas Anuales	5	2
55	Ríos	0	0
56	Rotación Cultivo-Pradera	5	2
57	Terreno de Uso Agrícola	5	2
58	Terrenos sobre el Límite Altitudinal de la Vegetación	0	0
59	Vegas	5	2
60	Vegetación Herbácea en Orillas de Ríos	5	2

- **Valoración económica de la cobertura vegetal**

Corresponde al daño que el fuego produce a los recursos naturales renovables y otros bienes tangibles asociados y, por consiguiente, la pérdida de los productos derivados de estos, que son transables en el mercado, por lo que es posible determinar el valor monetario.

Para la medición de esta variable, se utilizará el Cuadro 12 del estudio de Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, que jerarquiza los tipos vegetacionales de acuerdo con la metodología de Julio et. al. (2010) en función de las pérdidas potenciales de acuerdo con valores de mercado para los diversos tipos vegetacionales y un modelo de combustible determinado.

Dicha metodología, fue realizada en base a referencias de diversos autores, opiniones de expertos y aplicación de método Delphi, entendido como un proceso comunicativo de diversos expertos organizados en grupo-panel con vistas a aportar luz en torno a un problema de investigación<sup>12</sup>, cuyos resultados fueron presentados en un puntaje normalizado.

---

<sup>12</sup> López-Gómez, Ernesto. El método *Delphi* en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. Educación XX1, vol. 21, núm. 1, 2018, pp. 17-40. Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid, España. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70653466002>

Para este nuevo estudio, se tomó los puntajes de cada tipo vegetacional normalizados y validados por el grupo de expertos, los que fueron jerarquizados con un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 9.

Finalmente, es importante indicar que la información base utilizada para definir la cobertura vegetacional, tipos vegetacionales y otros usos de suelo, proviene de la versión actualizada del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF 2020).

**Cuadro 9.** Asignación de valores para la variable valoración económica de la cobertura vegetacional

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
1	Afloramientos Rocosos	0	0
2	Bosque Nativo-Plantación Abierto	57	11
3	Bosque Nativo-Plantación Denso	58	12
4	Bosque Nativo-Plantación Muy Abierto	57	11
5	Bosque Nativo-Plantación Semidenso	68	13
6	Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto	13	7
7	Bosque Nativo Adulto Abierto	21	8
8	Bosque Nativo Adulto Denso	58	12
9	Bosque Nativo Adulto Muy Abierto	13	7
10	Bosque Nativo Adulto Semidenso	38	10
11	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Abierto	57	11
12	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Denso	58	12
13	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Semidenso	68	13
14	Bosque Nativo Renoval Abierto	13	7
15	Bosque Nativo Renoval Denso	38	10
16	Bosque Nativo Renoval Muy Abierto	8	6
17	Bosque Nativo Renoval Semidenso	21	8
18	Cajas de Ríos	0	0
19	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	0	0
20	Derrumbe sin Vegetación	0	0
21	Estepa Andina Central	3	1
22	Formación de Suculentas	6	4
23	Glaciares	0	0
24	Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	0	0
25	Matorral-Pradera Abierto	5	3
26	Matorral-Pradera Denso	7	5
27	Matorral-Pradera Escaso	3	1
28	Matorral-Pradera Muy Abierto	4	2
29	Matorral-Pradera Semidenso	6	4
30	Matorral Abierto	5	3

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
31	Matorral Arborescente Abierto	5	3
32	Matorral Arborescente Denso	7	5
33	Matorral Arborescente Escaso	3	1
34	Matorral Arborescente Muy Abierto	4	2
35	Matorral Arborescente Semidenso	6	4
36	Matorral con Suculentas Abierto	5	3
37	Matorral con Suculentas Denso	7	5
38	Matorral con Suculentas Escaso	3	1
39	Matorral con Suculentas Muy Abierto	4	2
40	Matorral con Suculentas Semidenso	6	4
41	Matorral Denso	7	5
42	Matorral Escaso	3	1
43	Matorral Muy Abierto	4	2
44	Matorral Semidenso	6	4
45	Minería Industrial	0	0
46	Nieves	0	0
47	Otros sin Vegetación	0	0
48	Otros Terrenos Húmedos	0	0
49	Plantación Adulta	100	14
50	Plantación con Exóticas Asilvestradas	68	13
51	Plantación Joven o Recién Cosechada	22	9
52	Playas y Dunas	0	0
53	Pradera Perenne	3	1
54	Praderas Anuales	3	1
55	Ríos	0	0
56	Rotación Cultivo-Pradera	3	1
57	Terreno de Uso Agrícola	3	1
58	Terrenos sobre el Límite Altitudinal de la Vegetación	0	0
59	Vegas	5	3
60	Vegetación Herbácea en Orillas de Ríos	5	3

- **Valor paisajístico de la geomorfología**

El propósito de incorporar esta variable es calificar el paisaje o belleza escénica desde la perspectiva estética, a través de las diferentes formas o relieve del terreno y del punto de vista de la percepción visual, que pueden hacer un paisaje más o menos atractivo.

Con este objeto se utilizó la clasificación de *Borgel* (1983), que, desde el punto de la geomorfología, divide a la Región de Valparaíso en cuatro categorías:

- **Las Planicies Litorales o Litoral Central:** Se ubican entre la Cordillera de la Costa y el Océano Pacífico. Estas se van ampliando desde la desembocadura del río Aconcagua hacia el sur, variando su ancho desde los 100 m, hasta 15 Km. Las planicies litorales presentan en algunos sectores colinas o cerros, tal es el caso de Valparaíso (farellón costero), que está construida principalmente sobre cerros. Las planicies litorales suelen estar interrumpidas por cursos de agua, que se originan en la Cordillera de la Costa, como el estero Marga Marga. Son frecuentes las dunas costeras como Longotoma.
- **Cordillera de la Costa:** En el norte de la región, la Cordillera de la Costa y la de Los Andes llegan a constituir una sola unidad producto de los cordones transversales. Al sur del río Aconcagua ambas cordilleras se diferencian claramente, separadas por la depresión intermedia. La cordillera alcanza gran altura en la parte meridional; ejemplo de esto es el cerro La Campana. Aproximadamente en el paralelo 33º, la cordillera se divide en dos ramas, la occidental, que pertenece a la región de Valparaíso y la oriental, que pertenece a la región Metropolitana.
- **La Depresión Intermedia:** Se pueden observar los últimos valles transversales, que corresponden a las cuencas de los ríos de Petorca, La Ligua y Aconcagua. El cordón transversal Chacabuco marca el límite entre la región de Valparaíso y la región Metropolitana. La depresión intermedia sólo está presente en algunas cuencas interiores, como La Ligua y Catapilco, delimitadas por serranías.
- **La Cordillera de los Andes:** Se pueden apreciar cumbres que van desde los 5.000 hasta los 6.000 m.s.n.m. como el cerro Juncal de 6.110 m.s.n.m.

En concordancia con esta clasificación, se asignó un valor para cada categoría geomorfológica establecida. En el cuadro 10, se presentan los valores asignados en el análisis de esta variable.

**Cuadro 10.** Asignación de valores para la variable valor paisajístico de la geomorfología

Forma del Terreno	Valor de importancia
Cordillera de los Andes	4
Planicies Litorales	3
Cordillera de la costa	2
Cordones transversales	2
Depresión Intermedia	1

#### 4.5. Variables que definen la amenaza

Al igual que para el caso de la vulnerabilidad, para definir la amenaza también se utilizaron un conjunto de nueve variables específicas, que se detallaran en este punto.

La definición de estas variables específicas, su tratamiento operativo (valoración), como la ponderación de la valoración final de la amenaza (cuadro 11), también fue trabajada a través del panel de expertos de la DEPRIF de CONAF, Región de Valparaíso.

**Cuadro 11.** Variables y su respectiva ponderación para la determinación de la amenaza frente a incendios forestales

Variables específicas	Definición operativa	Ponderación
Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego	Categorías jerarquizadas de tipos vegetacionales, clasificados de acuerdo con su resistencia al control del fuego	30%
Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación	Categorías jerarquizadas de tipos vegetacionales, clasificados de acuerdo con velocidad de propagación del fuego	15%
Pendiente	Rangos de pendiente en grados jerarquizados	10%
Ocurrencia histórica incendios	Densidad de incendios	20%
Red vial	Rangos de área de influencia en metros, respecto a red vial jerarquizada	8%
Densidad poblacional	Rangos de área de influencia en metros, de centros poblados jerarquizados de acuerdo con su población	8%
Exposición	Exposición del terreno en cuadrantes jerarquizados	3%
Red de suministros energéticos	Rangos de área de influencia en metros, respecto a Red de suministros energéticos jerarquizada	4%
Tipología climática	Distritos climáticos jerarquizados	2%

A continuación, se detallan las características de cada de una de ellas, criterios y valores adoptados para su tratamiento, los cuales permitirán construir la suma lineal ponderada, que determinará la amenaza ante incendios forestales en el territorio regional.

- **Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego**

Esta variable, representa la dificultad de controlar o contener la propagación de un incendio, en lo que dice relación con el esfuerzo requerido para la construcción de líneas de control.

Tal como lo plantea el estudio del año 2010, el análisis de esta variable, que está muy relacionada con el modelo de combustible (propiedades físicas), supone que los métodos, equipos y recursos utilizados en el combate, que también inciden en la resistencia al control, se encuentren disponibles en forma apropiada, tanto en cantidad como en calidad.

Por lo tanto, para la medición de esta variable, se utilizará el Cuadro 7 del estudio de Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, que jerarquiza según la metodología ajustada de Julio et. al. (1995), los tipos vegetacionales y su modelo de combustible.

Por ello, se tomó los puntajes normalizados de cada tipo vegetacional y fueron jerarquizados con un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 12.

Finalmente, es importante indicar que la información base utilizada para definir la cobertura vegetacional, tipos vegetacionales y otros usos de suelo, proviene de la versión actualizada del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF, 2020).

**Cuadro 12.** Asignación de valores para la variable resistencia de la vegetación a la propagación del fuego

<b>ID</b>	<b>Tipos vegetacionales y otros usos</b>	<b>Puntajes asignados Estudio 2010</b>	<b>Valor de importancia</b>
1	Afloramientos Rocosos	0	0
2	Bosque Nativo-Plantación Abierto	15	3
3	Bosque Nativo-Plantación Denso	50	9
4	Bosque Nativo-Plantación Muy Abierto	6	2
5	Bosque Nativo-Plantación Semidenso	36	5
6	Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto	15	3
7	Bosque Nativo Adulto Abierto	15	3
8	Bosque Nativo Adulto Denso	50	9
9	Bosque Nativo Adulto Muy Abierto	6	2
10	Bosque Nativo Adulto Semidenso	41	6
11	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Abierto	15	3
12	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Denso	50	9
13	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Semidenso	45	7
14	Bosque Nativo Renoval Abierto	15	3
15	Bosque Nativo Renoval Denso	50	9
16	Bosque Nativo Renoval Muy Abierto	6	2
17	Bosque Nativo Renoval Semidenso	45	7
18	Cajas de Ríos	0	0
19	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	0	0
20	Derrumbe sin Vegetación	0	0
21	Estepa Andina Central	1	1
22	Formación de Suculentas	1	1
23	Glaciares	0	0
24	Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	0	0
25	Matorral-Pradera Abierto	6	2
26	Matorral-Pradera Denso	47	8
27	Matorral-Pradera Escaso	6	2
28	Matorral-Pradera Muy Abierto	6	2
29	Matorral-Pradera Semidenso	32	4
30	Matorral Abierto	15	3
31	Matorral Arborescente Abierto	15	3
32	Matorral Arborescente Denso	47	8
33	Matorral Arborescente Escaso	6	2
34	Matorral Arborescente Muy Abierto	6	2
35	Matorral Arborescente Semidenso	32	4
36	Matorral con Suculentas Abierto	15	3
37	Matorral con Suculentas Denso	50	9
38	Matorral con Suculentas Escaso	6	2
39	Matorral con Suculentas Muy Abierto	6	2
40	Matorral con Suculentas Semidenso	15	3
41	Matorral Denso	47	8

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
42	Matorral Escaso	6	2
43	Matorral Muy Abierto	6	2
44	Matorral Semidenso	32	4
45	Minería Industrial	0	0
46	Nieves	0	0
47	Otros sin Vegetación	0	0
48	Otros Terrenos Húmedos	0	0
49	Plantación Adulta	32	4
50	Plantación con Exóticas Asilvestradas	41	6
51	Plantación Joven o Recién Cosechada	15	3
52	Playas y Dunas	0	0
53	Pradera Perenne	1	1
54	Praderas Anuales	1	1
55	Ríos	0	0
56	Rotación Cultivo-Pradera	15	3
57	Terreno de Uso Agrícola	15	3
58	Terrenos sobre el Límite Altitudinal de la Vegetación	0	0
59	Vegas	0	0
60	Vegetación Herbácea en Orillas de Ríos	0	0

- **Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación**

Para la medición de esta variable, se utilizará el Cuadro 6 del estudio de Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, que jerarquiza los tipos vegetacionales y el potencial de propagación de los combustibles forestales de acuerdo con modelo de combustible definido por el sistema Kitral, ajustado a la Región de Valparaíso (Julio et. al. 2010).

Para este nuevo estudio se tomó los puntajes normalizados a cada tipo vegetacional, lo que fueron jerarquizados con un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 13.

Finalmente, es importante indicar que la información base utilizada para definir la cobertura vegetacional, tipos vegetacionales y otros usos de suelo, proviene de la versión actualizada del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF, 2020).

**Cuadro 13.** Asignación de valores para la variable velocidad de potencial de propagación del fuego

<b>ID</b>	<b>Tipos vegetacionales y otros usos</b>	<b>Puntajes asignados Estudio 2010</b>	<b>Valor de importancia</b>
1	Afloramientos Rocosos	0	0
2	Bosque Nativo-Plantación Abierto	48	11
3	Bosque Nativo-Plantación Denso	13	1
4	Bosque Nativo-Plantación Muy Abierto	55	12
5	Bosque Nativo-Plantación Semidenso	17	2
6	Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto	43	10
7	Bosque Nativo Adulto Abierto	43	10
8	Bosque Nativo Adulto Denso	13	1
9	Bosque Nativo Adulto Muy Abierto	55	12
10	Bosque Nativo Adulto Semidenso	17	2
11	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Abierto	48	11
12	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Denso	13	1
13	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Semidenso	17	2
14	Bosque Nativo Renoval Abierto	43	10
15	Bosque Nativo Renoval Denso	13	1
16	Bosque Nativo Renoval Muy Abierto	55	12
17	Bosque Nativo Renoval Semidenso	23	5
18	Cajas de Ríos	0	0
19	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	0	0
20	Derrumbe sin Vegetación	0	0
21	Estepa Andina Central	80	15
22	Formación de Suculentas	17	2
23	Glaciares	0	0
24	Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	0	0
25	Matorral-Pradera Abierto	67	13
26	Matorral-Pradera Denso	36	7
27	Matorral-Pradera Escaso	70	14
28	Matorral-Pradera Muy Abierto	70	14
29	Matorral-Pradera Semidenso	42	9
30	Matorral Abierto	67	13
31	Matorral Arborescente Abierto	67	13
32	Matorral Arborescente Denso	36	7
33	Matorral Arborescente Escaso	70	14
34	Matorral Arborescente Muy Abierto	70	14
35	Matorral Arborescente Semidenso	39	8
36	Matorral con Suculentas Abierto	67	13
37	Matorral con Suculentas Denso	17	2
38	Matorral con Suculentas Escaso	70	14
39	Matorral con Suculentas Muy Abierto	70	14
40	Matorral con Suculentas Semidenso	23	5
41	Matorral Denso	34	6

ID	Tipos vegetacionales y otros usos	Puntajes asignados Estudio 2010	Valor de importancia
42	Matorral Escaso	70	14
43	Matorral Muy Abierto	70	14
44	Matorral Semidenso	22	4
45	Minería Industrial	0	0
46	Nieves	0	0
47	Otros sin Vegetación	0	0
48	Otros Terrenos Húmedos	0	0
49	Plantación Adulta	18	3
50	Plantación con Exóticas Asilvestradas	18	3
51	Plantación Joven o Recién Cosechada	70	14
52	Playas y Dunas	0	0
53	Pradera Perenne	80	15
54	Praderas Anuales	80	15
55	Ríos	0	0
56	Rotación Cultivo-Pradera	36	7
57	Terreno de Uso Agrícola	36	7
58	Terrenos sobre el Límite Altitudinal de la Vegetación	0	0
59	Vegas	0	0
60	Vegetación Herbácea en Orillas de Ríos	67	13

- **Pendiente**

La pendiente es el factor topográfico de mayor incidencia en el comportamiento del fuego. Se caracteriza por la influencia que ejerce en el desarrollo de la columna de convección y, por el hecho que, mientras más inclinadas se presenten las laderas, mayores serán las velocidades de propagación de los incendios que ascienden por ellas (Julio, 2005).

Con el propósito de determinar la pendiente (en porcentajes) promedio por píxel, se generó un DEM el cual se construyó a partir de una cobertura regional de curvas de nivel cada 10 metros y considerando una resolución de 100 m<sup>2</sup> por *pixel*. Dicha cobertura regional de curvas de nivel fue facilitada por ONEMI Región de Valparaíso el año 2017 y generada a partir del procesamiento de imagen *Landsat 8*.

Una vez obtenida la pendiente promedio de cada *píxel*, se reclasificó la pendiente en 7 rangos ya definidos en Estudio Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010. Finalmente, se asignaron valores correlativos a cada uno de estos rangos, tal como se muestra en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Asignación de valores para la variable pendiente

Porcentaje de Pendiente Promedio	Valor de importancia
0-12	1
13-25	2
26-38	3
39-51	4
52-64	5
65-77	6
> 77	7

- **Ocurrencia histórica de incendios**

La evaluación de la ocurrencia de incendios se realizó a través de la densidad de incendios forestales en el territorio continental de Región de Valparaíso. Para ello, se utilizará la información histórica de incendios, un rango de 18 años, es decir, desde el período 2002 – 2003 al período 2019 – 2020, información obtenida del Sistema de Información Digital para el Control de Operaciones (SIDCO), de CONAF.

Por el contexto sanitario de COVID-19, que produjo una baja considerable en las actividades habituales de la población, lo cual también se refleja en la disminución de incendios en estos últimos periodos, no se incluyen en este análisis, los incendios forestales ocurridos en los dos últimos períodos, 2020-2021 y 2021-2022<sup>13</sup>.

Posteriormente, se generó una grilla que cubriera todo el territorio en estudio, con el fin de poder contabilizar la ocurrencia de incendios por cada una de las celdas de la grilla. La superficie de cada una de estas celdas es de 400 hectáreas.

Los resultados de la aplicación de esta técnica fueron reclasificados en 20 rangos. Así es como, cada celda se valoró desde el rango con menos incendios (con valor 1), hasta el rango con más incendios (con valor 20).

---

<sup>13</sup> De acuerdo con las cifras oficiales de SIDCO – CONAF, el periodo 2017-18 se produjeron 986 incendios en toda la Región de Valparaíso, el periodo 2018-2019 se produjeron 905 incendios, cifras que disminuyen para el periodo 2019-2020, donde se produjeron 629 incendios y que, decaen claramente para el periodo 2020-2021 (418 incendios) y 2021-2022 (444 incendios).

- **Red vial**

Para el análisis de la red vial de la región, se utilizó la información de la página web del IDE Chile, referente a la red vial nacional elaborada por el MOP y que se encuentra actualizada al año 2015<sup>14</sup>.

Esta red vial permitió diferenciar diferentes tipos de vías:

- ✓ Carretera pavimentada
- ✓ Camino pavimentado o asfaltado
- ✓ Camino ripiado
- ✓ Camino de tierra

Además, derivado de su importancia e intensidad de tránsito se definió una franja de influencia y un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 15.

**Cuadro 15.** Asignación de valores para la variable red vial

Tipo de Red Vial	Franja de Influencia (m.)	Valor de importancia
Carretera pavimentada	200	4
Caminos pavimentado o asfaltado	100	3
Camino ripiado	80	2
Caminos de tierra	50	1

- **Densidad poblacional**

Para el análisis de la población y su densidad en el territorio, se utilizó las áreas urbanas consolidadas de la región, definidas por el MINVU el año 2019, que contiene data de población (según Censo INE 2017) y que está disponible en página web del IDE Chile<sup>15</sup>.

Se tomaron como referencia los rangos de población para cada área urbana y franjas de influencias determinadas para cada área urbana de acuerdo con su rango, tal como está indicado en el Estudio Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010.

Finalmente, se le asignaron valores correlativos a cada uno de los rangos, los cuales se muestra en el Cuadro 16.

---

<sup>14</sup> Datos en formato shape disponibles en: <https://www.ide.cl/index.php/transporte/item/1708-red-vial-nacional>

<sup>15</sup> Datos en formato shape disponibles en: <https://www.ide.cl/index.php/planificacion-y-catastro/item/1845-area-urbana-consolidada>

**Cuadro 16.** Asignación de valores para la variable población

Rango de Población (Número de Habitantes)	Franja de Influencia (m.)	Valor de importancia
0 - 10.000	50	1
10.000 - 20.000	100	2
20.000 - 30.000	200	3
30.000 - 40.000	300	4
40.000 - 50.000	400	5
50.000 - 60.000	500	6
60.000 - 70.000	600	7
70.000 - 80.000	700	8
80.000 - 90.000	800	9
90.000 - 100.000	900	10
> 100.000	1.000	11

- **Exposición**

Importante es destacar que la exposición es un factor para considerar en el comportamiento del fuego y que influye significativamente en el tipo y desarrollo de la vegetación, especialmente en la condición de humedad de los materiales combustibles.

Para determinar la exposición, se utilizó el *DEM* generado anteriormente, a través del cual, se elaboró la cobertura de pendientes, la cual fue reclasificada en 4 cuadrantes (NW, NE, SE y SW) más los sectores planos, los cuales fueron valorados tomado como referencia lo propuesto en el estudio Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, tal como se muestra en el Cuadro 17.

**Cuadro 17.** Asignación de valores para la variable exposición

Exposición Topográfica	Valor de importancia
Noroeste	5
Noreste	4
Sureste	3
Suroeste	2
Sectores planos	1

- **Red de suministros energéticos**

La red de suministros energéticos hace referencia específicamente a la red de energía eléctrica en todo el territorio regional continental.

Esta información permite diferenciar dos tipos de líneas eléctricas<sup>16</sup>:

- ✓ Líneas de transmisión, que son aquellas que se utilizan para transportar la energía eléctrica a grandes distancias y son el eslabón entre de unión entre las centrales generadoras y las redes de distribución.
- ✓ Líneas de distribución o alimentadoras, que corresponde a las líneas que van desde las subestaciones hasta los centros de consumo como son las industrias, domicilios y alumbrado público.

Derivado de su importancia se definió una franja de influencia y un valor correlativo para cada tipo, tal como se muestran en el cuadro 18.

**Cuadro 18.** Asignación de valores para la variable red suministros energéticos

Tipo de Red Vial	Franja de Influencia (m.)	Valor de importancia
Líneas de transmisión	100	2
Líneas de distribución	50	1

- **Tipología climática**

Según el Estudio Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso del año 2010, el clima afecta el comportamiento del fuego a través de sus componentes principales: viento (dirección e intensidad), temperatura y humedad relativa del aire; por su efecto en la humedad y temperatura de la vegetación.

Para el análisis de esta variable se utilizaron distritos agroclimáticos presentes en el territorio continental de la región, de acuerdo con el Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1990), los cuales en función de sus características que más inciden en la generación y/o propagación de incendios forestales se determinó un puntaje normalizado.

---

<sup>16</sup> Ver definición y mayores antecedentes en <https://www.sectorelectricidad.com/12443/introduccion-a-las-lineas-de-transmision-de-energia-electrica/>

Para este nuevo estudio, se actualizó la fuente de información, tomando como referencia la nueva versión actualizada del Atlas Agroclimático de Chile<sup>17</sup> del año 2017, en cuanto a la definición de los distritos y su posterior homologación a los puntajes normalizados del estudio del año 2010.

Es así, como los puntajes normalizados por cada Distrito Agroclimático, fueron jerarquizados con un valor correlativo, tal como se muestran en el cuadro 19.

**Cuadro 19.** Asignación de valores para la variable tipología climática

Número Distrito Agroclimático	Nombre Agroclimático	Puntajes según Estudio 2010	Valor de importancia
5-1	Valparaíso	30	7
5-7-1	Pichilemu	30	7
4-5-1	Canela	25	6
5-6	Putendo	25	6
4-5-2	Las Ramadas	20	5
5-13-3	San Felipe	15	4
5-6-3	Altos de Cantillana	15	4
4-7-1	San Gabriel	15	4
5-13-2	Llailay	10	3
4-7-1	San Gabriel	10	3
5-5	La Ligua	5	2
5-13-1	Leyda	5	2
5-2	Quillota	5	2
5-3	Casablanca	5	2
5-4	Catapilco	5	2
5-6-1	Litueche	5	2
5-6-2	Caren	5	2
4-5-3	Alcohuaz	1	1
4-6-1	Los Bronces	1	1
4-7-2	El Yeso	1	1

<sup>17</sup> SANTIBÁÑEZ QUEZADA, F. (2017). Atlas agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima. Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. FIA.

#### 4.6. Definición del riesgo frente a incendios forestales

La definición del riesgo frente a incendios forestales se realiza mediante la siguiente fórmula, incorporándose, la ponderación resultante de ambos componentes del análisis realizado por el “panel de expertos” de la DEPRIF de CONAF, Región de Valparaíso.

$$R = (V * 0,6) + A * 0,4$$

Donde:

R: Riesgo frente a incendios forestales

V: Vulnerabilidad

A: Amenaza

Importante es destacar que, dado que cada variable ocupa diferentes escalas de valoración, se realizó un proceso de estandarización (entre 0 a 1) de los valores resultantes a través de un análisis *fuzzy*, muy utilizado en las evaluaciones multicriterio a través de *software* SIG<sup>18</sup>.

Esto es muy necesario para que la ponderación de las variables sea la adecuada en la construcción de la cartografía de vulnerabilidad, amenaza y finalmente la cartografía de riesgo frente a incendios forestales y no se produzcan distorsiones por las disímiles escalas valóricas utilizadas.

Posteriormente, los resultados del análisis con valores estandarizados de la amenaza y la vulnerabilidad, son ponderados de acuerdo con la fórmula anteriormente descrita y, sumados (suma lineal ponderada), dando por resultado el riesgo frente a incendios forestales.

Los valores resultantes para el riesgo, la vulnerabilidad y la amenaza, serán categorizados en tres rangos (alto, medio y bajo).

---

<sup>18</sup> Como estudio de referencia de utilización de la “lógica fuzzy” a través de Software SIG consultar: Garfias, Roberto; Castillo Soto, Miguel; Yañez, Adolfo. (2012). *Método Fuzzy para la identificación de áreas potenciales para la producción de leña. Aplicación de caso: comuna de Empedrado, región del Maule, Chile*. Geographicalia Num. 5. Pag. 5- 23. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/319917426\\_Metodo\\_Fuzzy\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_areas\\_potenciales\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_leña\\_Aplicacion\\_de\\_caso\\_comuna\\_de\\_Empedrado\\_region\\_del\\_Maule\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/319917426_Metodo_Fuzzy_para_la_identificacion_de_areas_potenciales_para_la_produccion_de_leña_Aplicacion_de_caso_comuna_de_Empedrado_region_del_Maule_Chile)

La determinación de los rangos, se realizó de acuerdo al método de los Séptimos propuesto por Julio en 1992, los cuales se establecen a partir de los valores obtenidos y su superficie en el territorio, ordenados de mayor a menor.

Es así como un 1/7 de la superficie del territorio con mayores valores, corresponderá al rango “alto”, los próximos 2/7 en superficie de los valores que siguen, corresponden al rango “medio” y, los 4/7 en superficie de los valores más bajos, corresponderán al rango “bajo”.

Finalmente, estos valores serán expresados en las cartografías de vulnerabilidad, amenaza y de riesgo, los cuales permitirán identificar y visualizar a través de colores graduados, aquellas áreas o sectores de mayor riesgo, puesto que los valores se agruparán en tres rangos, simbolizados con los colores del semáforo, en donde el color rojo representará: rango de valores altos, amarillo: rango de valores medios y verde: rango de valores bajos.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Análisis de la vulnerabilidad

#### 5.1.1. Comportamiento de las variables en el territorio

Tal como se menciona en la metodología, se utilizó un conjunto de nueve variables para determinar la vulnerabilidad frente a incendios forestales en el territorio continental de la Región de Valparaíso. Estas fueron:

- Interfaz
- Asentamientos precarios
- Valor de conservación de Áreas Silvestres Protegidas
- Infraestructura crítica
- Capacidad de captura de carbono de la vegetación
- Valor paisajístico de la red hídrica
- Valor paisajístico de la vegetación
- Valoración económica de la vegetación
- Valor paisajístico de la geomorfología

A continuación, se hace un análisis de su expresión en el territorio y que van configurando la vulnerabilidad frente a los incendios forestales.

- **Interfaz**

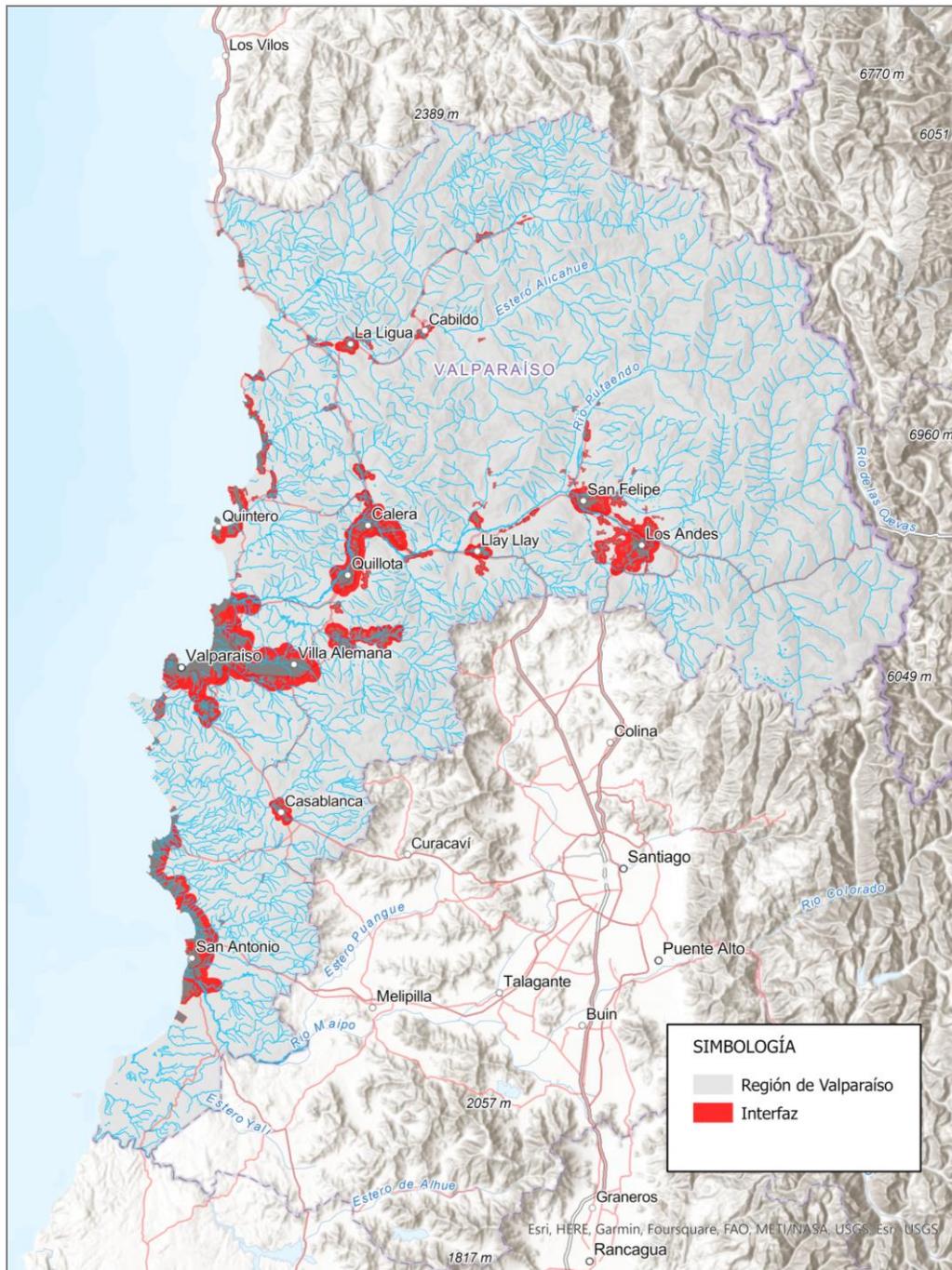
La interfaz fue determinada en función de la importancia, en cuanto a la cantidad de población en las áreas urbanas consolidadas de la región y un área de influencia determinada (figura 2).

De esta manera destacan claramente los principales centros poblados de la región, los que están representados por el Gran Valparaíso compuesto por Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Placilla, Quilpué y Villa Alemana, estos centros conforman un gran núcleo urbano de primera importancia, a nivel regional y nacional.

También se destacan otros núcleos urbanos relevantes. En el sector sur de la Región el núcleo urbano conformado por los centros urbanos desde Algarrobo, pasando por San Antonio hasta Santo Domingo. En el centro de la región, el núcleo urbano conformado por Quillota, La Cruz y La Calera. En la zona precordillerano los núcleos urbanos de Los Andes y San Felipe, cuya crecimiento y tendencia es a unirse.

Finalmente destacan otros centros poblados menores como Limache – Olmué, Quintero, Casablanca, Llay Llay, La ligua y Cabildo.

**Figura 2.** Áreas de interfaz en la Región de Valparaíso



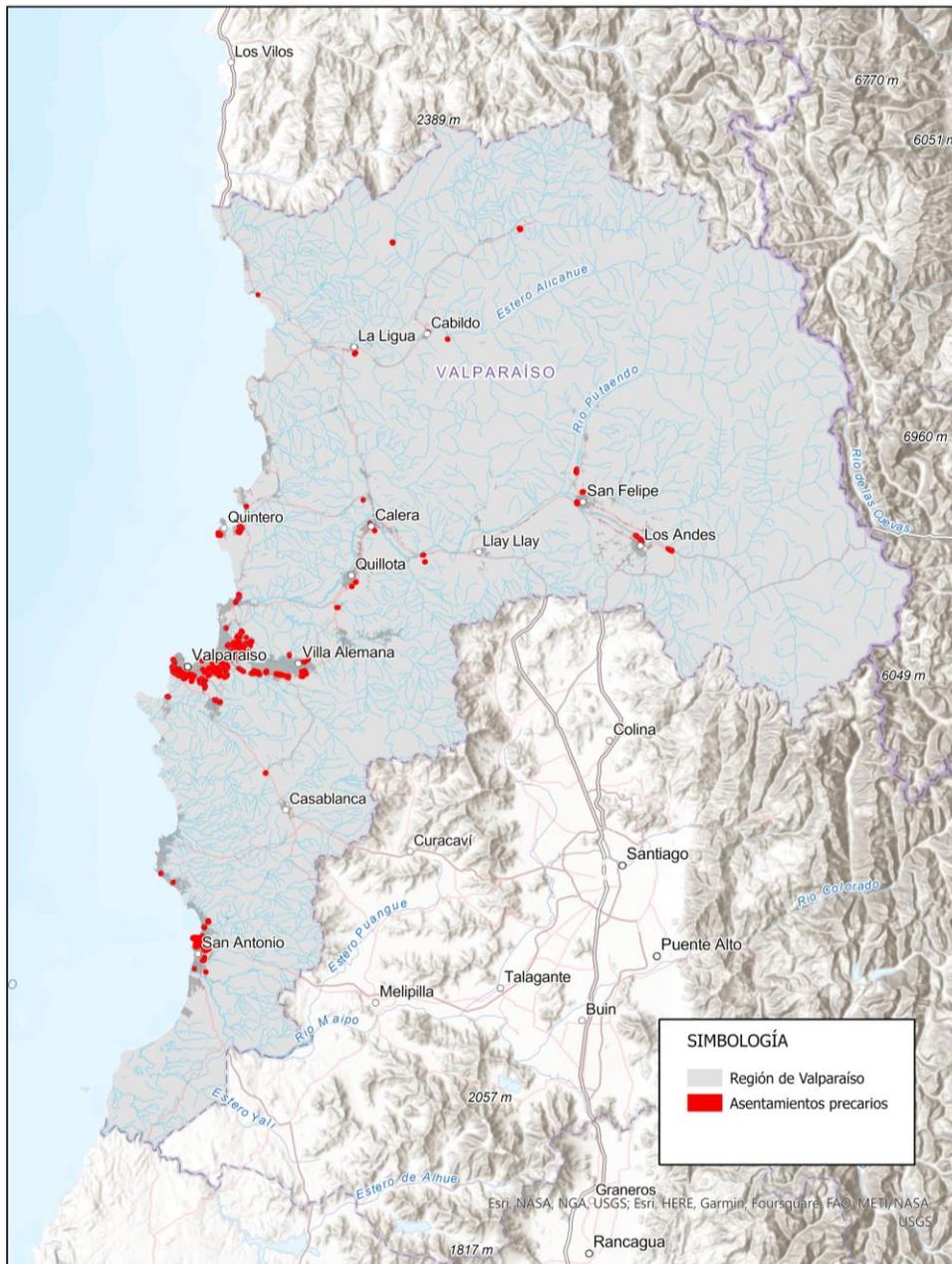
Fuente: Elaboración propia

- **Asentamientos precarios**

Los asentamientos precarios presentes en la región tienen directa relación con los centros urbanos, ya que se ubican principalmente en las áreas periféricas de esta, la gran mayoría en áreas de interfaz (figura 3).

De igual manera, estos se encuentran en torno al área urbana del Gran Valparaíso, El núcleo urbano Sur en torno a San Antonio y otros centros poblados de la región.

**Figura 3.** Asentamientos precarios en la Región de Valparaíso

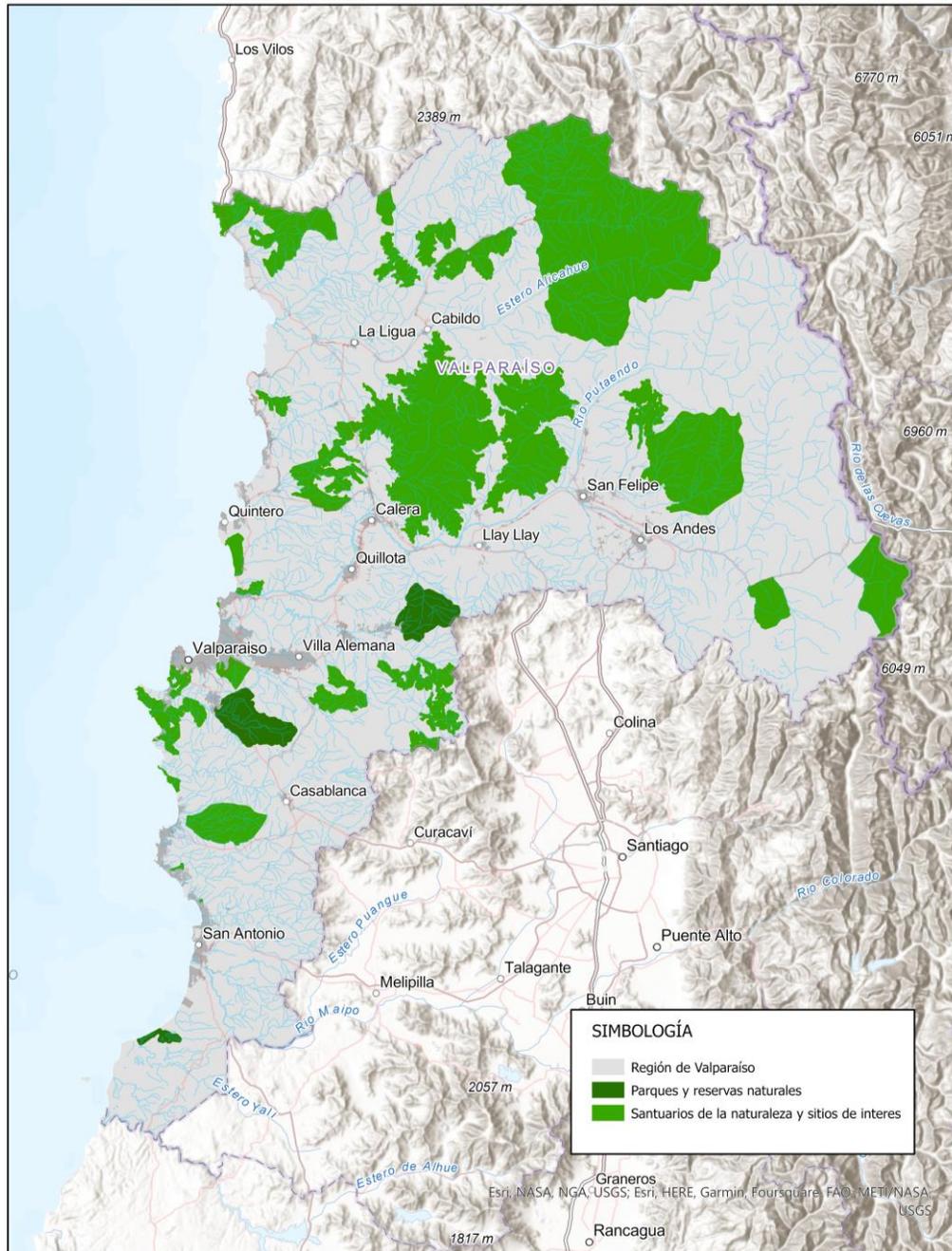


Fuente: Elaboración propia

- **Valor de conservación de Áreas Silvestres Protegidas**

En el territorio continental se encuentran una diversidad de áreas silvestres protegidas con diferentes figuras de protección (Parque Nacional, Reserva Nacional, Santuario de la Naturaleza y Sitios de Interés) que en su conjunto representan la gran mayoría de los ecosistemas y paisajes de la región (figura 4).

**Figura 4.** Áreas de Silvestres Protegidas en la Región de Valparaíso



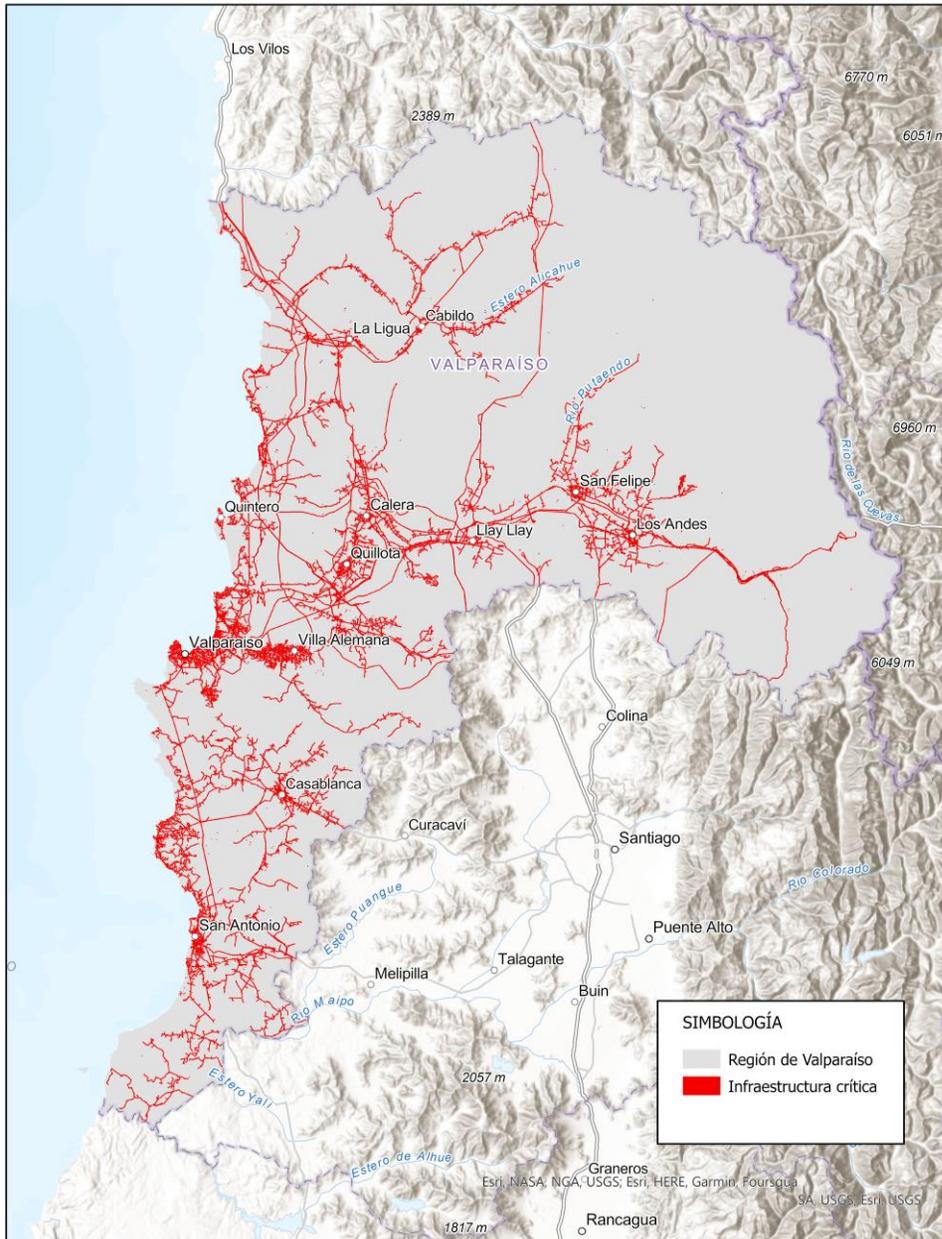
Fuente: Elaboración propia

- **Infraestructura crítica**

Respecto a la infraestructura crítica para el funcionamiento del territorio, se tomó en cuenta los aeródromos, albergues, antenas de comunicación, establecimientos de salud y red de energía eléctrica (líneas de transmisión y distribución).

Cómo se puede apreciar en la figura 5, estas se concentran dentro y en torno a los centros urbanos de la región, teniendo una gran importancia en cuanto a la cobertura de la red de energía eléctrica, que atraviesa gran parte del territorio.

**Figura 5.** infraestructura crítica en la Región de Valparaíso

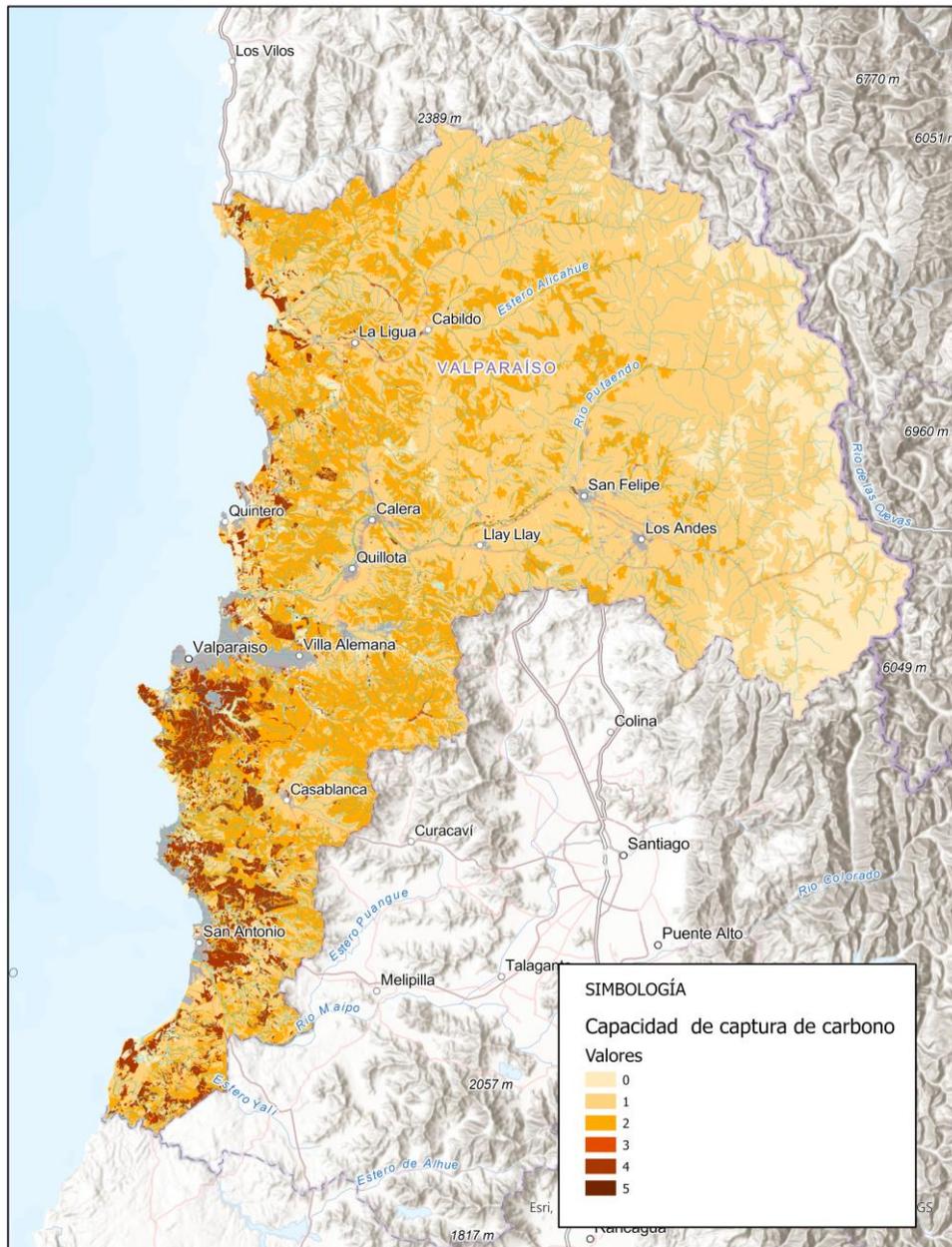


Fuente: Elaboración propia

- **Capacidad de captura de carbono de la vegetación**

Respecto a la capacidad de captura de carbono de la vegetación, esta es mayor en las formaciones vegetales relacionadas a las plantaciones forestales, las cuales como se aprecia en la figura 6, se encuentran localizados hacia los sectores más costeros y cercanos al Gran Valparaíso, Laguna verde, sector Sur de la Región, específicamente la provincia de San Antonio (figura 6).

**Figura 6.** Capacidad de captura de carbono de la vegetación en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

- **Valor paisajístico de la red hídrica**

El valor paisajístico de la red hídrica es mayor en ríos y esteros, donde destacan en la región; el río Aconcagua, río Petorca y un tramo del río Maipo en la provincia de San Antonio. Dentro de los esteros destacan el estero Marga Marga y estero de Casablanca, por mencionar algunos (figura 7).

**Figura 7.** Valor paisajístico de la red hídrica en la Región de Valparaíso



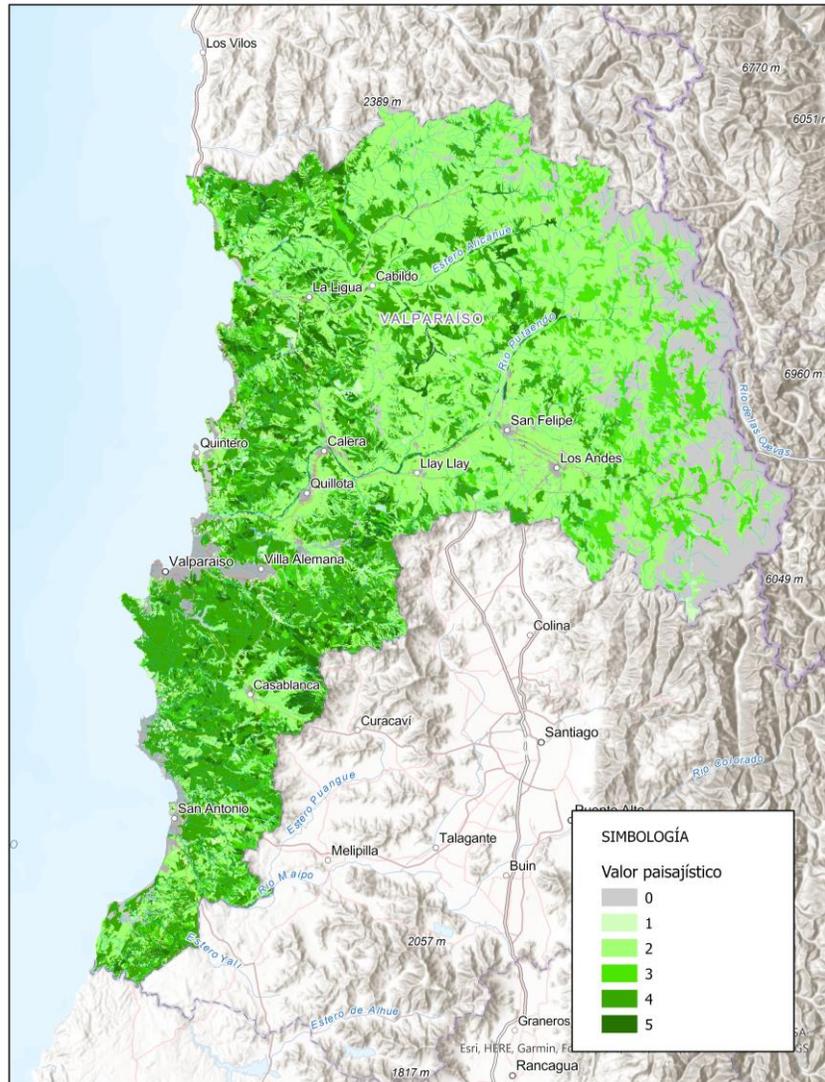
Fuente: Elaboración propia

- **Valor paisajístico de la vegetación**

El análisis de la cobertura vegetal y su diversidad visual a partir de los diversos tipos vegetacionales determinaron el valor paisajístico de la vegetación (Julio et. al., 2010), el cual es mayor en las diferentes formaciones de bosque nativo y, en segundo lugar, las plantaciones y grupos mixtos de estos (bosque nativo – plantación). De este punto de vista, serían los más vulnerables ante eventuales incendios forestales (figura 8).

Ahora bien, estas formaciones, y por ende donde existiría un mayor valor paisajístico, predominan en los sectores más cercanos a la costa de la región, donde existen mayormente plantaciones forestales y remanentes de vegetación nativa, como también la presencia de bosques nativo renoval y adulto, principalmente en sectores que se encuentran dentro de áreas protegidas como lo es el Parque Nacional La Campana, Reserva Nacional Lago Peñuelas, por mencionar las más significativas.

**Figura 8.** Valor paisajístico de la vegetación en la Región de Valparaíso



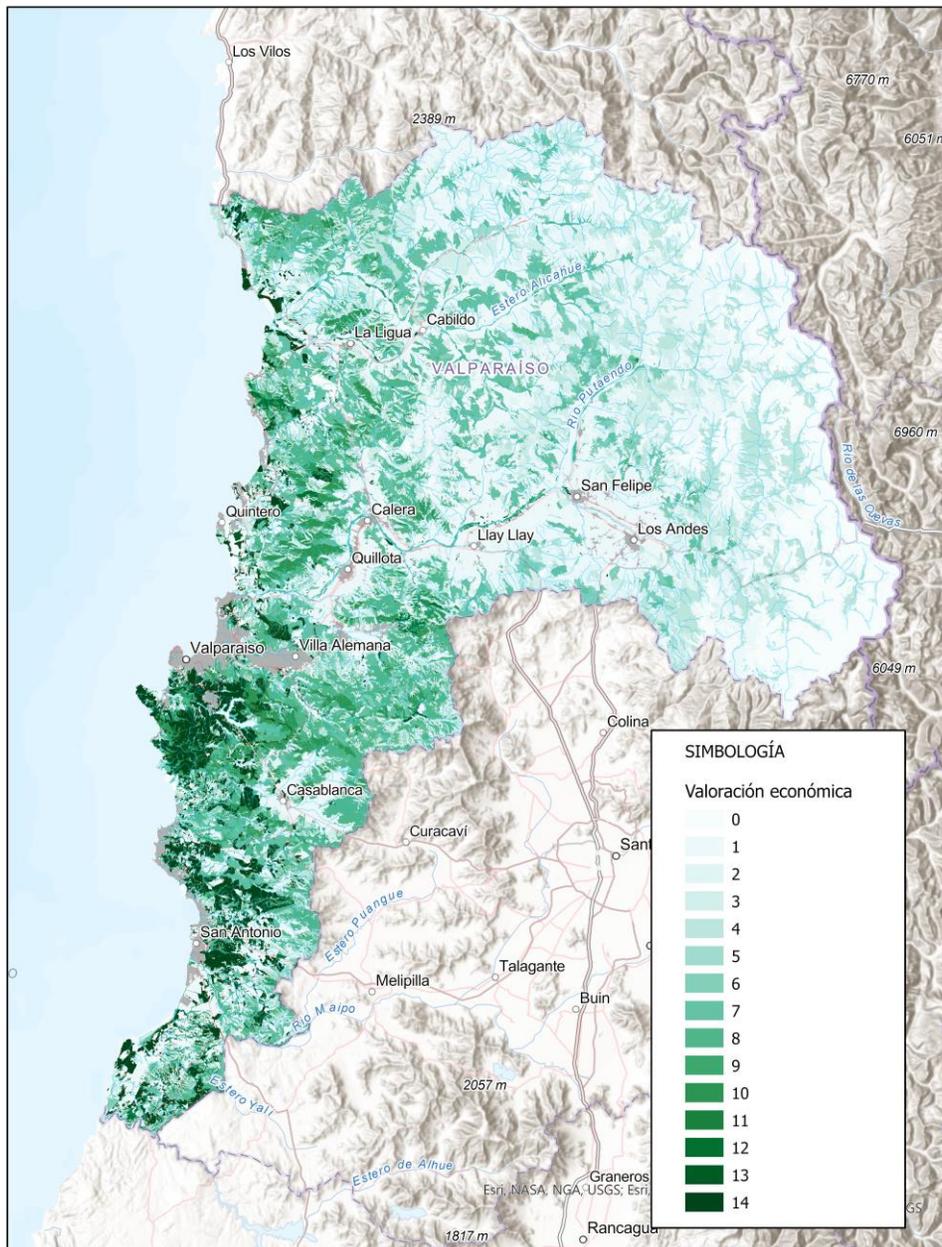
Fuente: Elaboración propia

- **Valoración económica de la vegetación**

El valor económico por el daño de eventuales incendios forestales que las diversas formaciones vegetacionales podrían sufrir, queda expresado como que las plantaciones forestales y diversos tipos de formaciones vegetacionales nativas serían las más vulnerables.

Por ello es por lo que en la figura 9, se aprecian con los mayores valores los sectores donde predominan plantaciones y formaciones de bosque nativo que se encuentran principalmente en sectores más cercanos a la costa.

**Figura 9.** Valoración económica de la vegetación en la Región de Valparaíso



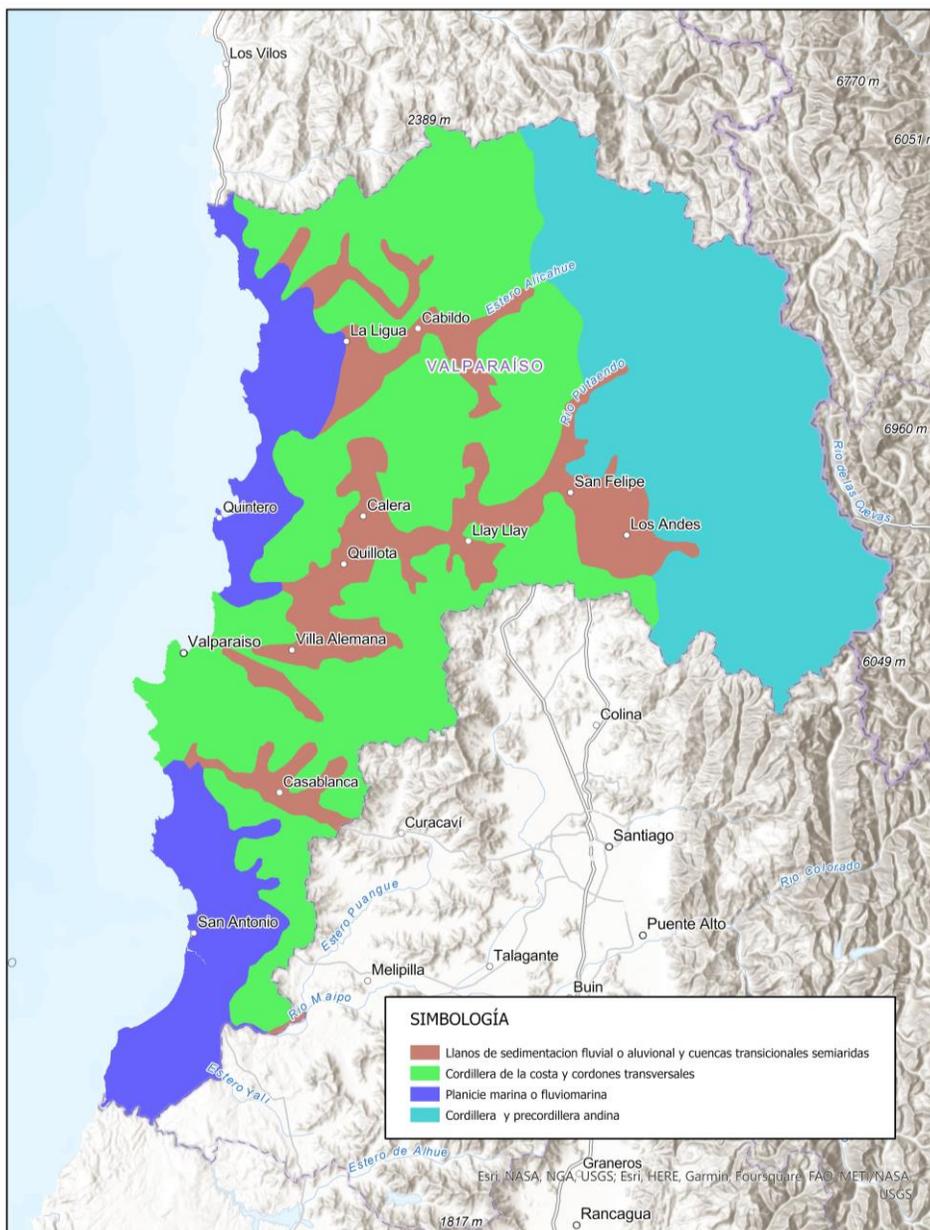
Fuente: Elaboración propia

- **Valor paisajístico de la geomorfología**

El valor paisajístico de las formaciones geomorfológicas de la región se encuentra en primer lugar en la Cordillera de Los Andes que ocupa una superficie considerable del territorio regional y que concentra hábitats frágiles muy susceptibles a la intervención humana (figura 10).

En segundo lugar, se tiene las planicies litorales, de gran valor escénico que ha fomentado diversas actividades y una alta ocupación humana, destacando entre ellas, un desarrollo turístico de gran importancia, a nivel regional y nacional.

**Figura 10.** Valor paisajístico de la geomorfología en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2. Cartografía final de vulnerabilidad frente incendio forestales

Finalmente, la suma lineal ponderada de la expresión territorial de las nueve variables que determinaron la vulnerabilidad del territorio frente a incendios forestales, se presenta en la figura 11.

Se aprecia que la mayor vulnerabilidad se encuentra en torno a los principales centros urbanos de la región: Gran Valparaíso compuesto por las ciudades de Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué y Villa Alemana; la conurbación Quillota – La Calera que incluye a la ciudad de La Cruz; y la conurbación del borde costero sur compuesta por las áreas urbanas de las comunas de Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena y San Antonio.

Estos centros urbanos concentran a 1.269.618 habitantes lo que corresponde a un 70% de la población regional<sup>19</sup>.

También son áreas con una “alta” vulnerabilidad, las conformadas por las áreas silvestres protegidas, donde destacan el Parque Nacional La Campana y la Reserva Nacional Lago Peñuelas, por su condición de preservación de ecosistemas naturales.

En esta misma línea, es que se aprecian algunos sectores menores de “alta” vulnerabilidad asociados a sectores de vegetación nativa como son Los Molles, cuenca superior de estero Alicahue, sectores precordilleranos cercanos a San Felipe y Los Andes, Cordillera El Melón, Colliguay, Quebrada Alvarado y finalmente, sectores adyacentes a la Reserva Nacional El Yali, en el extremo sur de la Región.

En cuanto a la superficie en el rango de “alta” vulnerabilidad, se advierte en todo el territorio regional continental un total de 225.794 hectáreas (cuadro 20), lo que equivale a un 14% de la superficie total.

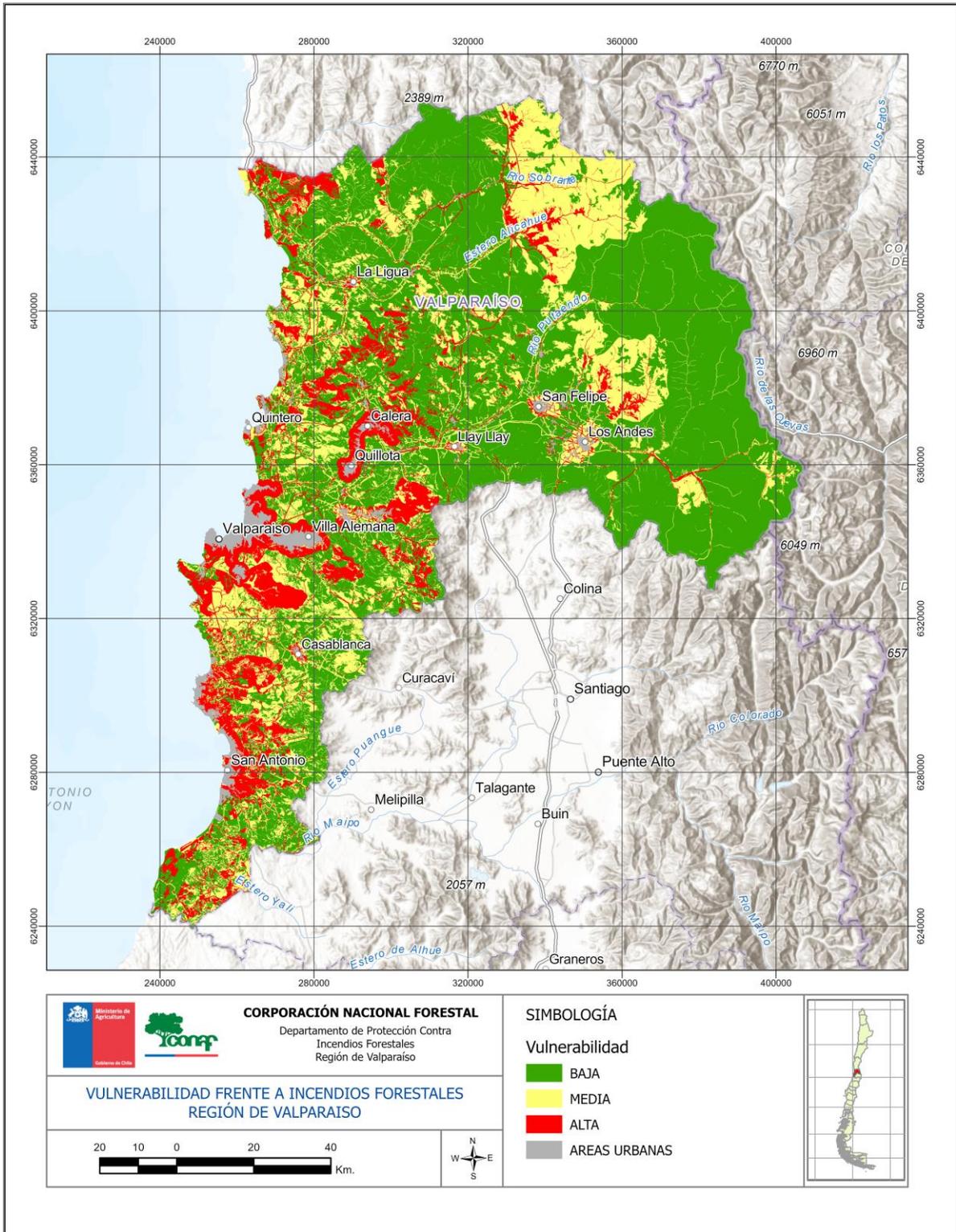
**Cuadro 20.** Vulnerabilidad frente a incendios forestales. Superficie por rangos. Región de Valparaíso

Rangos	Superficie (has)	Porcentaje
Baja	951.148	60%
Media	416.213	26%
Alta	225.794	14%
Total <sup>20</sup>	1.593.155	100%

<sup>19</sup> Según datos del Censo de Población y Vivienda INE 2017

<sup>20</sup> Hay que indicar que se presentan diferencias marginales en el total de superficie en los cuadros de “vulnerabilidad”, “amenaza” y “riesgo”, que son de menos de un 1%. Esto sucede por el procesamiento de diversas variables en formato ráster.

Figura 11. Vulnerabilidad frente a incendios forestales. Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Análisis de la Amenaza

### 5.2.1. Comportamiento de las variables en el territorio

Para determinar la amenaza frente a incendios forestales en el territorio continental de la Región de Valparaíso se utilizó un conjunto de nueve variables:

- Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego
- Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación
- Pendiente
- Ocurrencia histórica incendios
- Red vial
- Densidad poblacional
- Exposición
- Red de suministros energéticos
- Tipología climática

A continuación, se hace un análisis de su expresión en el territorio y que van configurando la amenaza frente a los incendios forestales.

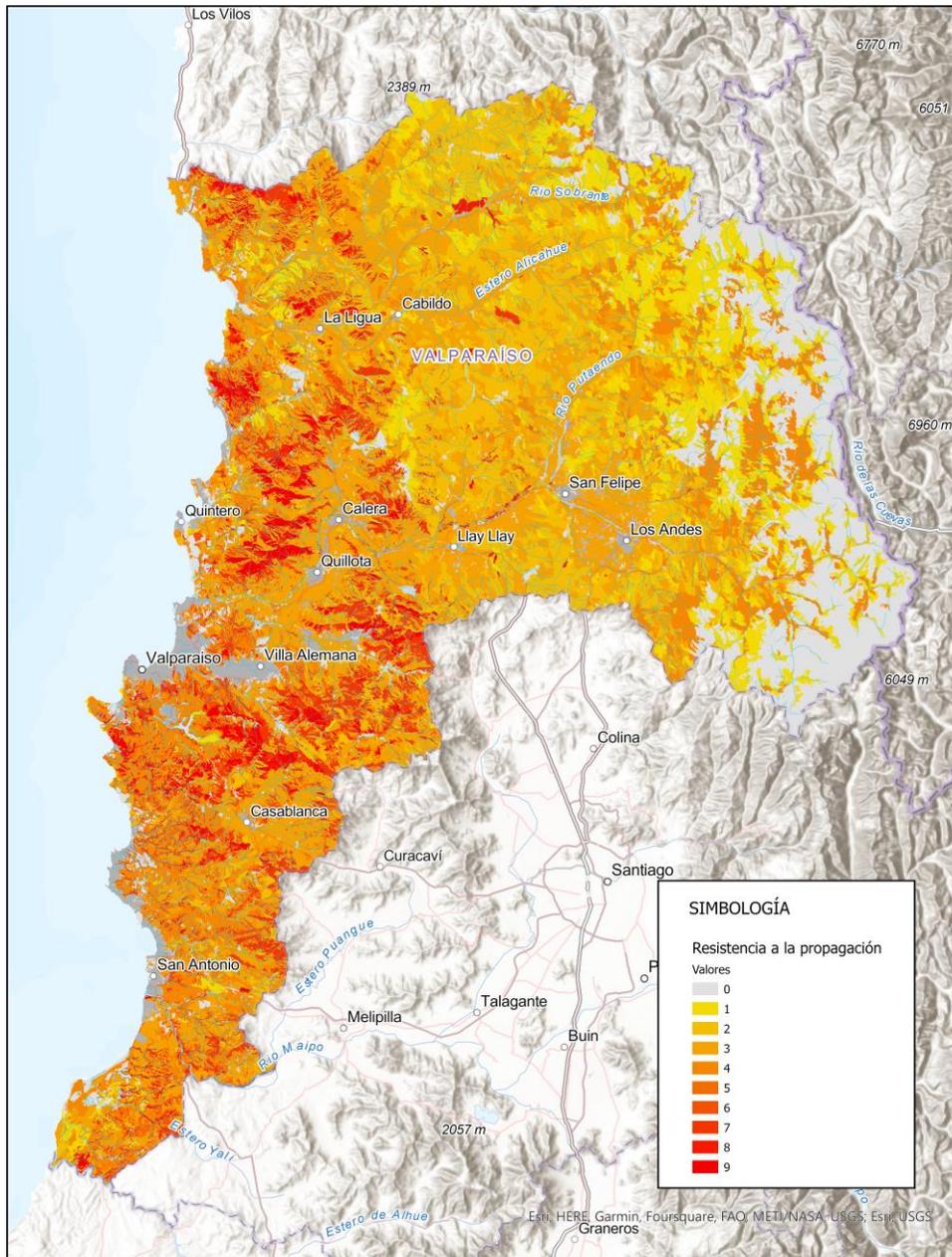
- **Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego**

El análisis de esta variable está relacionado con el modelo de combustible (sistema Kitral ajustado a la Región de Valparaíso) y a los diversos tipos vegetacionales existente, encontrándose así algunas formaciones vegetales más resistentes al control del fuego que otras.

Así mismo, se puede señalar que las formaciones vegetales nativas, plantaciones y matorrales de carácter denso son más resistentes al control del fuego que, por ejemplo, formaciones vegetacionales abiertas y praderas.

Ahora bien, estas formaciones, y por ende donde habría una mayor resistencia, es en sectores más cercanos a la costa de la región, donde existen principalmente plantaciones forestales y remanentes de vegetación nativa, como también la presencia de bosques nativo renoval y adulto, principalmente en sectores que se encuentran dentro de áreas protegidas como lo es el Parque Nacional La Campana y Reserva Nacional Lago Peñuelas (figura 12).

Figura 12. Resistencia de la vegetación a la propagación del fuego en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

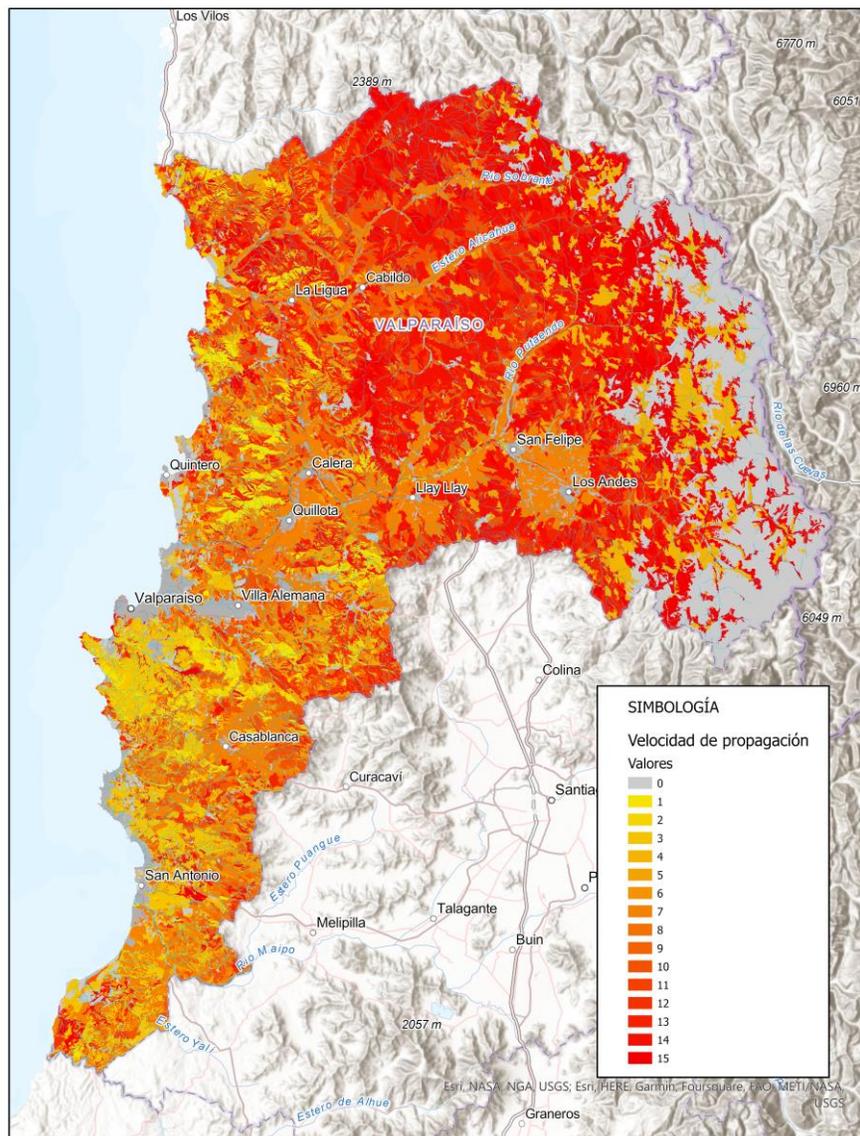
- **Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación**

Esta variable determina la velocidad potencial de propagación del fuego de acuerdo con tipos vegetacionales y modelo de combustible asociado de acuerdo a sistema Kitral ajustado a la Región de Valparaíso.

En este caso, las formaciones vegetacionales que tendrían una “mayor” velocidad de propagación del fuego corresponderían a praderas y matorrales abiertos.

Por lo tanto, donde se encontrarían los mayores valores de esta variable, asociado a estos tipos vegetacionales, serían en sectores cordilleranos y precordilleranos ubicados hacia el norte e interior de región (figura 13).

**Figura 13.** Velocidad de potencial propagación del fuego en la vegetación en la Región de Valparaíso



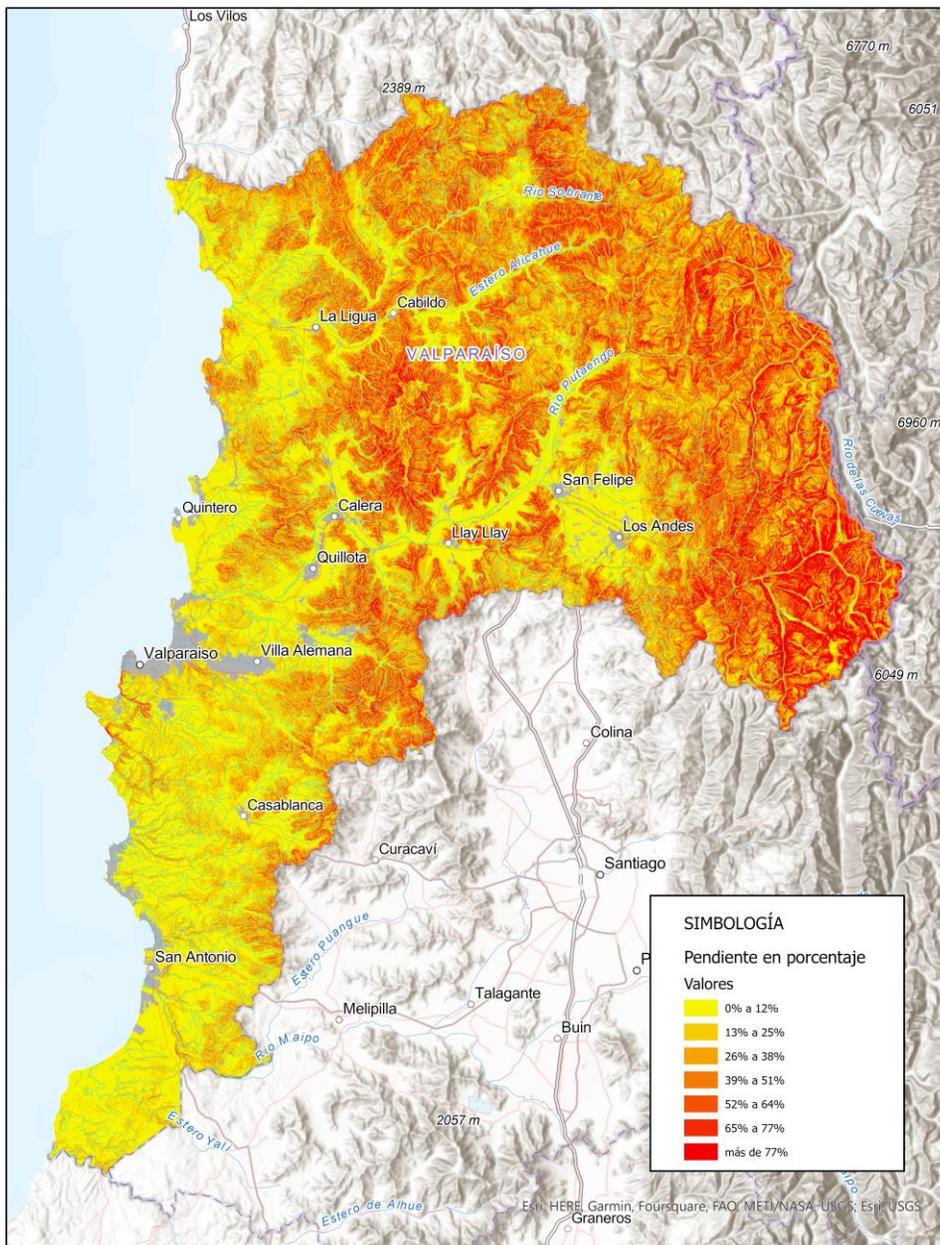
Fuente: Elaboración propia

- **Pendiente**

Respecto a la pendiente, es importante destacar como un factor topográfico que más incide en el comportamiento del fuego y que mientras más alta esta es, mayores serán las velocidades de propagación de los incendios forestales (Julio, 2005).

Justamente, en el territorio regional se aprecian que las mayores pendientes se encuentran asociados a sectores con topografía abrupta como lo es la cordillera y cordones montañosos de la cordillera de la costa (figura 14).

**Figura 14.** Pendiente en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

- **Ocurrencia histórica incendios**

La evaluación de la ocurrencia de incendios se realizó a través de la densidad de incendios forestales en el territorio continental de Región de Valparaíso (cantidad de incendios por celdas de 400 has de superficie) utilizando la información histórica de un rango de 18 años, que va desde el período 2002 – 2003 al período 2019 – 2020 (figura 15).

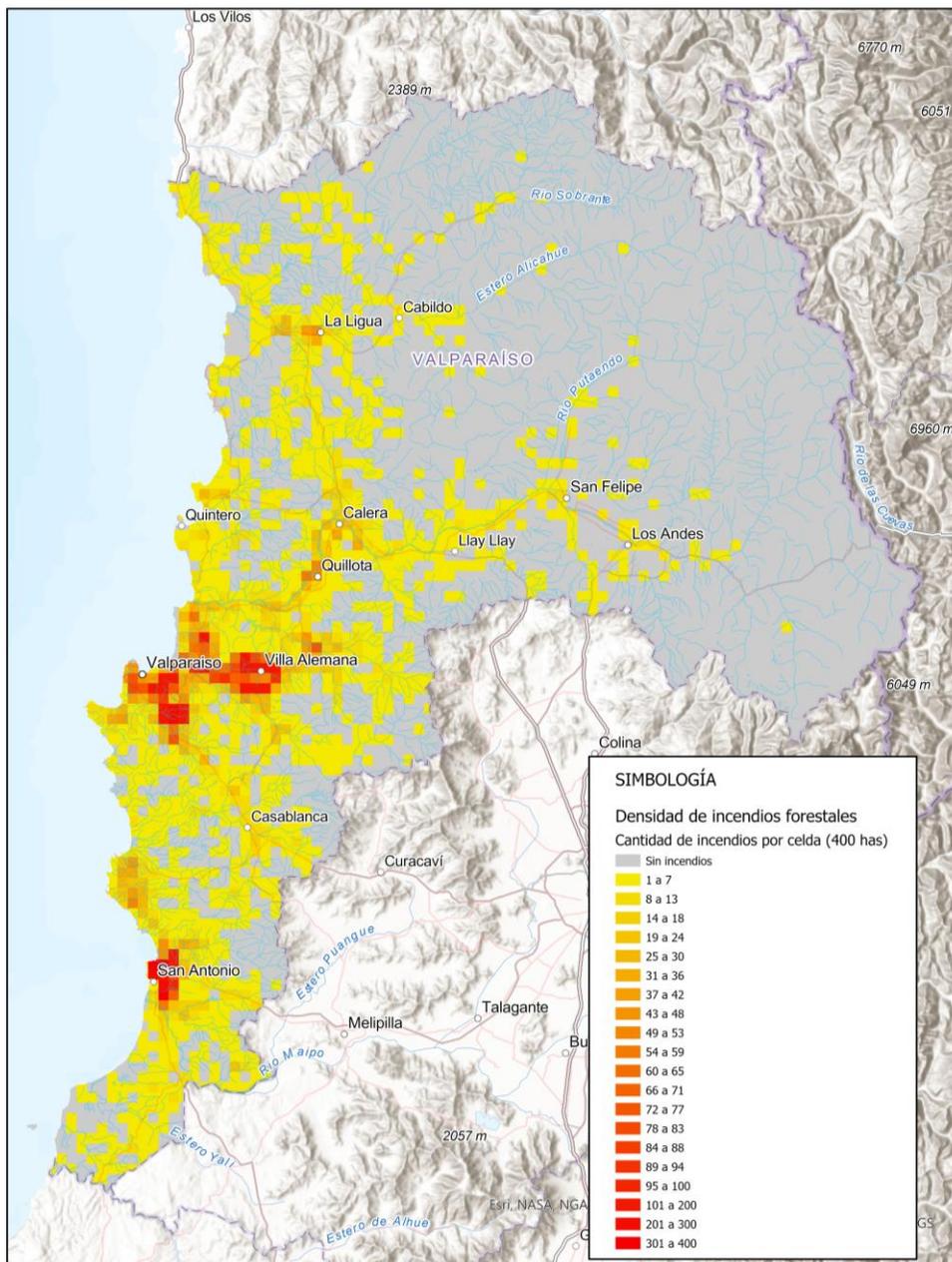
Se generaron 20 rangos, que permiten apreciar una diversidad de situaciones (cuadro 21), como, por ejemplo, que existen 1005 celdas que cuentan con una ocurrencia de 1 a 7 incendios, siendo la situación de menor ocurrencia. Por el otro lado, se tiene 3 celdas que presentaron una ocurrencia de incendios de entre 300 y 400.

Al analizar esta información desde el punto de la distribución en la región, se tiene que los sectores con mayor recurrencia de incendios forestales se encuentran en torno al gran Valparaíso, como también concentrándose en torno a la ciudad de San Antonio.

**Cuadro 21.** Rangos y cantidad de incendios forestales por celdas de 400 has. Región de Valparaíso

<b>Id</b>	<b>Rangos Cantidad de incendios</b>	<b>Cantidad celdas</b>	<b>Id</b>	<b>Rangos Cantidad de incendios</b>	<b>Cantidad celdas</b>
1	1 a 7	1.005	11	59 a 65	4
2	7 a 13	127	12	65 a 75	4
3	13 a 18	37	13	71 a 77	7
4	18 a 24	33	14	77 a 83	5
5	24 a 30	32	15	83 a 88	1
6	30 a 36	15	16	88 a 94	3
7	36 a 42	12	17	94 a 100	1
8	42 a 48	7	18	100 a 200	21
9	48 a 53	4	19	200 a 300	4
10	53 a 59	9	20	300 a 400	3
				<b>Total</b>	<b>1.334</b>

**Figura 15.** Ocurrencia histórica de incendios en base a densidad de incendios forestales en la Región de Valparaíso



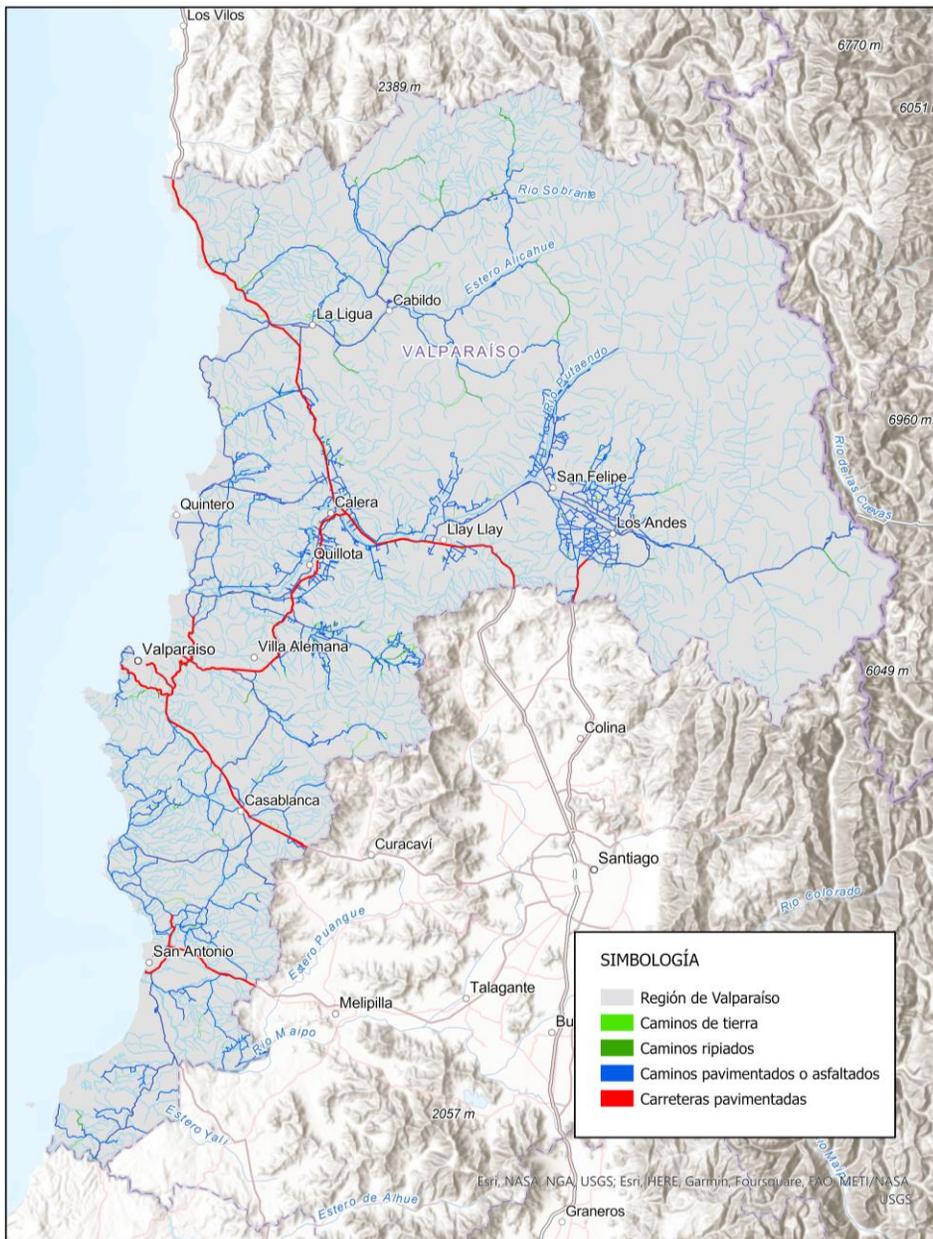
Fuente: Elaboración propia

- **Red vial**

La red vial se analizó, desde su importancia e intensidad de tránsito y definiendo un área de influencia adyacente. De este modo, es que las principales vías como lo son; la Ruta 5, 60, 68 y 78 que corresponden a carreteras pavimentadas, son las de mayor importancia (figura 16).

En segundo lugar, se tienen una serie de caminos pavimentados o asfaltados que conforman una red caminera que cubre gran parte de la región, conectando a centros poblados de diferentes dimensiones.

**Figura 16.** Red vial en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

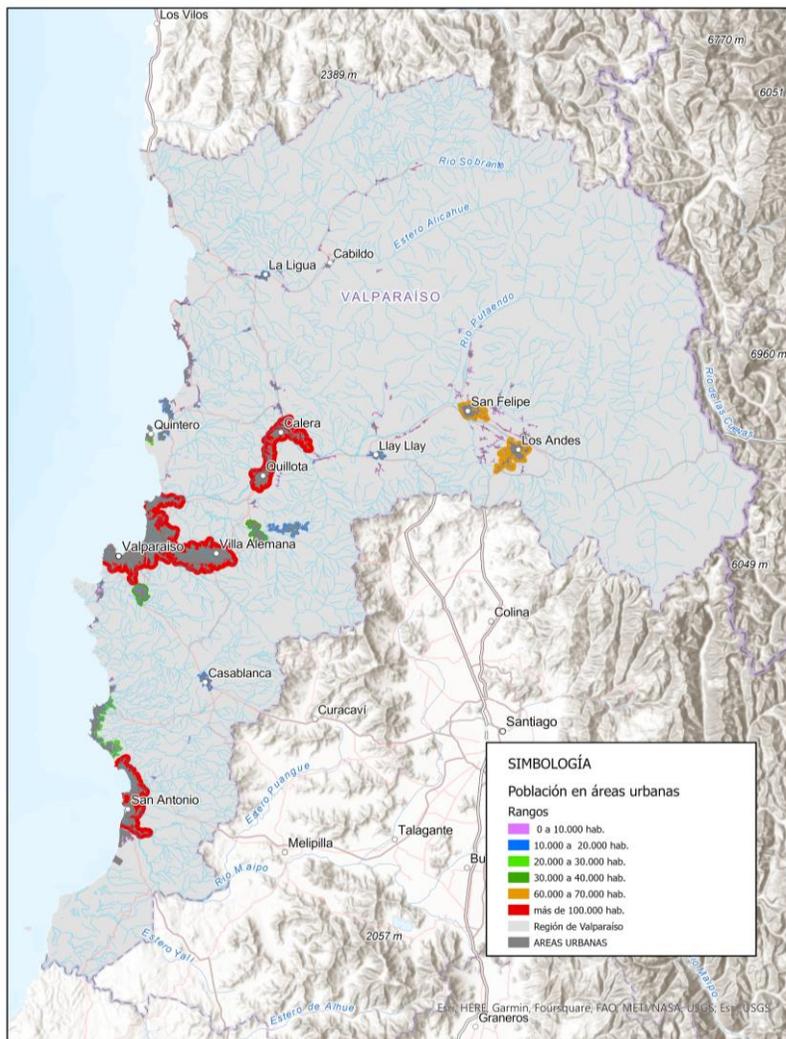
- **Densidad poblacional**

Para este análisis, la densidad poblacional fue asociada a las áreas urbanas consolidadas de la región. En este sentido, es que como primera importancia se encuentran los núcleos urbanos del Gran Valparaíso compuesto por Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Placilla, Quilpué y Villa Alemana (figura 17).

También se destacan otros núcleos urbanos relevantes. En el sector sur de la Región, el núcleo urbano conformado por los centros urbanos desde Algarrobo, pasando por San Antonio hasta Santo Domingo. En el centro de la región, el núcleo urbano conformado por Quillota, La Cruz y La Calera. Hay que destacar que todos estos núcleos urbanos tienen una población de más de 100.000 habitantes.

En segundo lugar, de importancia, en un rango entre 60.000 y 70.000 habitantes, se tiene a la zona precordillerana, compuesta por los núcleos urbanos de Los Andes y San Felipe.

**Figura 17.** Densidad poblacional en la Región de Valparaíso



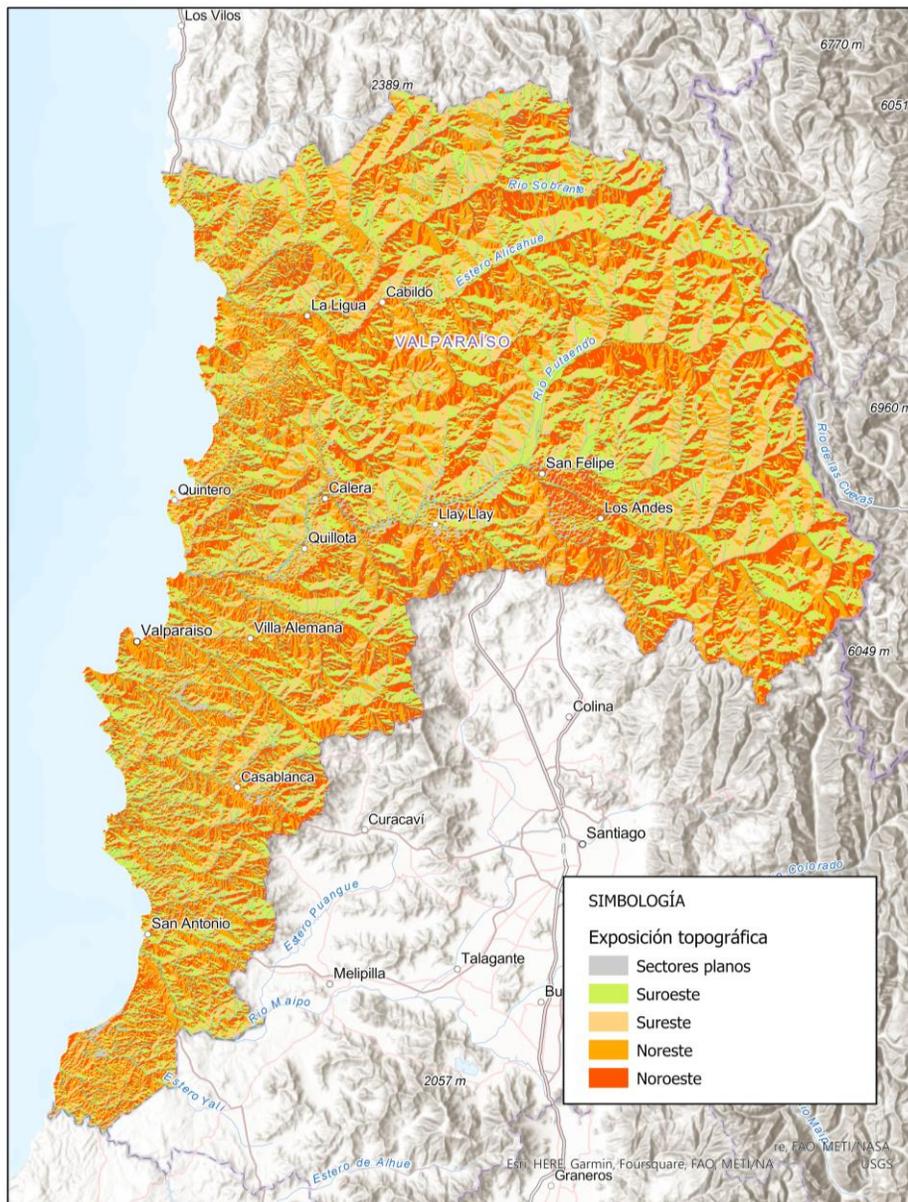
Fuente: Elaboración propia

- **Exposición**

La exposición topográfica es importante de considerar ya que es un factor relevante en el comportamiento del fuego, lo cual influye en el tipo y desarrollo de la vegetación y de manera particular en las condiciones de humedad de los materiales combustibles.

Así es como se reclasificó la exposición en 4 cuadrantes (NW, NE, SE y SW) más los sectores planos, siendo los cuadrantes NW y NE los de mayor valoración por cuanto presentan, en términos generales, una vegetación más susceptible a la propagación del fuego como lo son, menor condiciones de humedad y además, formaciones vegetales del tipo matorral abierto y pastizales (figura 18).

**Figura 18.** Exposición topográfica en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia



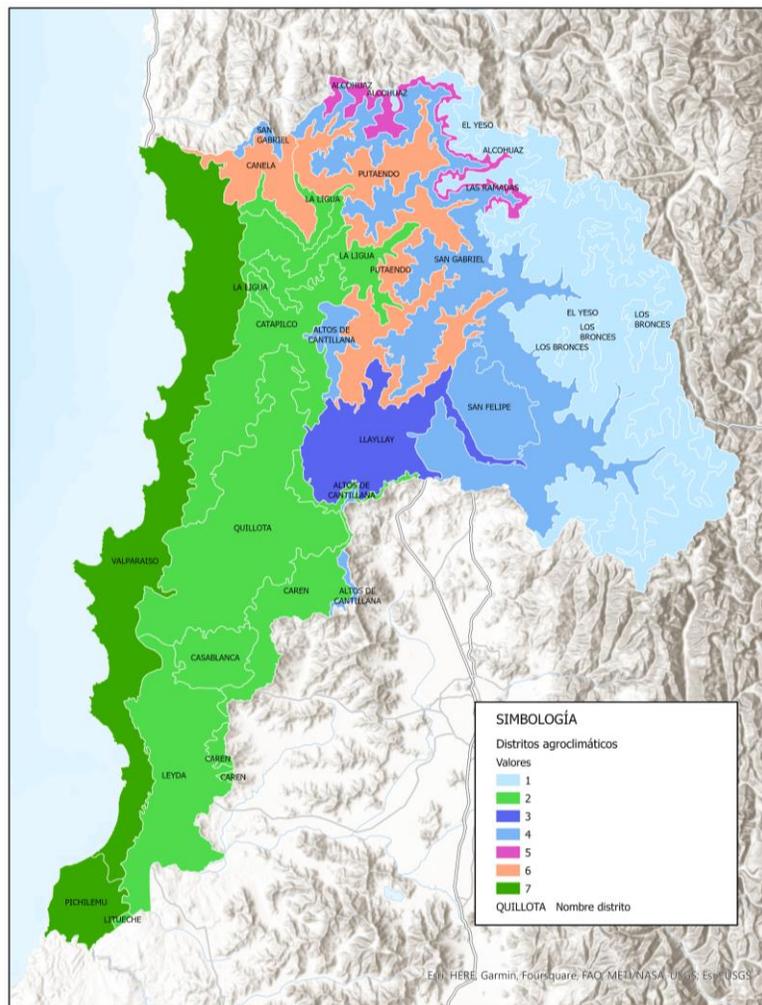
- **Tipología climática**

Dado que el clima afecta el comportamiento del fuego, a través de sus componentes principales como: viento (dirección e intensidad), temperatura y humedad relativa del aire, por sus efectos en la humedad y temperatura de la vegetación, es que los diferentes tipos de climas presentes en la región se valoraron en función de las características que más inciden en la generación y/o propagación de incendios forestales.

Para ello se tomó como referencia los distritos agroclimáticos de acuerdo con el Atlas Agroclimático de Chile (Santibáñez, 2017), que muestra la variación espacial del clima superficial en la región (figura 20).

De esta manera, los distritos agroclimáticos costeros denominados como Valparaíso y Pichilemu son los de mayor valoración. En segundo lugar, se tienen los distritos agroclimáticos ubicados en sector de la cordillera de la costa, como La Ligua, Catapilco, Quillota, Caren, Casablanca y Leyda.

**Figura 20.** Tipología climática en la Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2. Cartografía final de la amenaza frente incendio forestales

Finalmente, la suma lineal ponderada de la expresión territorial de los nueve variables que determinaron la amenaza del territorio frente a incendios forestales se presenta en la figura 21.

Al igual que para el caso de la cartografía de vulnerabilidad, la expresión espacial de la amenaza frente a incendios forestales es muy similar.

En primer lugar, se aprecia que la mayor amenaza se encuentra en torno a los principales centros urbanos de la región: Gran Valparaíso, conurbación Quillota – La Calera y la conurbación del borde costero sur compuesta por las áreas urbanas de Algarrobo a San Antonio.

También son áreas con una “alta” amenaza, las conformadas por las áreas silvestres protegidas, donde destacan el Parque Nacional La Campana y la Reserva Nacional Lago Peñuelas.

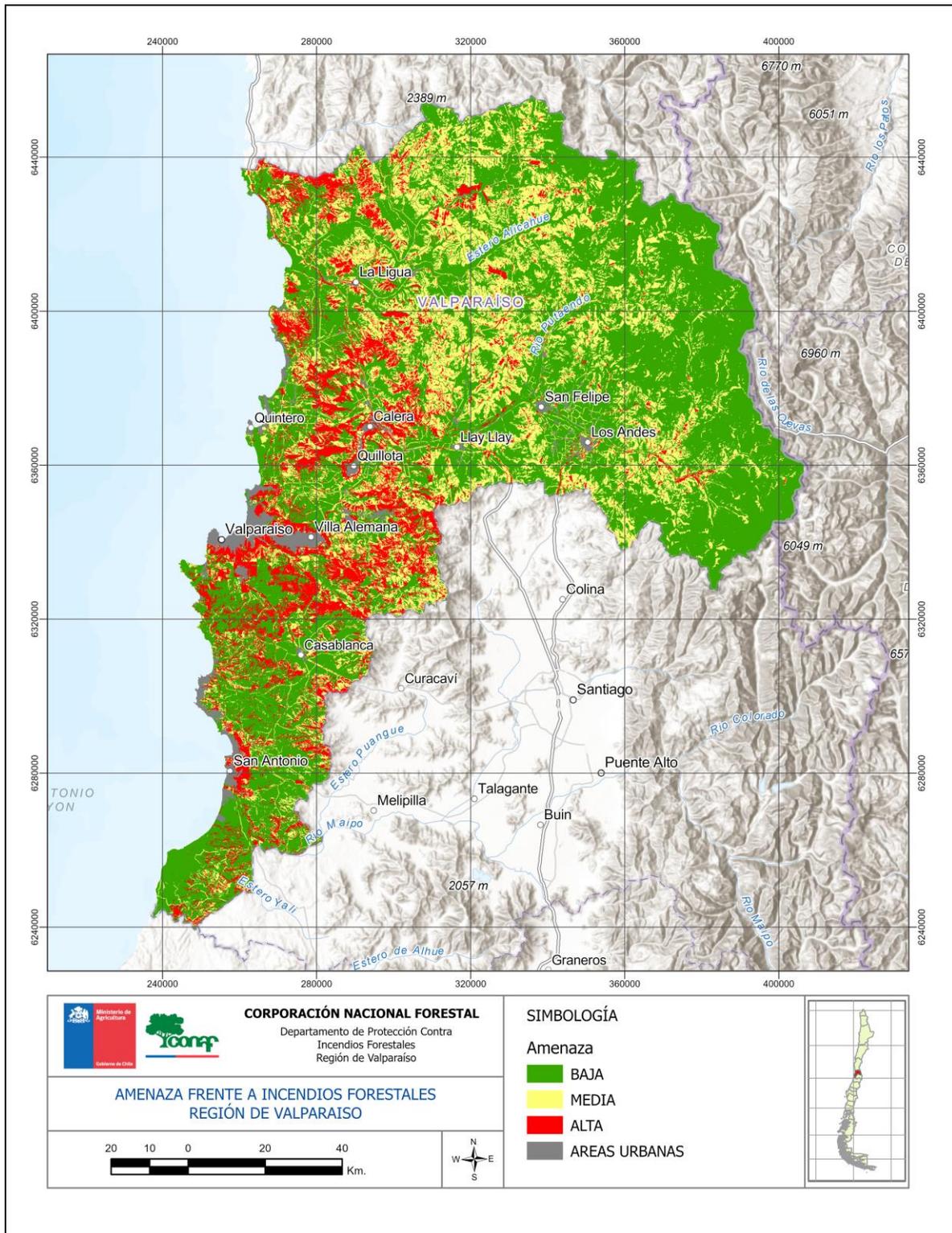
Otros sectores de “alta” amenaza corresponde a áreas asociadas a vegetación nativa como son algunas áreas cercanas a Los Molles, Cordillera El Melón, Colliguay y Quebrada Alvarado.

En cuanto a la superficie, en el rango de “alta” amenaza, se tiene en todo el territorio regional continental un total de 221.984 hectáreas (cuadro 22) lo que equivale a un 14% de la superficie total.

**Cuadro 22.** Amenaza frente a incendios forestales y superficie por rangos. Región de Valparaíso

Rangos	Superficie (has)	Porcentaje
Baja	948.516	60%
Media	422.977	26%
Alta	221.984	14%
Total	1.593.477	100%

**Figura 21.** Amenaza frente a incendios forestales. Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Análisis del Riesgo y cartografía final

Por último y de acuerdo con lo expresado en la metodología, se procedió a la suma lineal ponderada de los resultados obtenidos para la amenaza y la vulnerabilidad. Los valores resultantes son la expresión del riesgo frente a incendios forestales en el territorio continental de la Región de Valparaíso, los cuales fueron agrupados en los tres rangos correspondientes y se presentan en la figura 22.

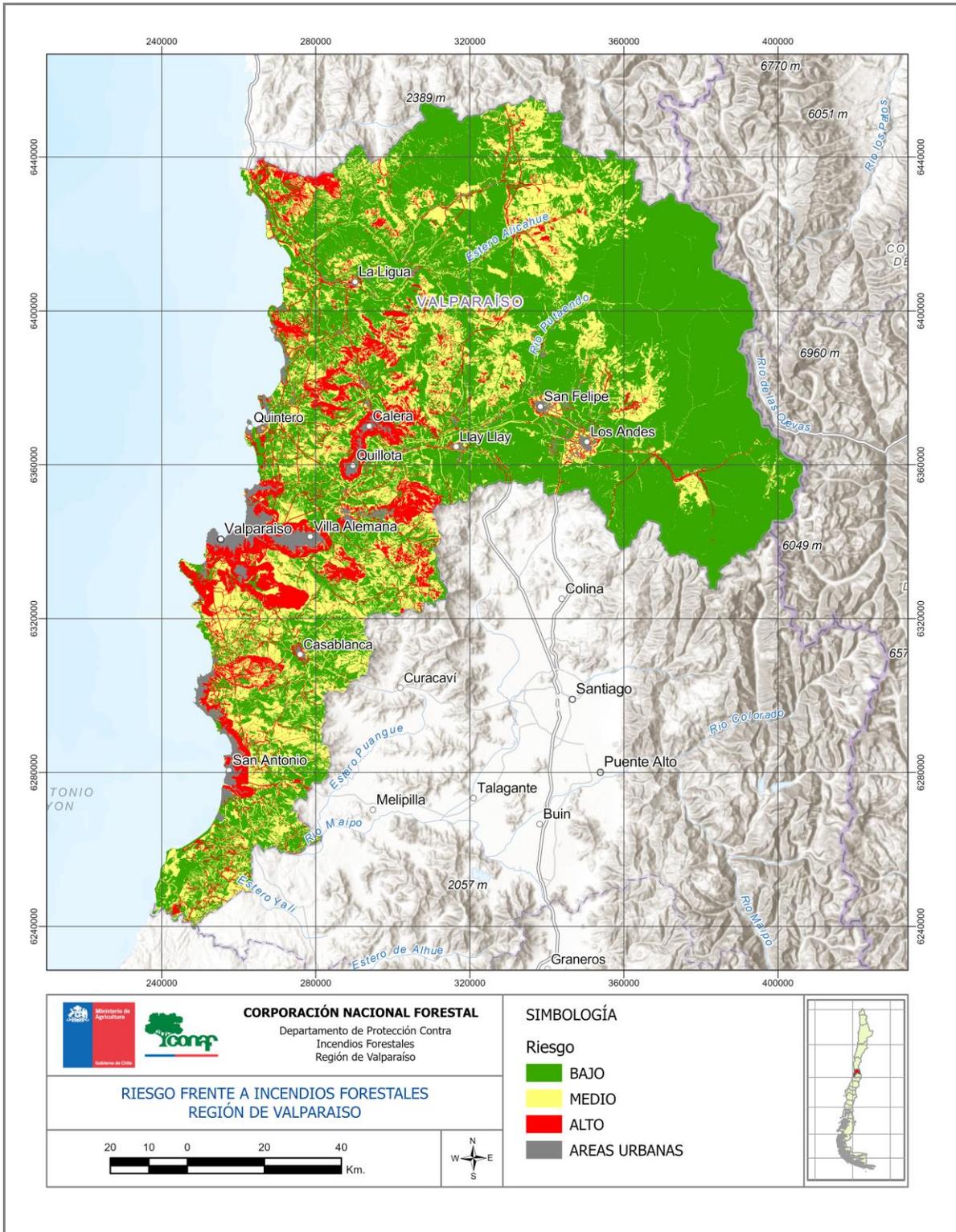
Importante es destacar que el rango de riesgo “alto” corresponderá al área de mayor prioridad y que demandará el mayor esfuerzo en cuanto a la prevención y protección ante eventuales incendios forestales.

En términos de superficie, en el rango de riesgo “alto”, se tiene en todo el territorio regional continental, un total de 187.443 hectáreas lo que equivale a un 12% de la superficie total.

**Cuadro 23.** Riesgo frente a incendios forestales y superficie por rangos. Región de Valparaíso

Rangos	Superficie (has)	Porcentaje
Bajo	996.714	63%
Medio	408.473	25%
Alto	187.443	12%
Total	1.592.630	100%

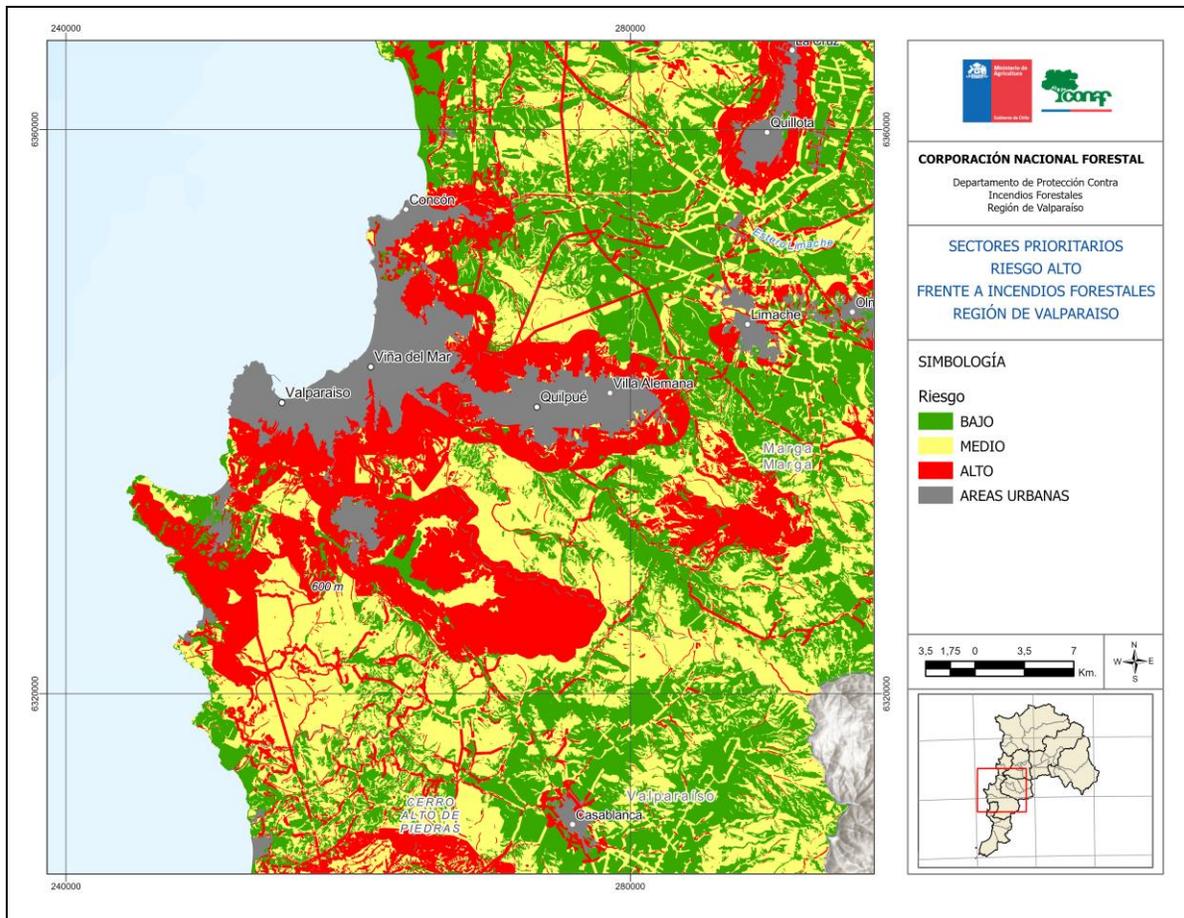
Figura 22. Riesgo frente a incendios forestales. Región de Valparaíso



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la expresión espacial del riesgo frente a incendios forestales (figura 23), que al igual como se muestra en el análisis de la vulnerabilidad y la amenaza, se aprecia que el mayor riesgo, se encuentra en torno a la denominada zona de interfaz de los principales centros urbanos de la región, es decir, el Gran Valparaíso que involucra a las comunas de Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Quilpué y Villa Alemana.

**Figura 23.** Sector prioritario de riesgo alto en torno a Gran Valparaíso, Reserva Nacional Lago Peñuelas y sector de Colliguay

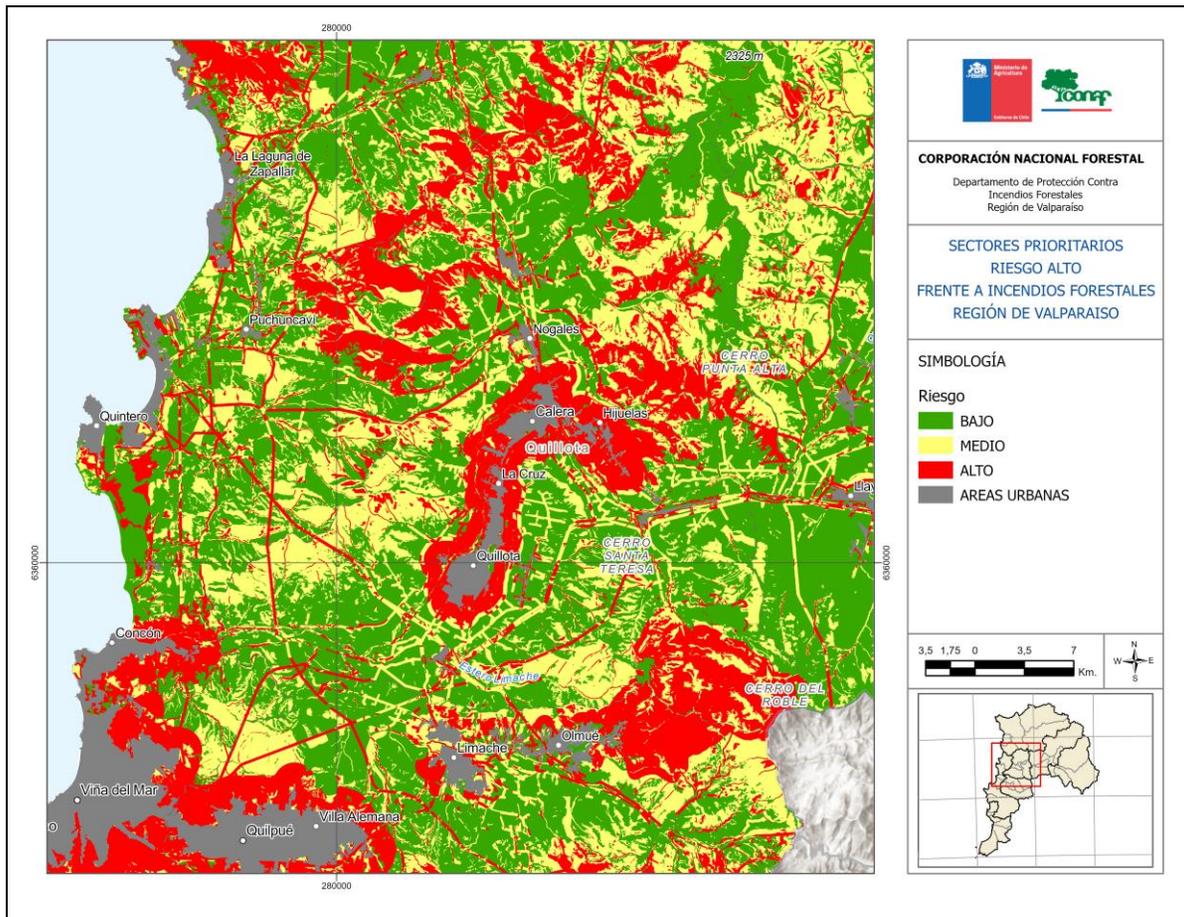


Fuente: Elaboración propia

La conurbación Quillota – La Calera, que considera las comunas de Quillota, La Cruz y La Calera y la conurbación del borde costero sur compuesta por las áreas urbanas de Algarrobo a San Antonio, que corresponde a las comunas de Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena y San Antonio (figuras 24 y 25).

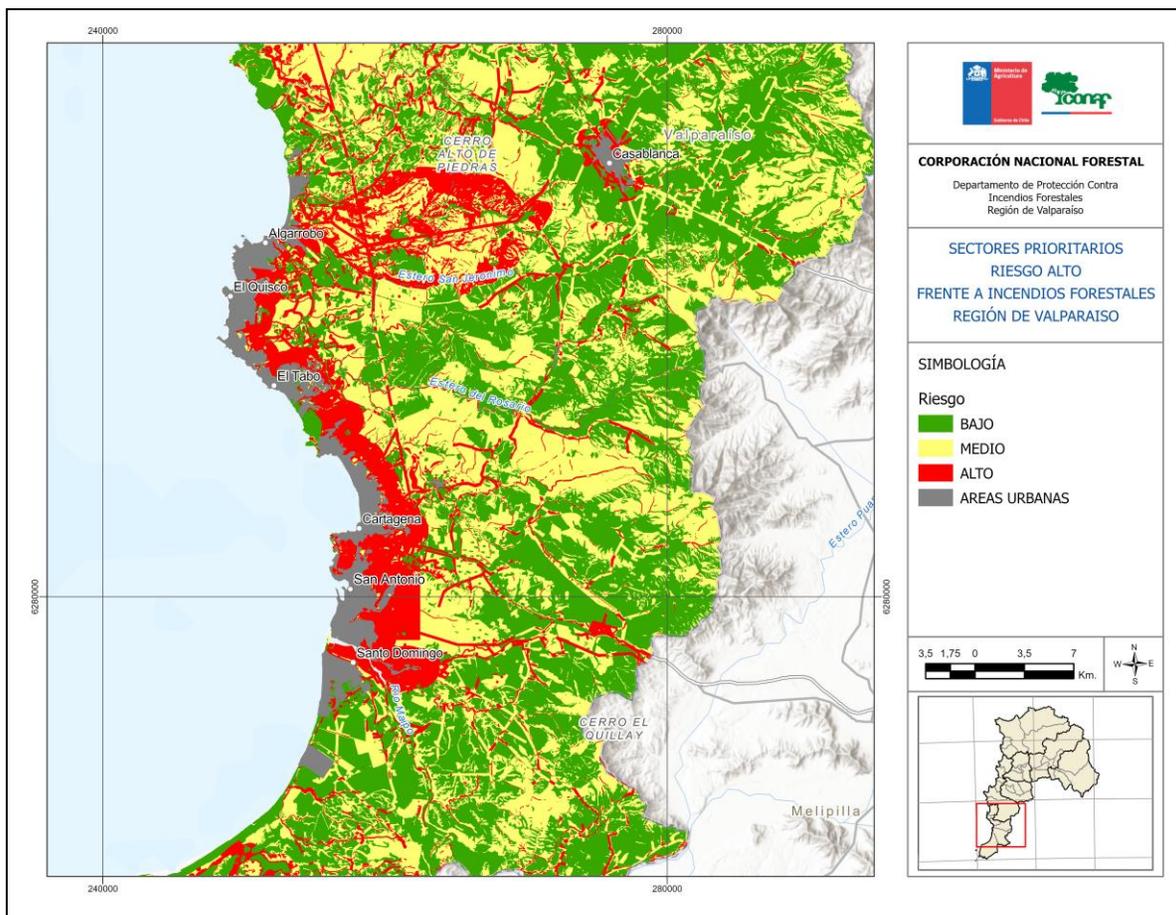
También son áreas con un riesgo “alto”, las conformadas por las áreas silvestres protegidas del Parque Nacional La Campana y la Reserva Nacional Lago Peñuelas.

**Figura 24.** Sector prioritario de riesgo alto en torno conurbación Quillota – La Calera y Parque Nacional La Campana



Fuente: Elaboración propia

**Figura 25.** Sector prioritario de riesgo alto en torno conurbación Algarrobo – San Antonio, planicies litorales de comuna de Casablanca y Algarrobo



Fuente: Elaboración propia

Otros sectores de riesgo “alto” corresponden a áreas cercanas a Los Molles, Cordillera El Melón, Colliguay, Quebrada Alvarado y sectores de planicies litorales de las comunas de Casablanca y Algarrobo.

Es importante destacar, que dado la resolución de tratamiento de la información (píxeles de 100 m<sup>2</sup>) es que se pueden apreciar algunas situaciones bastante específicas, como, por ejemplo, que los trazados de la red vial y red de energía eléctrica se encuentra fundamentalmente con un riesgo “alto” y “medio”.

En cuanto al riesgo “medio”, en términos generales, se encuentra en sectores cercanos al Gran Valparaíso, en la Provincia de San Antonio y a algunos sectores montañosos de la Provincias de Quillota, San Felipe de Aconcagua y Los Andes.

Finalmente, el riesgo “bajo”, se encuentra principalmente en los sectores de la cordillera de Los Andes, en las provincias de San Felipe de Aconcagua y los Andes, donde abarca una extensión continua considerable.

## 6. CONCLUSIONES

La determinación del riesgo frente a incendios forestales es fundamental para orientar y priorizar acciones de mayor impacto en la protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso y que además se enmarquen en la Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) y en políticas institucionales con un mayor énfasis en la prevención de los incendios forestales.

Los resultados obtenidos en vulnerabilidad, amenaza y finalmente el riesgo, son totalmente coherentes con la experiencia y conocimiento acumulado, del equipo del Departamento de Protección Contra Incendios Forestales de CONAF, Región de Valparaíso.

Por ello, la información que se entrega en este estudio constituye una muy buena herramienta para la elaboración de planes estratégicos de protección, con énfasis en la prevención, como también en el combate y mitigación.

En términos generales, tanto la vulnerabilidad, como la amenaza y el riesgo, se presentan mayormente en torno a los grandes centros urbanos de la región y su área de interfaz, como también las áreas silvestres protegidas, áreas naturales, vías de comunicación y red eléctrica.

También es importante destacar algunas mejoras metodológicas respecto al estudio del año 2010, que contribuyen al detalle y especificidad de los resultados obtenidos en el presente estudio. En primer lugar, el haber utilizado una resolución de 100 m<sup>2</sup>, permite tener un mayor detalle en los resultados, que permitirán ahondar en futuros análisis a escala comunal y local.

La utilización de un proceso de análisis jerárquico (*Analityc Hierarchie Procesess*), permitió jerarquizar la importancia relativa de los diferentes rangos utilizados en cada variable, a falta de modelos matemáticos adaptados al territorio en estudio, que permitieran medir el comportamiento de cada variable.

También la utilización de la lógica *Fuzzy*, permitió la estandarización de los resultados de cada variable y el poder aplicar adecuadamente la “suma lineal ponderada” para cada uno de los ámbitos en estudio.

Finalmente, se propone que este estudio sea actualizado cada 10 años, de maneral tal, de ir apreciando los cambios que se generan en el territorio, a escala regional, en cuanto a las variables de población, interfaz, ocurrencia de incendios forestales y combustible vegetal.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Atienza, J., Balladares, P., Muñoz, P. (2010). *Determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en la Región de Valparaíso.*

Garfias, R., Castillo Soto, M., Yañez, A. (2012). *Método Fuzzy para la identificación de áreas potenciales para la producción de leña.* Aplicación de caso: comuna de Empedrado, región del Maule, Chile. *Geographicalia* Num. 5. Pag. 5- 23.

[https://www.researchgate.net/publication/319917426\\_Mettodo\\_Fuzzy\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_areas\\_potenciales\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_lena\\_Aplicacion\\_de\\_caso\\_comuna\\_d\\_e\\_Empedrado\\_region\\_del\\_Maule\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/319917426_Mettodo_Fuzzy_para_la_identificacion_de_areas_potenciales_para_la_produccion_de_lena_Aplicacion_de_caso_comuna_d_e_Empedrado_region_del_Maule_Chile)

Gobierno de Chile. Presentación: Avances en la Ley de Infraestructura Crítica.

<https://www.cigre.cl/wp-content/uploads/2018/08/CARLOS-LANDEROS.pdf>

Instituto Nacional de Estadística (2017). *Censo de población y vivienda del año 2017.* Disponible en la base de datos del IDE CHILE.

Instituto de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Blog del Centro de Documentación del Instituto de la Vivienda.

<https://infoinvi.uchilefau.cl/glosario/asentamiento-precario/>

Instituto de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Op. Cit

Julio, G. (1992). *Método de determinación de prioridades de protección.* Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Forestales. Manual Docente N° 10. Santiago. 28 p.

López-Gómez, E. (2018). *El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica.* *Educación XX1*, vol. 21, núm. 1, pp. 17-40. Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid, España.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70653466002>

Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (2012). *Análisis de riesgos de desastres en Chile.* VII Plan de acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Santiago, Chile. Página 14.

ONU (2004). *Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.* Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Génova. Página 40.

Orejuela, J., Osorio, J. (2008). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio*. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica*, XIV (39), 247-252.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>

Santibáñez, F. (2017). *Atlas agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima*. Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. FIA.

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (2011). *Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial*. Primera Edición. Página 7.

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Op. Cit. Página 7.

Toskano, H., Gérard, B. *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*.

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano\\_hg/cap3.PDF](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano_hg/cap3.PDF)

Vilar, L., Martín, M., Martínez, J. (2008). *Empleo de técnicas de regresión logística para la obtención de modelos de riesgo humano de incendio forestal a escala regional*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº47, p. 5-29.

Vince, S., Duryea, M., Macie, E., Hermansen, A. (2005). *Forests at the wildland-urban interface: conservation and management*. Boca Raton, CRC Press, 293 págs.



DETERMINACIÓN DEL RIESGO FRENTE A INCENDIOS  
FORESTALES  
EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

---