



Universidad de Concepción  
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Geografía.  
Departamento de Geografía.

## **Memoria de Título**

# **Evaluación de riesgo de incendio forestal en el interfaz urbano forestal de la comuna de Los Ángeles, Región del Biobío**



**Memoria para optar al Título de Geógrafo**

**Carlos Daniel Caamaño Ocampo**

**Profesora Guía: Dra. Edilia Del Carmen Jaque Castillo**

Ciudad Universitaria, Concepción, diciembre de 2021

INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	13
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	13
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	14
<b>5.1 Objetivo general:</b> .....	14
<b>5.2 Objetivos específicos:</b> .....	14
<b>6. MARCO TEORICO O ESTADO DEL ARTE</b> .....	15
<b>6.1 Riesgos y desastres</b> .....	15
<b>6.2 Marco Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030</b> .....	22
<b>6.3 Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres</b> .....	25
<b>6.4 Cambio Climático</b> .....	26
<b>6.7 Incendios Forestales</b> .....	40
<b>6.8 Interfaz e intermix urbano forestal</b> .....	45
<b>7. METODOLOGÍA</b> .....	51
<b>7.1 Enfoque metodológico</b> .....	51
<b>7.2 Área de estudio</b> .....	51
<b>7.3. Determinación del Interfaz Urbano Forestal (IUF)</b> .....	53
<b>7.4. Modelo evaluación de amenaza de incendio forestal</b> .....	54
<b>7.5 Modelo de Evaluación de Vulnerabilidad</b> .....	62
<b>7.5.1 Vulnerabilidad por fragilidad</b> .....	66
<b>7.6 Generación de mapas de riesgo de incendio forestal</b> .....	69
<b>7.6.1 Delimitación Áreas de Interfaz Urbano Forestal dentro del área de estudio.</b> .....	69
<b>8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	74
<b>8.1. Amenazas de incendios forestales en la comuna de los Ángeles</b> .....	75
<b>8.2 Vulnerabilidad ante incendios forestales en Los Ángeles</b> .....	84
<b>8.2.1 Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras:</b> .....	84
<b>8.2.2 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.</b> .....	85
<b>8.2.3 Vulnerabilidad por exposición de la población:</b> .....	86
<b>8.2.4 Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción:</b> .....	87
<b>8.3. Vulnerabilidad por fragilidad</b> .....	89
<b>8.3.2 Vulnerabilidad por fragilidad física.</b> .....	90

8.3.3	Vulnerabilidad por fragilidad ambiental .....	92
8.4	Vulnerabilidad por Capacidad de adaptación y respuesta. ....	94
8.4.1	Vulnerabilidad por gobernanza y capacidad de gestión territorial.....	94
8.4.2	Vulnerabilidad por percepción del riesgo .....	95
8.5	Vulnerabilidad global .....	96
8.6	Riesgo de incendio forestal en la comuna de los Ángeles .....	97
8.6.1	Riesgo de incendio forestal en el interfaz Urbano Forestal (IUF) de Los Ángeles .....	98
9.	CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN .....	101
10.	Bibliografía .....	104



## **AGRADECIMIENTOS**

**A Jorge**



Sólo muere quien es olvidado.

## RESUMEN

La presente investigación trata sobre una estimación y evaluación y análisis de riesgos de incendio forestales en el Interfaz Urbano-forestal (IUF en español y WUI en inglés) de la comuna de Los Ángeles, Biobío. Un tema que se ha tornado de vital importancia debido a la gran ocurrencia de incendios forestales en la región del Biobío y en particular en la comuna de Los Ángeles. Se determinaron en una primera instancia los niveles de amenaza y vulnerabilidad de la Comuna, esto se obtuvo mediante la creación de mapas de amenaza de incendios forestales para las zonas de interfaz e intermix urbano-forestal seleccionadas en la comuna de Los Ángeles guiándose por el modelo expuesto por IDEAM (2011) y la evaluación de vulnerabilidad por exposición a incendios forestales se obtuvo mediante una adaptación de la metodología para la vulnerabilidad creada por Vera & Albarrancín (2017), desarrollando análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los factores, se recopilaron datos de diversas fuentes de infraestructura de datos espaciales como IDE Chile, Esa Copernicus y LccsViewer, como fuentes bibliográficas, para desarrollar de mejor manera cada uno de estos apartados, lo cual en la investigación está dividido en capítulos y subcapítulos a su vez. El modelo utilizado para obtener la vulnerabilidad global, adaptado a su vez para evaluar otros aspectos sociales no siempre valorados en este tipo de análisis incluyó realización de encuestas estandarizadas de manera anónima a habitantes de la comuna de Los Ángeles y en especial a aquellos que habitan las zonas del denominado Interfaz Urbano-forestal, estos datos fueron contrastados, para de esta manera, lograr una visión completa y no parcial, de la vulnerabilidad en el habitante de la comuna de Los Ángeles.

La amenaza con respecto a incendios forestales en la Comuna de Los Ángeles resulta levemente mayor en aquellas zonas de interfaz urbano forestal, y esta información a su vez, coincide con los datos obtenidos desde CONAF de incendios acumulados desde el año 2015-2017, pero en porcentajes del total de superficie comunal, un 27,52% de la superficie comunal posee un nivel de amenaza alto, es decir 473,7 km<sup>2</sup>, un 29,49% (507,49 km<sup>2</sup>) tiene un nivel de

amenaza medio y un 42,93% (738 km<sup>2</sup>) posee un bajo nivel de amenaza, sin embargo, según los criterios de evaluación de Vera & Albarrancín (2017) un porcentaje mayor al 20% de esta superficie amenazada está en un alto nivel. Según la metodología para el análisis y obtención de niveles de vulnerabilidad, aplicando todos los factores el nivel de vulnerabilidad es medio, es decir, existe cierta capacidad y conocimiento del riesgo asociado a los incendios forestales, lo que queda demostrado, al obtener los niveles finales de riesgo en la Comuna de Los Ángeles, ya que gráficamente, se reducen las zonas mayormente amenazadas, al contrastar con resultados de amenaza final, de esta forma, estos resultados son perfectamente utilizables de manera integral en la gestión y toma de decisiones dentro del marco de la reducción del riesgos de desastre, ante la carencia de políticas institucionales orientadas a la gestión integrada del riesgo en materia de incendios forestales

**Palabras Clave:** Incendios Forestales, Interfaz Urbano Forestal, Amenaza Vulnerabilidad

## 1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son eventos que CONAF (2021) define como:

*“Un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta; es decir, un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso”.*

En la actualidad existe evidencia clara que demuestra el aumento en la ocurrencia de incendios forestales, por ejemplo Peña & Valenzuela (2008) realizan una comparación entre los incendios forestales de la temporada 2002-2003 que fueron un total de 7.500, contrastándolo con menos de 1.000 incendios por temporada antes del año 1972; este aumento significativo podría estar asociado a los efectos de la ley de fomento forestal, la cual en 1974 impulsó la forestación con especies exóticas (Otero, 2008) estableciendo diversos incentivos a la actividad forestal como la bonificación para forestación o estabilización de dunas en suelos de aptitud preferentemente forestal, bonificación y beneficios tributarios para realizar

actividades de administración y manejo de bosques plantados en terrenos de aptitud preferentemente forestal. Luego de esto en el año 1998 se dicta la ley N° 19.561 la cual modifica el D.L. N°701, incentivando la forestación de pequeños propietarios en suelos frágiles y degradados (CONAF, 2021).

El sostenido aumento en la ocurrencia y expansión, de incendios forestales ha sido provocado por una mayor carga de combustible y condiciones atmosféricas más secas, la intensidad del fuego aumenta y muchos de los incendios que afectan a nuestro país llegan a tener características catastróficas, siendo muy difíciles de controlar con consecuencias graves para la población (Peña & Valenzuela, 2008), estas condiciones en parte propiciadas por la silvicultura intensiva, la gran cantidad de combustibles, el follaje y la gran continuidad de plantaciones, lo que a su vez, dificulta el combate de estos siniestros.

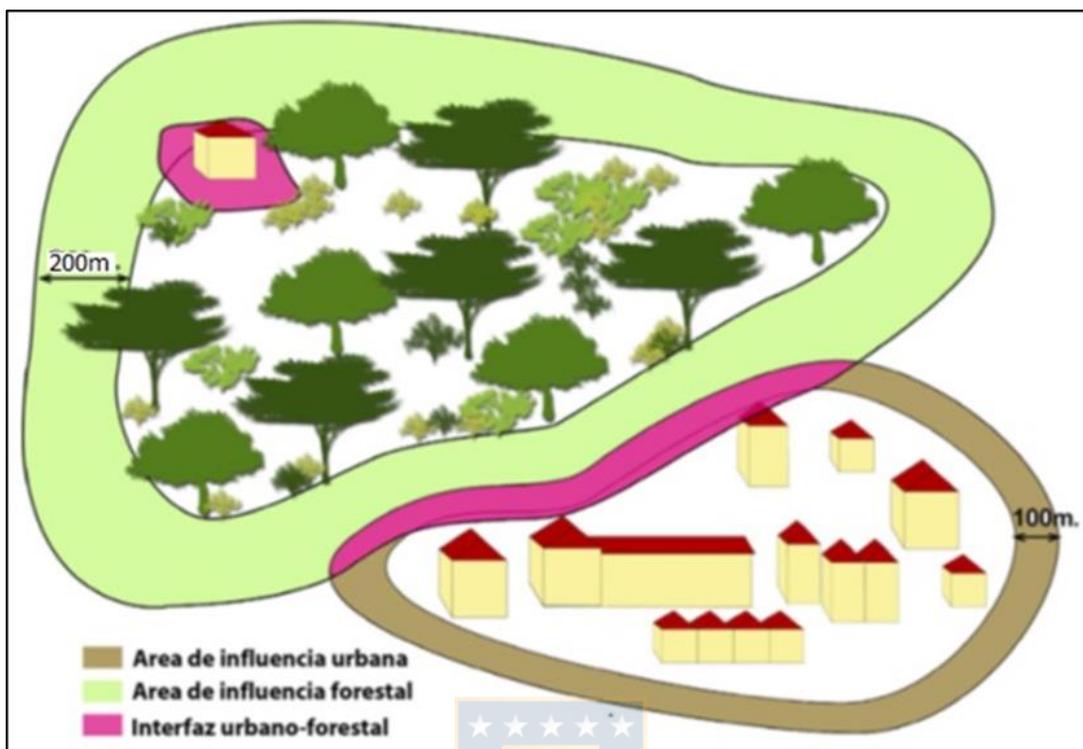
En aquellas áreas de gran continuidad de plantaciones de monocultivo (*Pinus radiata* o *Eucalyptos globulus*) se han establecido comunidades, en lo que se denomina interfaz o intermix urbano forestal. La presente investigación está centrada en la determinación y evaluación de riesgos en estas zonas de interfaz e intermix, incluida la evaluación de los niveles de vulnerabilidad de los habitantes de estas comunidades, esta información evaluada en contextos de amenaza de incendio forestal, permitirá obtener los niveles de riesgo al que estas comunidades están expuestas.

Se espera obtener resultados válidos, de la mano de cambios al enfoque clásico en el análisis de riesgo, que se orientaba desde las ciencias naturales, analizando principalmente las amenazas y desestimando la importancia de los componentes de vulnerabilidad (Vera & Albarrancín, 2017). Proponemos pasar de un estudio detallado de peligrosidad natural o amenaza a la valoración de la vulnerabilidad que llevan implícito estos fenómenos. De manera que el análisis físico de los procesos de riesgo estará complementado con el estudio de las variables social y económica de los territorios en riesgo (Olcina, 2008); este modelo será adaptado al interfaz e intermix urbano forestal de la comuna de Los Ángeles y podrá ser utilizado como medida preventiva de planificación y gestión del riesgo de incendio forestal.

En Chile las diversas políticas públicas expresadas en leyes o decretos legales orientados hacia la prevención de incendios forestales adolecen muchas veces de conexión con el verdadero contexto en que se desenvuelven los habitantes de estas zonas rodeadas de monocultivo forestal, un ejemplo de esto es el Decreto Ley 850 del año 1997, proveniente del Ministerio de Obras Públicas, el cual establece la necesidad de mantención de la faja fiscal de caminos públicos, es decir, la limpieza de combustibles, ramas y hojas provenientes de las zonas de plantaciones forestales, para reducir la probabilidad de propagación de incendios en esas zonas. Para lograr esto CONAF y el Ministerio de Obras Públicas trabajan en forma coordinada (CONAF, 2021) sin embargo, estas medidas no apuntan al problema de raíz, que se observa más focalizado en las prácticas económicas del modelo forstal que a homogeneizado las coberturas de suelo con monocultivos forestales, especialmente en zonas de nuestro país con climas mediterráneos, es decir, entornos físicos altamente susceptibles de ser afectados por el fuego, ubicados generalmente alrededor de ciudades (Peña & Valenzuela, 2008); a esto se le debe incluir los efectos de un fenómeno global como es Cambio Climático que ha empeorado las condiciones incrementando las temperaturas y alterando los patrones de precipitación (IPCC, 2020), dando como resultado mayores niveles de vulnerabilidad ante estos desastres socio naturales.

Las áreas de interfaz urbano-forestal, (Figura 1) se refieren según Haltenhoff, (2013) a aquellas áreas con combustibles forestales que colindan con casas, granjas y otras construcciones, puede referirse a zonas donde las construcciones y los combustibles forestales (vegetación) se unen en un límite bien definido, o en el Intermix, donde los combustibles forestales y las construcciones se entremezclan sin claridad ni límite definido. En este marco la comuna de Los Ángeles tiene una, superficie de 175.092,8 hectáreas, con una superficie de interfaz de 7.112,2 hectáreas (MINAGRI & CONAF, 2016).

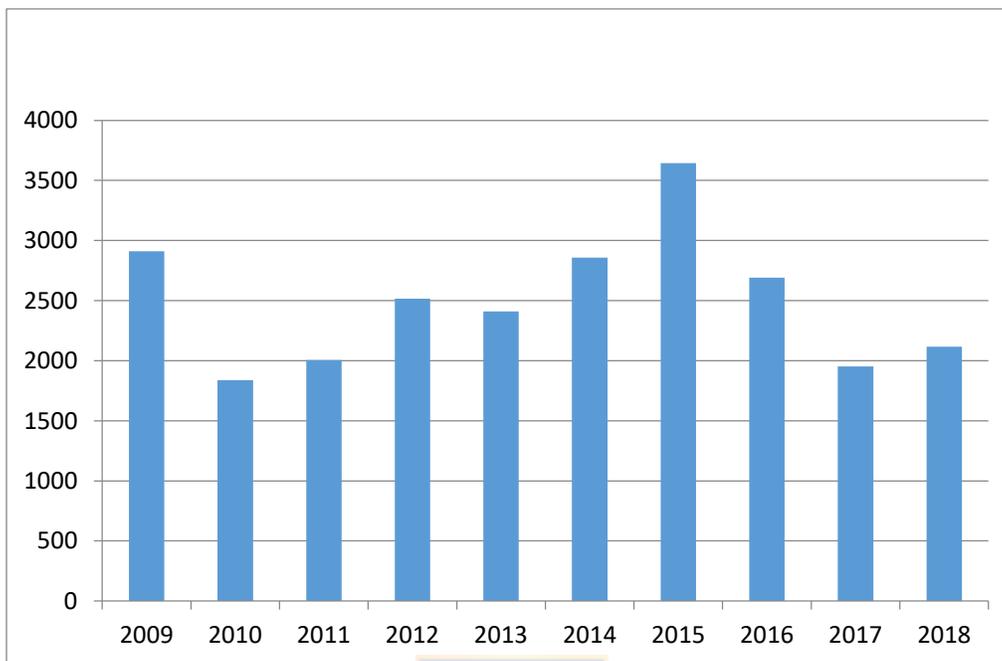
**Figura N° 1: Representación gráfica de la definición operativa de IUF**



Fuente: (Herrero, 2011)

El 80% de los incendios forestales ocurridos en nuestro país se producen en las zonas de interfaz e intermix urbano forestal (Haltenhoff, 2013) en las ciudades intermedias de la región del Biobío, esto ha ido en aumento (Figura 2), en el periodo actual 2020-2021, en la región del Biobío se han producido 2.879 incendios forestales, y durante el periodo 2019-2020 se produjeron 2.781 (CONAF, 2021), es decir se ha registrado un aumento de 98 eventos de estas características. Las zonas de interfaz urbano forestal y las de intermix colindan y están inmersas en la mayoría de las ocasiones con zonas patrimoniales pertenecientes a las principales empresas forestales de nuestro país y las comunidades que habitan en estos sectores de uso forestal, son aquellas que se encuentran en mayores niveles de vulnerabilidad ante la amenaza de incendios forestales; en los últimos años los incendios forestales se han transformado en un problema de gran impacto ambiental, económico y social, incluso, generando la pérdida de vidas humanas y comprometiendo el orden y seguridad interna del Estado (CONAF, Plan Regional de Prevención de Incendios Forestales, 2019).

Figura N°2. Número de incendios forestales región del Biobío



Fuente: CONAF (2021)

## 2. Planteamiento del Problema

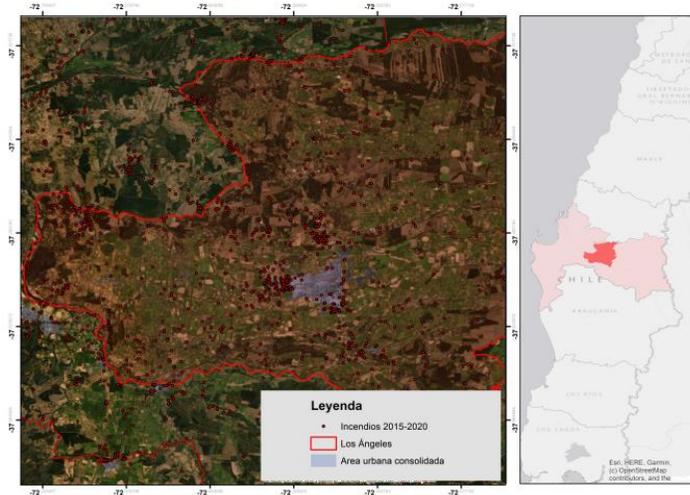
El problema asociado a incendios de interfaz urbano foresta (IUF) ha adquirido una mayor relevancia en los últimos 10 años, por el sostenido aumento de la presión del hombre en la utilización de terrenos silvestres, los cuales no siempre se encuentran calificados para uso habitacional, esta presión sobre el espacio geográfico ha ocasionado un aumento sostenido en la recurrencia de incendios de interfaz (Castillo, 2015).

La determinación de la zona de Interfaz IUF, considerara aquella generada a partir de diversos planes regionales de ordenamiento territorial y planes reguladores seccionales comunales desarrollados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y las define como zonas en las que una formación vegetal entra en contacto con sectores edificados y áreas urbanas (MINVU, 2018) lugar en el que se enmarca la zona construida y se considera un espacio de expansión urbana de un buffer de 1 kilómetro, en consecuencia el área de Interfaz, abarca la zona de expansión urbana más

1 kilómetro adicional (CONAF, Plan de protección contra incendios forestales, Comuna de Los Ángeles, 2016). debido a que incluso áreas urbanas ubicadas a cierta distancia de la interfaz pueden estar en riesgo cuando el viento expande brasas y pavesas encendidas desde los incendios forestales (Haltenhoff, 2013).

Según (Haltenhoff, 2013) Cuantitativamente, en nuestro país hay un total de 29 comunas (un 9% del total nacional) que concentran cada temporada estival el 55% de los incendios forestales, en la Región de Valparaíso las Comunas de San Antonio, Valparaíso, Viña del Mar, Villa Alemana; en la Región Metropolitana la Comuna de Melipilla; en la región del Biobío las Comunas de Tomé, Los Ángeles, Curanilahue, Los Alamos, Lota, Chillán, Mulchén, Lebu, Tirua, Penco, Cabrero, Coronel, Concepción, Cañete, San Pedro de la Paz, Hualqui; en la región de la Araucanía las Comunas de Collipulli, Ercilla, Victoria, Lumaco, Angol, Temuco y en la región de los Lagos la comuna de Puerto Montt.

Figura N° 3: incendios forestales en los Ángeles 2015-2020



Fuente: Elaboración propia

Por ello consideramos de gran relevancia trabajar modelos de evaluación de riesgos de incendios forestales en la comuna de Los Ángeles, ya que además de ser parte de este catastro de desastres, es una de las que mayor cantidad de zonas de interfaz e intermix tienen en su zona periurbana y como lo muestra la figura 3, los cinco últimos años, la densidad de focos de incendio tiende a concentrarse en torno al área urbana, desde aquí nos surgen las siguientes preguntas de investigación.



### **3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Dónde se encuentran los mayores niveles de amenaza o peligro de incendio forestal de la comuna de Los Ángeles?
2. ¿Qué tan vulnerables son los habitantes de la comuna de Los Ángeles frente a los incendios forestales?
3. ¿Cuáles son los niveles de riesgo en las zonas de interfaz e intermix de la comuna de Los Ángeles?

### **4. HIPÓTESIS**

- a) Los mayores niveles de amenaza ante incendios forestales se encuentran en aquellas áreas con mayor densidad forestal, mayores concentraciones de combustibles finos muertos y condiciones climáticas poco favorables.
- b) Las comunidades que presentan niveles de vulnerabilidad más altos ante desastres naturales como los incendios forestales, serían las que habitan en zonas de interfaz e intermix urbano forestal.
- c) Los niveles de riesgo de incendios forestales asociados a la comuna de Los Ángeles, se incrementan en zonas con mayores concentraciones de suelos utilizados para la silvicultura intensiva.

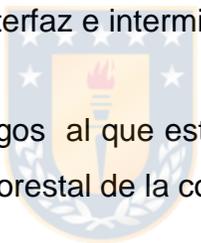
## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general:**

Evaluar el riesgo de incendio forestal en el interfaz e intermix urbano forestal de la comuna de Los Ángeles, Región del Biobío

### **5.2 Objetivos específicos:**

1. Generar mapas de amenaza de incendios forestales para zonas de interfaz e intermix urbano forestal seleccionadas en la Comuna de Los Ángeles.
2. Evaluar la vulnerabilidad por exposición a incendios forestales en las zonas seleccionadas de interfaz e intermix urbano forestal de la comuna de Los Ángeles.
3. Determinar el nivel de riesgos al que están expuestos los habitantes de la interfaz e intermix urbano forestal de la comuna de Los Ángeles.



## 6. MARCO TEÓRICO O ESTADO DEL ARTE

### 6.1 Riesgos y desastres

La definición más sencilla del riesgo hace referencia a la probabilidad de que a una población o segmento de la misma, le ocurra algo nocivo o dañino (Lavell, 1996), sin embargo, al analizar en su totalidad el concepto riesgo y sus factores asociados, alcanza más complejidad su descripción detallada. Recientemente el Informe de Evaluación Global de las Naciones Unidas sobre Reducción del Riesgo de desastres (GAR, 2019) otorgó múltiples acepciones al concepto, como por ejemplo *“la probabilidad de que se produzca un efecto pernicioso o el valor matemático esperado de la magnitud que tiene la consecuencia indeseable”* (incluso como un sinónimo de consecuencia, de manera que el riesgo posee un significado similar al de resultado indeseable), ante esto resulta más preciso referirnos al riesgo como la combinación entre amenaza y vulnerabilidad, la interacción entre estos dos factores y la magnitud del primero designa principalmente los alcances de este riesgo en una comunidad o población vulnerable expuesta (es por esto que algunos autores omiten el factor exposición en sus análisis) debido a lo anteriormente expuesto, Cardona (2001) establece el mutuo condicionamiento entre amenaza y vulnerabilidad, puesto que una población no se encuentra vulnerable si no está siendo amenazada como también no existe una condición de amenaza para un elemento si no se encuentra en exposición y en condición de vulnerabilidad a la acción potencial que representa dicha amenaza, es por esto que la intervención a cualquiera de los componentes del riesgo resulta en una intervención al riesgo mismo. El riesgo aceptable se define como el nivel de riesgo que es considerado tolerable dadas las consecuencias negativas y beneficios esperados, *se pueden asignar diferentes niveles de riesgo aceptable a varios peligros de acuerdo a la naturaleza de los fenómenos y la clase de elementos expuestos al peligro* (Ocola, 2005)

**Riesgo: Amenaza x Vulnerabilidad**

### 6.1.1 Amenazas

Las **amenazas** corresponden a aquel factor externo *representado por la posibilidad que ocurra un fenómeno o un evento adverso, en un momento, lugar específico, con una magnitud determinada y que podría ocasionar daños a las personas, a la propiedad; la pérdida de medios de vida; trastornos sociales, económicos y ambientales* (Renda & et al., 2017), según Lavell (1996) es a su vez sinónimo de los conceptos peligros o peligrosidad (Hazard) este factor puede ser dividido en cuatro subcategorías básicas, *amenaza natural, socio natural, antrópico-contaminante y antrópico-tecnológica*, todas estas subcategorías pueden causar pérdidas humanas, heridos, daños a la propiedad, alteración social y económica y/o degradación ambiental en un área y en un periodo de tiempo determinado (Ocola, 2005), al referirnos a la dimensión natural de la amenaza, esta se subdivide en cuatro tipos, *amenazas de origen geotectónico*, que incluyen los sismos, actividad volcánica, desplazamientos verticales y horizontales de porciones de la tierra y los tsunamis o maremotos, *amenazas de origen geomórfico (geodinámico)* que incluye los deslizamientos y avalanchas, hundimientos y procesos erosivos terrestres y costeros, de *origen meteorológico o climático* en donde entran las amenazas como huracanes, tormentas tropicales, tornados, trombas, granizadas, sequías, tormentas de nieve, oleajes fuertes, incendios espontáneos y, por último, de origen hidrológico, entre los que se incluyen las inundaciones, desbordamientos, anegamientos y agotamiento de acuíferos; el análisis de estas amenazas naturales permite identificar, estudiar y hacer seguimiento espacial y temporal de los fenómenos o eventos para determinar su potencial, origen, características, comportamiento y la exposición de los elementos que pueden resultar afectados (Ocola, 2005), ya que en estos fenómenos sin intervención humana directa o significativa posible, la gestión de amenaza solamente puede darse por la vía del control de sus impactos sobre la población, es decir, mitigación y en algunos casos prevención (Lavell, 1996), como síntesis, este tipo de amenazas que forman parte de la dinámica natural y cambiante de nuestro planeta y su atmósfera, y sobre las cuales las sociedades humanas no pueden incidir en su ocurrencia o magnitud, poseen un grado de peligrosidad

determinado *completamente por la exposición de elementos socioeconómicos en condiciones de vulnerabilidad dentro de su área de afectación o incidencia* (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009).

Al referirnos a las amenazas en su dimensión socio natural, debemos referirnos a aquellos fenómenos típicos de las amenazas naturales que tienen una incidencia socialmente inducida; es decir, son producidos o acentuados por algún tipo de intervención humana sobre la naturaleza, y se confunden a veces con eventos propiamente naturales, *“(...) las expresiones más comunes de este tipo de amenazas se encuentran en las inundaciones, deslizamientos, hundimientos, sequías (y desertificación), erosión costera, incendios rurales y agotamiento de acuíferos, siendo la deforestación, la destrucción de cuencas, desestabilización de pendientes por el minado de sus bases, la minería subterránea, el arrojado de desechos industriales y domésticos a los cauces fluviales, la sobreexplotación de la tierra, la destrucción de manglares, entre otras cosas, las variables explicativas de varios de estos fenómenos”*. (Lavell, 1996)

Las denominadas amenazas antrópico-contaminantes corresponden a aquellas amenazas que toman la forma de elementos de la naturaleza "transformados" (aire, agua y tierra). Son amenazas basadas y construidas sobre elementos de la naturaleza, pero que no tienen una expresión en la naturaleza misma. Sin embargo, por la importancia de los elementos naturales para la existencia humana, su transformación presenta un desafío importante para la sobrevivencia y la vida cotidiana de importantes sectores de la población local, regional, nacional y hasta internacional, su principal diferencia con las amenazas siconaturales, *que ponen en peligro a la población a través de impactos externos, es que las amenazas antrópico-contaminantes minan la base de la existencia biológica y de la salud de la población* (Lavell, 1996)

Por último, las amenazas antrópico tecnológicas corresponden a los eventos relacionados con fallos de sistemas por descuido, falta de mantenimiento, errores de operación, fatiga de materiales o mal funcionamiento mecánico. Algunos ejemplos son los accidentes aéreos y de embarcaciones, accidentes ferroviarios,

rompimiento de represas, sobrepresión de tuberías, explosiones, incendios industriales, entre otros (Cardona, 2001).

Debido a la interrelación existente entre amenaza y la posibilidad de que se desencadene un fenómeno determinado, es que el concepto de amenaza implícitamente significa *la estimación del potencial de ocurrencia del fenómeno* y el grado de amenaza está directamente vinculado con la intensidad del evento y el lapso de tiempo que se espera pueda ocurrir, así la evaluación de las amenazas, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación a los sistemas físicos involucrados. (Cardona, 2001).

### **6.1.2 Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad, es un concepto complejo con múltiples dimensiones, una dimensión antropológica afirma la condición de vulnerabilidad del ser humano en cuanto tal y una dimensión social, subraya una mayor susceptibilidad generada por el medio o las condiciones de vida, dando lugar a espacios de vulnerabilidad y poblaciones vulnerables (Feito, 2007), es decir existe una población, propiedad, sistema u otro elemento presente en zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están expuestos a experimentar pérdidas potenciales (Renda & et al., 2017), los factores de vulnerabilidad no son estáticos e interactúan de distintas maneras en función al tipo de amenaza, la vulnerabilidad poblacional y el grado de exposición de la población. En síntesis podemos asumir la definición de vulnerabilidad, como la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antropogénico se manifieste (Cardona, 2001) cualquier variación en niveles de vulnerabilidad del contexto social y población expuesta determinará los niveles de gravedad de los efectos del fenómeno en cuestión.

Según (Vargas, 2002), existen tres categorías de vulnerabilidad, la exposición destructiva ante una determinada amenaza, la incapacidad de reaccionar adecuadamente cuando la amenaza se presenta y la incompetencia para lograr la recuperación de las condiciones normales de vida y se ve condicionada por el grado de exposición, protección, reacción inmediata, recuperación básica y reconstrucción.

**Grado de exposición:** *Tiempo y modo de sometimiento de un ecosistema (o sus componentes) a los efectos de una actividad o energía potencialmente peligrosa (cuánta energía potencialmente destructiva recibe y por cuánto tiempo).*

**Protección:** *Defensas del ecosistema (y de sus elementos) que reducen o eliminan la afectación que le puede causar una actividad con potencial destructivo. Pueden ser permanentes, habituales y estables u ocasionales, pero en todo caso activas en el momento de exposición la fuerza desestabilizadora.*

**Reacción inmediata:** *Capacidad del ecosistema (y de sus elementos) para reaccionar, protegerse y evitar el daño en el momento en que se desencadena la energía con potencial destructivo o desestabilizador.*

**Recuperación básica:** *Restablecimiento de las condiciones esenciales de subsistencia de todos los componentes de un ecosistema, evitando su muerte o deterioro con posterioridad al evento destructivo. También se le llama rehabilitación.*

**Reconstrucción:** *Recuperación del equilibrio y las condiciones normales de vida de un ecosistema, por su retorno a la condición previa o, más frecuentemente, a una nueva condición más evolucionada y menos vulnerable (Vargas, 2002).*

### 6.1.3 Análisis de riesgo

El riesgo puede incrementarse o disminuir en función de la capacidad institucional, comunitaria, grupal, individual de hacer frente y/o de actuar frente al evento adverso. El mismo autor esquematiza esta relación de la siguiente manera (Villalba, 2014)

#### **RIESGO: Amenaza x Vulnerabilidad x Exposición**

##### **“CAPACIDAD” (organización comunitaria)**

La particularidad de la representación es que integra los conceptos anteriormente utilizados, incluyendo la dimensión social del riesgo, interpretando la capacidad como el desarrollo de organización de la comunidad de cara al peligro de la amenaza.

Para llegar a un consenso general y una total comprensión de los conceptos empleados en la gestión de riesgos, durante el año 1979 UNDRO y UNESCO convocaron a expertos a una reunión para tratar temas relacionados con la gestión de riesgos, esto debido al gran costo de vidas humanas que habían tenido ciertos desastres ocurridos recientemente, fruto de esto surgió el Informe Natural Disasters and Vulnerability Analysis (UNDRO, 1979) el cual entre las definiciones dadas incluía

***Amenaza, peligro o peligrosidad (Hazard-H):*** Probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

***Vulnerabilidad (Vulnerability -V):*** grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

***Riesgo específico (Specific Risk - Rs):*** Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad

**Elementos en riesgo (Elements at Risk - E):** Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

**Riesgo total (Total Risk - Rt):** Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico Rs, y los elementos en riesgo E.

La evaluación de riesgo puede demostrarse con la siguiente expresión:

$$Rt = E \cdot Rs = E \cdot H \cdot V \text{ (UNDRO, 1979)}$$

#### 6.1.4 Desastres

El desastre es entendido como aquella interacción existente entre una determinada amenaza y una población vulnerable (Renda & et al., 2017) y su magnitud puede desencadenar interrupciones en el funcionamiento de la sociedad.

Durante mucho tiempo se definieron los desastres como sucesos naturales, casuales e incluso inevitables, provocados “por la furia de la naturaleza” (Villalba, 2014), sin embargo, como fue definido en amenazas, solamente el origen del suceso puede ser definido como natural, lo “natural” y lo “social” no pueden ser entendidos en forma independiente, sino como fenómenos multidimensionales y profundamente interconectados, las amenazas naturales, vulnerabilidades y riesgos, están interrelacionados con factores socioeconómicos, políticos, culturales y ambientales de carácter histórico, que distribuyen a la población y sus características biofísicas, de forma desigual sobre el territorio (Romero Toledo & Romero Aravena, 2015).

Las amenazas naturales no afectan a todos por igual y sus consecuencias desastrosas son proporcionales a la vulnerabilidad de las comunidades y territorios, es por ellos que *un 90% de las víctimas de desastres vive en países en vías de desarrollo, es decir, población en condiciones de pobreza que les empujan a emplazar sus viviendas en áreas de alto riesgo, por ende, el crecimiento*

*poblacional y la desigualdad humana han aumentado la intensidad de algunas amenazas naturales y han incrementado sensiblemente la vulnerabilidad de la sociedad y el ambiente (Vargas, 2002) como queda de manifiesto en el informe “Reconstrucción y gestión de riesgo: Una propuesta metodológica” en el que se expresa la interrelación entre pobreza y vulnerabilidad ya que la pobreza de la gente y la autoconstrucción son clave para explicar la vulnerabilidad de las poblaciones y, a la vez, dicha pobreza tiende a incrementarse con los desastres (Montoro & Ferradas , 2005).*

La gestión del riesgo de desastres socio naturales, la prevención de estos y su posterior mitigación se encuentra estrechamente relacionada con los procesos de exclusión social provocada por la centralización, *componentes geográficos que están lejos de responder a un fenómeno natural o neutral, sino que más bien a patrones político-ecológicos que afectan de manera desigual a la sociedad chilena, en especial a aquellos sectores más vulnerables, que en gran medida ya se encuentran social, económica y territorialmente excluidos antes que se registren los desastres (Romero Toledo & Romero Aravena, 2015), pero estos desastres socio naturales no son inevitables, en consecuencia, la prevención de desastres se ha convertido en uno de los principales asuntos del desarrollo, puesto que mediante la prevención de desastres se puede reducir la vulnerabilidad de las sociedades y los territorios ante diversas amenazas (Vargas, 2002)*

## **6.2 Marco Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030**

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 corresponde al primer acuerdo principal de la agenda de desarrollo posterior a 2015 y ofrece a los Estados miembros una serie de acciones concretas que se pueden tomar para proteger los beneficios del desarrollo contra el riesgo de desastres (UNDRR, 2015).

el primer principio que rige al Marco de Sendai para la reducción de desastres 2015-2030 corresponde a la responsabilidad primordial de cada estado de prevenir y reducir el riesgo de desastres, incluso mediante la cooperación internacional, regional, subregional, transfronteriza y bilateral, ya que la reducción de riesgo de desastres es un problema común de todos los Estados y la forma en que los países en desarrollo puedan mejorar y aplicar eficazmente las políticas y medidas nacionales de reducción del riesgo de desastres, en el contexto de sus respectivas circunstancias y capacidades, puede mejorar aún más por medio de la cooperación internacional sostenible (United Nations, Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, 2015)

El marco Sendai para la reducción de riesgo de desastres propone 4 prioridades en la reducción de riesgos a nivel mundial:

- 1. Comprensión del riesgo de desastres:** En sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, grado de exposición de las personas y los bienes, las características de las amenazas y el entorno, esto como una oportunidad para generar planes eficientes de evaluación, prevención y mitigación del riesgo, como también en preparación y respuesta en el caso de la ocurrencia de desastres.
- 2. Fortalecimiento de gobernanza del riesgo de desastres para su posterior gestión:** La cual incluye la instauración de la gobernanza del riesgo de desastres en planos nacionales, regionales y mundiales, ya que esta acción es de vital importancia en materia de prevención, mitigación, preparación, respuesta, recuperación y rehabilitación, fomentando la colaboración y formación de alianzas.
- 3. Inversión en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia:** Puesto que la inversión pública y privada para la prevención y reducción de riesgos de desastres mediante medidas estructurales y no estructurales resultan de gran importancia en el aumento de la resiliencia económica, social, sanitaria y cultural de las comunidades y del medioambiente.

**4. El aumento en preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción:**

La necesidad de fortalecer aún más la preparación para casos de desastres, adoptar medidas con anticipación a los acontecimientos y asegurar que se cuente con la capacidad suficiente para una respuesta y una recuperación eficaz, mediante la integración de la reducción del riesgo de desastres en las medidas de desarrollo (United Nations, Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, 2015).

La resiliencia ecológico-social mencionada entre las 4 prioridades puede ser definida como aquella capacidad de los sistemas: ciudades, comunidades o sociedades expuestas a amenazas de resistir, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos de las amenazas eficientemente y en un tiempo razonable, incluido el mantenimiento y recuperación de sus estructuras básicas o funciones (Jabareen, 2013)

El Marco Sendai acordó siete metas mundiales, las que serían medidas a nivel mundial

1. Reducir considerablemente la mortalidad mundial causada por desastres para 2030, y lograr reducir la tasa media de mortalidad mundial por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015.
2. Reducir considerablemente el número de personas afectadas a nivel mundial para 2030, y lograr reducir el promedio mundial por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015.
3. Reducir las pérdidas económicas causadas directamente por los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial para 2030.
4. Reducir considerablemente los daños causados por los desastres en las infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educativas, incluso desarrollando su resiliencia para 2030.

5. Incrementar considerablemente el número de países que cuentan con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local para 2020.
6. Mejorar considerablemente la cooperación internacional para los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible que complemente las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del presente Marco para 2030.
7. Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidos a las personas, y el acceso a ellos, para 2030.

### **6.3 Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres**

La quinta edición del Informe de Evaluación Global de las Naciones Unidas sobre Reducción del Riesgo de desastres (GAR, 2019) fue publicada cuatro años después de haber sido aprobado el Marco de Sendai para la Reducción del riesgo de Desastres 2015-2030, esto ante la urgencia global en materia de reducción de riesgo de desastres, aumento de la resiliencia y desarrollo sostenible, de manera internacional, enmarcándose en otros acuerdos y tratados internacionales dando un sustento teórico de peso para posicionar la gestión y evaluación de desastres socionaturales como un tema de vital importancia para la humanidad, La Asamblea Nacional de las Naciones Unidas aprobó las recomendaciones de 2017 del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres, que se creó para elaborar indicadores que permitan monitorear la implementación del Marco de Sendai, por consiguiente, ha sido breve el período examinado por los Estados Miembros. En consecuencia, los datos disponibles para deducir las tendencias sobre las metas son limitados y todavía no brindan fiabilidad estadística (United Nations, Informe de Evaluación Global de las Naciones Unidas sobre Reducción del Riesgo de desastres, 2019), El GAR insiste en que estamos ante un momento de urgencia mundial donde surgen nuevos riesgos, como se nos ha demostrado durante la pandemia de COVID-19, y donde

la intensidad y frecuencia de los peligros están en constante cambio. Debido a que como fue mencionado anteriormente, los desastres no son naturales sino que son un producto de la interacción de los acontecimientos de origen natural, las decisiones que tomamos y nuestro modo de consumo, es necesaria una acción transformadora por parte de todos. Por tanto, es imprescindible la coordinación de diferentes sectores y niveles de gobierno, sociedad civil y sector privado con el fin de desarrollar estrategias y planes, nacionales y locales, de reducción de riesgos de desastres (RRD) adecuados para la prevención y disminución de las catástrofes. Esta cooperación es clave para el intercambio de conocimientos y creación de capacidad en los países con perfiles de riesgo similar (Asrir Menchero, 2019).

#### **6.4 Cambio Climático.**

Una manera simple de explicar el calentamiento global sería el *incremento gradual de la temperatura del planeta como consecuencia del aumento de la emisión de ciertos gases de Efecto Invernadero o GEI, que impiden que los rayos del sol salgan de la tierra, bajo condiciones normales* (Benavides & León, 2007)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comenzó a regir en marzo de 1994, su objetivo principal fue lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, estableciendo un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para de esta forma hacer frente a los desafíos provocados por el cambio climático (ONU, 1994), en su artículo 1° define al “cambio climático” como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables. Teniendo esta premisa ya en el año 1994, la discusión sobre el cambio climático y sus implicancias tomará una importancia mucho mayor en la comunidad científica internacional a futuro..

Durante el año 1997 se dio inicio al protocolo de Kyoto, el cual básicamente da el puntapié inicial a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, ya que comprometió a los países industrializados y economías en transición a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero adoptando políticas y medidas de mitigación y presentando informes periódicamente (UNFCCC, Kyoto Protocol Reference Manual, 2008), uno de los pilares fundamentales en el marco de acción propuesto por el protocolo de Kyoto es la *“responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas”* (UNFCCC, unfccc.int, 2021), vale decir, que este protocolo entró en vigencia durante el año 2005 y fue válida hasta el año 2012, año en el cual se puso en marcha la enmienda de Doha, la que adaptaba al protocolo de Kioto a un segundo periodo de compromiso, el cual iniciaría en 2013 y se prolongaría hasta el año 2020, esta segunda fase del protocolo fue denominada por la comunidad científica como un periodo de compromiso, la enmienda de Doha refuerza los compromisos de limitación o reducción de las emisiones de los países desarrollados y estableció como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 18% en comparación con los niveles de 1990 (UNFCCC, Todavía es posible alcanzar la segunda fase de reducción de emisiones de Kyoto pero es necesaria más ambición, 2020).

Durante el año 2015 entra en vigencia el tratado internacional del Acuerdo de Paris, adoptado por 196 partes en la COP21 y entró en rigor el 4 de noviembre de 2016; su principal objetivo fue limitar el calentamiento mundial a menos de 2° C, en comparación con los niveles preindustriales. (UNFCCC, unfccc.int, 2016)

#### **6.4.1 Comunidad científica y cambio climático:**

El grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático llamado intergubernamental panel on climate change (IPCC), órgano perteneciente a Naciones Unidas, publica periódicamente informes de evaluación y síntesis sobre cambio climático. Su primer informe fue publicado durante el año 1990 confirmando elementos científicos que daban los primeros pasos en un tema que se volvería pocos años más tarde una preocupación mundial. El segundo informe

publicado fue titulado “cambio climático 1995” el cual profundizaba los aspectos más inquietantes de aquel primer informe. El tercer informe fue publicado 6 años más tarde, dio los primeros lineamientos y directrices de efectos, adaptación, vulnerabilidad y mitigación, además de cuestiones científicas y técnicas para el diseño de políticas para tratar el problema latente. No fue hasta 2007 cuando fue publicado el cuarto informe que se confirmaron las sospechas de la comunidad científica internacional, cuando se llegó a un consenso científico abrumador de que el cambio climático es real y que se origina en la actividad humana (Díaz, 2012)

#### **6.4.2 Componentes del cambio climático**

La problemática del cambio climático, desde que empezó a tratarse el tema como un desafío global serio, ha sido referenciada por diversos autores, quienes en las últimas décadas han publicado numerosos estudios e investigaciones que analizan las causas y consecuencias, además del impacto social del fenómeno.

Como se mencionó anteriormente el último siglo ha traído consigo incremento en la temperatura global, los cuales no son completamente explicables por causas naturales, consecuencias inmediatas de esto son aumento del nivel medio del mar y alteraciones en el comportamiento de animales (Estrada Porrúa, 2001), el autor anteriormente referenciado hacía alusión a altas probabilidades de mayores niveles de calentamiento y modificaciones aún más importantes a futuro, ya en ese entonces se barajaba como una solución aparente a la problemática la actuación internacional en conjunto, tomando en cuenta sus diferentes condiciones y capacidades, como se consigna en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ONU, 1994)

Una forma de explicar el fenómeno de las alteraciones en el clima derivadas de las variaciones en las temperaturas en la superficie del planeta es que condicionan la presión atmosférica, por las diferencias de densidad del aire al calentarse o enfriarse y originan zonas ciclónicas, de baja presión o anticiclónicas, de alta presión. Las diferencias de presión producen los vientos, de anticiclones a ciclones, y transportan la humedad y las nubes dando lugar a una irregular

repartición de las precipitaciones (Useros, 2012), estas alteraciones a su vez son producidas por las emisiones de gases de efecto invernadero, según Díaz (2012) la Cumbre de Poznan, Polonia el año 2008, consideró que el cambio climático se debe a la emisión de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles.

### **a) Ciclo de Carbono**

Para explicar en su totalidad el fenómeno del cambio climático es indispensable describir al ciclo del carbono, el que corresponde a un ciclo Biogeoquímico que genera diversos cambios a lo largo del tiempo en este elemento químico, es un ciclo de vital importancia para la vida en el planeta, ya que juega un importante rol en la regulación del clima del planeta (Benavides & León, 2007), este elemento circula entre la atmosfera, la hidrosfera, la biosfera y la litosfera por medio de la interacción en escalas de tiempo que van desde procesos que demoran algunas horas, días, meses y estaciones hasta aquellos que tardan largos periodos geológicos.

### **b) Gases de efecto invernadero**

La atmosfera terrestre está compuesta por 78.0% de nitrógeno, 21.0% de oxígeno y 1.0% de otros gases, entre estos “otros gases” se encuentran los de invernadero, correspondientes a vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), la particularidad de estos gases es que pueden retener cierto porcentaje de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, manteniéndola a una mayor temperatura de la que tendría en caso de no estar presentes (Estrada Porrúa, 2001)

Ya durante comienzos del milenio se pronosticaban ascensos considerables y con una rapidez no antes vista en la temperatura de la tierra, como consecuencia del incremento de los niveles de concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> y otros gases de invernadero, se pronosticaba que la temperatura media superficial a nivel global aumente entre 1.4 y 5.8° C de 1990 al 2100. Dicho incremento en la temperatura no sólo es entre dos y 10 veces superior al observado en los últimos 100 años

(0.6° C), sino que, además, no tiene precedente en los mil años anteriores y se pronostica que ocurrirá a un ritmo significativamente más rápido que los cambios observados en los últimos 10 mil años (Estrada Porrúa, 2001)

### **c) Tipos de Gases de Efecto Invernadero**

Como se mencionó anteriormente los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos gases que forman parte de la atmósfera (antropógenos y naturales) que absorben y emiten radiación

están clasificados en GEI directos e indirectos.

**GEI Directos:** *Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los compuestos halogenados.*

**GEI Indirectos:** *Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano y el monóxido de carbono. (Benavides & León, 2007)*

Durante el siglo XX los países industrializados (que albergan a 20.0% de la población mundial) han sido responsables de alrededor de 63.0% de las emisiones netas de carbono por quema de combustibles fósiles y modificaciones de uso de suelo. Estados Unidos de América y Canadá han contribuido con cerca de 25.0% del total, mientras que Europa ha producido, aproximadamente, 21.0%; En contraste, unos 140 países en desarrollo han generado en conjunto apenas 37% de dichas emisiones (Estrada Porrúa, 2001)

### **6.4.3 Cambio Climático en Chile**

Estudios de CONAMA 2006 determinan que el promedio de precipitaciones de las zona centro-sur de nuestro país hacia finales del XXI disminuirán entre un 25 y 40% en el periodo de primavera y verano, con respecto a la temperatura promedio se espera un aumento de entre 2 y 4 °C (CONAMA, 2006), en Chile actualmente

se pronostica una disminución pronunciada de precipitaciones y aumento en la recurrencia de sequías, esto provocaría indudablemente el incremento en ocurrencia de incendios forestales y en consecuencia el área afectada por estos, *con mayor intensidad en las regiones dominadas por extensas plantaciones y ecosistemas remanentes altamente fragmentados e invadidos por especies exóticas, derivado principalmente del tipo, homogeneidad y continuidad del combustible* (González & et al, 2011).

Actualmente Chile cumple con lo señalado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático sobre países que se consideran especialmente vulnerables: cuenta con áreas de borde costero de baja altura; con zonas áridas, semiáridas; zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; por ende, nuestro país es un país propenso a desastres naturales que presenta zonas propensas a la sequía y la desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los sistemas montañosos (Jadrijevic, Santis, Muck, & Farías, 2015), según el informe del plan de adaptación al cambio climático (2015) además de las consecuencias anteriormente mencionadas se mencionadas, describe los impactos que traerán sobre el tejido socio-económico, las redes de relaciones interpersonales, conductas colectivas, etc.

La identificación de estas posibles consecuencias a corto y mediano plazo permitió generar un plan de acciones ante el cambio climático a nivel nacional (Figura N°4)

**Figura N°4 Acciones de implementación del plan nacional de adaptación al cambio climático**



Fuente: (Jadrijevic, Santis, Muck, & Farías, 2015)

## 6.5 Modelo forestal chileno.

Una de las principales actividades económicas de nuestro país es el rubro de la silvicultura, en la actualidad existe en Chile un total aproximado de 3,5 millones de hectáreas plantadas principalmente con las variedades *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, las que marcan de manera determinante el paisaje entre las regiones de Valparaíso y Aysén. Dos tercios de esta cantidad pertenecen a grandes empresas forestales que administran desde la capital del país y centros urbanos de provincia (Lehnert & Carrasco, 2020)

Kimmins (1997) genera una distinción de 4 etapas que permiten señalar la evolución forestal de los distintos países, las cuales fueron utilizadas por Donoso & Otero (2005) para explicar la evolución del modelo forestal de Chile, estas

etapas parten desde una primera fase o temprana, que consiste en la explotación forestal más primitiva, hasta una cuarta fase o superior, que se caracteriza por un uso de los bosques altamente responsable, en su dimensión ecosistémica y social (Donoso & Otero, 2005).

**Etapa 1:** *Explotación.* Consiste en la explotación no regulada de bosque, que conduce con el tiempo a escasez de madera, leña y otros bienes. Aquí no hay silvicultura ni manejo forestal. La explotación de las maderas más valiosas y la quema de grandes superficies de bosques son la tónica común en esta etapa. La madera tiene escaso valor y el bosque es visto en general como un estorbo para el desarrollo de los países, particularmente para la ampliación de la frontera agrícola. La industria forestal es incipiente y rudimentaria, hay abundancia de leña y se extienden los planes de colonización agropecuaria.

**Etapa 2:** *Regulación.* Se institucionalizan mecanismos políticos y legales, se establecen regulaciones para controlar la tasa y los patrones de explotación forestal, de modo de asegurar el abastecimiento futuro de productos forestales. Este es el inicio del manejo forestal, que incluye una aproximación administrativa, centralizada, basada en la legislación y la regulación. Aunque existe el conocimiento respecto a cómo responden los bosques al manejo, y de cómo los ecosistemas forestales funcionan, en los hechos las actividades forestales, particularmente en bosques nativos, no son ecológica y ni silviculturalmente sostenibles. En esta etapa normalmente se desarrolla una silvicultura simple, basada en plantaciones y en la viverización de unas pocas especies. Algunos individuos y autoridades adquieren mayor conciencia de los problemas ambientales generados por la devastación de los bosques, la erosión, la pérdida de biodiversidad y de los paisajes y como respuesta a estas necesidades se crean grandes cantidades de áreas protegidas bajo administración del Estado, las que muchas veces no se desarrollan y cumplen sólo algunas de sus funciones.

**Etapa 3:** *Manejo Forestal Sustentable.* Esta incluye un enfoque ecológico en la aplicación de la silvicultura y el manejo forestal, tanto de los bosques nativos como

*de las plantaciones. Si bien es cierto, el principal objetivo sigue siendo el producir madera, esto se hace de modo ambientalmente correcto, y asegurando un abastecimiento sostenido de madera y otros bienes y servicios de los bosques. El reciente impulso a los procesos de certificación forestal a nivel mundial está orientado hacia este tipo de manejo*

**Etapa 4: Forestería Social.** *En esta etapa la conexión entre los intereses sociales y de comunidades locales con las actividades forestales es fuerte, y las decisiones respecto al uso de los bosques son conjuntas y consensuadas con los propietarios de éstos. El rol del Estado es menor y los bosques cumplen sus funciones sociales y ambientales sin necesidad de presiones de mercado o de tipo legal. Además, los bosques son parte de la cultura y de los derechos colectivos. (Donoso & Otero, 2005) Obtenido de (Kimmins, 1997), por su parte Donoso & Otero (2005) estipulan que el requisito mínimo necesario para que un país pueda denominarse “País Forestal” es que se haya alcanzado la etapa 3 de Manejos Forestal Sustentable de Kimmins, a su vez los autores sentencian que nuestro país no alcanzaría ese mínimo necesario ya que *la aún débil institucionalidad forestal, la deuda social del sector forestal y las aún limitadas iniciativas de manejo forestal sustentable, particularmente en sus bosques nativos, indican que el sector forestal de Chile aún no supera la etapa de Regulación, es decir, aquella en que el país posee una multiplicidad de regulaciones forestales y ambientales y ha creado una gran cantidad de áreas silvestres protegidas, pero que estas medidas no son suficientes para asegurar la conservación de la biodiversidad de sus ecosistemas, revertir el proceso de pérdida y degradación de bosques y ecosistemas forestales* (Donoso & Otero, 2005), Para comprender en su totalidad el veredicto de los autores se debe analizar el modelo forestal nacional, su historia y desarrollo.*

El desarrollo forestal en Chile se remonta a la época colonial, ya en ese entonces los bosques australes fueron explotados para la extracción de madera de alerce (*Fitzroya cupressoides*) (Mora-Motta, 2018), la actividad forestal durante este periodo de colonia y primer siglo de la República estuvo orientada esencialmente

hacia el aprovechamiento de la madera de los bosques nativos para la construcción y el abastecimiento de energía de aquel entonces (carbón y leña), se estima que durante aquel periodo habrían sido arrasadas alrededor de cinco millones de hectáreas entre las regiones del Biobío y Los Lagos (Frêne & Núñez , 2010), posteriormente, el Estado Chileno ejercería control de los territorios australes mediante estrategias militares para lograr capturar los últimos territorios de dominio Mapuche (Mora-Motta, 2018), principalmente estos nuevos territorios conquistados fueron designados como tierras agrícolas, transformación llevada a cabo por el sistema de hacienda (Camus, 2014) se utilizó un método dual de trabajo campesino de inquilinos y jornaleros, para así extraer las maderas nativas y dejar las tierras arables y aptas para el cultivo de cereales, el proceso de Colonización del sur de Chile generó extensos incendios de bosques para la habilitación de terrenos con fines agrícolas (Frêne & Núñez , 2010), hasta el año 1930, después de la legalización de una estructura de propiedad altamente concentrada (Mora-Motta, 2018) no existen registros de amplias plantaciones forestales de gran escala, sin embargo, ya en ese entonces había una cultura de explotación forestal, basada en extracción de madera de los bosques nativos, fue después de esto, ante una crisis económica que había desincentivado el comercio de cobre y cereales, que empezó a popularizarse las plantaciones como una opción rentable, A partir de la segunda mitad del siglo XX, junto con el inicio de un proceso de reforestación en áreas abiertas y degradadas, se crearon empresas del Estado en el área forestal, como por ejemplo Forestal Arauco, Celulosa Arauco y Celulosa Constitución, todas iniciativas de CORFO (Frêne & Núñez , 2010), durante el año 1974, se dicta el Decreto de Ley 701 de fomento forestal, sus objetivos fueron proteger, incrementar, manejar racionalmente y fomentar las actividades forestales en Chile, *se dispusieron una serie de incentivos a las plantaciones en terrenos declarados forestales, de aptitud preferentemente forestal y bosques naturales, los cuales quedaron exentos del impuesto territorial; tampoco se considerarían para determinar la renta presunta, ni para el cálculo del global complementario. Tampoco para los efectos de la ley de herencias, asignaciones y donaciones. Asimismo, el Estado los declaró no expropiables y*

*determinó que bonificaría a quienes forestaran con un 75% de los costos netos de la forestación (Camus, 2014), además durante este periodo se produjo el proceso privatizador de las grandes empresas estatales, proceso que trajo enormes pérdidas monetarias debido a los bajos precios de venta negociados (Monckeberg, 2001).*

Este decreto de ley, incentivó a la introducción del monocultivo no solo en áreas degradadas o desprovistas de vegetación, como había sido la norma hasta entonces, sino también sustituyendo bosques nativos por plantaciones de especies exóticas, pino y eucaliptus, las cuales representan entre un 52% y un 80% de las pérdidas de bosques entre 1994 y 1998, en las regiones VIII y X, respectivamente (Lara & Et al, 2003), según Frêne (2010) una de las principales consecuencias a corto y mediano plazo de esta ley fue el abandono de la actividad productiva en los bosques nativos y una sólida expansión de la industria maderera, que como se mencionó anteriormente, estuvo totalmente enfocada a las plantaciones de especies exóticas. Este decreto de ley tuvo que ser modificado a través de la ley 19.561, durante el año 1998, esto debido, a que durante el año 1997, sólo un 5.8% de las plantaciones forestales de Chile correspondían a pequeños propietarios y el 94.2% a medianos y grandes propietarios (Consultoría Profesional Agraria, 2005) esto con la finalidad de incentivar la plantación forestal en terrenos de pequeños propietarios, prácticas de recuperación de suelos y forestación en terrenos con suelos frágiles y degradados. Sin embargo, durante el periodo 1998-2004 solo el 38% del total plantado (227.491 hectáreas) fue forestado por pequeños propietarios y el 62% por medianos y grandes propietarios bajo el componente recuperación de suelos degradados (Consultoría Profesional Agraria, 2005), varias décadas después, se dicta la ley n° 20.283 o ley de recuperación de bosques nativos y desarrollo forestal, ley que tenía como ejes principales el subsidio a bosques sustentablemente manejados, sin embargo, esta ley hasta el día de hoy no tuvo los resultados esperados (Tricallotis, 2016), el año 2011 se aprueba el reglamento de suelos, aguas y humedales el que protege al bosque nativo, como una forma de preservar recursos hídricos y finalmente la promulgación de la política forestal

en 2016 establece como pilares de un desarrollo forestal sustentable a la institucionalidad forestal, productividad y crecimiento económico, inclusión y equidad social y protección del patrimonio forestal (Tricallotis, 2016).

**Tabla N°1: Principales hitos en política forestal chilena.**

Hito	Periodo/Año	Descripción
Ley N°4363 Decreto N°2374	1931-presente 1937-presente	La ley, que ha sufrido sucesivas modificaciones, definió los suelos de aptitud forestal, restricciones al uso del fuego, prohibición de cortar árboles y arbustos nativos a menos de 200 (terrenos planos) o 400 (colinas) metros desde cursos de agua y en pendientes sobre 45 %. El reglamento estableció restricciones para cortar bosques cercanos a cursos de agua, particularmente sobre "excesivas pendientes".
Decreto Ley (DL) 701- Ley de Desarrollo Forestal	1974-2012	Esta ley marca el hito más importante para desarrollar el sector forestal: movió la participación de actores privados, mediante subsidios (75 % de los costos) para forestar masivamente suelos agrícolas degradados con plantaciones exóticas de pino y eucalipto. La ley expiró en 2012; sin embargo, durante los últimos cuatro años parte del parlamento chileno y dos gobiernos en ejercicio han discutido extenderla, aun sin éxito.
Privatización de la Industria Forestal	1974-1976	El estado transfirió sus empresas forestales al sector privado, en un proceso altamente cuestionado.
Decreto N°259	1980-presente	Este reglamento especifica la operación del DL 701, estableciendo requerimientos generales para el manejo forestal.
Decreto N°193	1998-presente	Este reglamento especifica la operación del DL 701, actualizando el reglamento N°259 de 1980. También establece que suelos son "forestables" (por ejemplo, suelos degradados y en proceso de desertificación) y hace obligatorios los planes de manejo forestal en tales suelos.
Ley N°20283-Ley de Recuperación de Bosques Nativos y Desarrollo Forestal (Ley de Bosque Nativo)	2008-presente	Esta ley establece incentivos mediante subsidios a bosques sustentablemente manejados. Sin embargo, la ley no ha tenido los resultados esperados.
Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales (DS N°82)	2011-presente	Este reglamento establece los requerimientos específicos que los propietarios de bosque nativo deben seguir para proteger zonas ribereñas (particularmente áreas de alto valor de conservación).
Promulgación Política Forestal en 2016	2015-2035	Este documento establece los pilares para un desarrollo forestal sustentable: es decir institucionalidad forestal, productividad y crecimiento económico, inclusión y equidad social y protección del patrimonio forestal

Fuente: (Tricallotis, 2016)

### 6.5.1 Modelo Exportador

A mediados de la década de 1970, la apertura comercial de nuestro país, consolidó un modelo de desarrollo basado en exportación de recursos (Reyes, Sepúlveda, & Astorga, 2014), modelo que una vez retornada la democracia, fue

resguardado por los primeros gobiernos de la Concertación, asegurando de esta forma concentraciones considerables de exportaciones de bienes con mayor valor agregado (Sáez & Valdés, 1999), el aumento sostenido de exportaciones en nuestro país lo ha transformado gradualmente en uno de los países más abiertos al comercio internacional del mundo, según datos obtenidos de Banco Mundial (2021) en el año 1972 las exportaciones de Chile representaban el 9.56% del PIB y en 2007 se llega a un máximo de 45,069% del PIB nacional; lo anteriormente expuesto refleja la importancia de factores internacionales frente a la gobernanza de los recursos naturales (Reyes, Sepúlveda, & Astorga, 2014), y la clara dependencia de Chile a mercados internacionales al menos hasta la primera década del siglo XXI.

Esta explosión exportadora fue enmarcada en la consolidación hegemónica de los Estados Unidos a nivel mundial, la cual se expandió militar, política y económicamente, instalándose en Chile un modelo neoliberal sumamente agresivo, el cual se mantiene aún hasta nuestros días (Reyes, Sepúlveda, & Astorga, 2014).



### **6.5.2 Extractivismo Forestal**

El concepto extractivismo hace referencia en una definición simplificada a aquella necesidad de explotar recursos naturales de manera intensiva para exportación con escaso procesamiento industrial; proceso masificado en naciones latinoamericanas, que en las últimas décadas han consolidado a muchos países como fuentes de materias primas o commodities, a pesar de todos esos debates, y de la creciente evidencia de su limitada contribución a un genuino desarrollo nacional, el extractivismo goza de buena salud. Las exportaciones de minerales, petróleo y otras materias primas, mantienen un ritmo creciente, y los gobiernos insisten en concebirlas como los motores del crecimiento económico (Gudynas, 2009)

El proceso, sin embargo, no representa un fenómeno nuevo, ya desde épocas coloniales Sudamérica servía a las potencias europeas como fuente de envío de

metales preciosos hasta el viejo continente (Gudynas, Extractivismos Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza, 2015), sin embargo, según el autor, la actual explosión de los extractivismos en las naciones latinoamericanas se basan en los altos precios de las materias primas y una persistente demanda internacional. Los extractivismos se diversificaron y se convirtieron en componentes centrales de las estrategias de desarrollo que defienden gobiernos latinoamericanos desde distintas opciones políticas, y junto a ello se han multiplicado los conflictos ciudadanos (Gudynas, Extractivismos Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza, 2015) debido a las implicancias del concepto, el extractivismo forestal no incide únicamente en las matrices económicas y físicas de los territorios, sino también en sus configuraciones socioculturales y de gobernanza (Pino & Henríquez, 2019), esto queda demostrado en el momento en que se analizan los procesos extractivos forestales de Chile, cuando para mantener altos niveles de competitividad las grandes empresas además externalizan ciertos costos aprovechando la falta de regulación, especialmente en los ámbitos social y ambiental: subcontratación de trabajadores, aguas no tratadas que terminan contaminando ríos, problemas de salud debido a la aplicación de pesticidas, etc. Esto ocurre muchas veces con el consentimiento explícito o implícito del Gobierno (Reyes, Sepúlveda, & Astorga, 2014), según Gudynas (2015) los extractivismos se pueden también dividir entre dos modalidades:

1. Directas, que corresponden a las apropiaciones directas de los recursos desde el ambiente, como la megaminería o pesquerías.
2. Mediadas, cuando en un primer momento se debe modificar el ambiente, para después poder extraer los recursos. Un ejemplo de esta condición es primero deforestar un sitio para que después sea posible la agricultura, y será en esa siguiente etapa cuando se realicen las cosechas.

## **6.6 Certificación forestal**

La certificación forestal es un instrumento que internacionaliza la gobernanza de los bosques, pues le otorga poder a los consumidores (en el extranjero), aunque

también es un instrumento descentralizador, al reconocer y promover la participación de lo que se ha denominado “partes interesadas”: organizaciones ambientales, sindicatos, comunidades locales, etc (Reyes, Sepúlveda, & Astorga, 2014) en Chile la certificación forestal tardó en tomar relevancia, Home Depot fue la primera compañía en advertir que no compraría madera que no tuviera detrás un “manejo sustentable” (La Tercera, 2013), los sistemas con mayor presencia en Chile son el Pan-European Forestry Certification (PEFC), International Standard Organization (ISO) 14.001, y el Forest Stewardship Council (FSC). Estos sistemas han implicado el surgimiento de un nuevo paradigma en la organización política de la gestión forestal del país de orden global en su aplicación, y bajo la supervisión permanente de las empresas que evalúan por medio de auditorías anuales a las empresas certificadas, estos sistemas han logrado reorganizar los lenguajes y procesos que determinan la presencia de los monocultivos en los territorios. Es decir, han propiciado un nuevo momento en el ejercicio del poder corporativo, asociado ahora a la promoción del desarrollo desde los criterios hegemónicos de la sustentabilidad (Lehnert & Carrasco, 2020).

## **6.7 Incendios Forestales**

Según Villers (2006), el fuego tiene un papel relevante en la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas terrestres, sin embargo, cuando este se propaga sin control, contribuye a la deforestación, la erosión de los suelos y el cambio en la estructura y composición de los bosques, además, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (CONAF, www.conaf.cl, 2021); Los incendios forestales, son la principal causa de la disminución de los bosques y pérdida de suelos fértiles alrededor del mundo, además son una gran fuente de emisión de carbono y otras partículas, lo que contribuye considerablemente al calentamiento global. (Urzúa & Cáceres, 2011). El fuego forestal es hoy en día una perturbación muy común en la mayor parte de los paisajes mediterráneos (Castellnou, Pagés, Miralles, & Piqué, 2009), existen tres tipos de incendios que implican diferente grado de daño en los ecosistemas.

**a) Incendios Superficiales:** Corresponden a los incendios en los que el fuego consume combustibles que encuentra en el suelo como hierbas, leñas y

hojarascas, sin quemar todo el cuerpo de los árboles (Villers, 2006), es decir, aquel fuego en el que las llamas se encuentran en la superficie del bosque, quemando la flora existente, además afecta gravemente la fertilidad del suelo, provocando desertificación y una recuperación del bosque muy compleja, ya que los ecosistemas mediterráneos, áridos y semiáridos, al perder su cubierta vegetal, reducen los nutrientes y materia orgánica del suelo como indica la tabla N°2, comprometiendo su funcionalidad y la provisión de servicios ecosistémicos, (Cabrera, Nava, Constante, Cruz, & González, 2018)

**Tabla N°2. Alteraciones en el suelo dependiendo de la temperatura alcanzada.**

Temperatura °C	Alteración
40-70	Degradación de proteínas y muerte de tejidos biológicos
48-54	Deshidratación de determinadas raíces o muerte
70-90	Muerte de determinadas semillas
50-121	Muerte de microorganismos edáficos
180-300	Destilación destructiva y combustión de alrededor del 85% del horizonte orgánico
200-250	Incremento de la hidrofobicidad del suelo mineral
200-315	Comienza la destilación de la materia orgánica del suelo
270-300	Destrucción de la hidrofobicidad del suelo
200-400	Comienza la destilación de nutrientes (particularmente N)
>300	Los horizontes orgánicos superficiales del suelo son enteramente consumidos
>420	Pérdidas de agua en los minerales de la fracción de arcilla
450-500	Completo consumo de la materia orgánica
>600	Máxima pérdida de fósforo y potasio, oxidación de enlaces metálicos
>800	Oxidación de azufre
>980	Cambios irreversibles en los minerales de la arcilla
>1240	Volatilización del calcio

Fuente: (Mataix-Solera & Guerrero, 2007)

**b) Incendios subterráneos:** Son aquellos en los que el fuego quema el mantillo bajo la superficie del suelo o la materia orgánica acumulada en el suelo, debido a la escasa cantidad de oxígeno tiene pequeñas llamas, destruyendo el subsuelo, la flora y la fauna edáfica (Cabrera, Nava, Constante, Cruz, & González, 2018).

**c) Incendios de copa o corona:** son los incendios que consumen los árboles en su totalidad, propagándose de copa en copa y de manera superficial a la vez, la

peligrosidad de este tipo de incendios se intensifica bajo condiciones de sequía (Villers, 2006), es por esta razón que la gestión forestal en el siglo XXI y actual contexto de cambio climático global, debe considerar más que nunca los incendios forestales. Para orientar la gestión forestal y desarrollar modelos de gestión que integren el fuego como condicionante es imprescindible un análisis específico de su recurrencia, intensidad y patrón espacial de afectación. (Castellnou, Pagés, Miralles, & Piqué, 2009).

### **6.7.1 Factores que inciden en la magnitud de los incendios**

Las condiciones previas de ciertos factores de humedad en materiales combustibles, humedad relativa del ambiente y temperatura son factores importantes para determinar el riesgo al que está expuesta una determinada área, sin embargo, los factores más importantes que inciden en la magnitud de los incendios se pueden clasificar como de tipo ambiental, por ejemplo la precipitación, temperatura y altitud y factores antropogénicos, como la distancia a caminos, distancia a localidades, distancia a zonas deforestadas e índice de gravedad de población (Pérez-Verdín, Márquez, Cortés, & Salmerón, 2013)

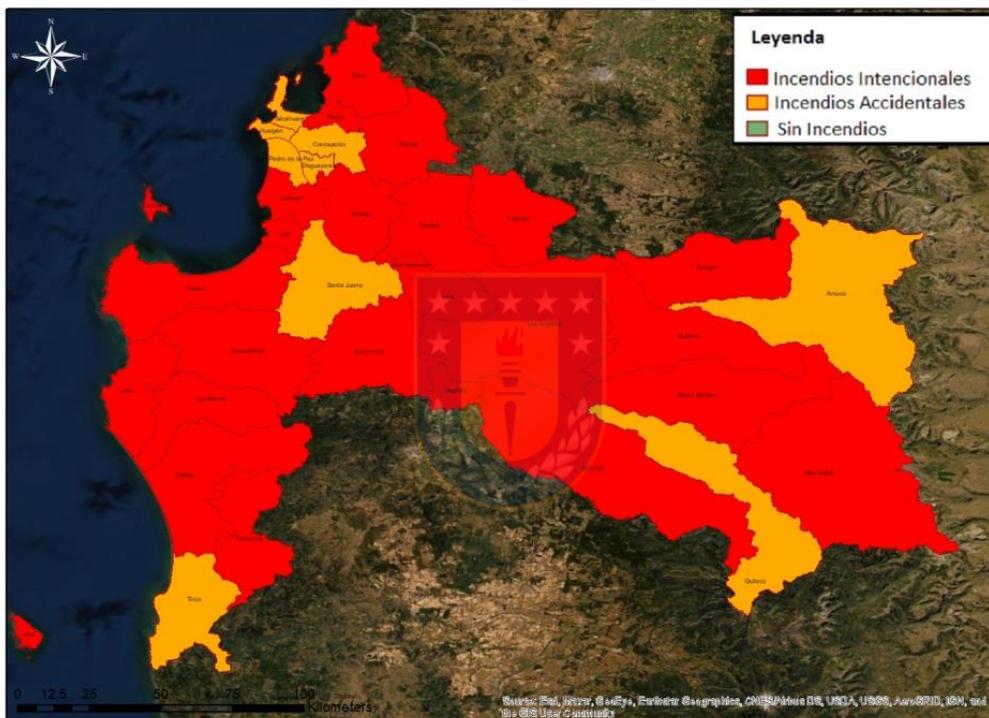
Algunos de los factores que inciden en el nivel de riesgo de incendio de una determinada área es la temperatura, la humedad relativa y los combustibles forestales o biomasa y la humedad de estos (Villers, 2006), los combustibles forestales pueden clasificarse en vivos y muertos, el combustible forestal vivo corresponde a arbustos, hierbas y árboles, la velocidad de ignición depende netamente de la humedad de estos y el combustible forestal muerto corresponde a hojarasca y troncos en la superficie del suelo, la humedad de esto depende directamente de las condiciones atmosféricas.

### **6.7.2 Causas de los incendios forestales**

Los fuegos han ido aumentando como consecuencia principal de los cambios del uso del suelo; por ejemplo, el abandono de prácticas tradicionales agrícolas y de pastoreo, está generando combustibles en un contexto paisajístico nuevo

donde quizás nunca antes había existido (Velez, 2005), sin embargo, al analizar la causalidad de los incendios en Chile, mediante informes actualizados de CONAF (2020) un 68% de los incendios ocurridos en nuestro país corresponden a incendios intencionales, un 0,2% a incendios naturales, un 25% a incendios accidentales o negligentes y un 7% a incendios de causa desconocida.

**Figura N°5: Principal grupo de causas de incendios forestales según comuna (Región del Biobío).**

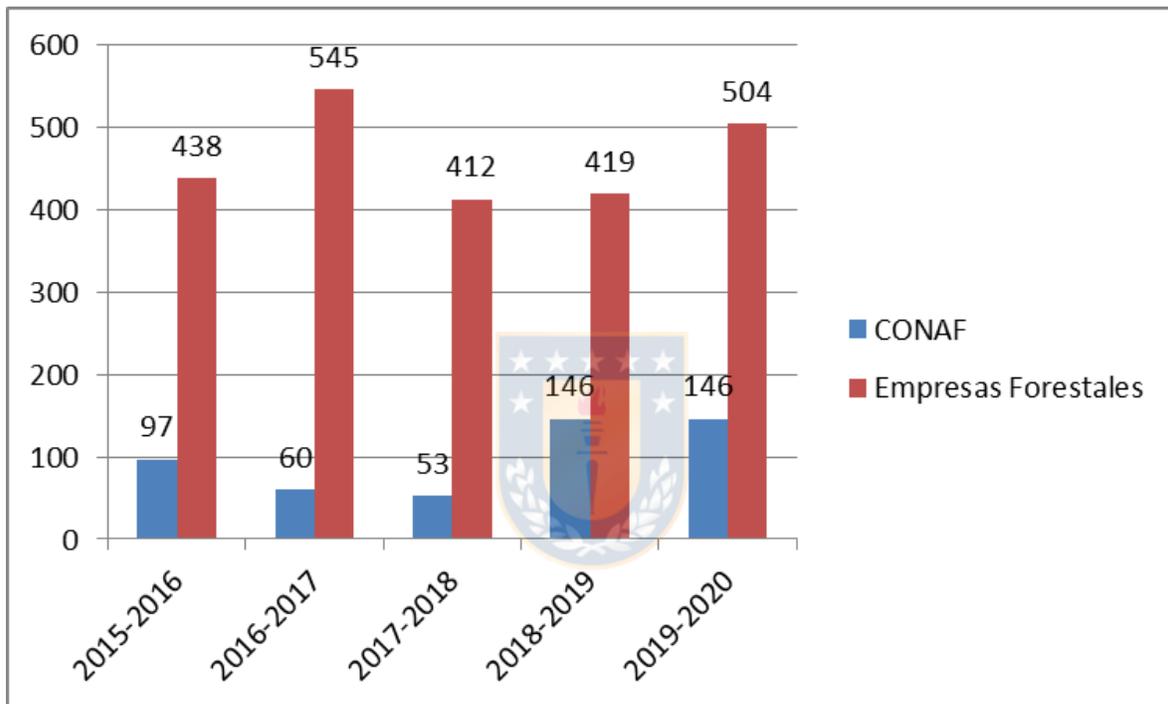


**Fuente:** (CONAF, prevencionincendiosforestales, 2020)

Los incendios de tipo accidental se provocan cuando se han tomado las precauciones del caso y aun así ocurre el incendio, como por ejemplo, accidentes eléctricos, incendios estructurales u otros; actividades recreativas; confección y/o extracción productos secundarios del bosque; faenas agrícolas y pecuarias; faenas forestales; operaciones en vías férreas; otras actividades; quema de desechos; tránsito de personas, vehículos o aeronaves, entre otros, vale destacar que dentro del grupo de causas accidentales, se encuentran también los incendios

del tipo negligente y esto corresponde a cuando hay descuido en alguna de las precauciones y se inicia el fuego, los incendios de tipo intencional se producen cuando el objetivo es prender fuego, causando o no causando daño, del tipo natural se refiere a fuentes naturales de incendio, tales como: rayos y erupciones volcánicas y del tipo desconocido referido a incendios en que la causa es desconocida o indeterminada (CONAF, [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl), 2021)

**Figura N°6 Incendios forestales intencionales al mes de enero 2020, región del Biobío**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (CONAF, [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl), 2021)

### 6.7.3 Consecuencias incendios forestales

Según Urzúa & Cáceres (2011) los incendios forestales poseen efectos ecológicos sobre el clima, al provocar cambios en los regímenes de vientos, aumento de la radiación solar y disminución de la humedad ambiental, reducción de la disponibilidad de oxígeno y contaminación atmosférica; sobre el suelo, al producir erosión y pérdida de suelos, deterioro de las propiedades físicas y químicas, pérdida de nutrientes, destrucción de la microfauna y estrato orgánico no incorporada al suelo mineral, sobre la vegetación, al producir la muerte de los

tejidos vegetales, alteraciones y deformaciones en los vegetales, incremento de plagas y enfermedades, cambios en sucesión vegetal y entrada de vegetación invasora, los cuales afectan tanto a los bosques nativos como a las especies exóticas, sin embargo, en nuestro país la mayor causa de incendios forestales, es decir, los incendios intencionales, ocurren con una frecuencia mucho mayor en las zonas de monocultivo de la región del Biobío que en zonas protegidas por CONAF.

Actúan también sobre los recursos hídricos al alterar relaciones hídricas y aumenta la escorrentía superficial, generando contaminación de aguas y sedimentación, produciendo también desecación de acuíferos, sobre el paisaje fragmentándolo y desertificándolo, sobre la biodiversidad al generar rupturas en las cadenas tróficas y alteraciones en las sucesiones ecológicas.

De igual manera los incendios forestales producen efectos socioeconómicos sobre la salud pública, al contaminar los suelos, el agua y la atmosfera, daños a la propiedad pública y privada, paralización de procesos productivos, disminución de fuentes de trabajo y por último pérdidas económicas directas (Urzúa & Cáceres, 2011)

### **6.8 Interfaz e intermix urbano forestal**

El interfaz Urbano-Forestal (IUF), corresponde a un concepto utilizado para describir aquellas zonas rurales crecientemente utilizadas para expansión de las áreas urbanas colindantes con las ciudades, es decir, corresponde a aquellas zonas en las que el terreno forestal 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) (Galiana Martín, 2012)

El término surge en Estados Unidos como Wildland Urban Interface (WUI), el cual emerge de una nueva necesidad en términos de planificación y gestión de los recursos naturales, incluyendo el tipo de especies que rodean tales asentamientos, como también las edificaciones y construcciones humanas que interactúan con combustibles de origen vegetal, en terrenos forestales no

modificados ( Alcántara Díaz, 2019), La existencia de zonas de IUF conlleva problemas ambientales que más van allá de los incendios forestales. En primer lugar, los problemas más claros y evidentes se producen cuando el fuego procedente de terrenos forestales alcanza la IUF. Entonces, se acentúa el carácter de emergencia extraordinaria del incendio forestal, puesto que peligran muchos bienes y vidas de personas no implicadas en las tareas de extinción ( Perez-Soba Diez del Corral & Jimenez Shaw, 2019) esta realidad constituye una dinámica territorial preocupante en relación con el problema de los incendios forestales (Galiana Martín, 2012).

Haltenhoff (2013) define en términos espaciales que los incendios forestales pueden ocurrir en la interfaz, la cual es la primera línea de edificios adyacentes a densa vegetación forestal, es decir, donde las construcciones y los combustibles forestales se unen en un límite bien definido, o bien, en la intermix, cuyas áreas muestran casas individuales o grupos de edificios rodeados de combustibles forestales, las cuales se entremezclan sin claridad ni límite definido, existen además áreas susceptibles de riesgo por focos secundarios cuando el viento expande las brasas y pavesas encendidas en las áreas urbanas a cierta distancia de la interfaz.

Por las implicancias del concepto, es que la Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha integrado los conceptos interfaz e intermix urbano forestal para lograr una gestión integral del riesgo de incendios forestales, ya que cuando se producen incendios forestales el foco de atención no sólo está puesto en la protección del bosque y el medio ambiente, sino que en mayor medida en la vida de las personas, y en los bienes materiales de éstas (CONAF, [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl), 2021), es por esto que CONAF cuenta con una metodología de gestión de interfaz urbano-forestal, la cual tiene como objetivo implementar un sistema de evaluación y clasificación de casas e infraestructura en estas zonas, con tal de efectuar acciones de mitigación en torno a los incendios forestales. Esta metodología está en proceso de ser implementada en conjunto con Bomberos de Chile, Gendarmería de Chile y a nivel interno de la Corporación por medio de las

Unidades de Análisis y Diagnóstico a lo largo del país; el interés por la IUF y su propia definición se relacionan directamente con su consideración como un territorio de riesgo frente a los incendios forestales.

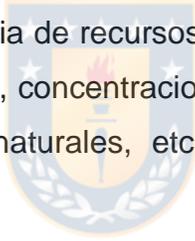
### **6.8.1 Estructuras propias del interfaz urbano-forestal**

Greenpeace (2017) genera una subdivisión dentro del concepto en el que define las estructuras más peligrosas del interfaz, los diseminados, corresponden a implantación de extensas zonas urbanizadas sin ordenación rigurosa del paisaje, a menudo ilegales o alegales, en las que no existen infraestructuras comunes consolidadas y en muy raras ocasiones cuentan con una organización administrativa, es decir, está estrechamente relacionado a la creciente dispersión del sistema de asentamientos y a la progresión de la vegetación natural (Galiana Martín, 2012), El llamado intermix corresponde a aquellas zonas en las que las viviendas se distribuyen densamente y cercanas unas a otras, con densa red viaria, en muchas ocasiones laberínticas (llegando a muchos callejones sin salida). Además, se intercala una continuidad de estructuras de vegetación ya sea ésta forestal o la resultante de los jardines (Greenpeace, 2017), en ambas estructuras mencionadas anteriormente existen diversas complicaciones en el área de combate contra incendios forestales, ya que al no existir perímetro claro, la reducida presencia de organización administrativa provoca que sea aún más complejo proponer medidas preventivas útiles y operaciones de extinción de incendios, la necesidad de gestionar la IUF se plantea desde varias perspectivas, que abarcan tanto las fases de prevención como de extinción de las emergencias, y que tienen que ver con la actuación abordada desde diferentes intervenciones públicas (planificación espacial, política forestal y de incendios, protección civil). Desde el punto de vista de la prevención, el tratamiento debería enfocarse, en primer lugar, a evitar su proliferación; sin embargo, los escasos esfuerzos realizados en este sentido se encaminan de manera prioritaria al tratamiento de la realidad existente (Galiana Martín, 2012).

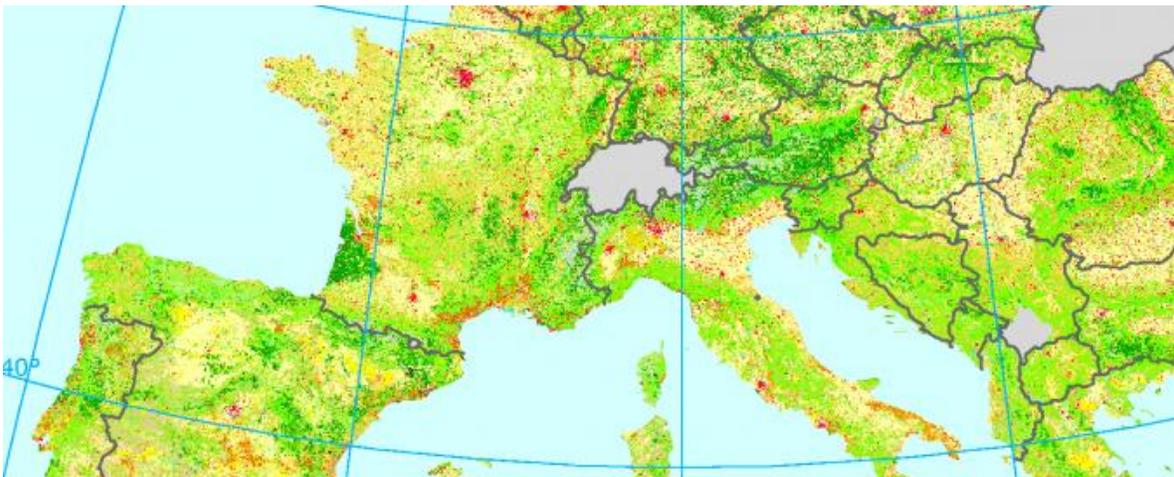
## 6.9 CORINE Land Cover (CLC)

La metodología Corine Land Cover, también conocida como CLC, proviene del programa CORINE (Coordination of Information of the Environment), fue creado en 1985 por la Unión Europea y desarrolla la creación de una base de datos sobre la cobertura y uso del territorio en la Unión Europea a escala 1:100.000 ( Valencia Hernández & Anaya Acevedo, 2009). Actualmente está dirigido por la Agencia Europea de Medio Ambiente, en Copenhague, donde se analizan los datos recogidos por los sensores remotos.

Su principal función radica en recopilar información sobre el estado medioambiental de la superficie terrestre respecto a ciertos temas que tienen prioridad para la comunidad, como por ejemplo la distribución geográfica y el estado de las áreas naturales, la distribución geográfica y abundancia de fauna y flora silvestre, calidad y abundancia de recursos hídricos, estructura de la cubierta terrestre y el estado de los suelos, concentraciones de sustancias tóxicas vertidas en el medioambiente, peligros naturales, etc. (European Environment Agency, 1995)



**Fig N°7: CORINE Land Cover 2000 DATA**



Fuente: (United Nations, Land Cover Map (Corine Land Cover - EEA), 2014)

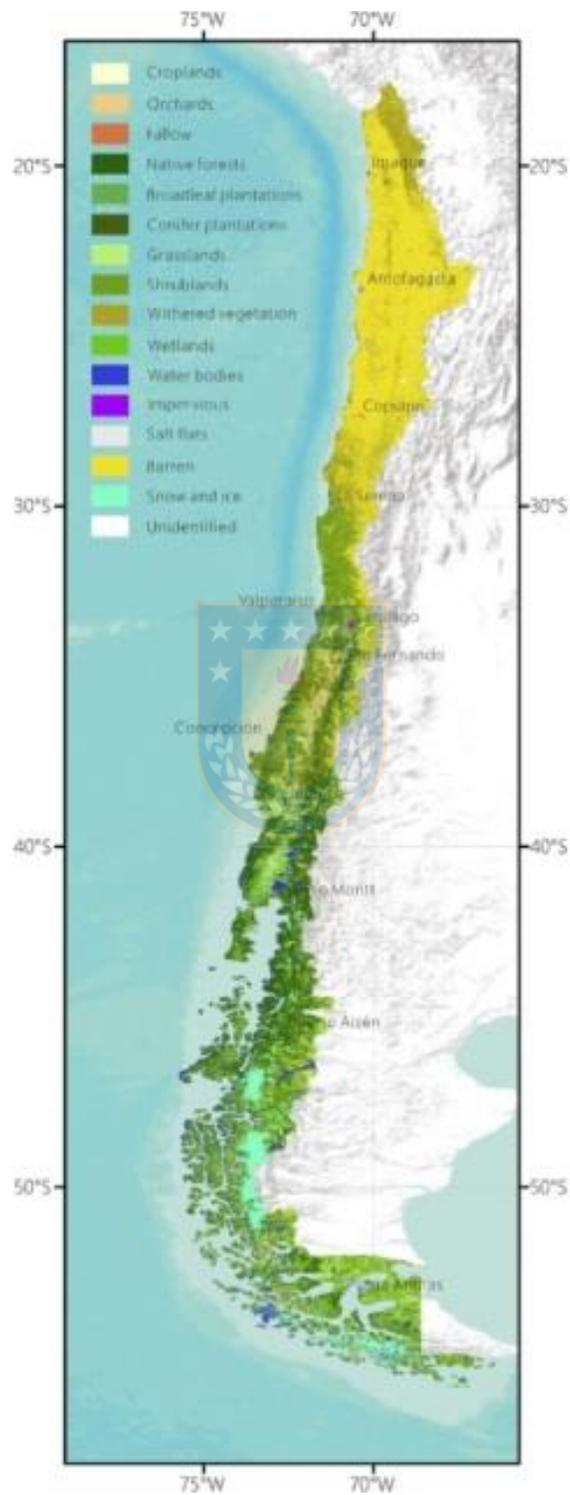
### **6.9.1 Land Cover Classification System (LCCS)**

Land Cover Classification System (LCCS) es un sistema de clasificación de la cobertura terrestre desarrollado por FAO, para proporcionar un marco coherente para la clasificación y el mapeo de la cubierta terrestre. Sus principales objetivos eran superar la rigidez de las clasificaciones de cobertura del suelo a priori, que en muchas situaciones prácticas no permiten una asignación fácil en una de las clases predefinidas y, por lo tanto, no son muy adecuadas para la cartografía. En cambio, LCCS optó por un enfoque basado en dos fases principales. La primera fase es una 'Fase Dicotómica' inicial, en la que se definen ocho tipos principales de cobertura terrestre: Áreas terrestres cultivadas y gestionadas, Vegetación terrestre natural y seminatural, Áreas acuáticas cultivadas o regularmente inundadas, Vegetación acuática natural y seminatural o regularmente inundada, Superficies artificiales y áreas asociadas, Áreas desnudas, Cuerpos de agua artificiales, Nieve y hielo, y Cuerpos de agua naturales, nieve y hielo. A la Fase Dicotómica le sigue una 'Fase Modular-Jerárquica', en la que las clases de cobertura terrestre se crean mediante la combinación de conjuntos de clasificadores predefinidos, que son diferentes para cada uno de los ocho tipos principales de cobertura terrestre. (FAO, 2000)

Este sistema puede ser aplicado para clasificar coberturas de suelo en cualquier parte del mundo, utilizando un conjunto de criterios diagnósticos independientes, denominados clasificadores, que permiten correlacionar con clasificaciones y Leyendas ya existentes (INTA, 2009).

En Chile entidades como el laboratorio de geomatica y ecología del paisaje (GEP) de la Universidad de Chile han desarrollado un Mapa de Cobertura de Suelos de Chile, a través de la metodología entregada por LCCS que permite realizar una modelación de procesos ecológicos con una descripción más real y menos potencial del hábitat (Hernandez, Galleguillos, & Estados, 2016), como la presente investigación.

**Figura N°8: Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014**



**Fuente:** (Hernandez, Galleguillos, & Estades, 2016)

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1 Enfoque metodológico**

El enfoque metodológico utilizado consiste en un modelo cuantitativo empírico analítico a través del cual se busca recopilar antecedentes e información para posteriormente procesarlos obteniendo como resultado final mapas de riesgo que puedan ser utilizados en la gestión y toma de decisiones en el marco de la reducción del riesgo de desastre.

La realización de estudios, escenarios, mapas y modelos de amenaza, los sistemas de información sobre la exposición, la evaluación de la vulnerabilidad de los componentes expuestos, la calificación y la visualización del riesgo (Yamin & Et al, 2013) son agentes clave en la investigación aplicada que esta investigación plantea.

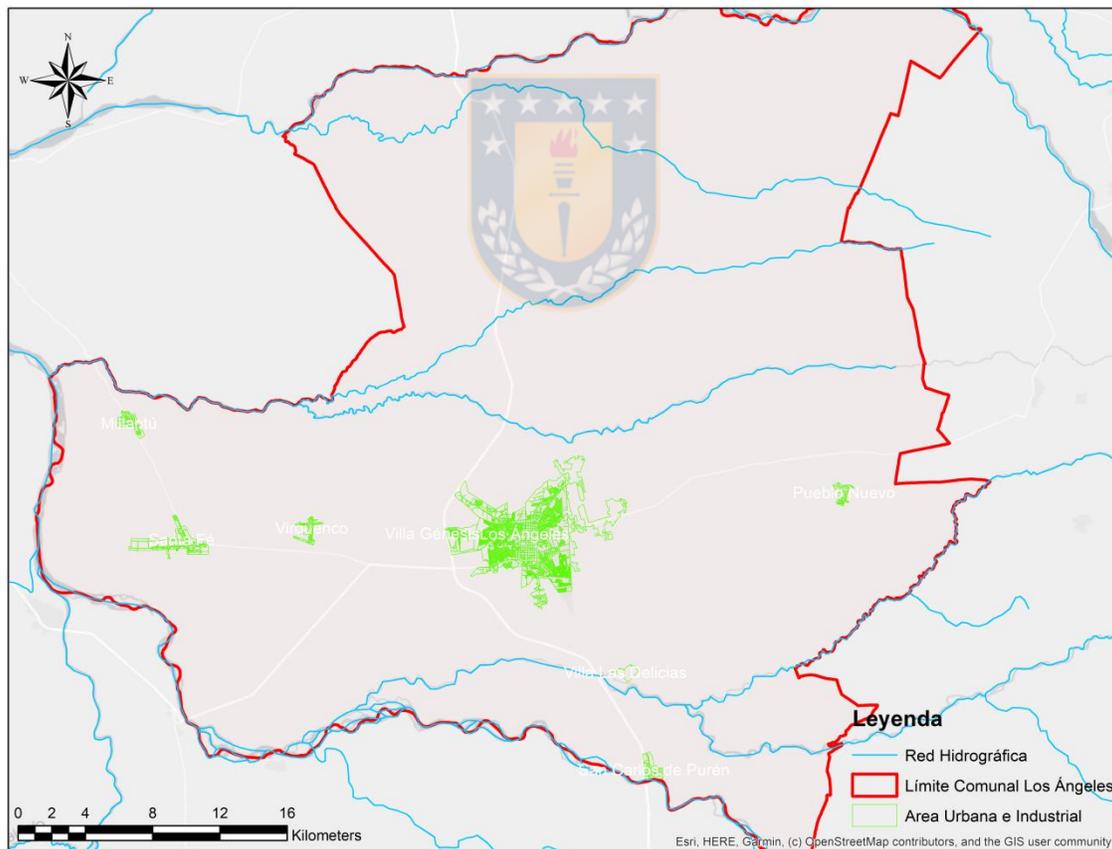
El análisis bibliográfico, la infraestructura de datos espaciales proporcionados por instituciones públicas, el uso de sistemas de información geográfica, modelos territoriales y estadísticos son las técnicas fundamentales que esta investigación utilizará.

### **7.2 Área de estudio.**

La comuna de Los Ángeles está ubicada en la octava región de Chile, en las coordenadas Latitud: -37.4667, Longitud: -72.35 37° 28' 0" Sur, 72° 21' 0" Oeste, posee una superficie de 1.748,00 km<sup>2</sup>, con un clima mediterráneo y una altitud media de 115 metros (db-city, 2017), según datos de Censo (2017) la población de Los Ángeles es de 202331 habitantes con una densidad poblacional de 115,8 habitantes/Km<sup>2</sup>.

El área de estudio de la presente investigación abarca las zonas de interfaz e intermix urbano-forestal de la comuna de Los Ángeles, comuna con predominancia de los suelos aluviales del valle central y suelos de las serranías costeras de la zona centro (CEDEUS, 2016), diferentes usos de suelo, sin embargo, los usos de suelo más frecuentes en el sector son agrícolas, forestales, praderas y matorrales, tres de los usos que más riesgo y susceptibilidad a ser consumidas por incendios poseen (IDEAM, 2011), por esto, es que la elección de las áreas a incluir dentro de la investigación se debe adaptar a representar estos términos, los cuales según MINVU, representan las áreas adyacentes al área urbana consolidada hasta un kilómetro de distancia.

**Figura N°9: Área de estudio**



**Fuente: Elaboración Propia**

Al investigar sobre sectores rurales o del interfaz o intermix urbano forestal de la comuna de Los Ángeles, se puede apreciar la gran oferta de loteos y venta de parcelas en los alrededores, aumentando aún más la presión sobre el espacio geográfico y la dispersión urbana, es decir, haciendo cada vez más amplias las zonas que entran en la definición de espacio de interfaz e intermix urbano forestal, para escoger territorios representativos se separaron las zonas inmediatas a las áreas urbanas y las zonas rurales más alejadas del centro urbano de la ciudad de Los Ángeles y se incluyen todas las zonas adyacentes al área urbana consolidada, hasta un kilómetro, representando de esta forma en su totalidad el espectro del interfaz urbano-forestal (IUF) de la comuna de Los Ángeles, el cual integra a las zonas periféricas del área urbana de la comuna de Los Ángeles, y de 7 zonas pobladas, Millantú, Santa Fé, Virquenco, Villa Genesis, al Oeste de la comuna y Villa las delicias, San Carlos de Purén y Pueblo Nuevo al Este de la comuna.

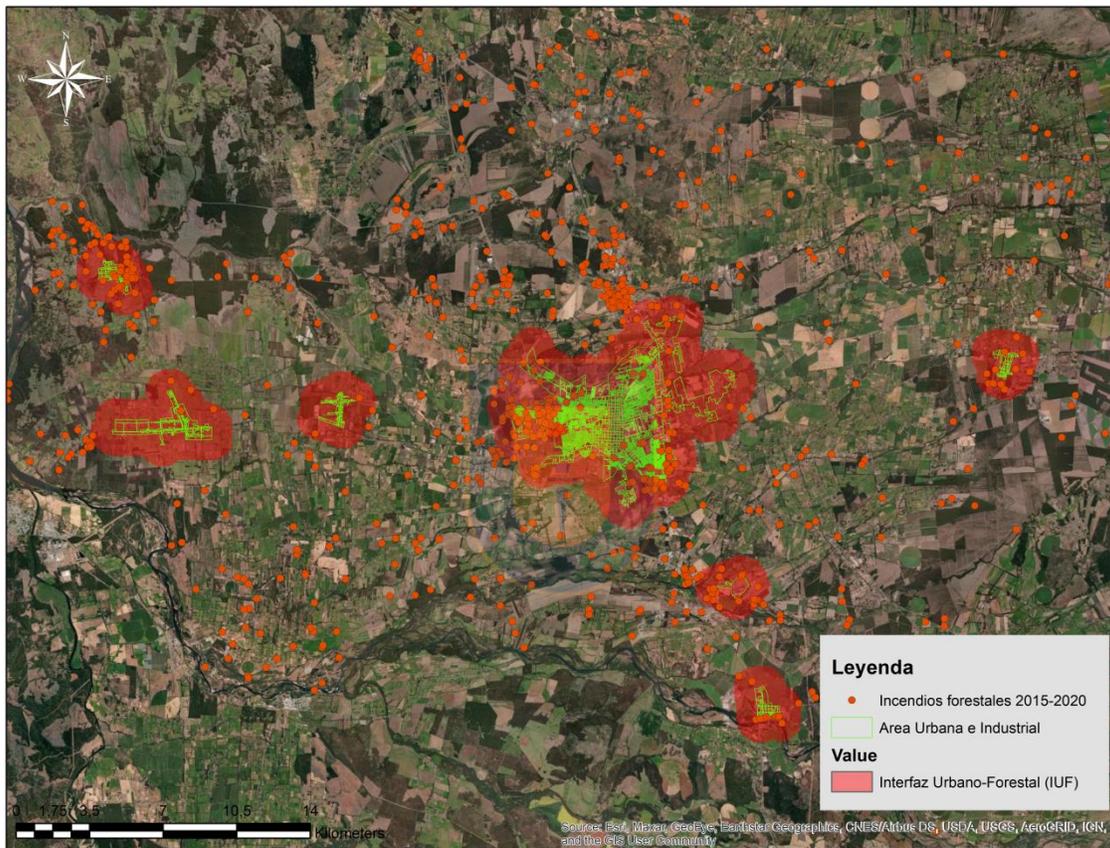


### **7.3. Determinación del Interfaz Urbano Forestal (IUF)**

Para dar inicio al trabajo de investigación sobre el interfaz e intermix urbano-forestal de la comuna de Los Ángeles se debe delimitar estas zonas en el área de estudio. En la actualidad en Chile, no existe aún una definición legal de interfaz que incluya una cuantificación en distancia que permita delimitarla. No obstante, la experiencia ha demostrado que la mayor ocurrencia de incendios forestales se produce en la zona de traslape entre lo urbano y lo rural, por lo que, considerando las actuales prioridades de protección: vida humana, infraestructura y medioambiente (CONAF, [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl), 2021), las áreas de interfaz urbano rural se definen a partir de los planes reguladores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), en la que se enmarca la zona construida (límite de edificación) y un espacio de expansión urbana y se genera el límite urbano de cada ciudad. Sobre este límite urbano se añade una superficie de 1 km de ancho (buffer) (CONAF, PLAN REGIONAL DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES, 2019) lo

que representaría en los sistemas de información geográfica a las áreas de interfaz urbano-forestal.

**Figura N°10: Delimitación zonas IUF de la comuna de Los Ángeles**



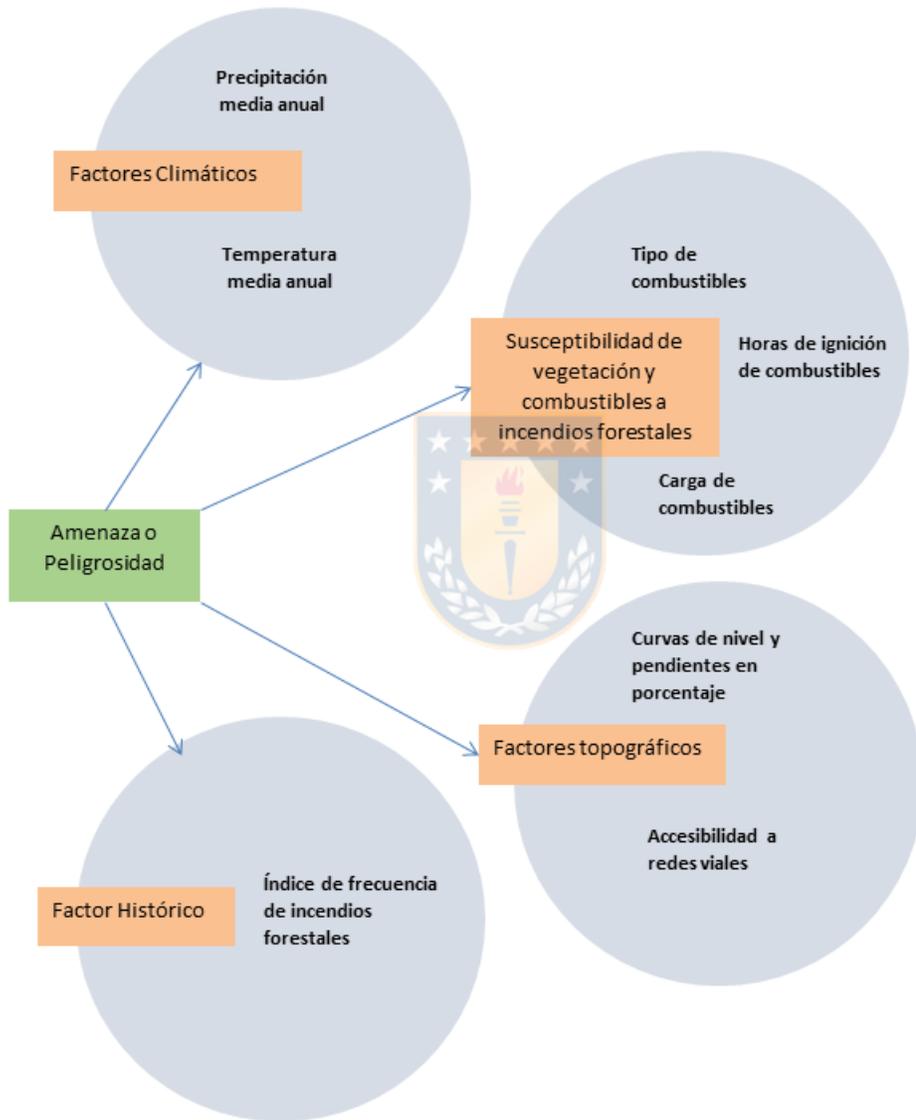
Fuente: Elaboración propia

#### **7.4. Modelo evaluación de amenaza de incendio forestal**

Para la generación de un modelo de amenaza de incendio forestal es necesario conocer aquellos factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, según IDEAM (2011) un modelo predictivo de la amenaza debe incluir a los factores que inciden en el comportamiento del fuego, conocidos como la gran triada, es decir, la topografía, el tiempo atmosférico y los combustibles, para ello, el modelo escogido separa estos factores en 4 grandes grupos que a su vez contienen otros subfactores, partiendo por el factor climático, el cual contiene a la

precipitación media anual y la temperatura media anual, la susceptibilidad de la vegetación y combustibles a incendios forestales, que incluye los tipos de combustibles, horas de ignición de combustibles y carga de combustibles, factores topográficos, que incluyen curvas de nivel y pendientes en porcentaje y accesibilidad a redes viales y por último el factor histórico, que incluye un índice de frecuencia de incendios forestales.

**Figura N°11: Esquema metodológico gráfica de la evaluación de la amenaza.**



**Fuente: elaboración propia a partir de (IDEAM, 2011)**

**A) Factores Climáticos:** la susceptibilidad de la vegetación se ve afectada por factores externos de tipo climático que están íntimamente ligados a ella generando variaciones intrínsecas de sus cualidades principalmente en lo que hace referencia a la humedad contenida en los tejidos vegetales (influida directamente por la **precipitación, humedad del suelo y temperatura ambiental**), para obtener la información adecuada debe generarse una capa con la temperatura media anual representada en un mapa de isotermas para el área de estudio (IDEAM, 2011)

**Tabla N°4: Nivel amenaza según factores climáticos**

Precipitación media anual (mm)	Categoría de amenaza	Calificación
Árido (0-500)	Muy Baja	1
Pluvial (>7000)	Muy Baja	1
Muy húmedo (3000-7000)	Moderada	2
Húmedo (2000-3000)	Moderada	3
Seco (1000-2000)	Alta	4
Muy seco (500-1000)	Muy Alta	5

Temperatura media anual (°C)	Categoría de amenaza	Calificación
Nival (<1.5)	Muy Baja	1
Extremadamente frío (1.5 - 6)	Muy Baja	1
Muy frío (6 - 12)	Moderada	2
Frío (12 - 18)	Moderada	3
Templado (18 - 24)	Alta	4
Cálido (>24)	Muy Alta	5

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

## B) Susceptibilidad de la vegetación a incendios

A partir del marco metodológico establecido por IDAEM (2011) se realiza una calificación de los factores de mayor relevancia que caracterizan la condición pirogénica y que tienen una alta importancia en el establecimiento de la susceptibilidad, para determinar y representar gráficamente los niveles de susceptibilidad de la vegetación a incendios se tomarán en cuenta tres índices.

1. **Tipo de combustibles:** Usando los mapas de cobertura vegetal se genera una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada de ellos un valor de calificación establecido en los siguientes cuadros

**Tabla N°5: Nivel amenaza según tipo de combustible**

Tipo de Cobertura	Tipo de combustible predominante
Afloramientos rocosos	No combustibles
Bosque denso	Arbustos
Bosque fragmentado	Árboles
Bosque de galería y ripario	Árboles
Bosque denso	Árboles
Bosque fragmentado	Árboles
Arbustal	Arbustos
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas
Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
Mosaico de cultivos	Hierbas
Pastos enmalezados	Pastos
Pastos limpios	Pastos
Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
Herbazal	Hierbas
Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Tipo de combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
Árboles	Baja	2
Árboles y arbustos	Moderada	3
Arbustos	Alta	4
Hierbas	Alta	4
Pastos / hierbas	Muy Alta	5
Pastos	Muy Alta	5
No combustibles	Muy Baja	1
Áreas urbanas	Muy Baja	1

Fuente: (IDEAM, 2011)

- 2. Horas de ignición de combustibles:** duración de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1 hr, 10 hr, 100 hr), según IDEAM (2011), índice caracterizado por otorgar mayores niveles de peligrosidad a zonas en las cuales la combustión sea más rápida, tales como zonas de matorrales, pastizales y áreas de cultivo.

**Tabla N°6: Nivel de Amenaza según horas de ignición del combustible**

Tipo de Cobertura	Duración del combustible predominante
Afloramientos rocosos	No combustibles
Bosque denso	10 horas
Bosque fragmentado	100 horas
Bosque de galería y ripario	100 horas
Bosque denso	100 horas
Bosque fragmentado	100 horas
Arbustal	100 horas
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
Mosaico de cultivos	10 horas
Pastos enmalezados	1 hora
Pastos limpios	1 hora
Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
Herbazal	10 horas
Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Duración de los combustibles	Categoría de Amenaza	Calificación
No combustibles	Muy Baja	1
Áreas urbanas	Muy Baja	1
100 horas (Predominio de árboles)	Baja	2
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	Moderada	3
1 hora (Predominio de pastos)	Alta	4

Fuente: (IDEAM, 2011)

3. **Carga de combustibles:** caracterización dependiente de la correlación entre biomasa aérea en Ton/ha (asignada para cada cobertura vegetal mayoritaria mediante la metodología Corine Land Cover), para el presente estudio se adaptará esta categorización acorde a los datos disponibles en las bases de datos nacionales y humedad media de la vegetación obtenida a través de una distribución cualitativa de los rangos obtenidos a partir del índice de vegetación NDVI.

Al asignar las calificaciones y generar los mapas de tipo, duración y carga de combustibles, se realiza una expresión algebraica de mapas, que tendrá un resultado que agrupa 5 categorías mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asignará una calificación que varía entre susceptibilidad muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{SUSC} = \text{CAL}(\text{tc}) + \text{CAL}(\text{dc}) + \text{CAL}(\text{ct})$$

Dónde:

**SUSC:** Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

**CAL(tc):** Calificación por tipo de combustible

**CAL(dc):** Calificación de la duración de los combustibles

**CAL(ct):** Calificación de la carga total de combustibles (IDEAM, 2011)

Para adaptar la metodología CORINE Landcover y que esta fuese utilizable para generar cartografías de amenaza fue reclasificada y modificada de tal forma que fuesen visibles las coberturas que se deseaban visualizar, además de la supervisión constante al shape de cobertura de suelos entregado por IDE Chile, el cual, a su vez contiene información sobre superficies, flora, sub uso de suelo y estructura.

### **C) Factores Topográficos**

A partir de la capa de información de curvas de nivel se genera un modelo digital del terreno y a partir de éste el mapa de pendientes en porcentaje, El mapa de pendientes en porcentaje se reclasifica y se le asigna una clasificación según el cuadro entregado por IDAEM (2011)

**Tabla N°7: Nivel de amenaza según pendiente**

Pendiente media (%)	Categoría de Amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy Baja	1
7 – 12 %	Baja	1
12 – 25 %	Moderada	2
25 – 75 %	Alta	3
> 75 %	Muy Alta	4

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

### **Accesibilidad**

Proceso realizado a partir de la creación de áreas de influencia (Buffer) de la red vial, generando 4 zonas buffer cada una de 500 m de grosor, calificando la amenaza sobre la cobertura mediante la mayor o menor posibilidad de acceso que se tenga sobre ellas

**Tabla N°8: Amenaza según cercanía a redes viales**

Distancia a la vía (Grosor del buffer en m)	Categoría de Amenaza	Calificación
0 – 500	Muy Alta	5
500 – 1000	Alta	4
1000 – 1500	Moderada	3
1500 – 2000	Baja	2
Más de 2000	Muy Baja	1

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

### **D) Factor histórico**

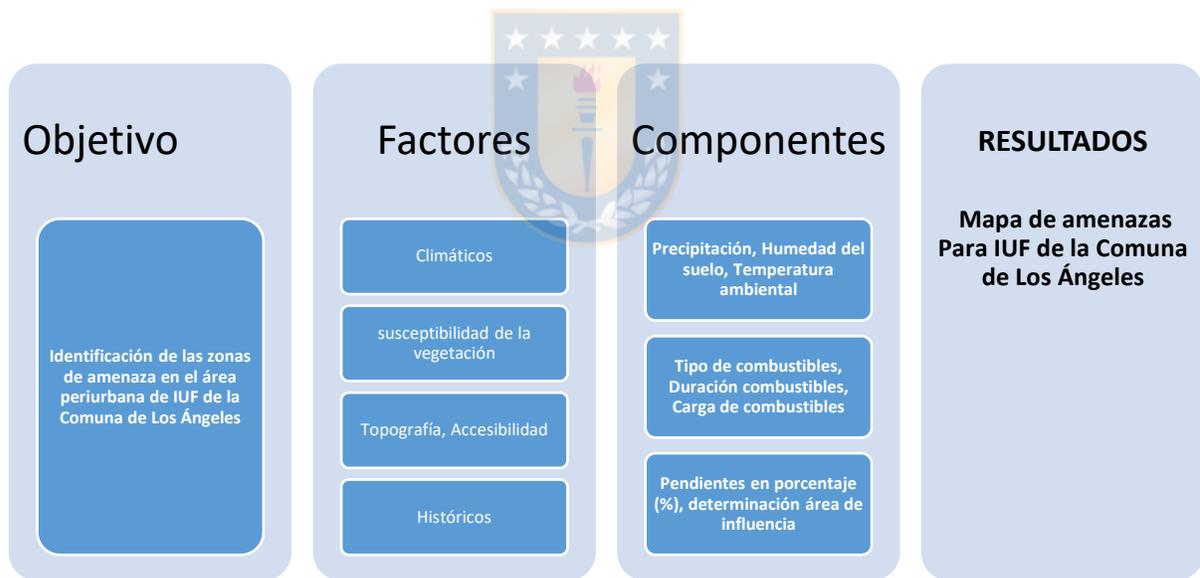
Mediante la revisión de antecedentes históricos sobre eventos de incendios forestales en la zona y la sumatoria de estos datos individuales se realiza una interpolación espacial de datos, para así obtener una representación gráfica empírica de las zonas con mayor riesgo histórico.

Con algebra de mapas se genera una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales.

$$\text{Amenaza} = \text{susceptibilidad de la vegetación} \times (0,17) + \text{precipitación} \times (0,25) + \text{temperatura} \times (0,25) + \text{pendientes} \times (0,03) + \text{frecuencia} \times (0,05) + \text{accesibilidad} \times (0,03)$$

Una vez realizada la respectiva suma ponderada, se procede a realizar una distribución de frecuencias en 5 rangos para así llegar a categorizar el grado de amenaza entre muy baja (rango menor) a muy alta (rango mayor), considerando las categorías intermedias de baja, moderada y alta, respectivamente (IDEAM, 2011), sin embargo, para el paso siguiente esta se reclasificará en 3 clases (Alta, media y baja) ya que, la metodología Vera y Albarrancín (2011) utiliza una triple clasificación para delimitar los niveles de vulnerabilidad.

**Figura N°12: Cuadro Metodológico para la evaluación de las amenazas de incendio forestal.**



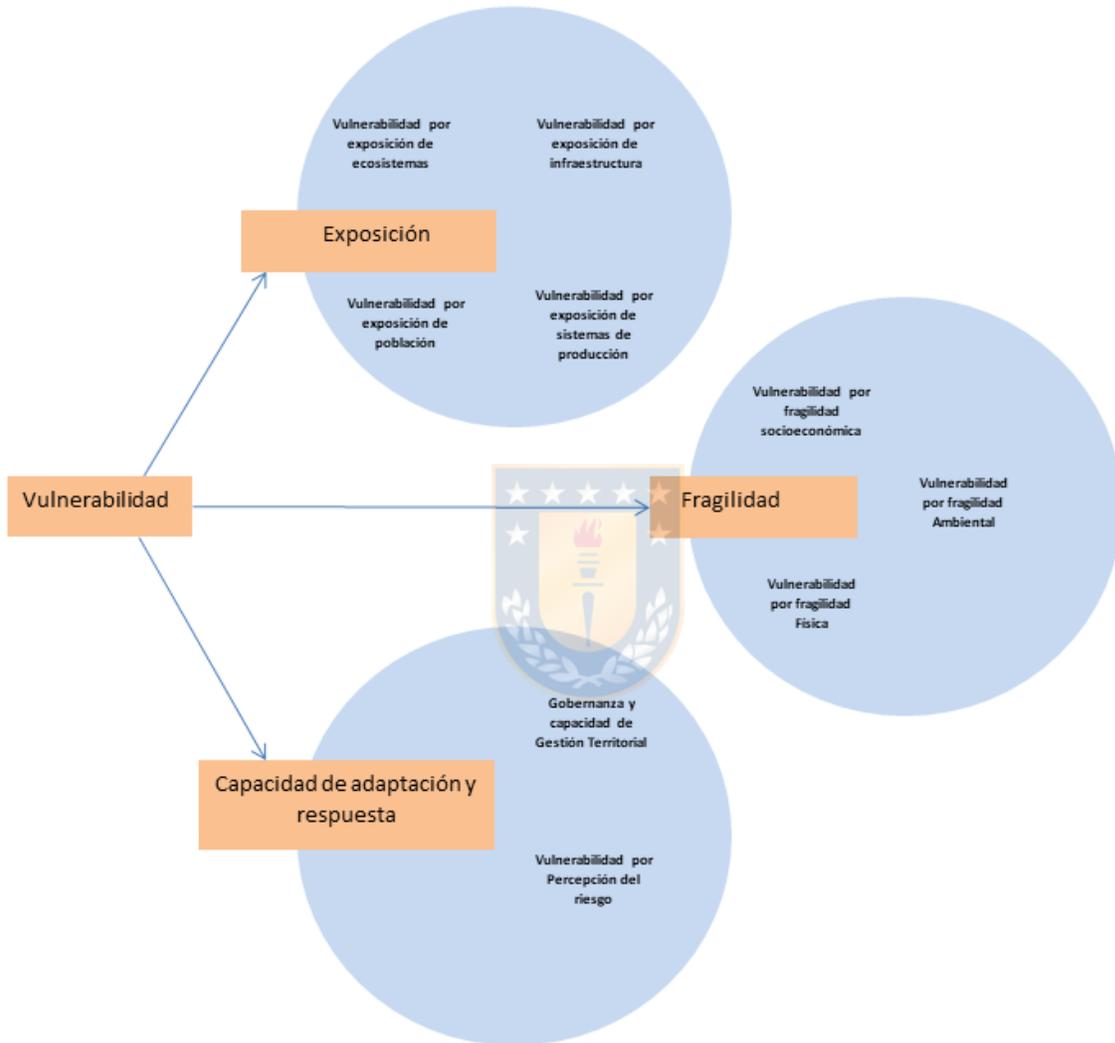
Fuente: elaboración propia

## 7.5 Modelo de Evaluación de Vulnerabilidad.

Se ha generado una adaptación del marco metodológico entregado por Vera & Albarrancín (2017) combinándolo con factores de vulnerabilidad relacionados con emergencias por incendios forestales, de esta forma se pueden generar matrices

de evaluación de la vulnerabilidad para cada factor de esta, sin necesariamente perder el enfoque de la presente investigación.

**Figura N°13: Esquema metodológico gráfica de la evaluación de Vulnerabilidad**



Fuente: elaboración propia a partir de Vera & Albarracín (2017)

Mediante Los 3 factores de vulnerabilidad y los componentes asociados a esta se pretende obtener la vulnerabilidad global mediante una relación aritmética simple, a la cual se le asignan valores asociados a la siguiente tabla:

**Tabla N°8: Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad.**

Categoría	Valor	Convención
Bajo	1	
Medio	3	
Alto	5	

Fuente: Elaboración propia a partir de (Vera & Albarrancín, 2017)

$$V = VE + VF + VCA\&R$$

---

3

**Dónde:**

***V: Vulnerabilidad global***

***VE: Vulnerabilidad por exposición***

***VF: Vulnerabilidad por fragilidad***

***VCAyR: Vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta***

Para el desarrollo de la evaluación de vulnerabilidad ante incendios forestales se adaptó el modelo de Vera y Albarrancin (2017), que obtiene niveles de Vulnerabilidad por exposición (VE), Vulnerabilidad por fragilidad (VF) y Vulnerabilidad por capacidad de Adaptación y Respuesta (VCAyR).

Para conseguir los índices de vulnerabilidad por fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta, y posteriormente complementar los análisis de estos con las cartografías de niveles de amenaza anteriormente generados y vulnerabilidad por exposición, para llegar a los otros 2 índices de vulnerabilidad restantes se aplicaron encuestas , para determinar el tamaño de la muestra que se necesitó para representar a la población. Ello se realiza a través de la siguiente expresión utilizada para definir un número de muestras en poblaciones finitas.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

En la que:

**N**= Población Total

**Z $\alpha$** = 1,96<sup>2</sup>

**p**= Proporción esperada

**q**= 1 – p

**d**= Precisión

(Jaque & Et Al., 2019)

**N**= 202.331

**Z $\alpha$** = 1,96

**p**= 0,90

**q**= 1 – p = 0,10

**d**= 0,05

Tamaño muestra Los Ángeles: 138

### 7.5.1 Vulnerabilidad por Exposición

**Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas:** Evaluada mediante la valoración de la exposición de ciertos ecosistemas o coberturas de suelo (Bosque, Matorrales, Pastos) y su colindancia con zonas de amenaza anteriormente determinadas.

**Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras:** Evaluada mediante la valoración de la exposición de Vías de comunicación e Infraestructura crítica dichas infraestructuras fueron designadas según ZAGREV (2008) Como antenas de telecomunicación en la comuna, grifos, puentes y canales de la comuna y posteriormente recopilada su información territorial, para de esta forma valorizar el porcentaje expuesto en áreas de alta peligrosidad.

**Vulnerabilidad por exposición de la población:** Evaluada mediante la valoración de la exposición de viviendas, propiamente y poniendo mayor énfasis en el IUF.

**Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción:** Evaluada mediante la valoración de la exposición de cultivos, producción agropecuaria, plantaciones forestales, áreas de producción industrial, comercial y/o recreativa.

*La vulnerabilidad por exposición se evalúa mediante porcentaje de exposición, en el que **más del 20 %** del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta, **tendrán una vulnerabilidad alta (3 puntos)***

***Menos del 20 %** del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta y **más del 30 %** en amenaza media, **vulnerabilidad media (2 puntos)***

***Menos del 20%** de elementos en amenaza alta y **más del 60 %** del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza baja, **vulnerabilidad baja (1 punto)***

#### **7.5.2 Vulnerabilidad por fragilidad**

**Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica:** Evaluada según tramo en Registro social de hogares (RSH), aquella población perteneciente a los tramos 40, 50 y 60, presentan una vulnerabilidad alta (3 puntos) aquella población perteneciente a los tramos 70 y 80, presentan una vulnerabilidad media (2 puntos) y aquellos que pertenezcan a los tramos 90 y 100 presentan una baja vulnerabilidad (1 punto)

**Vulnerabilidad por fragilidad física:** Evaluada según materialidad de viviendas y estado de mantenimiento, se utilizarán datos de Censo 2017, determinando con ello si este es adecuado o inadecuado ante la amenaza de incendios forestales, tomando también en cuenta la variable de la exposición para valorar el nivel de vulnerabilidad en alto, medio, bajo, según la relación entre la materialidad y la exposición de esta.

**Vulnerabilidad por fragilidad ambiental:** evaluada según el equilibrio en la relación sociedad naturaleza (degradación de base ecosistémica y prácticas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático) áreas de

conflicto, cuantificadas mediante encuestas estandarizadas aplicadas a habitantes de las zonas en cuestión sobre asuntos ambientales atinentes a la zona.

***¿Cómo evalúa usted el estado en que se encuentra la flora y la fauna en su comuna?***

Pésimo + Malo	
Regular	
Bueno + Excelente	

***La gran presencia de monocultivo forestal en la región y en su comuna tiene que ver con la recurrencia de incendios forestales***

Mucho	
Escasamente	
Poco	

### **7.5.3 Vulnerabilidad por Capacidad de adaptación y respuesta**

- **Vulnerabilidad por gobernanza y capacidad de gestión territorial:** análisis de la implementación de planes estratégicos (POT, PLADECO, estudios de riesgo) que contemplan el componente de gestión del riesgo, la vulnerabilidad y todos los tópicos tratados en la investigación, instrumentos desactualizados y/o inexistentes supondrán una alta vulnerabilidad por gobernanza y capacidad de gestión territorial.
- **Vulnerabilidad por percepción del riesgo:** Percepción del riesgo de incendios forestales de la comunidad que habita la zona, mediante encuestas estandarizadas, con tres criterios **“No es tenido en cuenta, vulnerabilidad alta (3 puntos), Se tiene en cuenta, pero no es prioritario, vulnerabilidad media (2 puntos), Es prioritario, vulnerabilidad baja (1 punto)”**

Siguiendo el modelo proporcionado por Vera & Albarrancín (2017) se generará una valoración en orden de importancia de temas prioritarios que deben ser atendidos por la institucionalidad, incluyendo aspectos relacionados explícitamente

con el riesgo de desastres, el estudio de los autores incorpora a 42 habitantes de su área de estudio, entre ellos dirigentes sociales, en el caso de esta investigación se escogerá una cantidad muestral proporcional a la comunidad en la cual está centrada la investigación y que sea lo más representativa posible.

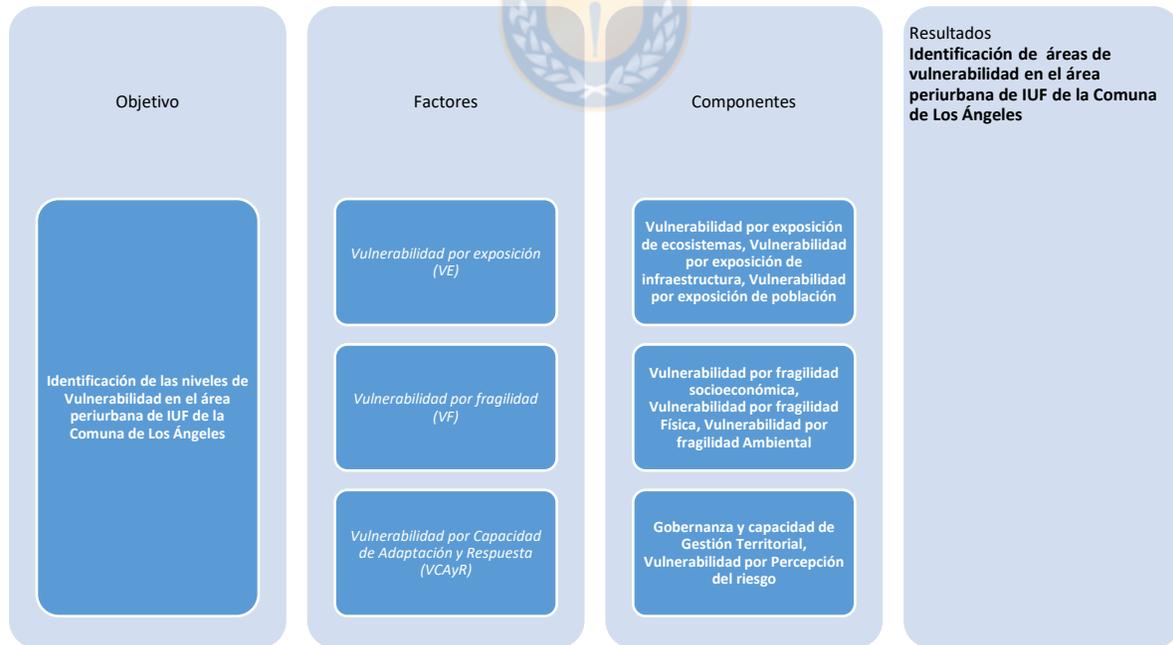
**Tabla N°9: Encuesta Valoración, vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta**

Problema	Prioridad
Mal estado de las viviendas	
Manejo de basuras	
Quemas autorizadas e ilegales	
Deforestación y monocultivo	
Incendios forestales	
Déficit hídrico	
Déficit habitacional	

Alta
Media
Baja

Fuente: adaptado de Vera & Albarrancín

**Figura N°14: Cuadro Metodológico evaluación vulnerabilidad**



Fuente: Elaboración Propia

## **7.6 Generación de mapas de riesgo de incendio forestal**

El cálculo del riesgo se centra en un análisis en conjunto de los datos obtenidos sobre la amenaza o peligrosidad y la vulnerabilidad a incendios forestales comunales, mediante la herramienta Raster Calculator. Una vez obtenidos los datos se reclasifican mediante la herramienta Reclassify en ArcGis 8, en los mismos extractos escogidos para peligrosidad y vulnerabilidad (Salgado, 2016). De esta forma la resultante es una representación gráfica de ambos indicadores, del cual se obtendrán gráficos enfocados en las áreas de IUF, para generar análisis completos e integrales sobre los índices de riesgo de las zonas de interfaz e intermix urbano forestal de la Comuna de Los Ángeles, Chile.

### **7.6.1 Delimitación Áreas de Interfaz Urbano Forestal dentro del área de estudio.**

Al analizar las áreas periféricas de la ciudad de Los Ángeles, utilizando la adaptación de la metodología Corine Land Cover, se pueden discriminar aquellas zonas que colindan en su totalidad con áreas de actividad forestal de distintas empresas forestales, de aquellas que colindan con áreas de cultivos, bosque ripario, etc, comparar estas zonas, permiten diferenciar aquellas zonas con mayor riesgo dentro del interfaz urbano forestal de la comuna

#### **a) Distrito Santa Fe**

Corresponde a dos pequeñas localidades ubicadas al noroeste de la Comuna de Los Ángeles, la primera se llama Millantú, célebremente conocida por la estación ferroviaria que funcionó en el sector desde el año 1900, después de la construcción de la línea principal de la línea ferroviaria, en la actualidad la localidad de Millantú posee servicios básicos para la comodidad de su población y según Pladeco (2019) existen diversas iniciativas en marcha para incluir a estas localidades, respetando la identidad rural de sus habitantes, aumentando seguridad, limpieza y desarrollo educativo de quien viven en estos poblados, se habla muy poco sobre el riesgo de incendios forestales, considerando que es la

tercera zona con mayores concentraciones de incendios forestales desde el 2015 al 2020, sin embargo, se incorpora en el plan de mejoramiento la educación ambiental para evitar quemas no autorizadas.

### b) Distrito Virquenco

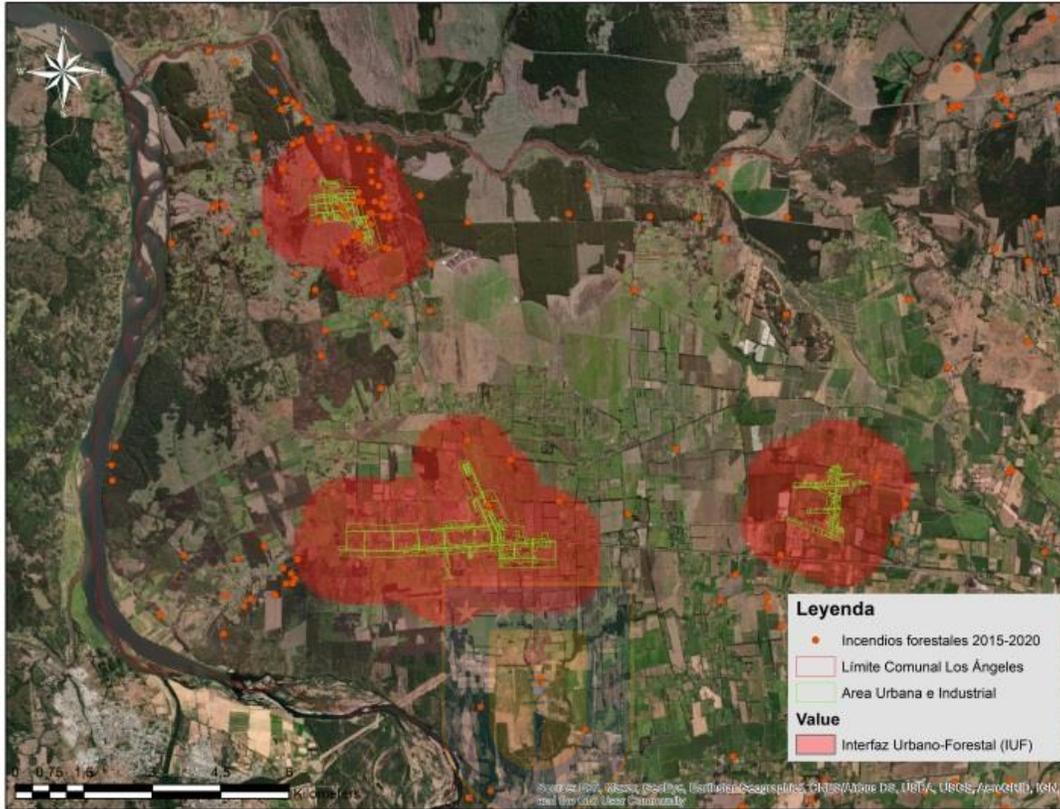
Corresponde a un poblado ubicado al Oeste de la ciudad de Los Ángeles, con una población mayoritariamente rural, sin embargo ha aumentado exponencialmente la oferta de loteos de propiedades en la zona, generando un cambio en la población residente, el cual muy posiblemente a futuro genere cambios en los servicios brindados en el poblado y atraiga inversiones del sector inmobiliario, aumentando también el lucro en los aspectos del valor de las tierras (De Oliveira, 2015)

Figura N°15: Distritos de Santa Fé y Virquenco



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Google Earth

**Figura N°16: Área de Interfaz Urbano-Forestal Distritos de Santa Fé (localidades de Santa Fé y Millantú) y Distrito de Virquenco**



**Fuente:** Elaboración propia

### c) Distrito Villa Génesis

Corresponde a un poblado ubicado al Oeste de la ciudad de los Ángeles, justo en la zona delimitada como interfaz por CONAF, hasta hace un año la zona se encontraba en un notable abandono de las autoridades comunales, como se demuestra en la prensa local y nacional, la cual informó en julio del 2020 sobre manifestaciones de parte de los vecinos del sector clamando por pavimentación para sus calles y pasajes (Sepúlveda , 2020), lo que impulsó unos meses más tarde a su inclusión en el plan quiero mi barrio, invirtiendo 808 millones de pesos en mejoras urbanas para el sector, sin embargo, actualmente el sector Villa

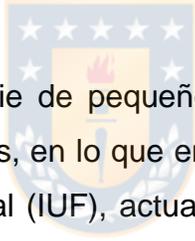
Génesis sigue teniendo los problemas asociados a estar ubicada en el interfaz, riesgo de incendios forestales y vulnerabilidad de sus habitantes.

#### **d) Distrito San Carlos de Purén**

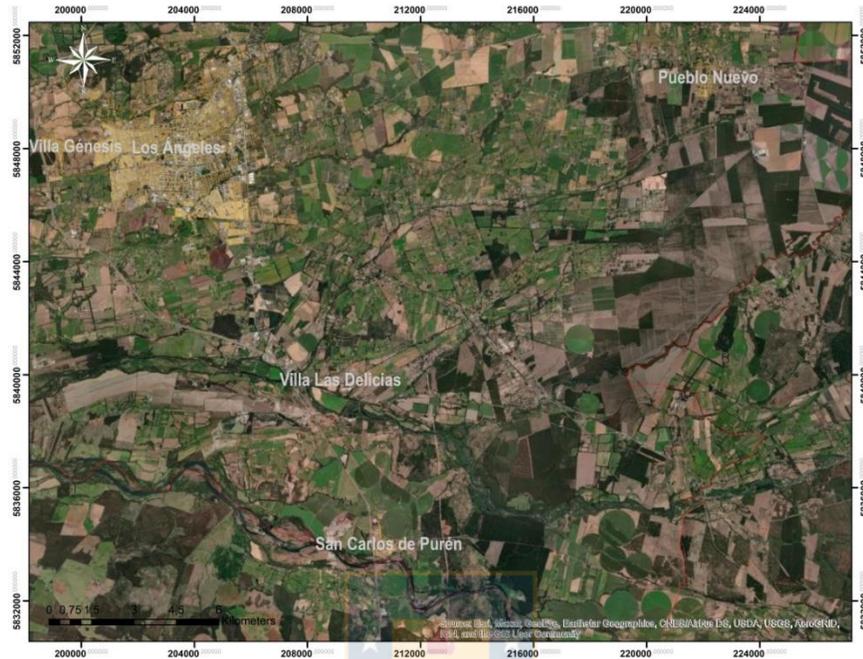
Localidad ubicada al sur de Los Ángeles, en dirección hacia la comuna de Mulchén, consta de dos poblados, Villa las Delicias y San Carlos de Purén, el nombre del poblado se debe al antiguo monumento del Fuerte de San Carlos, el cual formó parte los fuertes del Reino de Chile. Fue una Plaza heredera de la avanzada del Fuerte de Arauco. Construido originalmente en el borde sur del río por orden del gobernador Gabriel Cano de Aponte, el plano más antiguo que se le conoce data del año 1764 (Guarda, 1990), fue declarado Monumento Histórico en el año 1975. En la actualidad sólo se conservan de él las ruinas de sus muros perimetrales

#### **e) Distrito Chacayál**

Chacayál corresponde a una serie de pequeños poblados esparcidos en el ala este de la comuna de Los Angeles, en lo que en estricto rigor se definiría como el interfaz e intermix Urbano-Forestal (IUF), actualmente desde el municipio existen iniciativas de “planes ambientales” sin embargo, no se precisan las acciones en marcha, ni metas a corto y mediano plazo, además de planes de pavimentación y nuevos programas de participación ciudadana. (Pladeco, 2019)

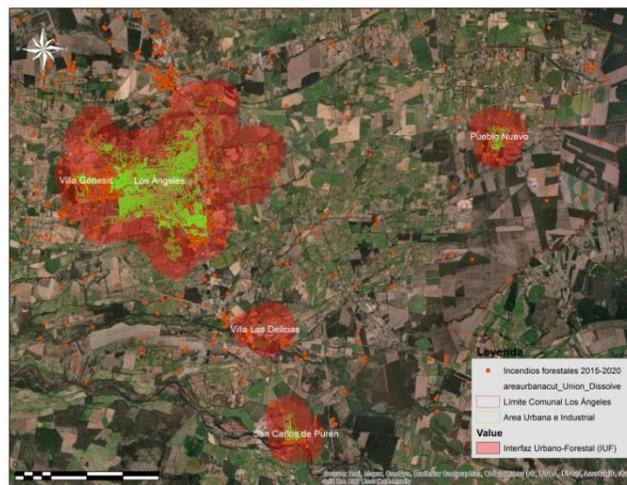


**Figura N°17: Distritos de Villa Génesis, San Carlos de Purén y Chacayál**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Google Earth

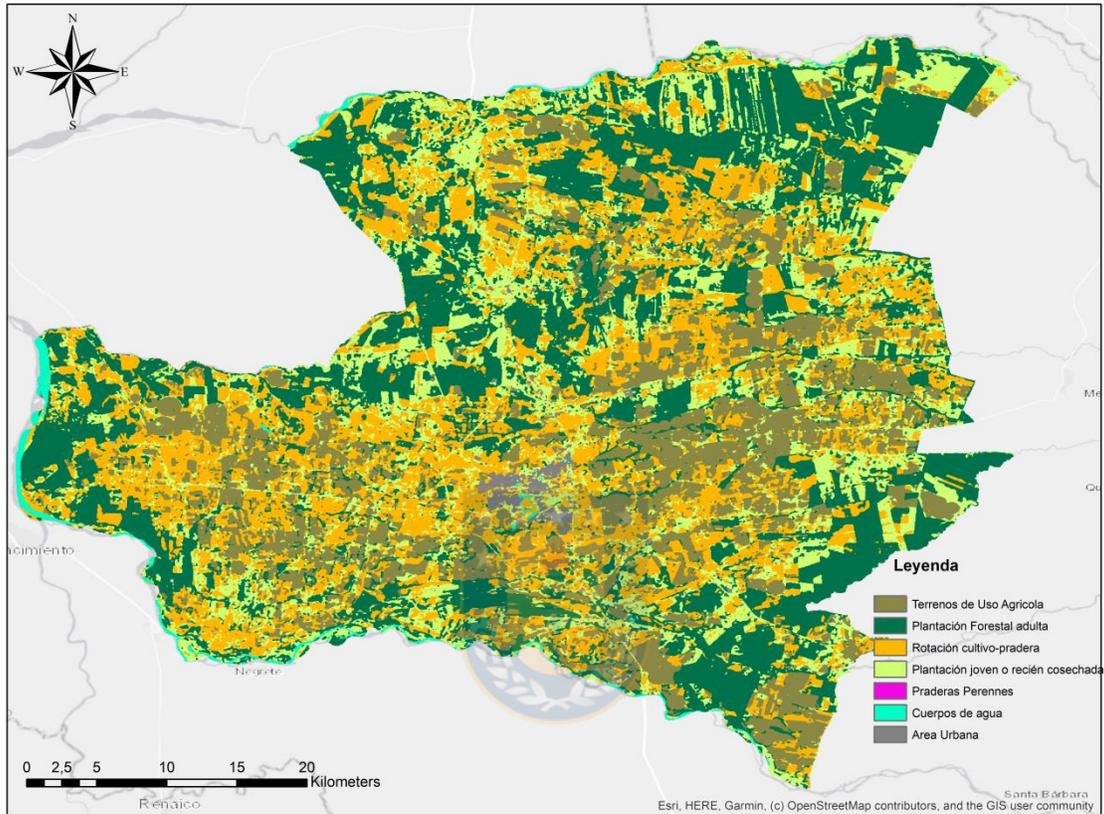
**Figura N°18: Área de Interfaz Urbano-Forestal Distritos de Los Ángeles, Villa Génesis, San Carlos de Purén y Chacayál**



Fuente: Elaboración Propia

## 8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Figura N°19: Cobertura de suelos Clasificada según LCCS



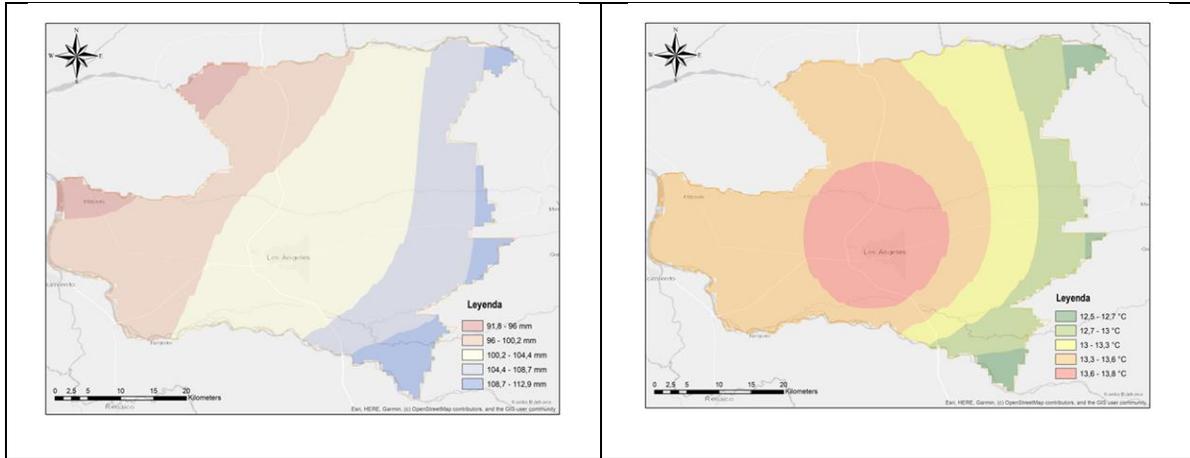
Fuente: Elaboración Propia en Base a LCCS

Mayormente predomina en la comuna de Los Ángeles los usos de suelo agrarios, sin embargo, hacia sus extremos, adyacente a cursos fluviales, existe una gran demanda del sector silvoagropecuario, es decir, monocultivo, principalmente de pino y eucaliptus, desarrollo que responde a procesos imperantes en todas las comunas colindantes a la comuna. Esta presión silvoagropecuaria, junto a la gran demanda de terrenos y propiedades en áreas “rurales” de la comuna, crean situaciones de peligro ante incendios forestales que bajo ciertas circunstancias, se tornan mucho más difíciles de combatir.

## 8.1. Amenazas de incendios forestales en la comuna de los Ángeles

### A) Factores Climáticos

Figura N°20: Datos Precipitación media anual y temperatura media anual



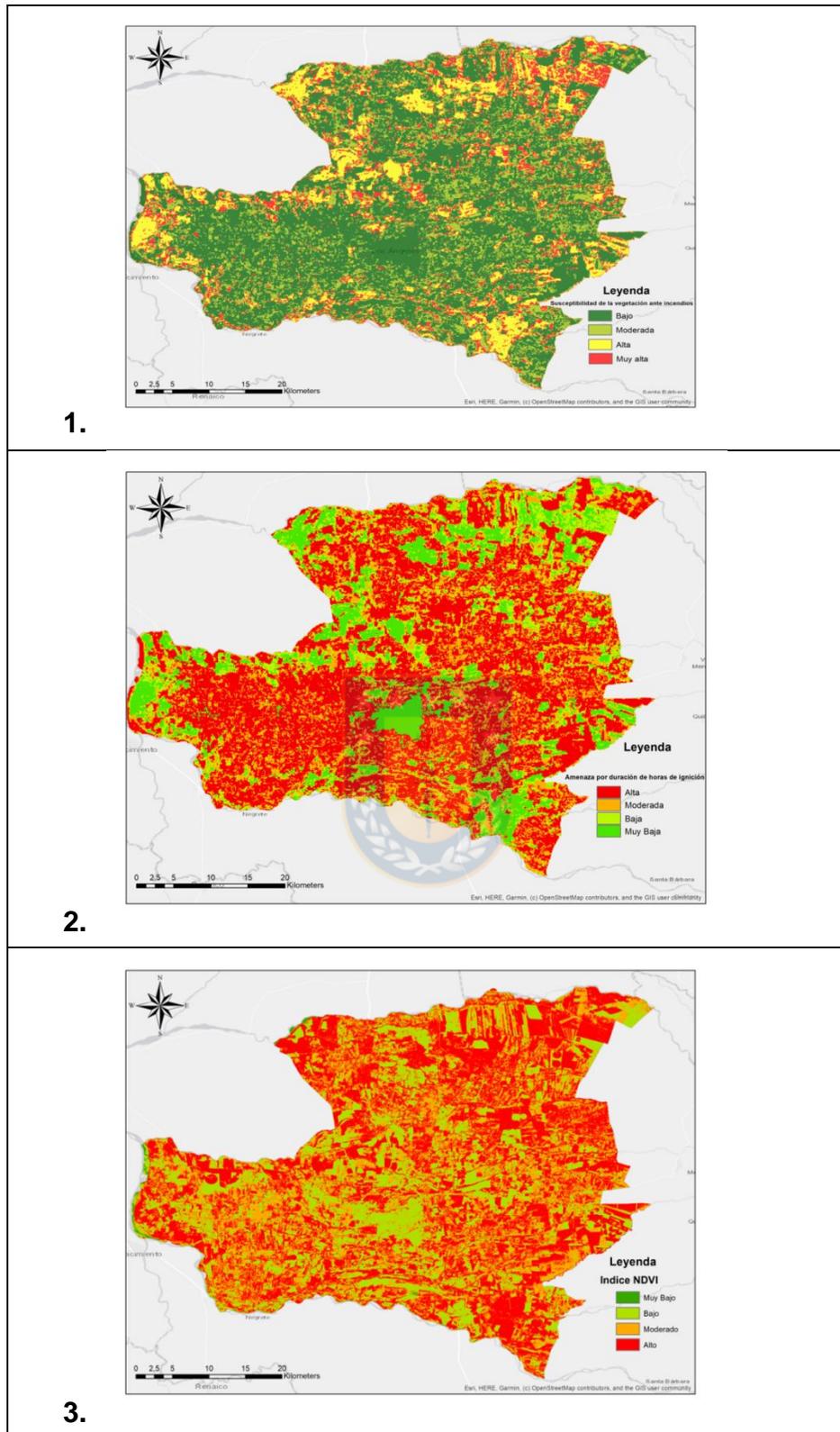
Fuente: (Climate-Data.Org, 2021)

Se puede analizar mediante las cartografías resultantes que los niveles de precipitación media anual en la comuna son medios, y los niveles de temperatura media anual son altos, lo que genera variaciones en niveles de amenaza final, puesto que altos niveles de temperatura y niveles medios o bajos de precipitación media anual genera una menor humedad en combustibles, es decir, el factor climático controla la susceptibilidad, ya que cierto combustible, en un estado húmedo puede tener pocas o nulas posibilidades de ignición, sin embargo con menores índices de humedad, el mismo combustible (ejemplo: Hojas secas) puede iniciar un foco de incendio con gran rapidez.

## **B) Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios forestales**

El siguiente factor para determinar niveles de amenaza y peligrosidad del área de estudio corresponde a la susceptibilidad de la vegetación ante incendios, factor que como se mencionó anteriormente está directamente influenciada por la precipitación y temperatura

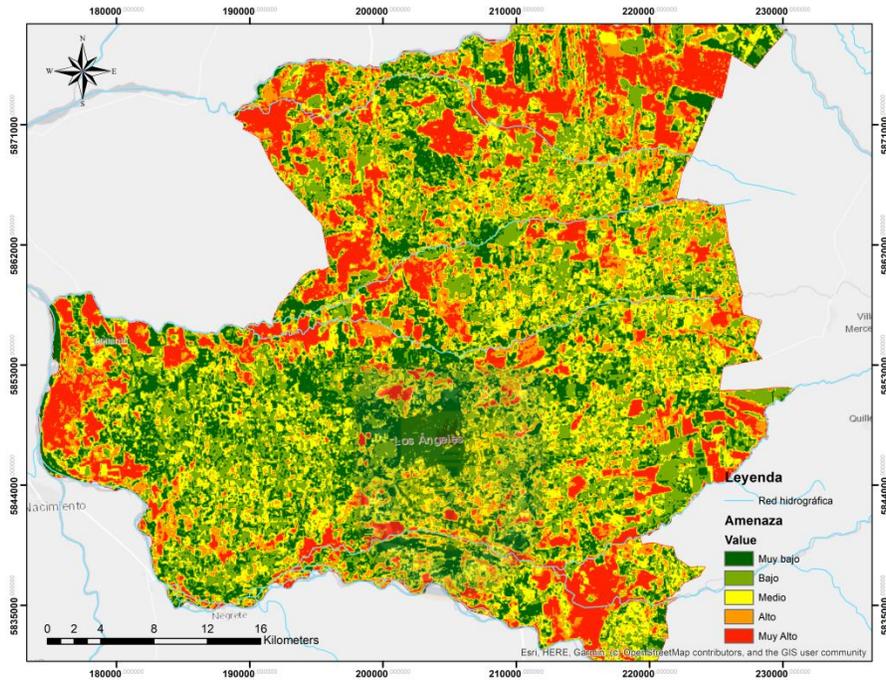
- 1. Nivel de amenaza o peligrosidad por tipo de combustible,**  
Reclasificadas en bosques, praderas, zonas no combustibles
- 2. Duración en horas de ignición de los componentes de la cobertura vegetal:** Determinados mediante la adaptación del nivel 2 de la metodología Corine Landcover. Posteriormente a la misma representación gráfica, se le aplican los resultados dados por IDEAM (2011) sin embargo, en el nivel 2, por ende, se reduce la cantidad de tipos de cobertura, sin embargo, estas comparten la totalidad de los resultados.
- 3. Carga de combustibles:** Último factor de la amenaza de incendios forestales por susceptibilidad de la vegetación, que depende de la correlación entre biomasa en toneladas por hectárea (asignada según metodología Corine LandCover) por IDEAM (2011) según niveles de biomasa asociados a las distintas coberturas vegetales del área de estudio, debido al cambio de contexto entre áreas de estudio de las investigaciones en las cuales se basa este trabajo, se torna necesario generar una reclasificación basada en índices NDVI del área de Los Ángeles, utilizando los mismos parámetros de clasificación.



Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la metodología propuesta por IDEAM (2011) se emplea la herramienta calculadora Raster, para generar una suma de los 3 factores de amenaza por susceptibilidad de los combustibles, y de esta forma obtener la representación gráfica final del índice de amenaza o peligrosidad por Susceptibilidad de los combustibles.

$$\text{SUSC} = \text{CAL}(\text{tc}) + \text{CAL}(\text{dc}) + \text{CAL}(\text{ct})$$



Amenaza por susceptibilidad de los combustibles	área km	%
Muy Bajo	360,166522	20,64%
Bajo	475,290698	27,24%
Medio	305,419749	17,49%
Alto	309,746936	17,72%
Muy Alto	294,239942	16,86%

**Fuente:** elaboración propia

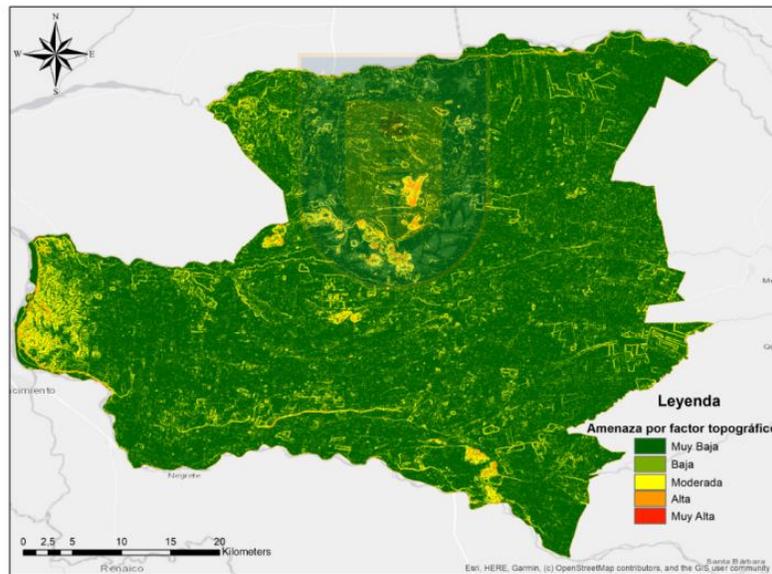
La susceptibilidad de la vegetación indica que en su mayoría, las zonas de cultivo agrario muestran niveles medios de amenaza, lo que sugiere que incluso estos sectores, que uno creería seguros ante una amenaza de incendio forestal, pueden ser presa de estas catástrofes.

### C) Factor Topográfico

El factor topográfico corresponde al tercer punto en el análisis de la amenaza, ya que las diferencias que puedan existir en la pendiente de los terrenos, y las irregularidades en este influyen en las formas en las cuales avanza el incendio y además puede interferir en su combate

Pendiente media (%)	Categoría de Amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy Baja	1
7 – 12 %	Baja	1
12 – 25 %	Moderada	2
25 – 75 %	Alta	3
> 75 %	Muy Alta	4

Fuente: (IDEAM, 2011)



Fuente: elaboración propia

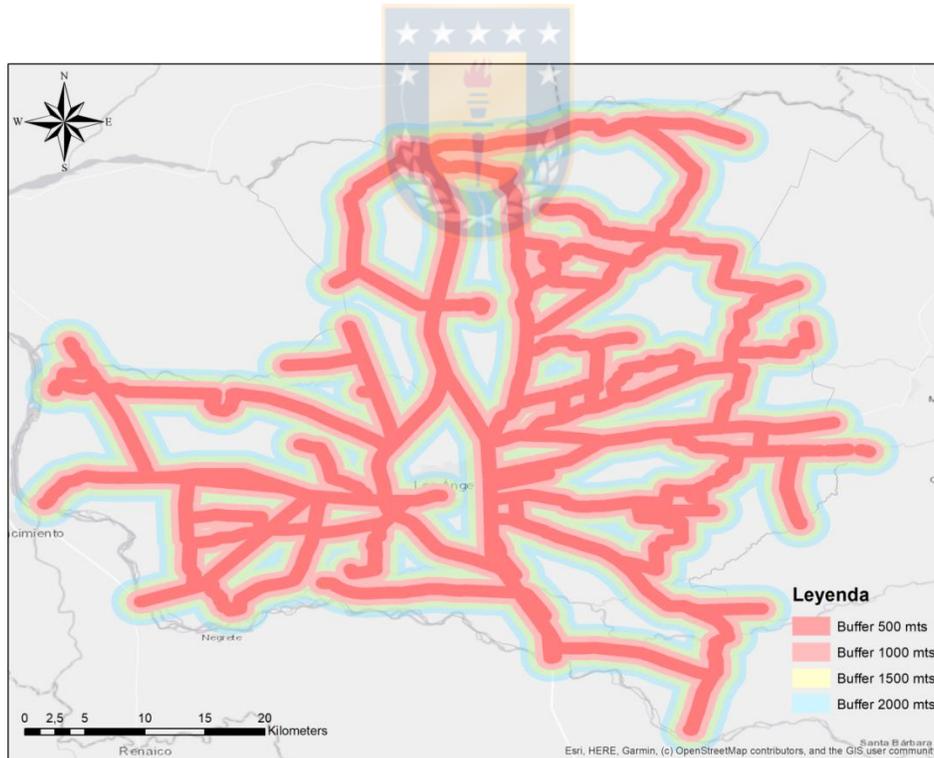
Los niveles de pendiente de la comuna son más bien bajos, por ende los niveles de peligrosidad asociados a este factor son bajos, y por ende, como punto a favor, para brigadistas y personal de combate de incendios, acceder a focos de incendios no resulta tan difícil como en otras comunas de la región del Biobío en las cuales la pendiente es mayor y se generan situaciones de mayor peligrosidad, ante cualquier incendio.

### D) Factor de accesibilidad

Otro factor de importancia para la determinación del nivel de amenaza corresponde a la accesibilidad, proceso realizado a partir de la creación de áreas de influencia (Buffer) de la red vial, generando 4 zonas buffer cada una de 500 m de grosor, calificando la amenaza sobre la cobertura mediante la mayor o menor posibilidad de acceso que se tenga sobre ellas

Distancia a la vía (Grosor del buffer en m)	Categoría de Amenaza	Calificación
0 – 500	Muy Alta	5
500 – 1000	Alta	4
1000 – 1500	Moderada	3
1500 – 2000	Baja	2
Más de 2000	Muy Baja	1

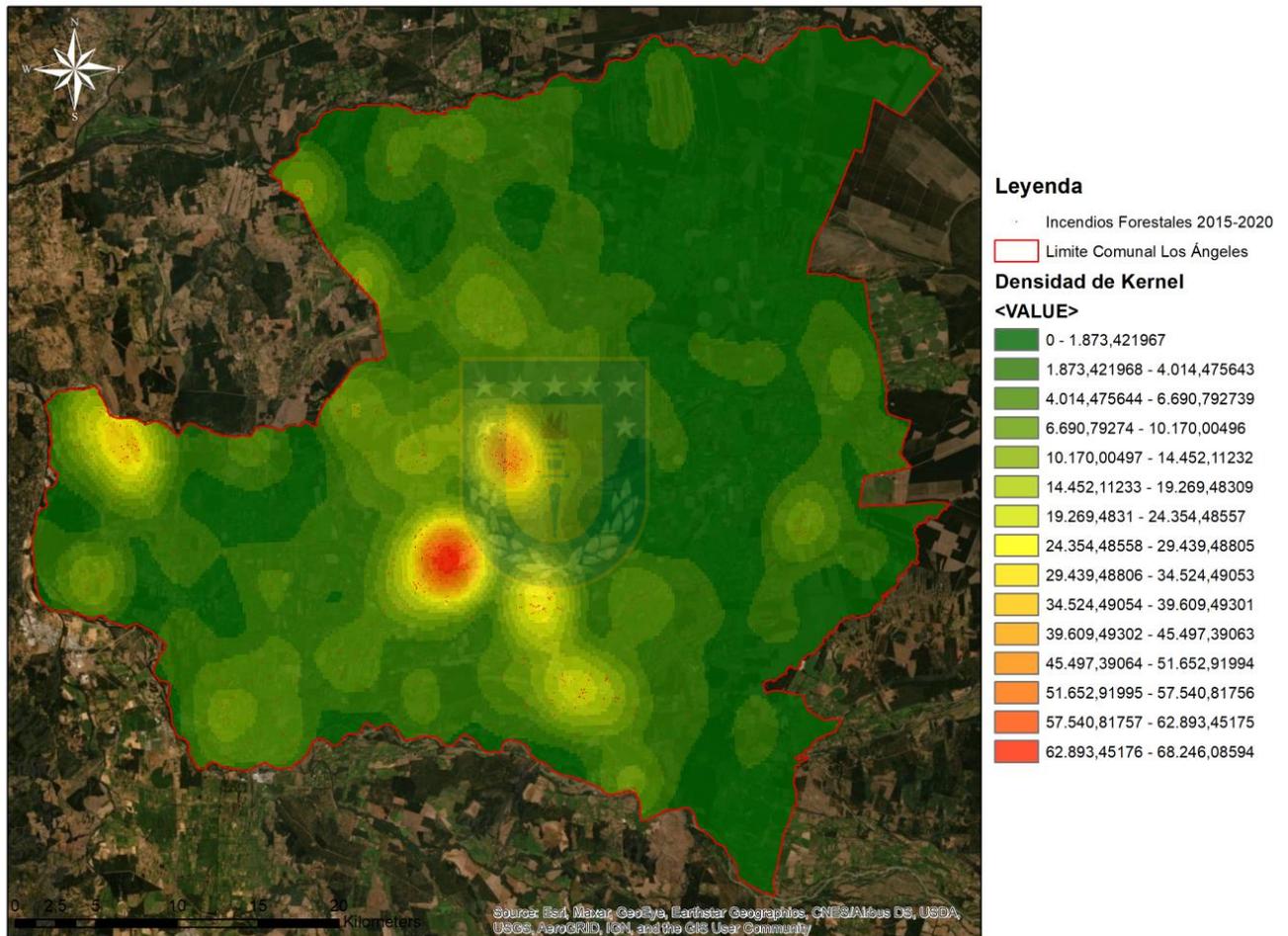
Fuente: (IDEAM, 2011)



Fuente: elaboración propia

### E) Factor Histórico

Mediante la revisión de antecedentes históricos sobre eventos de incendios forestales en la zona y la sumatoria de estos datos individuales se realiza una interpolación espacial de datos, para así obtener una representación gráfica empírica de las zonas con mayor riesgo histórico.

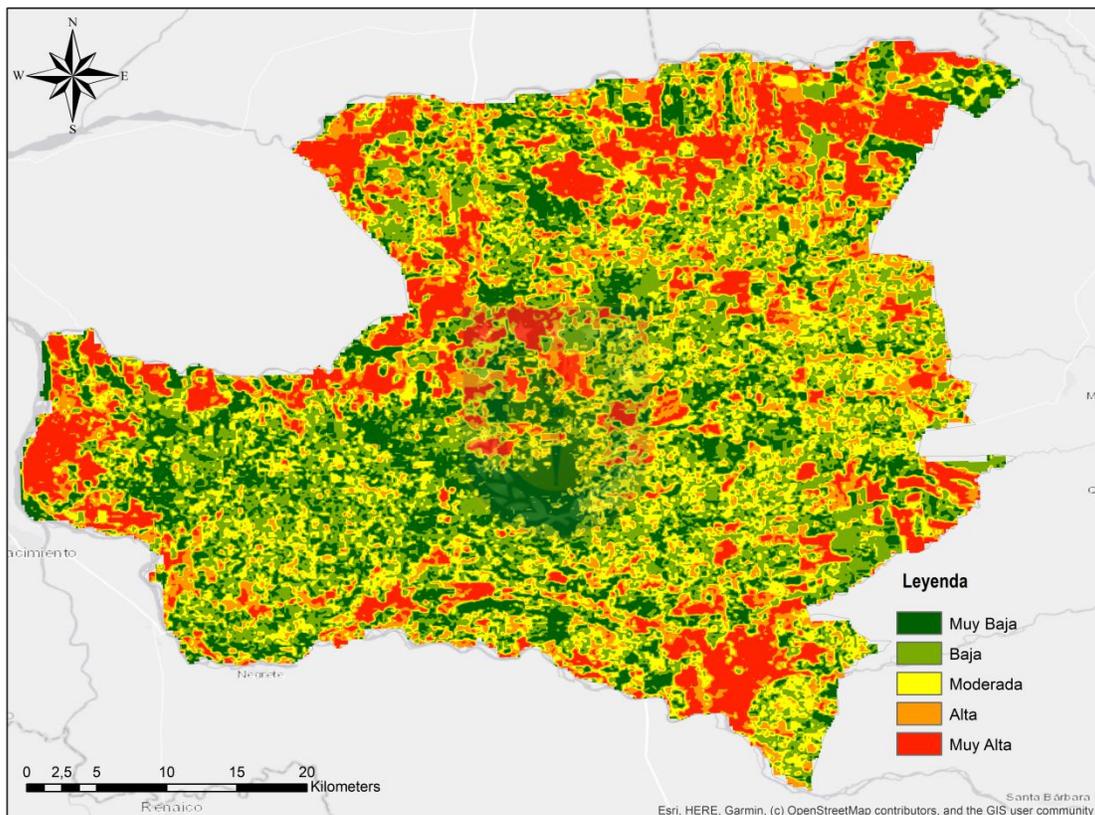


Posteriormente se utilizó la herramienta algebra de mapas en ArcGIS 10.8, para generar una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales.

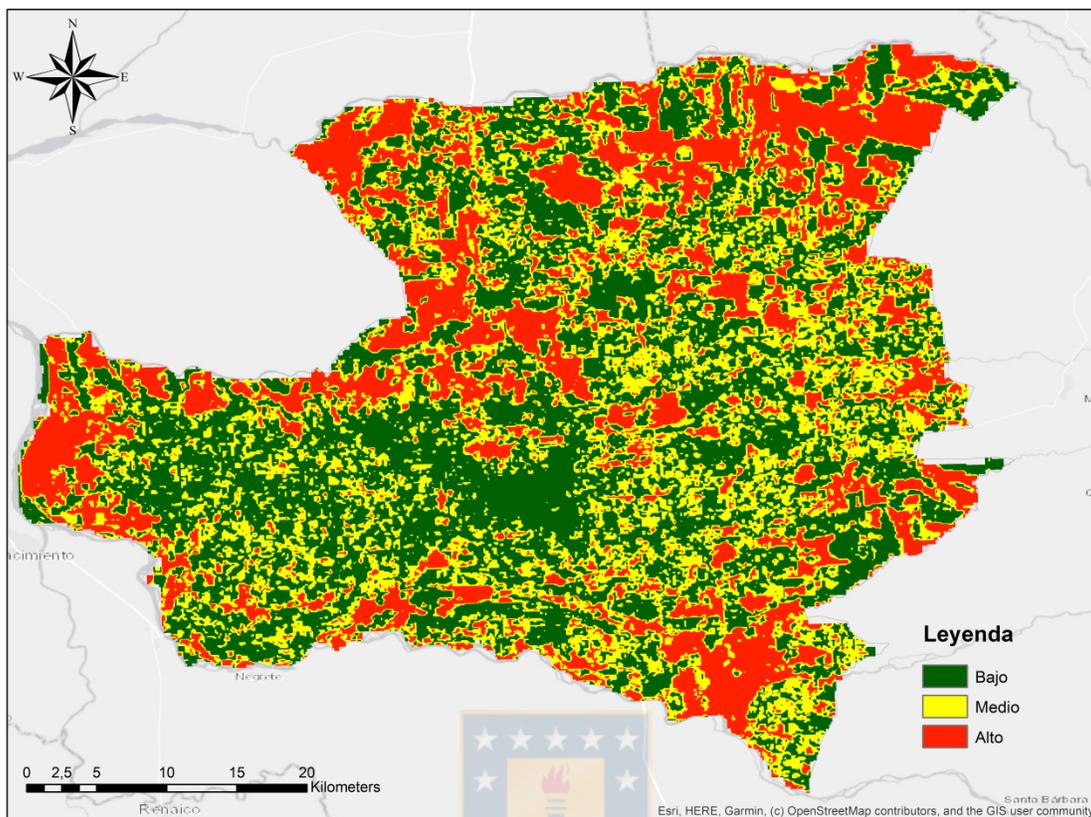
$$\text{Amenaza} = \text{susceptibilidad de la vegetación} \times (0,17) + \text{precipitación} \times (0,25) + \text{temperatura} \times (0,25) + \text{pendientes} \times (0,03) + \text{frecuencia} \times (0,05) + \text{accesibilidad} \times (0,03) \text{ (IDEAM, 2011)}$$

### Amenaza total por incendios forestales en la Comuna de Los Ángeles

Al generar la reclasificación se separan en 5 clases, muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, esto siguiendo el modelo propuesto por IDEAM (2011) para identificar las zonas de amenaza y peligrosidad de manera más detallada.



Posteriormente se genera una reclasificación en 3 clases, para poder generar los índices de vulnerabilidad por exposición de infraestructura crítica, vulnerabilidad por exposición de ecosistemas, vulnerabilidad por exposición de la población y vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos según el modelo propuesto por Vera y Albarracín (2017)



Amenaza	Superficie	Porcentajes
Baja	738,075399	42,93
Media	507,495984	29,49%
Alta	473,745006	27,52

**Fuente: elaboración propia**

La amenaza o peligrosidad de incendio forestal en la comuna de Los Ángeles sugieren que efectivamente, las zonas silvoagropecuarias concentran los mayores niveles de amenaza, sin embargo, también sugieren el riesgo potencial de aquellas zonas de cultivo agrario, en especial aquellas adyacentes a zonas de monocultivo, en las cuales, por lo general vive gente, que entre otros problemas, como la sequía, falta de acceso a agua potable, limitación de oportunidades de emprendimiento, como por ejemplo, la muerte de abejas por uso de herbicidas en forestales (Monares, 2021) tiene la amenaza ante incendio forestal.

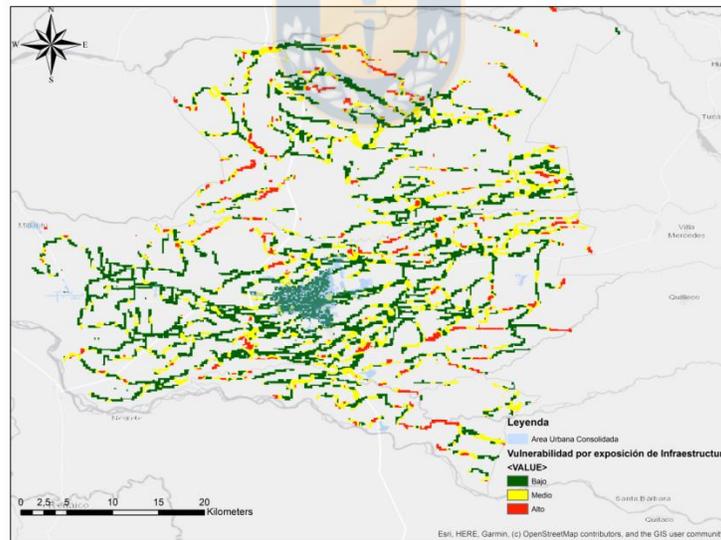
## 8.2 Vulnerabilidad ante incendios forestales en Los Ángeles

Para el desarrollo de la evaluación de vulnerabilidad ante incendios forestales se adaptó el modelo de Vera y Albarracín (2017), que obtiene niveles de Vulnerabilidad por exposición (VE), Vulnerabilidad por fragilidad (VF) y Vulnerabilidad por capacidad de Adaptación y Respuesta (VCAyR).

Este modelo se caracteriza por el énfasis a procesos sociales dentro de la misma vulnerabilidad, para analizar además de la exposición al peligro, otros factores los cuales muchas veces son obviados por la comunidad científica e ignorados por aquella población que no está en riesgo.

### 8.2.1 Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras:

Evaluada mediante la valoración de la exposición de Vías de comunicación e Infraestructura crítica, es decir, grifos, puentes y canales de la comuna y posteriormente recopilada su información territorial, las infraestructuras más vulnerables son los canales, adyacentes a zonas de monocultivo forestal.

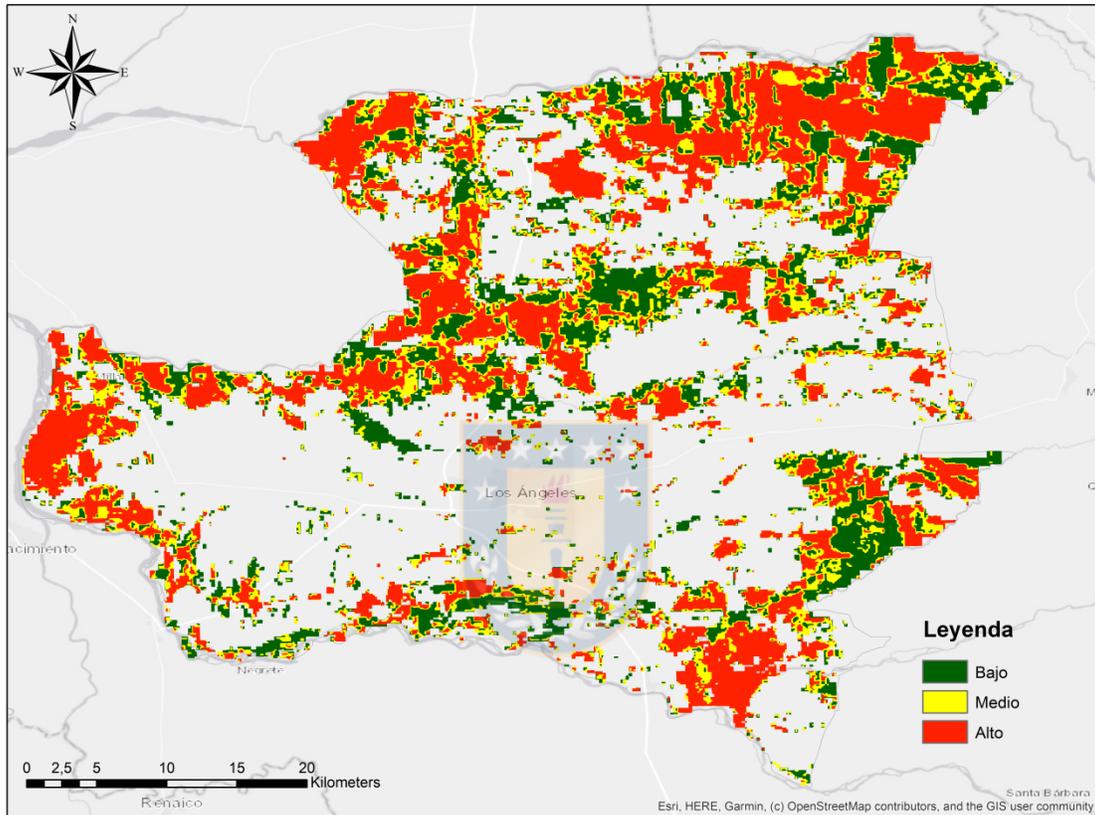


Vulnerabilidad	Superficie	Porcentajes
Baja	144,27607	45,71%
Media	112,287762	35,56%
Alta	58,680725	18,41%

Fuente: elaboración propia

### 8.2.2 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.

Evaluada mediante la valoración de la exposición de ciertos ecosistemas o coberturas de suelo (Bosque, Matorrales, humedales, Pastos) y su colindancia con zonas de amenaza anteriormente determinadas.

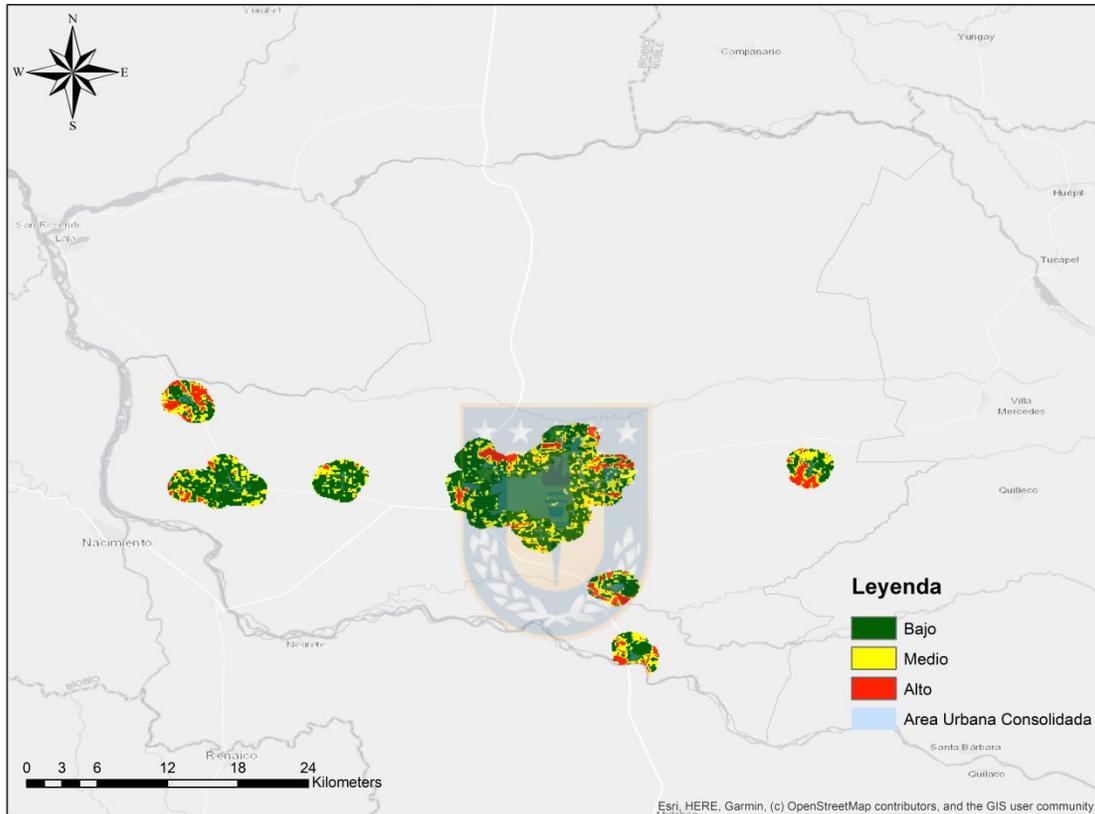


Vulnerabilidad	Superficie	Porcentajes
Baja	197,276618	26,41%
Media	175,452906	23,46%
Alta	374,035405	50,13%

Fuente: elaboración propia

### 8.2.3 Vulnerabilidad por exposición de la población:

Evaluada mediante la valoración de la exposición de viviendas, propiamente y poniendo mayor énfasis en el IUF, es decir, con un buffer de un kilómetro sobre el área urbana de la ciudad de Los Ángeles.

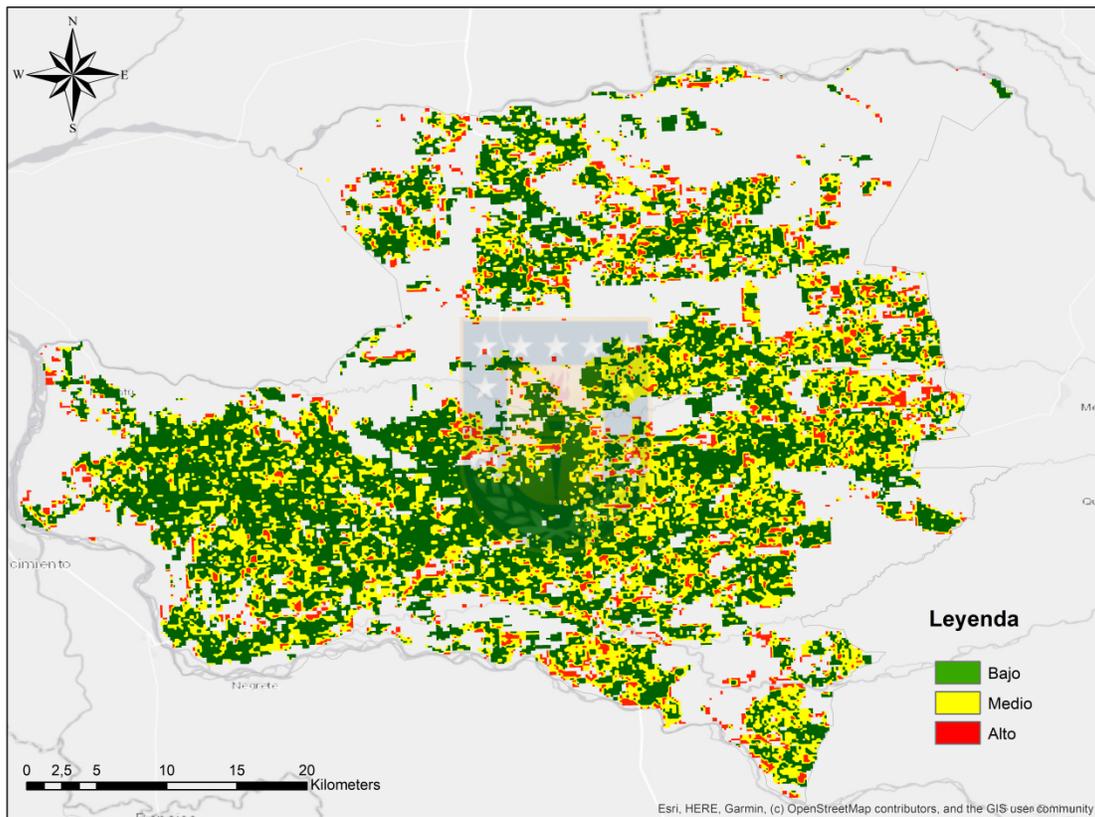


Vulnerabilidad	Superficie	Porcentajes
Baja	99,041337	65,56%
Media	37,560293	24,50%
Alta	15,233059	9,93%

Fuente: elaboración propia

### 8.2.4 Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción

Evaluada mediante la valoración de la exposición de cultivos, producción agropecuaria, plantaciones forestales, áreas de producción industrial, comercial y/o recreativa, para el caso de la comuna de los angeles, fue tomada en cuenta el área urbana, áreas industriales, zonas de cultivo, zonas patrimoniales de empresas forestales como mininco o Arauco.



Vulnerabilidad	Superficie	Porcentajes
Baja	517,024616	55,47%
Media	329,818546	35,30%
Alta	85,802782	9,12%

Fuente: elaboración propia

*Para determinar niveles de vulnerabilidad por exposición según Vera y Albarrancín (2017) se estima que si **más del 20 %** del total de los elementos expuestos están ubicados en zonas de nivel de amenaza alta, **tendrán una vulnerabilidad alta (3 puntos)***

***Menos del 20 %** del total de los elementos expuestos en zonas de nivel de amenaza alta y **más del 30 %** en amenaza media, **vulnerabilidad media (2 puntos)***

***Menos del 20%** de elementos en amenaza alta y **más del 60 %** del total de los elementos expuestos se encuentran en zonas de nivel de amenaza baja, **vulnerabilidad baja (1 punto)***

<p><b>Vulnerabilidad por exposición de infraestructuras (VEI)</b></p>	<p>La comuna de Los Ángeles tiene un nivel de vulnerabilidad por exposición de infraestructura crítica media, ya que un 18,4% de las infraestructuras se encuentran en zonas de amenaza o peligrosidad alta por incendios forestales, y un 35,56% de los elementos expuestos se encuentran en zonas de amenaza media</p>	<p><b>2 puntos</b></p>
<p><b>Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)</b></p>	<p>El nivel de vulnerabilidad por exposición de ecosistemas en la comuna de Los Ángeles es Alto, ya que un 50,13% de los elementos expuestos están dentro de zonas de alta peligrosidad ante incendios forestales</p>	<p><b>3 puntos</b></p>
<p><b>Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)</b></p>	<p>Según zonas urbanizadas y su respectiva área de influencia o buffer para delimitar áreas de Interfaz Urbano-Forestal adyacentes a las áreas urbanas, la Comuna de Los Ángeles posee un bajo nivel de vulnerabilidad por exposición de la población ya que un 9,49% del área urbana se encuentra en áreas de amenaza baja y un 66,42% de los elementos se encuentran en zonas de baja peligrosidad ante amenaza de incendios forestales</p>	<p><b>1 punto</b></p>
<p><b>Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)</b></p>	<p>El nivel de vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción en la comuna de Los Ángeles es medio, ya que un 35,30% de los elementos expuestos están ubicados en áreas de vulnerabilidad media y solo un 9,12% de estos se encuentran en áreas de Alta peligrosidad.</p>	<p><b>2 puntos</b></p>

Como datos adicionales para análisis de vulnerabilidad por exposición de población, según datos censales de INE Chile, el distrito de Virquenco es integrado por 282 viviendas, en el distrito de Santa Fe hay un total de 991 viviendas, San Carlos de Purén tiene un total de 522 viviendas y el distrito de Chacayál tiene un total de 336 viviendas.

### **Vulnerabilidad por exposición: $(VEI+VEE+VEP+VESP)/4$**

Según el promedio de vulnerabilidad por exposición, la comuna de Los Ángeles posee un nivel de vulnerabilidad medio (2 puntos)

### **8.3. Vulnerabilidad por fragilidad**

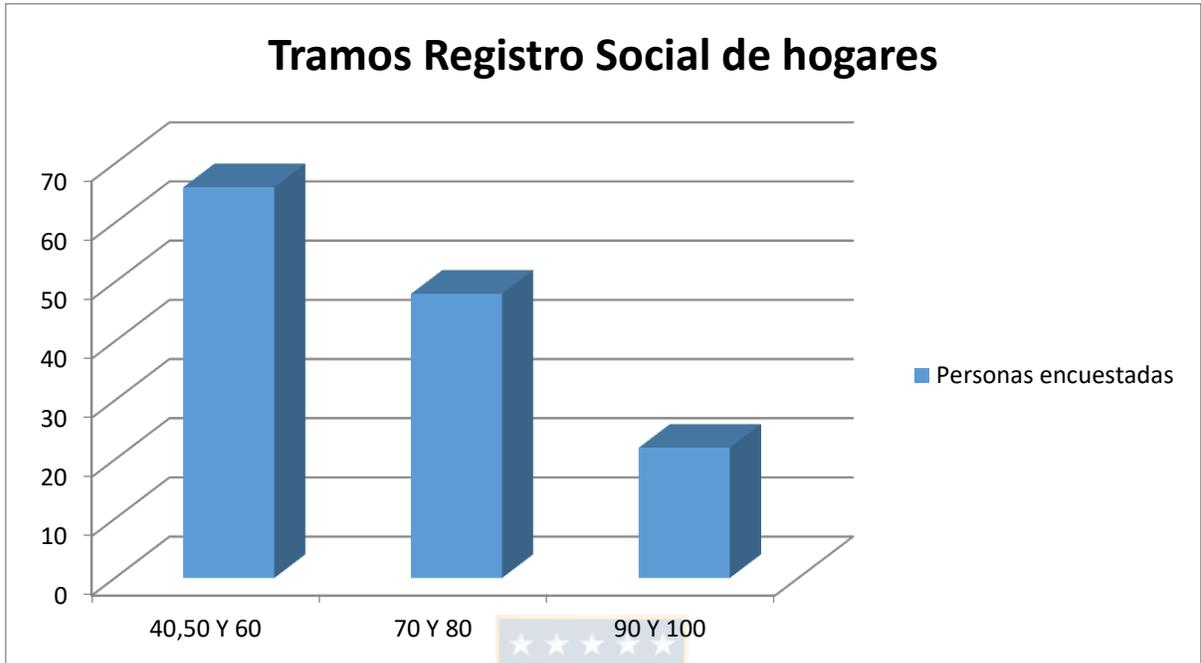
Índice definido como la susceptibilidad a recibir un daño (Vera & Albarrancín, 2017) subdividida a su vez en 3 subfactores

#### **8.3.1 Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica.**

Evaluada según tramo en Registro social de hogares (RSH), aquella población perteneciente a los tramos 40, 50 y 60, presentan una vulnerabilidad alta (3 puntos) aquella población perteneciente a los tramos 70 y 80, presentan una vulnerabilidad media (2 puntos) y aquellos que pertenezcan a los tramos 90 y 100 presentan una baja vulnerabilidad (1 punto).

Los índices serán clasificados por poblado y por tramo socioeconómico imperante en cada uno de ellos, dichos datos fueron recopilados con encuestas estandarizadas.

**Figura N°19: Registro social de hogares en encuesta representativa distritos rurales Comuna de Los Ángeles**



**Fuente:** Elaboración propia

Debido a que dentro del universo encuestado (136 participantes) un 48,5% de las personas a quienes fue aplicada la encuesta pertenece a los tramos 40, 50 y 60, se concluye que la Comuna de Los Ángeles posee una Vulnerabilidad por Fragilidad Socioeconómica es Alta (3 puntos).

### **8.3.2 Vulnerabilidad por fragilidad física.**

Evaluada según materialidad de viviendas y estado de mantenimiento de estas, fueron utilizados datos del Censo 2017 obtenidos de INE Chile, determinando con ello si este es adecuado o inadecuado ante la amenaza de incendios forestales, tomando también en cuenta la variable de la exposición para valorar el nivel de vulnerabilidad en alto, medio, bajo, según la relación entre la materialidad y la exposición de esta.

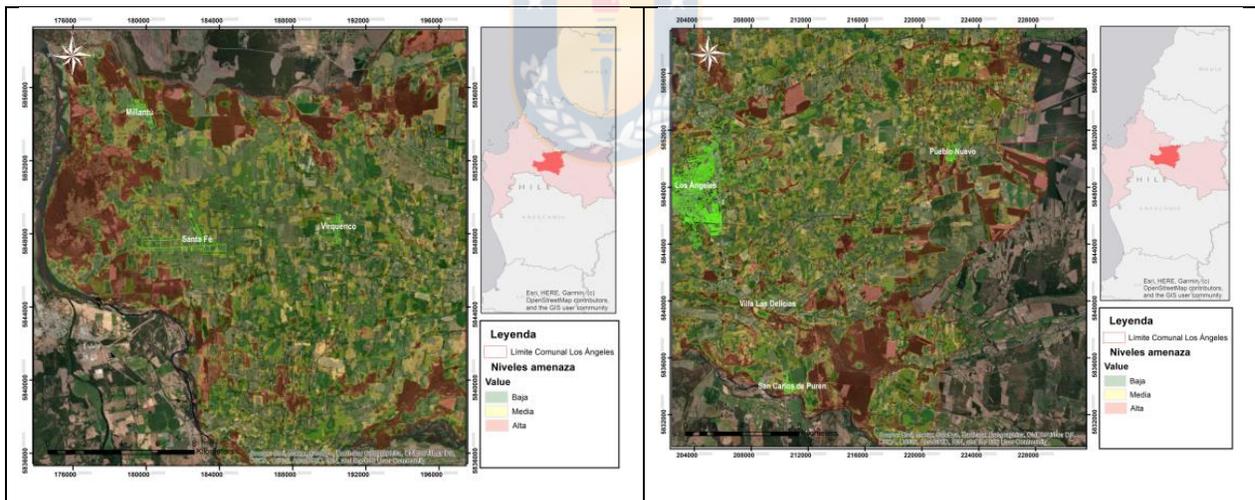
El distrito de **Santa Fe**, posee un total de 991 viviendas, de estas 886 poseen una materialidad aceptable, 92 poseen una materialidad inadecuada pero recuperable y 13 poseen una materialidad irrecuperable

El distrito de **Virquenco** posee un total de 345 viviendas, de las cuales 282 poseen una materialidad aceptable, 49 una materialidad recuperable y 14 una materialidad irrecuperable,

El distrito de **Chacayál** posee un total de 347 viviendas de las cuales 213 poseen una materialidad aceptable u optima, 120 una materialidad recuperable y 14 una materialidad irrecuperable

El distrito de **San Carlos de Purén** tiene un total de 474 viviendas, con 351 que poseen una materialidad aceptable, 117 con una materialidad recuperable y 6 con materialidad irrecuperable.

**Figura N°20:** Localización y exposición de viviendas en el IUF



**Fuente:** Elaboración Propia

Debido al estado de la materialidad de las viviendas se concluye que la fragilidad física de la Comuna de Los Ángeles es baja (1 punto).

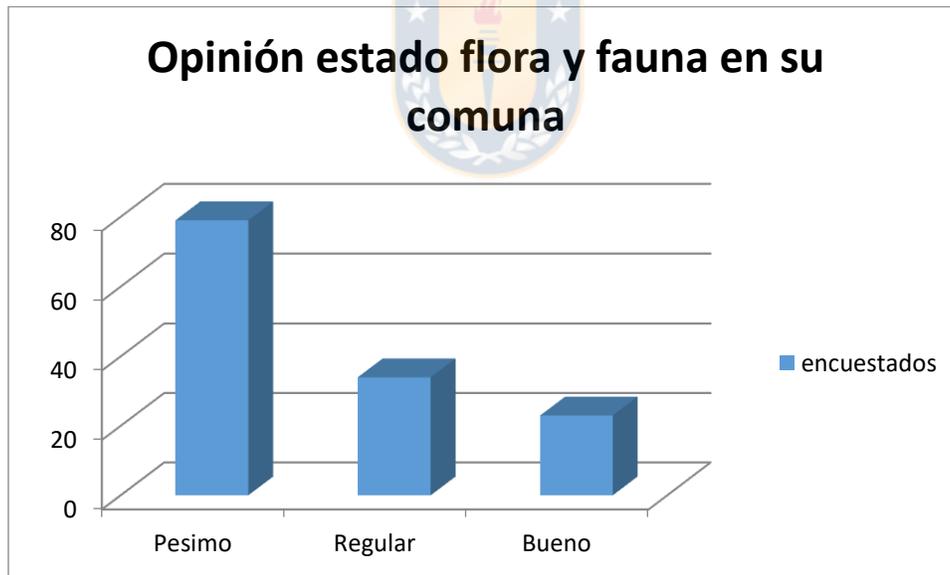
### 8.3.3 Vulnerabilidad por fragilidad ambiental

Las encuestas aplicadas de manera estandarizada a los habitantes del Interfaz Urbano-Forestal de la Comuna de Los Ángeles para determinar los niveles de fragilidad ambiental a los cuales están expuestos, fueron respondidas con una clara tendencia a una baja Vulnerabilidad, expuesta en las siguientes gráficas.

**1. ¿Cómo evalúa usted el estado en que se encuentra la flora y la fauna en su comuna?**

Pésimo	
Regular	
Bueno	

**Figura N° 21: Gráfico opinión sobre estado de flora y fauna en la comuna, fragilidad ambiental**

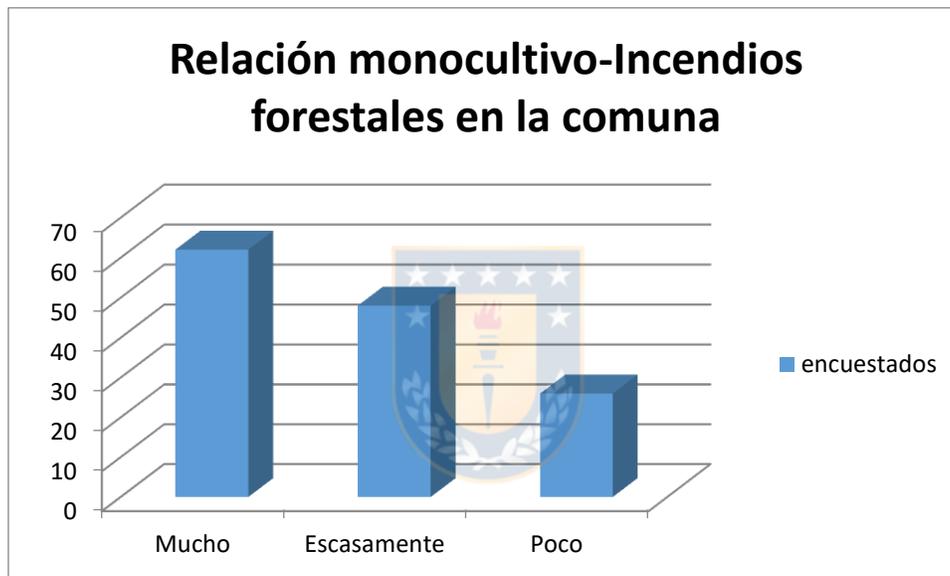


**Fuente:** Elaboración Propia

**2. La gran presencia de monocultivo forestal en la región y en su comuna tiene que ver con la recurrencia de incendios forestales**

Mucho	
Escasamente	
Poco	

**Figura N° 22: Gráfico opinión sobre relación entre desarrollo del monocultivo y los incendios forestales en la comuna**



**Fuente:** Elaboración Propia

Debido a la alta preferencia de mediana relación entre incendios forestales y desarrollo del monocultivo en la comuna se infiere que el nivel de vulnerabilidad por fragilidad ambiental es medio (2 puntos), cuyas razones pueden verse influenciadas por la gran influencia del rubro forestal en los empleos de los habitantes de la comuna de Los Ángeles y alrededores, ya que de hecho, Los Ángeles ha sido denominada como la capital maderera de Chile, ya que la mayor cantidad de madera aserrada del país se produce en la provincia de Biobío, donde Los Ángeles es capital, y según expertos, se ha transformado en un elemento de identidad para la ciudad (La Tribuna, 2016).

## **8.4 Vulnerabilidad por Capacidad de adaptación y respuesta.**

### **8.4.1 Vulnerabilidad por gobernanza y capacidad de gestión territorial.**

Para realizar un análisis completo del riesgo ante la amenaza de incendio forestal en la comuna de Los Ángeles es necesario complementar la vulnerabilidad por exposición y fragilidad con un análisis cualitativo de los instrumentos de planificación territorial, de desarrollo y de planes de emergencia especializados en desastres como los incendios forestales en la comuna de Los Ángeles, evaluar su preparación en materia de desastres y que tan actuales y vigentes están estos, ya que en la actualidad es innegable la influencia de los incendios forestales en la percepción del peligro en habitantes de las zonas periféricas y de interfaz urbano-forestal (IUF) en la comuna de Los Ángeles.

En el capítulo 5 del plan de desarrollo comunal actualizado de la comuna de Los Ángeles se tocan ciertos temas sobre desarrollo territorial. Ambiental, sin embargo, no se pone énfasis en los desastres socio naturales como los incendios forestales, se plasman en el texto problemas asociados al deterioro de la calidad de vida de los habitantes urbanos y rurales de la comuna, relacionando esto con perros vagos y microbasurales, y precisando que las posibles soluciones deben ser abordadas de manera transversal, con una mirada desde el municipio, el estado y la comunidad, lo cual aplica perfectamente para problemáticas como los incendios forestales, sin embargo, no se desarrolla ninguna conexión entre esta problemática territorial-ambiental y los planes de acción municipales, por ejemplo en Valparaíso a partir del año 2017 existe un plan maestro para la gestión de riesgo de incendios, el cual además de elaborar planificación estratégica genera metas a corto, mediano y largo plazo, apoyando con medidas concretas a la realización de estas, incluyendo a la ciudadanía en las acciones a realizar y por sobre todo dando mayor énfasis a la educación de las personas, en su lugar, La Región del Biobío posee un plan de protección contra incendios forestales que data del año 2019, con información muy rudimentaria sobre sitios prioritarios, pobres cartografías que los grafiquen y además delimita de manera muy difusa e

incompleta las zonas pertenecientes al interfaz Urbano Forestal (IUF) de esta ciudad, sin embargo, presenta mejoras y se diferencia positivamente en bibliografía asociada, gráficos y cartografías que el manual de prevención de incendios forestales en la ciudad de Los Ángeles de CONAF, publicado en el año 2016, ya que este no generaba soluciones ni propuestas, solo informaba sitios prioritarios, los cuales a su vez no coinciden con las zonas de alta amenaza determinados en la presente investigación, es por ello que se ha decidido evaluar con alta vulnerabilidad por gobernanza y capacidad de gestión territorial a la ciudad de Los Ángeles, Chile. (3 puntos)

#### **8.4.2 Vulnerabilidad por percepción del riesgo**

Percepción del riesgo de incendios forestales de la comunidad que habita la zona, mediante encuestas estandarizadas, con tres criterios **“No es tenido en cuenta, vulnerabilidad alta (3 puntos), Se tiene en cuenta, pero no es prioritario, vulnerabilidad media (2 puntos), Es prioritario, vulnerabilidad baja (1 punto)”**

La encuesta de valoración fue aplicada a los 136 participantes, quienes escogieron sus preferencias y valoraciones, en el siguiente cuadro fueron recopiladas sus respuestas mayoritarias por tópico, lo que generará una visión parcial de la percepción del riesgo de los habitantes de poblados periféricos y zonas de Interfaz Urbano Forestal (IUF) de la comuna de los Ángeles.

**Figura n°23:** Orden de prioridad de habitantes de zonas periféricas de Los Ángeles ante situaciones de peligro relacionadas a los incendios forestales

Problema	Prioridad	Porcentaje preferencias	Calificación
Mal estado de las viviendas	Es prioritario	54,4%	1
Manejo de basuras	Es prioritario	40,4%	1
Quemas autorizadas e ilegales	Es prioritario	57,8%	1
Deforestación y monocultivo	Es prioritario	49,3%	1
Incendios forestales	Es prioritario	80,7%	1
Déficit hídrico	Es prioritario	52,2%	1
Déficit habitacional	Es prioritario	52,2%	1

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que la vulnerabilidad por percepción del riesgo en los ciudadanos de Los Ángeles, poblados periféricos y de Interfaz Urbano-Forestal es baja (1 punto)

### 8.5 Vulnerabilidad global

Para generar el índice de vulnerabilidad global que posteriormente será utilizado como apoyo y complementación del mapa de riesgos obtenido por la metodología IDEAM (2011) se genera un promedio aritmético de las calificaciones obtenidas en cada una de las 9 vulnerabilidades en la presente investigación.

Vulnerabilidad	Calificación
VEI	2
VEE	3
VEP	1
VESP	2
VFS	3
VFF	1
VFA	2
VGCGT	3
VPdR	1
	2

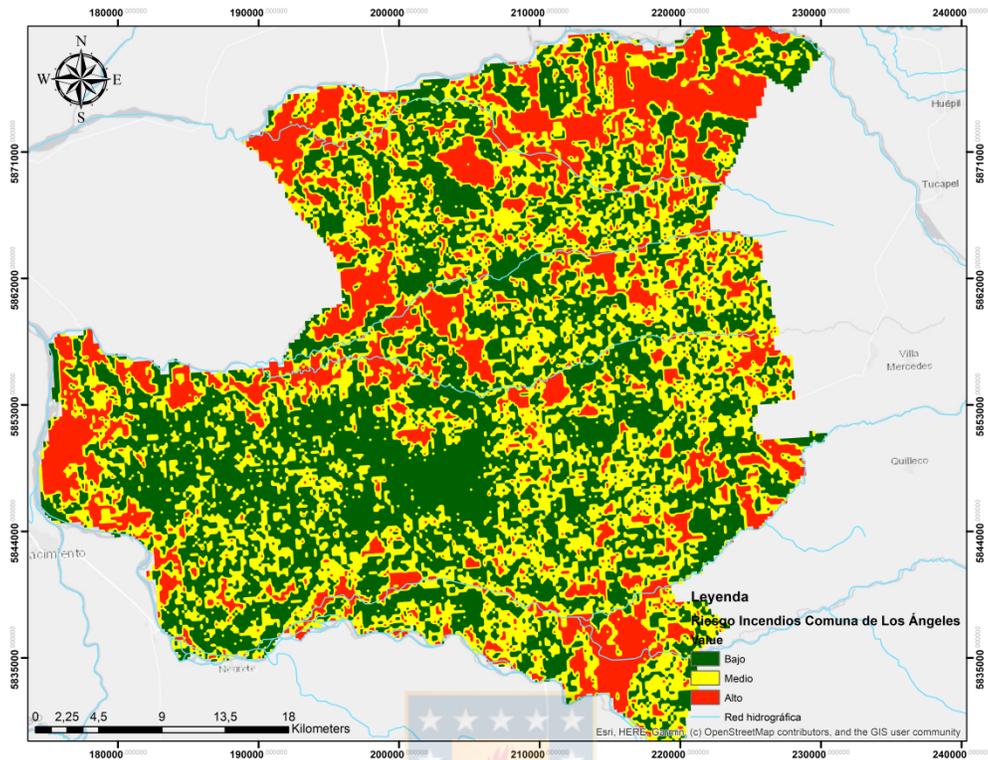
Fuente: Elaboración Propia

Un nivel medio de vulnerabilidad, manifiesta entre otras cosas cierta preparación entre la población que reside las áreas periurbanas de Los Ángeles para enfrentarse a desastres como los incendios forestales, tiene dominio sobre ciertos temas ecológicos, y entiende la importancia de la prevención, sin embargo, pese a esto, factores como la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica, sugieren que si se agregasen otros factores económicos, como complemento a la capacidad de adaptación y respuesta, reflejarían otros resultados.

### **8.6 Riesgo de incendio forestal en la comuna de los Ángeles**

Para la determinación de una evaluación de riesgo precisa se generará una combinación de vulnerabilidad y amenaza o peligrosidad, ambos factores anteriormente obtenidos mediante dos metodologías caracterizadas por su enfoque integrador del factor social dentro del análisis de estos índices, es decir, ambos buscan generar una delimitación de las zonas de riesgo que integren otros tipos de factores socio-territoriales, para de esta forma configurar un producto que represente de manera gráfica y fehaciente el nivel de riesgos de incendios forestales a los que están expuestos los habitantes de la comuna de Los Ángeles, con énfasis en la población habitante del interfaz urbano-forestal, es por ellos que tal como se indica en la metodología se reclasifican las cartografías anteriormente obtenidas de vulnerabilidad por exposición y fragilidad, además de ser complementada con los índices de vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta.

**Figura N°24** : Riesgo ante incendios forestales en la comuna de Los Ángeles

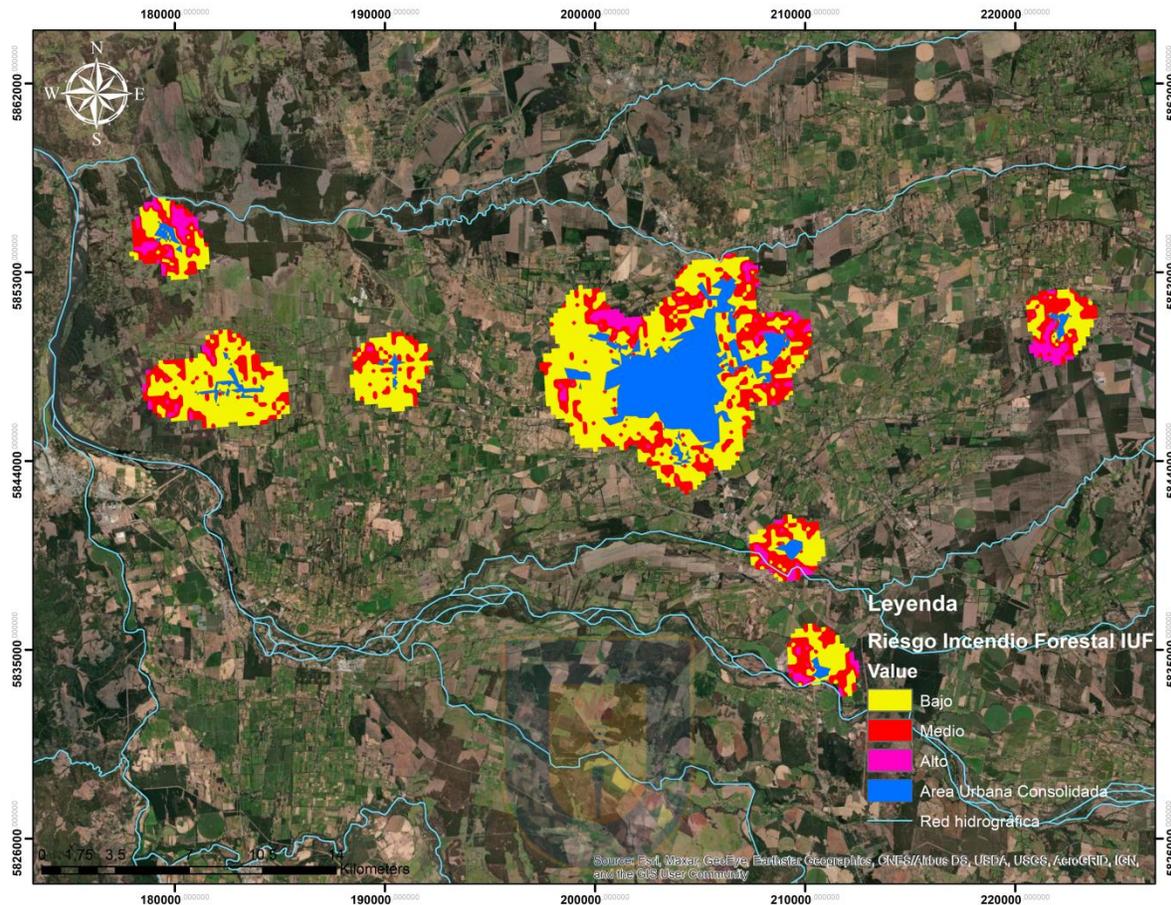


Fuente: Elaboración propia

### 8.6.1 Riesgo de incendio forestal en el interfaz Urbano Forestal (IUF) de Los Ángeles

Una vez generada la cartografía que representa el riesgo total en la comuna de Los Ángeles y poblados cercanos, se requiere cuantificar el área expuesta del interfaz Urbano Forestal (IUF) a mayor riesgo ante la amenaza de incendios forestales, sin embargo, como se puede apreciar en las cartografías realizadas, el concepto IUF abarca mucho más de un kilómetro a la redonda del área urbana, esto ante la alta demanda de parcelas e inmuebles en áreas rurales, lo que a su vez provoca el desarrollo de bienes y servicios en las cercanías de estos nuevos polos urbanos, adyacentes al área urbana consolidada, es decir, áreas efectivamente constituidas con construcciones propias de la ciudad (INE, 2018).

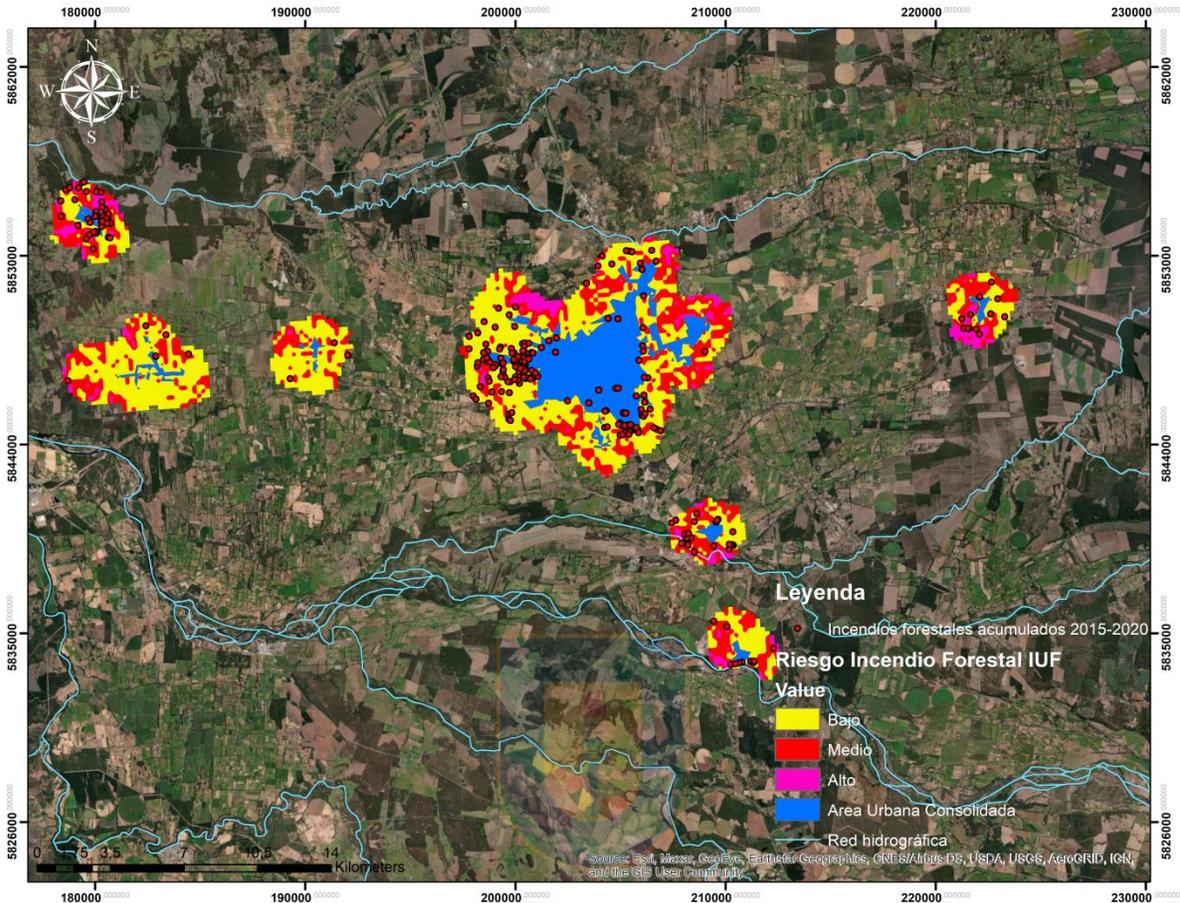
**Figura N° 25 :** Riesgo ante amenaza de incendio Forestal en IUF de Los Ángeles, Chile



**Fuente:** Elaboración Propia

Riesgo	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentajes
Bajo	77,194641	60,16%
Medio	40,243952	31,25%
Alto	10,937454	8,59%

Figura N°26 : Incendios Forestales 2015-2020 en IUF



**Fuente:** Elaboración Propia

Al analizar los focos de incendio acumulados desde el año 2015 al 2020, resulte sencillo determinar aquellas zonas del IUF (interfaz urbano-forestal) las cuales están expuestas a más riesgo ante este tipo de catástrofes, estos puntos focalizados, a su vez, coinciden con aquellas zonas expuestas a mayores niveles de riesgo según el trabajo realizado en esta investigación, es por ello que dentro del interfaz, pese a haber solo un total de 8,57% de zonas de alto riesgo y alrededor de 11 km<sup>2</sup> con este nivel, ante la presión inmobiliaria y creciente población con segundas residencias en estas zonas, podemos asumir en una primera instancia, que la definición de MINVU al interfaz urbano forestal, resulta insuficiente ante los riesgos asociados a estas zonas, y todos los problemas que en estas zonas surgen.

## 9. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Los resultados asociados a la presente investigación indican que en Los Ángeles, Chile un 27,52% de la superficie comunal posee un nivel de amenaza alto, es decir 473,7 km<sup>2</sup>, un 29,49% (507,49 km<sup>2</sup>) tiene un nivel de amenaza medio y un 42,93% (738 km<sup>2</sup>) posee un bajo nivel de amenaza, y por otro lado la vulnerabilidad global según Vera y Albarrancin (2016) es media, es decir, en su mayoría, las zonas de actividad agrícola tienen mucho menor nivel de riesgo lo que baja niveles de amenaza y riesgo en la comuna, sin embargo, ante la cantidad de habitantes rurales que tiene Los Ángeles, la población amenazada en zonas de alto riesgo, como por ejemplo zonas pertenecientes al distrito censal de Santa Fe, Chacayál o San Carlos de Purén tienen un alto nivel de riesgo incluso en su área urbana, es en estas zonas en las que se debe velar para generar planes de prevención eficaces, que integren a la ciudadanía y que entreguen la información necesaria para lograr llegar a la reducción sistemática del riesgo de siniestros y reducir la exposición de la población ante esto, como se precisa en el apartado de discusión, las medidas preventivas y de mitigación deben velar por la participación activa de la población en elaboración de Planes reguladores comunales, que integren al factor riesgo de incendios como un eje principal en los problemas asociados a los habitantes rurales y del IUF en comunas como Los Ángeles. Según Mans (2016) los ejes centrales para la reducción del riesgo en poblaciones habitantes del IUF son la Elaboración de guías metodológicas para trabajos, proyectos y estudios sobre prevención en la interfaz, elaboración de informes técnicos, creación de la librería sobre IUF, Ir hacia una normalización de prevención mediante protocolos, ensayos y elaboración de códigos técnicos, elaboración de guías de mejores prácticas y recomendaciones para la prevención y auto-protección de viviendas y urbanizaciones, elaboración de recomendaciones para una legislación específica, apoyo a municipios y otras entidades locales y autonómicas para la gestión de la prevención en zonas de interfaz y Actividades formativas y de diseminación sobre todos los aspectos relacionados con la seguridad, la prevención y la gestión, cumpliendo estos objetivos, y complementando con investigaciones especializadas, el riesgo ante incendios

forestales, y la vulnerabilidad en todos los factores analizados en la presente investigación disminuirán, generando un IUF más seguro y dando mayor seguridad a la población.

## **Discusión**

Los incendios forestales han tenido consecuencias fatídicas en el país, las cuales año a año han aumentado en gravedad y extensión de áreas siniestradas, por lo cual no considerar a los incendios forestales fuera de control y las consecuencias de estos como una de las principales amenazas en temporadas estivales (y por causa del cambio climático también en otras temporadas) sería no ver la realidad, estudios como la presente investigación, entregan herramientas para generar planes de acción eficaces, a escala comunal, sin embargo, no se pueden ignorar los factores que influyen en estas situaciones, como por ejemplo la humedad de los combustibles, en la gran empresa forestal, miden la posibilidad de ignición según la humedad de los materiales combustibles, lo cual ayuda a delimitar zonas de mayor riesgo, mantener la observación, y actuar con celeridad ante cualquier emergencia, sin embargo, estos bajos niveles de humedad están estrechamente relacionados con las áreas de explotación forestal, al analizar los datos entregados por unidades meteorológicas de las empresas forestales se aprecia como disminuye la humedad de los combustibles al analizar áreas destinadas al monocultivo, la posibilidad de ignición del bosque nativo, es mucho menor a la posibilidad de ignición del monocultivo, por ende, y como puede apreciarse en gran parte de las cartografías expuestas en la presente investigación, las superficies utilizadas en la industria forestal son, en efecto aquellas áreas con mayor riesgo ante la amenaza de incendios forestales, el desarrollo explosivo de la industria forestal, está muy ligado a políticas neoliberales impuestas con sangre en nuestro país, sin embargo, como puede apreciarse en las encuestas aplicadas en la población, un número no menor de encuestados, no reconoce a grandes rasgos que existan interrelaciones entre la industria forestal, el monocultivo y las influencias que este tiene sobre el territorio y los incendios forestales que año a año azotan a su ciudad, y particularmente los afecta a ellos, sin embargo, la

explicación de esto puede venir de la mano a la gran influencia laboral que tiene este sector en la población, es un hecho que la región del Biobío (y gran parte del sur de Chile) actualmente tiene una presencia excesivamente grande de cultivos pertenecientes a la gran empresa forestal, la cual reconoce a estos sectores como “áreas de patrimonio” pertenecientes a sus respectivas empresas, sin embargo, esta presencia recalcitrante, ha generado descontento en muchos sectores de nuestra sociedad, pero al contrastar esta aversión ante la destrucción del bosque nativo, usurpación de tierras (tema muy controversial en la actualidad) y la nula visión ecológica y sustentable de la utilización del territorio, las cuales quedaron plasmadas a través de levantamientos populares como el ocurrido el 18 de octubre de 2019, con la opinión de la gente que habita, en este caso, el interfaz urbano-forestal de la comuna de Los Ángeles, se puede inferir que pesa mucho en la opinión de las personas, la fuente de sustento, sin embargo, solo la educación y el trabajo en conjunto con estas comunidades, permitirá generar cambios a futuro y reducir el riesgo ante amenazas de incendios forestales fuera de control en Los Ángeles y en todo Chile, pero para lograr esto, debe comprenderse el manejo del riesgo de una manera esquemática y por fases, partiendo por **Prevención**, es decir todas aquellas actividades que sirvan para intervenir el riesgo, acciones y gestiones previas a la ocurrencia del daño o del evento adverso, a fin de evitarlo o suprimirlo definitivamente y, de no ser posible, reducir al máximo los efectos que sobre las personas, los bienes y el medio ambiente puedan llegar a provocar los fenómenos naturales o antrópicos, **Respuesta**, que se define como aquellas actividades llevadas a cabo inmediatamente después de que ha ocurrido el evento, tienen por objetivo salvar vidas, reducir el impacto en la comunidad afectada y disminuir pérdidas (por ejemplo búsqueda y rescate, asistencia médica, evacuación, alojamiento temporal, suministros de alimentos y abrigo) y finalmente la **Recuperación** que corresponde a las actividades posteriores al evento destructivo y que tienen por objetivo volver al estado de desarrollo previo, y más aún, intentando superar ese nivel, considera etapas de Rehabilitación y Reconstrucción (Silva & Molina, 2012) es en esta última fase que se debe intervenir, para llevar al territorio de Los Ángeles a mejores condiciones, reducir

riesgos mediante la implementación de la etapa 4 del desarrollo forestal nacional (Kimmins, 1997) es decir, la forestaría social, conectando los verdaderos intereses sociales de las comunidades, sin presiones del mercado, velando por la correcta utilización del terreno desde un enfoque sustentable y ecológico, actualmente Chile tiene una oportunidad única de legislar esto mediante una nueva constitución que regule el inicio de un nuevo modelo forestal, que reduzca, entre otros problemas asociados, el riesgo ante la amenaza de incendios forestales.

## 10. Bibliografía

(s.f.).

- Alcántara Díaz, T. d. (2019). *La Gestión Integral del Riesgo de Incendios en las zonas de Interfaz Urbano Forestal: El Caso del Megaincendio de Valparaíso, 2014*. Santiago: Universidad de Chile.
- Perez-Soba Diez del Corral, I., & Jimenez Shaw, C. (2019). Interfaz Urbano-Forestal e Incendios Forestales: Regulación Legal en España. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, 158-219.
- Valencia Hernández, G., & Anaya Acevedo, J. (2009). Implementación de la metodología CORINE Land Cover con imagenes IKONOS. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 40-52.
- Agrimed. (2015). *Sistema de gestión de riesgos agroclimáticos para la adaptación a nuevos escenarios climáticos*. Obtenido de Componente Climático:  
<http://www.fondefriesgos.agrimed.cl/contenido.asp?Id=3&Titulo=Componente%20Clim%20E1tico>
- Asrir Menchero, M. (10 de Junio de 2019). *La valoración del riesgo global: publicado el nuevo GAR 2019*. Recuperado el 8 de Julio de 2021, de  
<https://www.iecah.org/index.php/articulos/3534-la-valoracion-del-riesgo-global-publicado-el-nuevo-gar-2019>
- Banco Mundial. (2021). *bancomundial.org*. Recuperado el 04 de 06 de 2021, de Exportaciones de Bienes y Servicios (% del PIB) - Chile:  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.EXP.GNFS.ZS?end=2019&locations=CL&start=1960>
- Benavides, H., & León, G. (2007). *Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- Cabrera, A., Nava, E., Constante, V., Cruz, A., & González, J. L. (2018). Impacto de un incendio forestal sobre las propiedades del suelo en la sierra de Zapalinamé. *XIV Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas "Hacia el Uso Sustentable de los Recursos*

*Naturales de Zonas Áridas, Hacia el Uso Sustentable de los Recursos*, (págs. 151-152). Durango.

Camus, P. (2014). De la panacea a la tragedia. Bosques, erosión y forestación en Chile. Siglos XIX y XX. *Revista de Historia Iberoamericana*.

Cardona, O. D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Barcelona.

Castellnou, M., Pagés, J., Miralles, M., & Piqué, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. *5º Congreso Forestal Español*. Ávila.

CEDEUS. (30 de Junio de 2016). *Grandes Tipos de Suelo - Chile*. Recuperado el 8 de Julio de 2021, de [http://datos.cedeus.cl/layers/geonode:cl\\_grandes\\_tipos\\_suelos\\_geo](http://datos.cedeus.cl/layers/geonode:cl_grandes_tipos_suelos_geo)

Climate-Data.Org. (2021). *es.climate-data*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>

CONAF. (2019). *PLAN REGIONAL DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES*. Departamento Protección Contra Incendios Forestales, Región del Biobío.

CONAF. (15 de 01 de 2020). *prevencionincendiosforestales*. Recuperado el 06 de 06 de 2021, de Análisis de Causalidad Nacional 2019-2020: <https://www.prevencionincendiosforestales.cl/43533-2/>

CONAF. (2021). *www.conaf.cl*. Recuperado el 04 de 04 de 2021, de <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/>

CONAFOR. (2008). *Incendios Forestales*. Ciudad de Mexico : Serie Fasciculos.

CONAMA. (2006). *Estudio de la Variabilidad Climatica en Chile para el siglo XXI*. Santiago.

Consultorías Profesionales Agraria. (2005). *Evaluación de Impacto Programa de Bonificación forestal DL 701*.

db-city. (2017). *Los Angeles*. Recuperado el 10 de 07 de 2021, de Datos: <https://es.db-city.com/Chile--Bio-Bio--Bio-Bio--Los-Angeles>

De Oliveira, E. J. (2015). LA EXPANSIÓN DEL TURISMO Y LAS SEGUNDAS RESIDENCIAS. Implicaciones en el sector inmobiliario de la costa de Parnamirim/RN y Nísia Floresta/RN (Brasil). *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 279-295.

Diaz, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*.

Donoso, P., & Otero, L. (2005). Hacia una definición de país forestal: ¿Dónde se sitúa Chile? *Bosque*, 5-18.

Estrada Porrúa, M. (2001). Cambio climático global: causas y consecuencias. *Notas. Revista de Información y analisis*, 7-17.

European Environment Agency. (1995). *The CORINE Programme*. Copenhagen.

- FAO. (2000). *Sistema de Clasificación de Cobertura terrestre (LCCS): Conceptos de Clasificación y Manual de Usuario*.
- Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. *Anales Sis San Navarra*, vol.30.
- Frêne, C., & Núñez, M. (2010). Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile. *Revista Bosque Nativo*, 25-35.
- Galiana Martín, L. (2012). Las Interfaces Urbano-Forestales: Un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 205-226.
- González, M. E., & et al. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33º - 42º S). *Bosque* 32, 215-219.
- Greenpeace. (2017). *Ante la nueva era de incendios, Protege el bosque, protege tu casa*.
- Guarda, G. (1990). *Las fortificaciones del Reino de Chile. 1541-1826*. Ediciones Universidad Católica de Chile: Santiago.
- Gudynas, E. (2009). *Diez Tesis Urgentes sobre el Nuevo Extractivismo, Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual*. Lima: Centro Latinoamericano de Ecología Social.
- Gudynas, E. (2015). *Extractivismos Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Cochabamba: CEDIB.
- Haltenhoff, H. (2013). *Guía para trabajar con habitantes de áreas rurales y de la interfase*. Santiago, Chile.
- Hernandez, J., Galleguillos, M., & Estados, C. (2016). *Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014: Descripción del Producto*. Santiago: UCHILE.
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá*. Bogotá: D.C.
- INE. (2018). Urbano/Rural: Contexto de los resultados. *Diseminación Censo 2017*. Santiago.
- INTA. (2009). *Informe Técnico Unificado PNECO 1643*. Programa Nacional de Ecorregiones.
- IPCC. (2020). *El cambio climático y la tierra*. Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres.
- Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change. *Cities*, 221.
- Jadrijevic, M., Santis, G., Muck, K.-P., & Farías, F. (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. Santiago: Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.
- Jaque, E., & Et Al. (2019). Vulnerabilidad Educativa ante Incendios Forestales en el Area Metropolitana de Concepción, Caso de Estudio: Penco, Chile. *Estudios Socioterritoriales, Revista de Geografía*, 1-19.

- Kimmins, H. (1997). *Balancing Act. Environmental issues in forestry*.
- La Tercera. (11 de 01 de 2013). Chile se suma al atractivo negocio de la certificación forestal. *La Tercera*.
- La Tribuna. (20 de Enero de 2016). ¿Los Ángeles, capital maderera de Chile? *La Tribuna*.
- Lara, A., & Et al. (2003). *Componentes Científicos Clave para una Política Nacional Sobre Usos, Servicios y Conservación de los Bosques Nativos Chilenos*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental riesgo y desastre urbano. problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. *Ciudades en Riesgo, Compilado de María Augusta Fernandez*.
- Icviewer. (2021). *Icviewer.vito.be*. Obtenido de <https://icviewer.vito.be/about>
- Lehnert, M., & Carrasco, N. (2020). Del Vivir Bien y el Desarrollo Sustentable. Extractivismos y construcción de alternativas al desarrollo e Bolivia y Chile. *Dialogo Andino*, 189-204.
- Mans, V. (2016). *Iniciativas para proteger del riesgo de incendio forestal a las poblaciones: HACIA UNA GUÍA*. Madrid: AgroForestal.
- Mataix-Solera, J., & Guerrero, C. (2007). *Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas*. Alicante: CEMACAM.
- MINAGRI, & CONAF. (2016). *Plan de protección contra incendios forestales Comuna de Los Ángeles*. Los Ángeles.
- MINVU. (2018). Proyecto de ley que crea servicio nacional forestal Chile. *Protección contra incendios forestales y Planes de Ordenamiento Territorial e Instrumentos de Planificación Territorial*.
- Monares, J. (11 de Noviembre de 2021). Vecinos reportan muerte de miles de abejas en Nacimiento: apuntan a herbicida de forestales aledañas. *Radio Biobio*.
- Monckeberg, M. O. (2001). *El Saqueo de los Grupos Económicos al Estado Chileno*. Santiago.
- Montoro, B., & Ferradas, P. (2005). *Reconstrucción y Gestión de riesgo: Una propuesta técnica y metodológica*. Lima: ITDG.
- Mora-Motta, A. (2018). Plantaciones forestales en Chile: ¿hacia un modelo más sustentable? *Gestión y Ambiente* 21(supl. 2), 100-116.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres Un enfoque basado en procesos*. Lima: Comunidad Andina.
- Ocola, L. (2005). Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú. *Revista Geofísica* 61.
- ONU. (03 de 21 de 1994). *Observatorio10p.Cepal.org*. Recuperado el 18 de 05 de 2021, de Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático:

<https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>

- Pérez-Verdín, G., Márquez, M., Cortés, A., & Salmerón, M. (2013). Análisis espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango, México. *Madera y Bosques*, 37-58.
- Pino, A., & Henríquez, N. (2019). Extractivismo forestal en la comuna de Arauco (Chile): internalización y formas de resistencia\*. *Revista Colombiana de Sociología*, 207-226.
- Pladeco. (2019). *Plan de Desarrollo Comunal*. Los Ángeles.
- Renda, E., & et al. (2017). *Manual para la elaboración de mapas de riesgo*. Buenos Aires.
- Reyes, R., Sepúlveda, C., & Astorga, L. (2014). *Gobernanza del Sector Forestal Chileno: Tensiones y Conflictos entre las Fuerzas de Mercado y las Demandas de la Ciudadanía*.
- Romero Toledo, H., & Romero Aravena, H. (2015). Ecología Política de los Desastres: Vulnerabilidad, Exclusión socio-territorial y Erupciones volcánicas en la Patagonia Chilena. *MAGALLANIA (Chile)*, 43, 7-26.
- Sáez, S., & Valdés, J. (1999). Chile y su política comercial "lateral". *Revista de la CEPAL* 67, 81-94.
- Salgado, L. (2016). *Valoración del Riesgo por Incendio Forestal en el Interfaz Urbano-Forestal*. Oviedo.
- Sepúlveda, E. (15 de Julio de 2020). Vecinos se manifiestan para agilizar pavimentación de Villa Génesis en Los Ángeles. *Radio Biobío*.
- Silva, J., & Molina, J. (2012). *Incorporación de elementos de gestión de riesgos de desastres naturales*. Valdivia: WWF Chile.
- SUBDERE. (2011). *Guía análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial*. Santiago: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Naciones Unidas.
- Triana Forero, J. (2017). *Evaluación de la Aplicabilidad de la Metodología CORINE LAND COVER con base en el Catastro Vegetacional de la Corporación Nacional Forestal para la Provincia de Talca en la Región del Maule, Chile*. Talca.
- Tricallotis, M. (2016). ¿En qué contexto surge la certificación forestal en Chile?: desempeño ambiental, social y económico de empresas no certificadas. *Bosque*.
- UNDRO. (1979). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*. Geneva.
- UNDRR. (2015). <https://www.undrr.org/>. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de ¿Qué es el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres?: <https://www.undrr.org/es/implementando-el-marco-de-sendai/que-es-el-marco-de-sendai-para-la-reduccion-del-riesgo-de>
- UNFCCC. (2008). *Kyoto Protocol Reference Manual*. Kyoto.

- UNFCCC. (2016). *unfccc.int*. Recuperado el 26 de 5 de 2021, de El Acuerdo de París:  
<https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>
- UNFCCC. (17 de 6 de 2020). Todavía es posible alcanzar la segunda fase de reducción de emisiones de Kyoto pero es necesaria más ambición. *unfccc.int*.
- UNFCCC. (2021). *unfccc.int*. Recuperado el 25 de 5 de 2021, de ¿Qué es el Protocolo de Kioto?:  
[https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)
- United Nations. (2014). *Land Cover Map (Corine Land Cover - EEA)*. Recuperado el 8 de Julio de 2021, de <https://un-spider.org/es/node/8354>
- United Nations. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Sendai.
- United Nations. (2019). *Informe de Evaluación Global de las Naciones Unidas sobre Reducción del Riesgo de desastres*.
- Urzúa, N., & Cáceres, F. (2011). Incendios forestales: principales consecuencias económicas y ambientales en Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 18-24.
- Users, J. (2012). El Cambio Climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Villaloid*, 71-98.
- Vargas, J. E. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. Santiago: CEPAL.
- Velez, R. (2005). *La población rural en la prevención de incendios forestales*. Roma: FAO.
- Vera, J., & Albarracín, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadense*, 109-136.
- Villalba, C. A. (2014). Ningun desastre es natural., (pág. 6).
- Villers, M. D. (2006). Incendios forestales. *Ciencias UNAM*, 61-66.
- Yamin, L. E., & Et al. (2013). *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre El caso de Bogotá, Colombia*. Bogotá: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial.
- ZAGREV. (2008). *Estudio para la definición e identificación de infraestructura crítica de la información en Chile*. Santiago.

