

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y GEOGRAFÍA
CARRERA DE GEOGRAFÍA



ROL DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE
INCENDIO FORESTAL EN ZONAS DE INTERFAZ PARA LA COMUNA DE PENCO

Memoria de título para optar al Título de Geógrafa

Tesista:

Natalia Elena Plaza Daroch

Profesor Guía:

MG. Rodrigo Sanhueza Contreras

Concepción, Ciudad Universitaria 2022

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

... Una voz tan insistente como la de la conciencia, creaba matices

Infinitos en el sempiterno murmullo que noche y día repetía:

“Hay algo oculto. Ve y descúbrelo. Anda y explora detrás de las montañas.

Algo hay perdido detrás de las montañas. Está perdido y te espera.

¡Vé en su búsqueda!

Ruyard Kipling: “The Explorer”

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este pequeño espacio que permite la presente investigación para plasmar mi agradecimiento a todos aquellos seres que me acompañaron tanto física como espiritualmente a lo largo de este proceso.

En primer lugar, están mis padres, Silvia y Maximiliano, por todo el amor y dedicación que me han entregado a lo largo de estos años en su eterno afán de mostrarme el mundo a través de sus conocimientos, vivencias y por responder a todas mis interrogantes planetarias y espaciales. A mi hermana, Antonia, por su confianza y apoyo incondicional, sin ella no sería lo mismo.

A Leonardo, por su apoyo y entregarme palabras de aliento cuando más las he necesitado e incentivarme a seguir creciendo. Espero tengamos muchas montañas por escalar.

A mis amigas Geógrafas por todos estos años de risas, llantos y mucho crecimiento.

A mi profesor guía, Rodrigo Sanhueza, por su eterna paciencia hacia mi lento proceso de titulación, por su retroalimentación hacia esta investigación y por todas sus clases a lo largo de estos años, que disfruté mucho.

A todos los docentes que aportaron en mi formación, gracias.

A Mercedes y Leo, sé que me acompañan desde algún lugar no muy lejano, gracias por guiarme. *Always.*

A Lobsang, sus palabras e historias han sido más de alguna vez salvamento y un torrente de aprendizaje en muchos aspectos de mi vida de estudiante universitaria. Tengo fe en que a pesar de los años aún repercuten en más de alguna cabeza, a donde estés te envío mi gratitud.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	III
Índice de Ilustraciones.....	V
Índice de tablas.....	VI
Resumen.....	VIII
Abstract.....	IX

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.3. ÁREA DE ESTUDIO	18
1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.5. HIPÓTESIS	20
1.6. OBJETIVOS	20
<i>Objetivo General.....</i>	<i>20</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>20</i>
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL: VARIABLES DE ESTUDIO.....	23
2.1.1. <i>Riesgo.....</i>	<i>23</i>
2.1.2. <i>Amenaza</i>	<i>23</i>
2.1.3. <i>Exposición</i>	<i>23</i>
2.1.4. <i>Vulnerabilidad.....</i>	<i>24</i>
2.1.5. <i>Incendio Forestal.....</i>	<i>24</i>
2.1.6. <i>Interfaz urbano – forestal (IUF).....</i>	<i>25</i>
2.1.7. <i>Construcción social – Construcción social del riesgo (CSR).....</i>	<i>26</i>
2.1.8. <i>Planificación Urbana.....</i>	<i>26</i>
2.1.9. <i>Ordenamiento Territorial.....</i>	<i>27</i>
2.2. RELACIÓN ENTRE CONCEPTOS TEÓRICOS	28
2.2.1. <i>Relación entre CSR y Ordenamiento Territorial/Planificación Urbana.....</i>	<i>28</i>
2.2.2. <i>Relación entre la Gestión del Riesgo y Ordenamiento Territorial/Planificación Urbana</i>	<i>28</i>
2.2.3. <i>Relación entre Construcción Social del Riesgo y Gestión del Riesgo</i>	<i>29</i>
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	30

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.1. Tipo de Investigación.....	31
3.1.2. Fases de la Investigación.....	32
3.1.3. Cartografías.....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	50
4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	51
4.1.1. Delimitación de la zona de interfaz.....	51
4.1.2. Amenaza de Incendio forestal en la interfaz.....	53
4.1.3. Vulnerabilidad frente al Incendio Forestal en la Interfaz.....	63
4.1.4. Construcción social del riesgo, según la Planificación Territorial.....	71
4.1.5. Construcción social del riesgo, según los Instrumentos de Gestión del Riesgo	82
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	87
5.1. DISCUSIÓN	88
5.2. CONCLUSIÓN	90
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	94
6.1. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	95
CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ocurrencia de incendios forestales en Chile 1964 – 2020.....	13
Figura 2. Daño cuantificado en ha. para el período 1964 - 2020.....	14
Figura 3. Cruce de ocurrencia y daño de incendios forestales para la última década.	14
Figura 4. Cartografía de uso de suelo en la comuna de Penco.....	15
Figura 5. Cartografía base de la comuna de Penco.....	18
Figura 6. Cartografía de peligrosidad por incendio forestal.....	19
Figura 7. Esquema explicativo metodología mixta.....	31
Figura 8. Esquema de diseño Explicativo Secuencial.....	32
Figura 9. Representación gráfica de la zona de interfaz urbano - forestal para la Región del Biobío.....	33
Figura 10. Gestión del riesgo y sistema de planificación urbana y territorial.....	38
Figura 11. División del territorio censal.....	42
Figura 12. Dimensión física.....	43
Figura 13. Dimensión institucional.....	48

Figura 14. Cartografía identificación de la interfaz urbano - forestal de la comuna de Penco.	52
Figura 15. Cartografía distribución de pendientes expresadas en % para Penco.....	53
Figura 16. Cartografía reclasificación de pendientes expresadas en % para Penco.	54
Figura 17. Cartografía de exposición solar para Penco.....	55
Figura 18. Cartografía de reclasificación exposición solar para Penco.	56
Figura 19. Cartografía de vegetación para Penco.....	57
Figura 20. Reclasificación de vegetación para medir grado de propagación en Penco. ...	58
Figura 21. Distribución de incendios en Penco para el período 2010 - 2018.....	59
Figura 22. Reclasificación densidad de Kernel para medir grado de ocurrencia.	60
Figura 23. Cartografía de amenaza de incendio forestal para la comuna de Penco.....	61
Figura 24. Cartografía de amenaza de incendio forestal para el área de estudio.....	63
Figura 25. Cartografía de reclasificación de la densidad de población para el área urbana de Penco.	65
Figura 26. Dispersión de viviendas según su materialidad.....	66
Figura 27. Viviendas con rango aceptable y baja vulnerabilidad por manzana.....	67
Figura 28. Viviendas con rango recuperable y media vulnerabilidad por manzana.	68
Figura 29. Viviendas con rango irrecuperable y alta vulnerabilidad por manzana.	69
Figura 30. Reclasificación de vulnerabilidad por usos de suelo para la comuna de Penco.	71
Figura 31. Cartografía de ubicación de las zonas de extensión urbana sobre la interfaz y suelos siniestrados.	74
Figura 32. Zonas de extensión establecidas en el distrito 1: Penco.	75
Figura 33. Zonas de extensión establecidas en el distrito 5: Margaritas.....	76
Figura 34. Zonas de extensión establecidas en el distrito 2: Fábrica.	77
Figura 35. Zonas de extensión establecidas en el distrito 3: Lirquén.	78
Figura 36. Zona de extensión establecida en el distrito 6: Andalién.	78
Figura 37. Comparación entre planes para la identificación de la zona de interfaz frente a la amenaza de incendio forestal.	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie amenazada por incendio forestal.....	17
Tabla 2. Reclasificación de pendientes.....	35

Tabla 3. Clasificación de exposición solar.....	35
Tabla 4. Reclasificación de vegetación.	36
Tabla 5. Reclasificación densidad de Kernel.....	37
Tabla 6. Categorización densidad de población para la comuna de Penco.....	44
Tabla 7. Recategorización usos de suelo para la comuna de Penco.	46
Tabla 8. Reclasificación usos de suelo para la comuna de Penco.	46
Tabla 9. Categorías según material predominante en la vivienda.	47
Tabla 10. Evaluación de vulnerabilidad según índice de materialidad.....	48
Tabla 11. Demografía de población según distrito censal para Penco.	64
Tabla 12. Especificaciones zonas de extensión y superficie expuesta a la amenaza de incendio forestal.....	80
Tabla 13. Tabla comparativa de los planes disponibles para la gestión del riesgo de incendio forestal en Penco.....	83

RESUMEN

Desde hace algunos años, posiblemente las últimas dos décadas, Chile se ha visto enfrentado a una serie de incendios forestales que han afectado principalmente a la zona centro sur del país, actuando de manera directa sobre asentamientos humanos, generando impactos tanto sociales como económicos y ambientales. En este sentido, la presente investigación pretende analizar las condiciones de vulnerabilidad y la exposición de estas frente a la amenaza de incendios forestales en zonas de interfaz urbano – forestal (IUF); buscando establecer la contribución de los instrumentos de planificación territorial a la construcción social del riesgo de incendio en las zonas de interfaz mediante la gestión.

El área de estudio corresponde a la zona de interfaz urbano – forestal Penco, estableciendo 1000 metros de diámetro alrededor del límite urbano comunal, con respecto al análisis también se trabajó con las zonas de extensión urbana que fueron establecidas en la interfaz y se agruparon en los distintos distritos censales de la comuna para su posterior análisis.

Para ello se utilizó un enfoque metodológico mixto, en donde se conjugaron variables cuantitativas y cualitativas con el fin de generar una caracterización más completa del área de estudio para su posterior análisis. Para medir la amenaza y su posterior exposición se trabajó con el método propuesto por Etxeberría et al (2002) y con las variables propuestas por Ubilla – Bravo en 2013, todos estos datos fueron sometidos a geoprocесamientos en ArcGIS 10.4.1. Mientras que las variables ligadas a la vulnerabilidad se trabajaron de acuerdo a la dimensión física e institucional propuestas por Wilches – Chaux (1993) con valores aportados por el Censo del año 2017 (INE, 2017).

A partir de esto se pudo determinar que los sectores más amenazados y vulnerables a la generación de incendios forestales corresponden a la IUF de los distritos Andalién, Penco y Lirquén (35% de área urbana), donde además el 23% de la población comunal habita estas zonas. Por último, se evidenció que la planificación en estos sectores tiene un rol pasivo en materia de gestión, contribuyendo a la construcción del riesgo en las áreas de interfaz.

Palabras clave: Incendio Forestal, Interfaz Urbano – Forestal, Planificación Territorial, Construcción Social del Riesgo, Gestión del Riesgo, Vulnerabilidad, Exposición.

ABSTRACT

For some years, possibly the last two decades, Chile has been faced with a series of wildfires that have affected mainly the south central area of the country, acting directly on human settlements, causing social, economic and environmental impacts. In this aspect, this research aims to analyze the conditions of vulnerability and their exposure to the threat of wildfires in urban-forest interface areas (IUF); seeking to establish the contribution of territorial planning instruments to the social construction of fire risk in interface areas through management.

The study field corresponds to the Penco urban-forest interface zone, establishing 1000 meters in diameter around the communal urban boundary. Regarding the analysis we also worked with the urban extension zones that were established in the interface and were grouped into the different census districts of the commune for further analysis. In addition, it should be mentioned that all these sectors present different degrees of vulnerability to the threat, which is reflected in the fact that these sectors have been hit on several occasions by large-scale wildfires.

For this, a mixed methodological approach was used, where quantitative and qualitative variables were combined in order to generate a more complete characterization of the study area for subsequent analysis. To measure the threat and its subsequent exposure, we worked with the method proposed by Etxeberría et al (2002) and with the variables proposed by Ubilla - Bravo in 2013, all these data were subjected to geoprocessing in ArcGIS 10.4.1. While the variables linked to vulnerability were worked in accordance with the physical and institutional dimension proposed by Wilches - Chaux (1993) with values provided by the 2017 Census (INE, 2017).

Keywords: Wildfires, Urban - Forest Interface, Territorial Planning, Social Construction of Risk, Risk Management, Vulnerability, Exposure.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales constituyen un problema ambiental, teniendo como resultado la pérdida y degradación de la biosfera (Úbeda y Sarricolea, 2016). A nivel mundial, estos eventos constituyen el principal agente de degeneración de los ecosistemas presentes en la Tierra, debido a su agresividad y al riesgo que suponen cuando entran en contacto con áreas habitadas por el ser humano.

Todo lo anterior se ha visto incrementando en los últimos años debido principalmente a un aumento importante en las tasas de urbanización, en la expansión de los usos de la tierra para la silvicultura, agricultura, ganadería y en los efectos del cambio climático sobre todo en países con clima mediterráneo. Estos últimos se han visto afectados con mayor frecuencia por incendios forestales, muchos de ellos, además, se generan y conforman una amenaza en las áreas de interfaz urbano/forestal (IUF). Dichas zonas son un polo de desarrollo para las actividades humanas, donde es posible encontrar poblados completos, transformándose en sectores vulnerables ante el riesgo de incendios forestales.

El continuo crecimiento urbano de las ciudades se traduce en un proceso cada vez más complejo en cuanto éstas entran en contacto con áreas destinadas al uso forestal, dado principalmente a que en ocasiones la normativa vigente y los instrumentos que se enfocan en ordenar el territorio quedan en desventaja en relación a la rápida evolución que tienen estas zonas de interfaz y a los crecientes riesgos a los que se enfrentan, sobre todo en lo que a incendios forestales se refiere, lo cual incrementa las condiciones de vulnerabilidad de los habitantes de estos sectores frente a la amenaza, aumentando los desafíos en materia de planificación de cara a la gestión del riesgo.

En Chile, el centro-sur del país es una zona forestal productiva por definición, concentra 7,2 millones de hectáreas de bosque nativo (50% del total) y 2,9 millones de hectáreas de plantaciones forestales exóticas, casi la totalidad, ya que a nivel nacional contempla 3,08 millones de ha (Astorga y Burschel, 2019). Cabe recordar además que es en esta zona donde se asienta el 85% de la población total, esto quiere decir, que gran parte de las ciudades, comunas y localidades presentes en esta área están en contacto con espacios forestales y por consiguiente poseen, en su mayoría, interfaz urbano-forestal.

Las zonas de interfaz urbano-forestal en Chile constituyen el principal problema al que se ven enfrentados los administradores forestales y los distintos organismos públicos, ya que

son consideradas como áreas críticas dada la peligrosidad que implica la cercanía que existe entre los asentamientos humanos y la zona forestal, siendo catalogada como área de contacto directo. A su vez, en el país el desarrollo de políticas públicas de planificación urbana y el ordenamiento territorial se consideran como las principales herramientas que regulan sobre las zonas de interfaz, debido a la importancia que significa para la caracterización del riesgo de incendio en estas áreas.

En este sentido, en la comuna de Penco al tener antecedentes sobre riesgo de incendios forestales, analizar la situación en la IUF constituye un aspecto clave para entender cómo se relacionan las distintas herramientas de planificación, cómo éstas pueden aportar o no a la construcción social del riesgo de incendios forestales en la gestión de la amenaza y la vulnerabilidad en estas áreas.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Un incendio forestal es 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, es 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” (CONAF, 2020).

En Chile, el 99,7% de los incendios forestales son de carácter antrópico y en promedio 52.000 hectáreas son afectadas en cada período (comprende desde el inicio de la primavera hasta el inicio del otoño). Sin embargo, en las últimas temporadas (2017 en adelante), la superficie afectada ha llegado hasta las 101.000 ha. consumidas por el fuego. Si bien los incendios forestales en territorio chileno se remontan a la época de la conquista española, no fue hasta 1964 (Figura 1) cuando se comienza a registrar la ocurrencia y el área afectada (en ha.) por parte de la policía forestal, para luego pasar a manos de la CONAF (Díaz y Gonzáles, 2016).

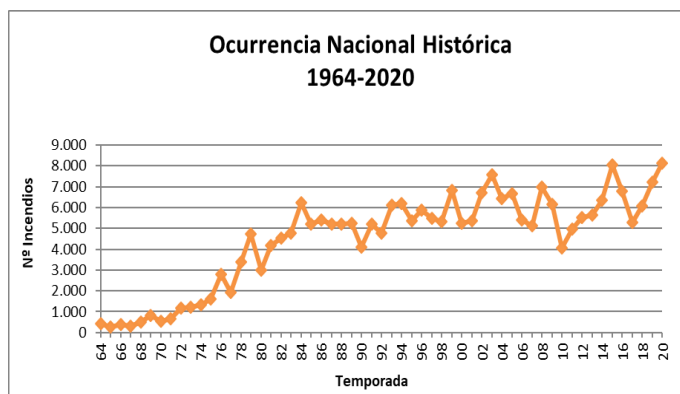


Figura 1. Ocurrencia de incendios forestales en Chile 1964 – 2020.

Fuente: CONAF, 2020.

Al ser Chile un país con grandes extensiones de suelo destinados a la industria forestal no está ajeno a la generación de riesgos por incendios forestales. Durante los últimos 20 años, las superficies de especies exóticas y de monocultivos forestales derivados del dinamismo económico que los produce, han sido las más devastadas por incendios, aumentando consistentemente en la última década (Figura 2) (Díaz y Gonzáles, 2016). Siendo la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, la Región Del Maule y la Región Del Biobío, las más afectadas en cuanto a hectáreas consumidas se refiere, sin embargo, la Región del Biobío

es la que cuenta con el área más extensa consumida por incendios forestales con 593.920,06 ha y la que mayor ocurrencia tiene en zonas de interfaz urbano-rural, donde se extienden muy rápido afectando a la población de las periferias y rurales, así como también las actividades productivas (CONAF, 2020). Esto también es corroborado por Castillo (2015) quien argumenta que en los últimos 15 años se ha conservado un equilibrio en cuanto a hectáreas quemadas en áreas rurales (Figura 3), pero ha variado de forma importante en comparación a los incendios desarrollados en zonas de interfaz urbano-forestal, causado principalmente por la práctica de construir en terrenos no aptos para el uso urbano y la falta de regulación y normativa que actúe en concordancia con las vulnerabilidades, y por tanto riesgos, a los que se ve expuesta la población.

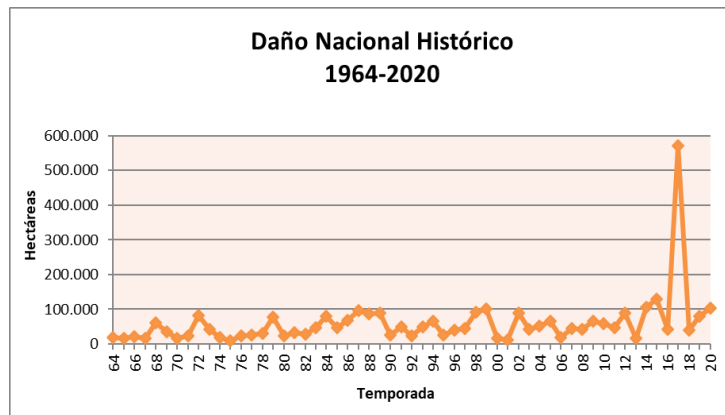


Figura 2. Daño cuantificado en ha. para el período 1964 - 2020

Fuente: CONAF, 2020.

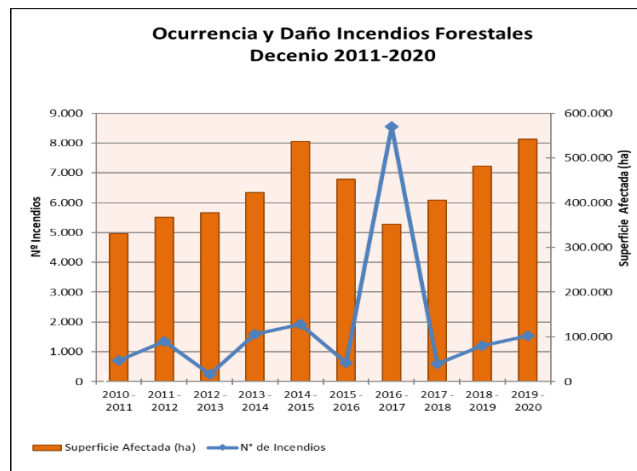


Figura 3. Cruce de ocurrencia y daño de incendios forestales para la última década.

Fuente: CONAF, 2020.

Como se mencionó con anterioridad, casi la totalidad de los incendios forestales ocurridos en el país son de origen antrópico y esto se debe en gran medida a la cercanía de las plantaciones y/o zona de producción forestal con centros poblados, esto involucra la conformación de una amenaza que a su vez conlleva cierto grado de peligrosidad, convirtiéndose en un riesgo. Dentro de este influyen tres factores principales: la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad (García, 2016). De esta forma, es posible conocer a través del estudio de estos factores las condiciones en las que se encuentra el territorio frente al riesgo y a partir de ello encaminar el actuar hacia políticas que promuevan la gestión de los riesgos a distintos niveles tanto a nivel país como regional y comunal.

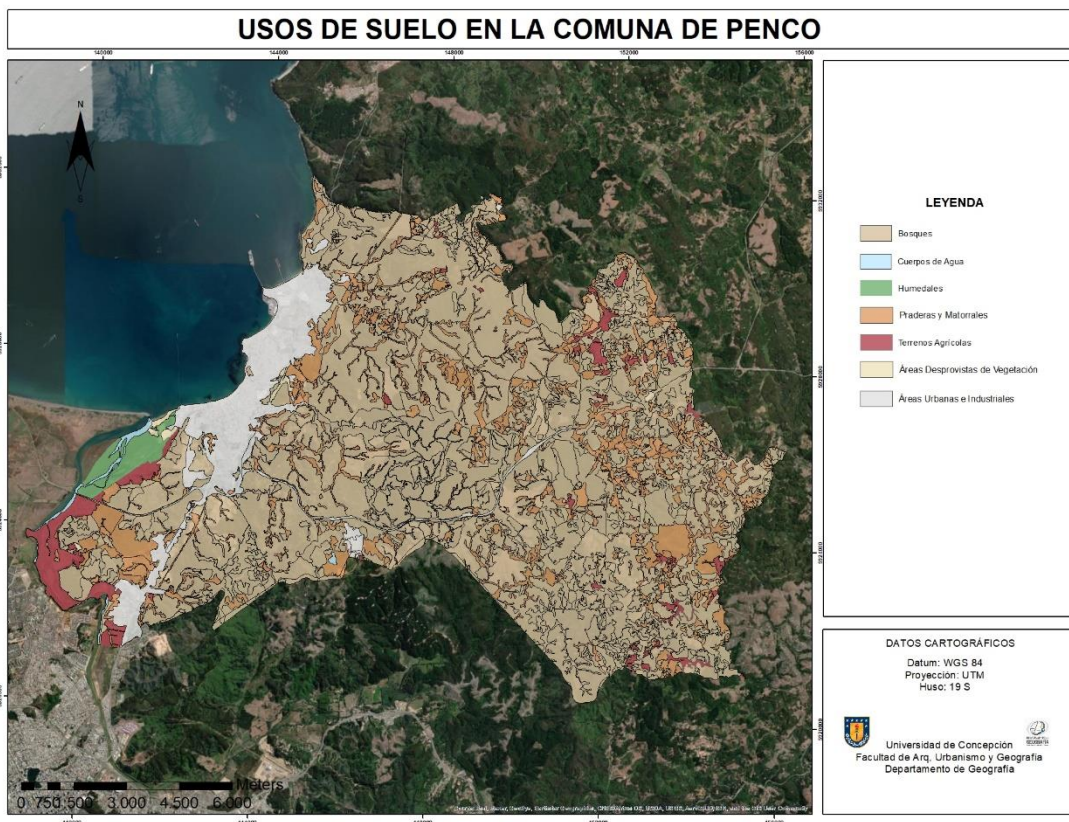


Figura 4. Cartografía de uso de suelo en la comuna de Penco

Fuente: Elaboración propia a partir de datos disponibles en IDE Chile y sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Penco en este sentido, enfrenta desafíos cada vez más complejos derivados de los cambios y propuestas de desarrollo urbano y que condicionan sus propios procesos en cuanto a los riesgos que enfrenta, debido principalmente a la presión inmobiliaria para la creación de

nuevos sectores residenciales en las periferias y al crecimiento exponencial del uso de suelo forestal (Figura 4) que incrementa el área de interfaz entre estos dos usos. Es así como los incendios forestales en estas zonas de contacto se transforman en una de las principales amenazas durante cada estación seca dentro de la comuna, poniendo en peligro constante a la población y las actividades que tienen lugar en la IUF.

Desde siempre la urbanización ha respondido a un proceso que dice relación con la transformación de territorios. Penco como comuna se conforma obedeciendo este comportamiento basado principalmente en un proceso modificador de la cobertura de suelo, trayendo consigo grandes impactos medioambientales en las nuevas zonas destinadas al crecimiento urbano y que tienen estrecha relación con la construcción social del riesgo. En este sentido, estos nuevos territorios, frecuentemente posicionados en el límite de lo urbano con lo rural, se ven amenazados e impactados debido al cambio en estas coberturas.

Hacer visibles estos eventos y sus posteriores consecuencias para el ser humano y los ecosistemas que interactúan en Penco, ha puesto de manifiesto la necesidad de reconocer desde la mirada de la vulnerabilidad, cómo esta influye en la construcción de los escenarios de riesgo, donde las políticas que actualmente rigen la planificación territorial en la comuna no actúan de forma activa o efectiva dentro de la gestión del riesgo, condicionando la producción de vulnerabilidades frente a la amenaza de incendio forestal.

Para poder entender y explicar la problemática frente a la construcción social del riesgo de incendios forestales en la comuna de Penco, es necesario indagar en las condiciones pre – existentes dentro de la comuna, desde la planificación territorial hasta los factores de vulnerabilidad de sus habitantes, sobre todo de los que se encuentran cercanos a las zonas IUF, teniendo fuertemente en consideración la fuente y los puntos de ignición presentes en la comuna caracterizando de esta forma las áreas de peligro. A partir de ello podemos preguntarnos cómo se construyen los riesgos, cuáles son los actores que participan en la construcción del riesgo y cuál es el margen de acción de la población y de las autoridades frente al riesgo.

Las plantaciones forestales tienen un amplio desarrollo dentro de Penco, por ello las áreas amenazadas también son extensas (Tabla 1) y redundan en un aumento de la exposición de la población, debido a las nuevas zonas de expansión residencial. Al producirse este contacto entre el uso forestal y el uso urbano, se generan y amplían las zonas de interfaz.

Sin ir más lejos, los riesgos antrópicos presentes en la comuna fundamentalmente se asocian a la superficie amenazada por incendios forestales.

1. Amenaza alta: superficie de 8,04 km² (30,22% del área urbana).
2. Amenazas medias y bajas: superficie de 18,56 km² (69,78% del área urbana).

Tabla 1. Superficie amenazada por incendio forestal.

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma el área urbana total amenazada tiene una superficie de 26,6 km² de un total de 107,6 km² de la superficie comunal (PLADECO, 2020). Razón por la cual resulta imperativo indagar en las dinámicas territoriales y buscar relaciones entre las normativas e instrumentos de planificación que tienen incidencia en la IUF.

1.3. ÁREA DE ESTUDIO

Penco, es una de las comunas más antiguas de Chile y su relación con los desastres tiene una larga data, especialmente con sismos, tsunamis y recientemente, dado su impulso urbano, ha visto comprometido su desarrollo.

Dentro del contexto urbano, Penco pertenece al área metropolitana del Gran Concepción, está emplazada en la bahía que lleva el mismo nombre, rodeada por la Cordillera de la Costa y el borde costero, por lo que su población se encuentra asentada tanto en las cercanías del mar como en los cerros. Por esta razón las actividades económicas y productivas que se desarrollan de manera más amplia en la comuna son la actividad forestal, portuaria, pesca artesanal, fábricas menores y comercio en general.

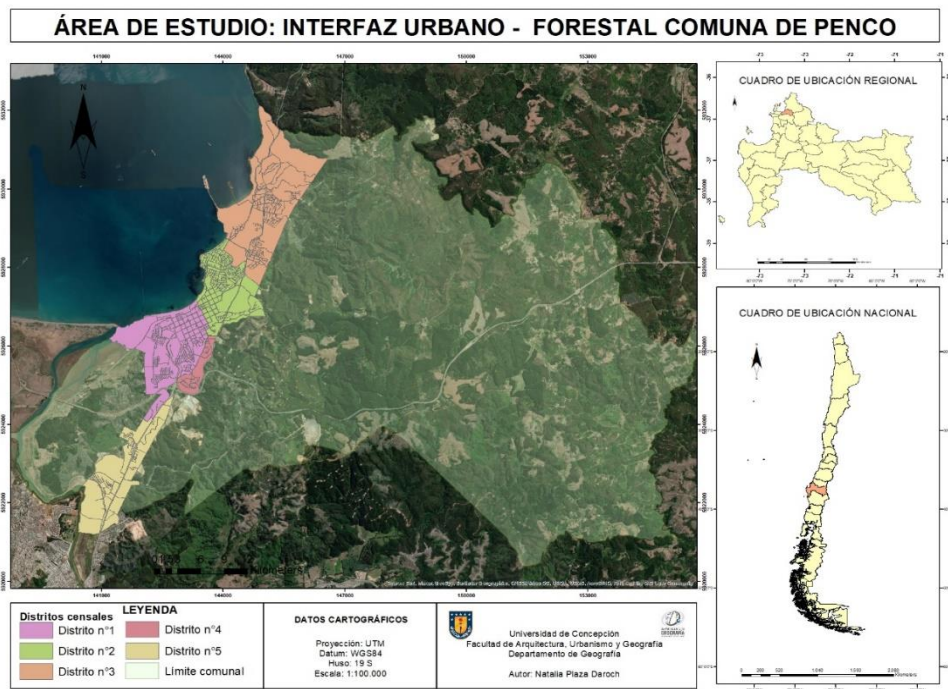


Figura 5. Cartografía base de la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

A partir del Censo del año 2017, se estimó que cuenta con una población de 47.368 habitantes, donde aproximadamente el 99% de ella se encuentra localizada en el área urbana (INE, 2017). La comuna concentra gran parte de su población en los sectores costeros de Penco y Lirquén. Sin embargo, con una tasa de crecimiento del 0,2% con

respecto del Censo del año 2002 (INE, 2017) y que va aumentando a medida que transcurre el tiempo, la necesidad de buscar soluciones a la expansión de viviendas y, por consiguiente, ampliar terrenos para usos de suelo residenciales, ha empujado esta evolución hacia sectores que colindan con áreas de uso forestal, las cuales ocupan una parte importante de la comuna.

En este sentido, se tomará como unidad de análisis las zonas de interfaz urbano forestal. Teniendo como primera referencia los sectores reconocidos por el “Plan de evacuación frente a incendios forestales”, publicado por la I. Municipalidad de Penco en 2019. Estos serán agrupados a través distritos censales para un mejor análisis (Anexo 1). También se utilizará el mapa de peligrosidad por incendio forestal del “Plan de acción municipal frente a incendio forestal” (2020) con el cual es posible visualizar de manera preliminar el objeto de estudio al observar en los tonos morado aquellas áreas que están sometidas a mayor peligro (Figura 6). Lo anterior aportará a dimensionar el espacio geográfico sobre el que se hará la investigación que luego se completará con la identificación de las zonas de interfaz urbano – forestal dentro de la comuna.

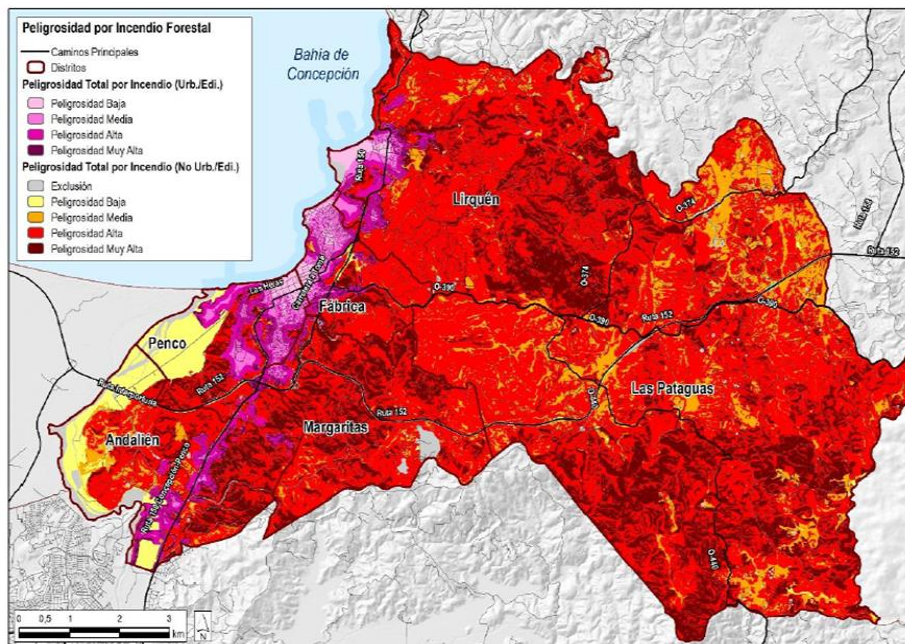


Figura 6. Cartografía de peligrosidad por incendio forestal.

Fuente: Plan de acción frente a incendio forestal Penco, 2020.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La construcción social del riesgo será observada a través de la gestión del riesgo, es decir, si existe una generación y recreación de condiciones de vulnerabilidad en la IUF y como los instrumentos de planificación y gestión abordan el riesgo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, surgen dos aristas que encaminan y dan forma a esta investigación:

La primera tiene relación con las condiciones de vulnerabilidad, cuestionando en el área si ¿la planificación territorial y la gestión del riesgo actúan en consecuencia con la amenaza de incendio forestal? Y la segunda, si ¿los instrumentos de planificación están contribuyendo o no a una mayor exposición de las personas al riesgo? Estas discusiones buscan indagar en si existen congruencias entre los instrumentos de planificación territorial y la normativa vigente con respecto a las zonas de interfaz presentes en la comuna de Penco.

1.5. HIPÓTESIS

Las normativas e instrumentos que actualmente están ligados al ordenamiento y planificación territorial no son vinculantes y por tanto no actúan de manera activa en la reducción de la vulnerabilidad institucional y física ligada a la construcción social del riesgo de incendio forestal en la comuna de Penco y a su gestión.

1.6. OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la contribución de los instrumentos de planificación territorial a la construcción social del riesgo de incendios forestales en zonas de interfaz urbano-forestal en la comuna de Penco, teniendo como criterio evaluador la vulnerabilidad en su dimensión institucional y física.

Objetivos Específicos

- Identificar las áreas de interfaz urbano-forestal dentro de la comuna.

- Examinar las condiciones de vulnerabilidad y exposición en las áreas de interfaz de acuerdo con sus dimensiones características y contrastar con los instrumentos de planificación.
- Reconocer si la planificación urbana, en las zonas de extensión urbana de la interfaz es congruente y/o vinculante con el riesgo de incendio forestal y condicionante en la construcción social del riesgo y su gestión.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL: VARIABLES DE ESTUDIO

2.1.1. Riesgo.

El riesgo como concepto adquiere valor al momento de que, por medio de este, se es capaz de identificar y analizar diversas dinámicas socio-territoriales a las que están expuestas las comunidades humanas en los territorios y que comprenden algún grado de peligrosidad natural. Al ser un término que se emplea para reconocer procesos naturales en los que se ve envuelta la sociedad humana, se entiende que el riesgo es un concepto antrópico, deviene del problema de la interacción entre la naturaleza y el ser humano; de la adaptación y modelamiento que este tenga con respecto a distintos elementos del medio natural, es variable y cambiante en el tiempo debido a que obedece a las dinámicas que transcurren en el espacio. De ahí que los riesgos sean concebidos con diversos enfoques, desde el análisis de la amenaza o fenómeno natural en sí mismo, como sinónimo de riesgo y/o desastre, hasta el análisis del riesgo como construcción social, como una antesala del desastre y diferenciándolo de la amenaza (Campos-Vargas, et al., 2015).

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} + \text{Vulnerabilidad}$$

2.1.2. Amenaza

Una amenaza corresponde a todo elemento o proceso natural en que el ser humano o una comunidad en particular percibe como dañino (García, 2016), es decir, un evento potencialmente peligroso. Chardón y Gonzáles (2002), reconocen que la amenaza puede ser de origen natural, socio natural o antrópico, además puede estar definida por la magnitud, probabilidad de ocurrencia, naturaleza y ubicación.

Cardona (s.f) define la amenaza como un factor de riesgo externo de un sistema, que se configura a su vez en un riesgo latente asociado a un fenómeno físico que puede manifestarse en un lugar concreto y en un tiempo determinado. Teniendo la capacidad de generar efectos adversos en el ser humano, medio ambiente y/o bienes.

2.1.3. Exposición

El IPCC (2014), identifica a la exposición como “la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios e infraestructura, activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados de forma negativa”. Por lo que se puede afirmar que corresponde al grado en que un territorio está involucrado en la amenaza, razón por la cual

existen elementos medibles a la exposición, como comunidades, economía y medio ambiente, que a su vez están enlazadas a diversos recursos. Esto significa que la exposición es cuantificable en unidades espaciales y temporales (Birkmann et al., 2013)

2.1.4. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad como tal posee diversos matices que van desde el interés en los elementos biofísicos del ambiente, hasta los sociales. Debe ser interpretada como “la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, es decir, su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. Donde la amenaza, para los habitantes, se considera como la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual son vulnerables” (Wilches – Chaux, 1993). De esta manera, la vulnerabilidad debe ser entendida como la exposición a un peligro por parte de un grupo humano; así, los usos de suelo, las actividades socioeconómicas, el nivel cultural, las normativas que rigen el territorio, entre otros, enmarcan las diversas dimensiones que condicionan la vulnerabilidad y que se interpretan como los recursos disponibles para enfrentar el riesgo.

Wilches – Chaux (1993), señala que la vulnerabilidad es un concepto netamente social y que existe una multiplicidad de elementos que explican la inhabilidad de reacción ante el riesgo. A raíz de esto surge el concepto de “*vulnerabilidad global*”, con el fin de poner de manifiesto los distintos factores que convergen en una determinada comunidad y condicionan la respuesta frente al riesgo. Este término incorpora dimensiones de tipo social, económica, política, institucional, física, tecnológica, ideológica y educativa. Para el objeto de este estudio son de relevancia la dimensión física: referida a una ubicación inadecuada de asentamientos humanos en zonas de riesgo y las deficiencias de las estructuras físicas para absorber los efectos de la fuente de peligro (Ferrari, 2012); y la institucional: la cual se centra en la existencia, o no, de regulaciones y/o normativas relacionadas con la resolución y la forma de enfrentar problemas de riesgo.

2.1.5. Incendio Forestal

La Corporación Nacional Forestal (CONAF, s.f), define al incendio forestal como un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, por medio de la vegetación leñosa, arbustiva o

herbácea viva o muerta. Es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales, puede destruir todo lo que encuentre a su paso.

En Chile cerca del 98% de los incendios forestales tienen un origen antrópico, de hecho, Castillo et al. (2009), indica que los eventos producidos en las zonas mediterráneas a nivel general actúan como un agente modificador del paisaje y se generan en gran medida como consecuencia de la actividad humana. Donde la distancia de suelos forestales a los centros urbanos es asociada de modo negativo con la probabilidad de ignición, demostrando el alto nivel de influencia de las actividades humanas en la ocurrencia de incendios forestales (Altamirano et al. 2013).

2.1.6. Interfaz urbano – forestal (IUF)

Ferreira (2004) define el concepto de interfaz como un conjunto de medios físicos y lógicos debidamente trazados que adaptarán dos sistemas para obtener un fin determinado, cuyo resultado será común a ambos sistemas; la idea básica es la de un límite entre dos sistemas o unidades que permitan un intercambio.

El concepto de interfaz en Geografía es el resultado de una discontinuidad y / o se basa en ella. Interface combina diferentes sistemas territoriales y juega un papel especial en su regulación. La interfaz geográfica es un sistema de ubicación formado por interacciones estables entre el espacio y las sociedades. Los intercambios territoriales constituyen las entradas y salidas de este sistema. Su organización interna permite la selección y promoción del intercambio. Se trata, por tanto, de un sistema abierto que se caracteriza especialmente por su relación con el medio ambiente. También es un factor de producción espacial que va más allá de sus limitaciones debido a su impacto positivo o negativo en la organización de sistemas espaciales interconectados. Precisamente en este aspecto reside su interés en el ámbito de un enfoque geográfico (Vince et al., 2005 en Galiana, 2012).

Como se definió anteriormente, el término se aplica particularmente al caso de la interfaz urbano-forestal en este caso. Las áreas urbanas y forestales se mezclan entre sí creando áreas de contacto entre espacios antrópicos (periurbanos o rurales) y espacios naturales (bosques, etc.) que se traducen en una línea de contacto (Davis, 1990; USDA-USDI, 1991). Estas áreas definen rupturas más o menos marcadas en el espacio entre las partes donde prevalecen los procesos antrópicos y las que permanecen dominadas por los procesos naturales. Combinando la vegetación con las funcionalidades de los sistemas urbanos, estas áreas dan lugar a nuevas configuraciones espaciales que conforman territorios más

o menos complejos: la interfaz salvaje-urbana, que vuelve obsoleta la discusión sobre las diferencias entre lo urbano y lo rural.

2.1.7. Construcción social – Construcción social del riesgo (CSR)

La noción de construcción social fue utilizada por primera vez por académicos sociales franceses como sinónimo de percepción del riesgo, término incorporado por la antropóloga británica Mary Douglas quien, junto a Wildavsky, publicó en 1982 “Riesgo y Cultura”. En este estudio genera la definición de percepción del riesgo como “un producto de la construcción cultural de las sociedades en su devenir histórico” (Jeréz, 2015).

Berger & Luckmann (1968), postulan que el ser humano se forma en interacción con el ambiente cultural y el orden social, este último, no es visto como externo del ser humano, sino que se integra por medio de una relación dialéctica con éste. De esta forma, la realidad queda comprendida no sólo por esa relación dialéctica, sino que también por las interpretaciones no tangibles que se pueden dar en un territorio frente a los riesgos; estas interpretaciones tienen relación con los roles que juega la sociedad frente al riesgo, es a través de la internalización de estos que permite además la formación de identidades dentro de esa interacción del ambiente con el orden social.

Douglas & Wildavsky (1983), afirman que no se puede considerar un riesgo sin los aspectos sociales de este, ya que, sin esto último, el riesgo por sí solo no sería posible. De esta forma, “La elección de los riesgos a los que una sociedad temerá, dependerá de las formas sociales seleccionadas; cada forma de vivir en sociedad tiene su propio portafolio de riesgos típicos. Valores comunes conducen a miedos comunes” (p. 12).

De esto se infiere que el riesgo es socialmente construido; tomar consciencia es un acto que se hace de forma general o concreta. La general, es cuando gran parte o la totalidad de las experiencias vividas por los individuos son consideradas como socialmente construidas; mientras que la manera concreta es la reivindicación en particular de las experiencias. Sin embargo, tal y como lo sostiene la teoría, la experiencia individual no es el punto de partida de los análisis del riesgo como una construcción social, sino más bien el de llegada (Espinoza, 2016).

2.1.8. Planificación Urbana.

Según el artículo 27 de la L.G.U.C., se entiende por planificación urbana al “proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de la política

nacional, regional y comunal de desarrollo socioeconómico. Los objetivos y metas que dicha política nacional establezca serán incorporados en la planificación en todos sus niveles”.

La planificación urbana corresponde al procedimiento que se genera para la toma de decisiones, se incorpora cuando los habitantes y organizaciones de una ciudad o región requieren un control adelantado sobre los hechos previstos por ellos. Por lo cual la herramienta más empleada es el plan, este se interpreta como una forma de expresar la política de desarrollo regional mediante diversos métodos (Torres y Maldonado, 2011), estos se basan en acciones estratégicas en la planificación urbana, tienen la posibilidad de desempeñar un rol preponderante para enfrentar los riesgos al definir las acciones y crecimiento a mediano y largo plazo, a través de instrumentos marco.

Esta planificación, desde la perspectiva de los riesgos, puede enfocarse no sólo en la protección del ser humano y los intereses inherentes a él, sino que, hacia la protección ambiental, de una manera equilibrada y efectiva (Castillo et al., 2003) con el fin de integrar ambos sistemas y así disminuir los distintos tipos de vulnerabilidad, otorgando la capacidad de intervenir en los puntos de conflicto o interés de las ciudades.

2.1.9. Ordenamiento Territorial

El ordenamiento del territorio se debe entender como la organización del espacio en una dimensión netamente voluntaria. Involucra diferentes acciones que incluye la protección de elementos culturales y naturales, compensación de desigualdades, elaboración de equipamiento, organización institucional, etc. Llevar a efecto estas intenciones, va a depender de las estrategias que faciliten la implementación y ejecución de ellas (Santamaría, 2014). Del mismo modo, el O. T dentro de sus principales características debe ser democrático, esto quiero decir que tiene que incluir el total de sectores de la población; global –debe tener una estrecha coordinación con las políticas locales, regionales y sectoriales–, funcional: considerar las desigualdades presentes en el territorio; holística, ya que el tratamiento debe ser visto como un todo, pero entendiendo sus singularidades y prospectiva, debido a que debe estudiar las tendencias desde los diferentes ámbitos de actuación territoriales (Amezquita, 2003).

Lo anterior, sumado a la creciente interacción que existe en las áreas de interfaz urbano forestal, se convierte en el punto de partida para una evolución en la planificación y ordenamiento territorial. Esto quiere decir que la ordenación del territorio es una función pública orientada a dar respuesta a los problemas que supone la utilización del espacio

físico (Pérez, 1998) que, por la complejidad y alcance de sus objetivos, no puede remitirse a una determinada entidad, puesto que todas están involucradas, tanto a micro como a macro escala. En este sentido se puede afirmar que es el territorio en sí mismo el real protagonista de toda ordenación (Pérez, 1998), derivando en uno de los factores más relevantes para la creación de las diversas políticas públicas que inciden sobre el mismo.

De este modo, se desprende que al incorporar las áreas de interfaz urbano forestal en el ordenamiento territorial es necesario observarlas desde dos perspectivas principales. La primera consiste en contemplar herramientas y medidas que aseguren la protección de bienes y personas, esto a través de infraestructura de emergencia y acciones que se enfoquen en la preparación. La segunda tiene que ver con que estas zonas son consideradas como territorios de riesgo, por lo que son potenciales generadores de incendios; esto conduce a elaborar medidas que limiten la propagación de la ignición a través de la preparación y la exposición de los habitantes frente a la amenaza.

2.2. RELACIÓN ENTRE CONCEPTOS TEÓRICOS

2.2.1. Relación entre CSR y Ordenamiento Territorial/Planificación Urbana

La construcción social del riesgo está enfocada en la necesidad de conceptualizar las probabilidades del ser humano a la exposición de la ocurrencia de desastres caracterizados por una elevada vulnerabilidad. Al observar la génesis de estos eventos vinculados con las actividades que tienen lugar en el territorio es necesario desplegar modelos e instrumentos para el estudio del riesgo. Es en este punto donde el Ordenamiento territorial y Planificación urbana accionan una dinámica en torno a la CSR, la cual está ligada a responder a los desafíos que supone para el territorio enfrentar una amenaza. Esto va desde contemplar una serie de medidas que aseguren la protección de las personas y del espacio físico, donde no basta sólo con definir un esquema teórico sobre la ocupación del espacio, sino que debe involucrar el entramado de relaciones específicas y modos de apropiación de este (Sanabria, 2014).

2.2.2. Relación entre la Gestión del Riesgo y Ordenamiento Territorial/Planificación Urbana

La gestión del riesgo se respalda en los procesos, estrategias y programas territoriales elaborados a partir de los distintos niveles de planificación (nacional, regional o

intercomunal y comunal) para la reducción y manejo de riesgos. A pesar de que estos se originan en sectores puntuales, su origen y consecuencias rara vez son a escala local. Razón por la cual la gestión debe contemplar y coordinar a los actores y entidades que tienen parte en estos eventos territoriales. Esto se desarrolla siguiendo una estructura organizativa, donde la planificación territorial tiene directa relación al aportar con instrumentos y normativas (Calderón y Frey, 2016).

En este sentido, hay que entender el ordenamiento territorial como una función pública para la acción administrativa y la planificación, que constituya una herramienta fundamental para una adecuada gestión del riesgo; donde esto último se transforme en una de las directrices más importantes para la utilización de los territorios en cuanto a su formación, ocupación y utilización. De esta forma permite intervenir en los escenarios actuales y prevenir la generación de nuevas amenazas.

2.2.3. Relación entre Construcción Social del Riesgo y Gestión del Riesgo

La construcción social del riesgo constituye un proceso social e histórico, por lo tanto, las dinámicas que se dan, por ejemplo, en el contexto urbano a partir de ella, crea constantemente nuevas amenazas o vulnerabilidades, nuevos escenarios posibles de desastre y, por consiguiente, de riesgo. De este modo, la CSR junto con la gestión del riesgo poseen una relación de causalidad, lo cual implica que las interpretaciones e interacciones sociales que tienen lugar en un espacio físico frente al riesgo influyen en la forma en que se considera este último desde la gestión, tanto correctiva como progresivamente, por medio de los instrumentos de planificación que se consideren necesarios dentro de la gestión del riesgo, tales como: PROT, PRC, Planes de acción, Planes de emergencia, etc.

Esto pone en conocimiento la continua necesidad de las ciudades por mejorar/actualizar las medidas de gestión que ya existen. En este sentido, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), identifica la gestión del riesgo como un proceso social complejo cuyo fin último es la prevención y control de la ocurrencia de desastres en la sociedad, en concordancia con el logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenibles, con distintos niveles de intervención y coordinación desde lo global inclusive lo sectorial y desde lo macro territorial hasta lo local.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación.

La metodología que se utilizó tuvo un carácter mixto (Figura 7). Los métodos mixtos se caracterizan por incorporar un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, esto involucra la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, resultando en la integración de ambos para la realización de inferencias derivadas del producto final (Hernández-Sampieri, 2014).

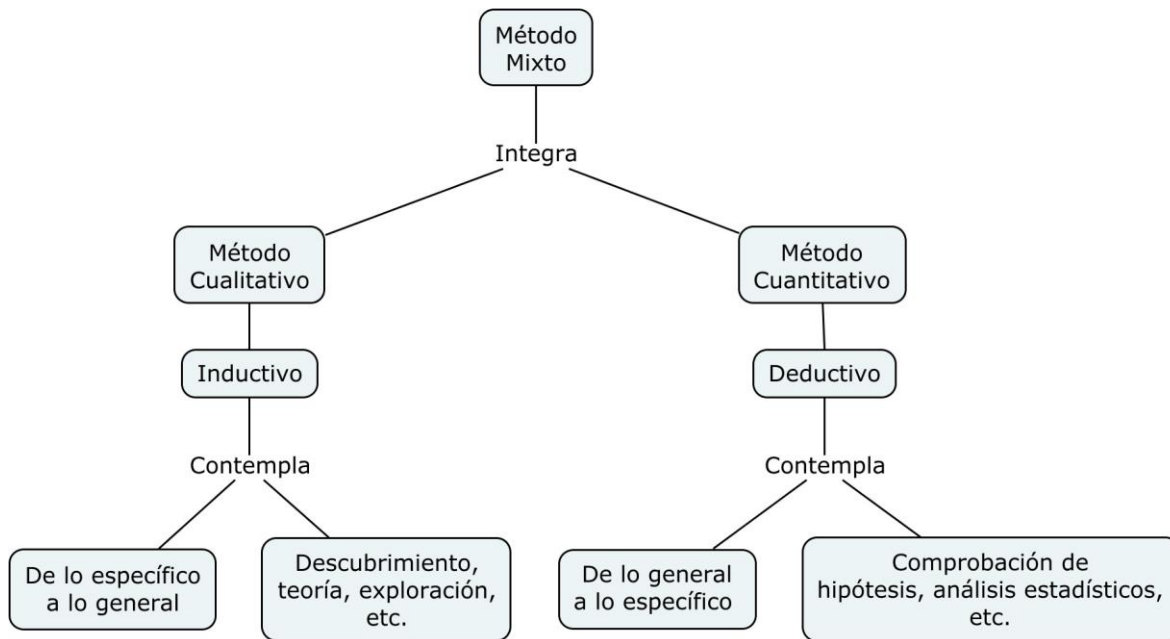


Figura 7. Esquema explicativo metodología mixta.

Fuente: Elaboración propia.

La utilización de este enfoque busca lograr un mayor entendimiento del fenómeno de estudio, la integración de variables cuantitativas y cualitativas supone abordar la investigación desde dos realidades, una objetiva y otra subjetiva (Hernández-Sampieri, 2014). Para el objeto de este estudio el elemento objetivo lo componen todos aquellos datos que podrán ser útiles y cuantificables como la dimensión física y la dimensión socioeconómica. Mientras que la parte subjetiva corresponde a todos aquellos datos recabados por medio del análisis a las dimensiones educativa e institucional.

En lo que se refiere al diseño de la investigación se utilizará el diseño explicativo secuencial, el cual implica la recopilación y análisis de datos cuantitativos, seguido de la recopilación y análisis de datos cualitativos (Figura 8). En estas estructuras se les da prioridad a los datos

cuantitativos ya que son estos los que establecerán las bases para el análisis cualitativo y la conjunta interpretación de ambos (Hernández-Sampieri, 2014). Cabe destacar que estos datos serán adquiridos principalmente a través de fuentes secundarias.

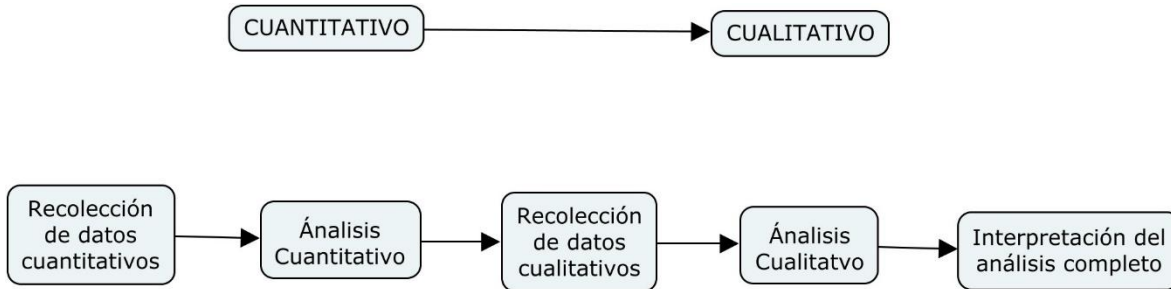


Figura 8. Esquema de diseño Explicativo Secuencial.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Fases de la Investigación.

1. Identificación de la interfaz urbana – forestal.

En lo que respecta a la técnica, en primera instancia, la metodología pretende identificar, el objeto de estudio como lo son las áreas de interfaz urbano-forestal (IUF) dentro de la comuna. Para ello se tomará como referencia el “Plan de evacuación frente a incendios forestales” de Penco, el cual establece los sectores periféricos asociados a IUF, donde existe una importante densidad de población y construcción habitacional en contacto con vegetación, y la delimitación de zonas IUF realizada por el “Plan de acción frente a incendio forestal” de la comuna, este último, entendiendo estas áreas de transición en donde el límite urbano entra en contacto con la cobertura vegetal. Se utilizará la definición del “Plan Regional de Prevención de Incendios Forestales para la Región del Biobío” elaborado por CONAF en 2019, donde, si bien es cierto no existe una definición legal de interfaz que cuantifique distancias, si hay conocimiento sobre la ocurrencia espacial de los incendios. Por tanto, la zona de interfaz estará definida a partir del Plan Regulador comunal, a través de la zona construida (límite de edificación/área urbana consolidada) y el límite urbano, añadiendo sobre este una extensión de 1 km perimetral para fijar el límite de la zona de interfaz urbano-forestal (Figura 9). Todo lo anterior, se realizará en el software ArcGIS 10.4.1, por medio de la herramienta *Buffer*, permitiendo acotar el área de influencia de la entidad urbana.

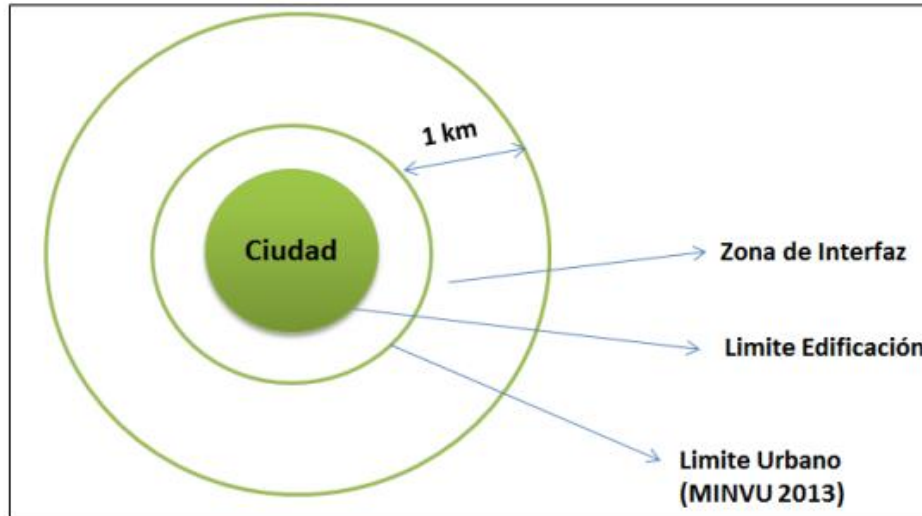


Figura 9. Representación gráfica de la zona de interfaz urbano - forestal para la Región del Biobío.

Fuente: CONAF, 2019.

2. Caracterización de la interfaz urbana – forestal.

En cuanto a la caracterización de la zona de interfaz se trabajará con la amenaza frente a incendio forestal, entendiendo que está relacionada con el peligro que significa la ocurrencia de algún evento sobre un territorio y durante un tiempo de exposición determinado (Cardona, s.f). Esto facilitará el análisis de vulnerabilidad debido a que por medio de este es posible determinar el grado de exposición y la predisposición frente a la amenaza de incendios forestales dentro de la comuna.

Umaña (2017), sostiene que las amenazas conforman escenarios medioambientales en los que existe peligro y que no pueden ser controlados por el ser humano. Por lo que es esencial realizar una calificación de una serie de factores que influyen en la ocurrencia de incendios forestales.

Para poder llevar a cabo esta caracterización, se realizó una revisión bibliográfica enfocada en los elementos físicos y naturales que condicionan o intervienen en la generación de incendios. Se tomó como referencia el método utilizado por Etxeberria et al. (2002) y de ello se establecieron cuatro factores concretos: pendiente, radiación, vegetación y eventos históricos de incendios. Todos estos elementos fueron tratados por medio de geoprocesamientos y fueron evaluados siguiendo la perspectiva del modelo de Salas y Chuvieco (en Etxeberria et al. 2002), donde se le ha dado un mayor peso a la predisposición

de la vegetación a la posibilidad de ignición, calculando el resultado final a través de superposición ponderada. Resultando lo siguiente:

$$PI = 40\% V + 30\% H + 20\% I - 10\% P$$

Resultado: V el factor de vegetación, H el factor histórico en generación de incendios, I el factor de insolación y P el factor de pendiente.

Cabe destacar que si bien el modelo de Etxeverria (2002) establece valores para cada una de las variables que se analizaron, se decidió optar por los parámetros entregados por la División de Planificación y Desarrollo del Gobierno de Chile a través del estudio sobre “Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales Asentamientos Humanos de la Región Metropolitana de Santiago” elaborado en 2013.

a. Pendiente:

El relieve es un factor preponderante al momento de evaluar la amenaza por incendio forestal debido principalmente a que la pendiente del terreno condiciona totalmente la propagación y comportamiento del fuego (IDEGER, 2019). Tendiendo a favorecer la continuidad tanto vertical como horizontal de los combustibles sobre todo cuando las condiciones climáticas favorecen la generación de vientos fuertes.

Ramos Rodríguez (Ramos Rodríguez, 2010, en Alegría, 2020) explica que los efectos de la pendiente sobre el fuego se aplican en mayor grado cuando ésta es abrupta, el fuego asciende más violentamente por ella. Así la columna de convección se acerca y el contacto entre las llamas y el material combustible es directo, rápido. De igual modo, cuando el incendio tiene un desplazamiento pendiente abajo, tiende a ser más lento, no obstante, la temperatura concentrada del suelo y los combustibles abre la posibilidad de generar nuevos focos.

El establecimiento de la pendiente se llevó a cabo a través de una imagen DEM, la cual fue tratada a través de ArcGIS 10.4.1 con curvas de nivel cada 20 metros, los valores fueron abordados en porcentajes.

La tabla 2.1 muestra los valores considerados para la reclasificación de la pendiente. Donde las pendientes bajas (planicies) hasta un 30% son evaluadas como de bajo rango, luego las que están entre el 30% y 60% calificadas como medias y las que están sobre el 60% altas, a causa de lo mencionado con anterioridad referido a la rapidez de propagación.

Factibilidad de propagación de incendios	
Pendiente %	Rango
0 – 30	Baja
30 – 60	Media
➤ – 60	Alta

Tabla 2. Reclasificación de pendientes.

Elaborado por Ubilla-Bravo et al, 2013 en base a Abarca Quiroz, 2005.

b. Exposición solar

El justificar la exposición al sol tiene directa relación con la variable de pendiente, ya que según Ramos (2010), la orientación de las laderas al ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre la superficie tiene un efecto sobre la temperatura, la humedad de los combustibles vegetales y el desarrollo de los suelos. De esta forma, las laderas de solana tienen mayor temperatura y menos agua disponible, por lo que la vegetación seca aumenta la probabilidad y rapidez de propagación del fuego. En cambio, aquellas laderas con una orientación no directa al sol presentan un microclima que no favorece del todo a la generación de incendios forestales, ya que si bien es cierto presentan una vegetación densa, también contienen altos niveles de humedad. Según López – Gómez et al. (2012), esto quiere decir que la orientación de laderas tiene directa incidencia sobre la radiación solar y, en consecuencia, sobre las condiciones ambientales determinantes en el desarrollo y estructura de los pisos vegetacionales.

En este caso para la exposición solar se consideró la relación entre la orientación de la vertiente, el nivel de insolación y la sequedad relativa de la vertiente. Así, entre mayor sea la insolación y menor humedad, existirá una mayor probabilidad de ignición de un incendio (Abarca y Quiroz, 2015 en Ubilla-Bravo et al, 2013).

Orientación en grados decimales	Probabilidad de ignición
Plano (0°)	Alta
Solana (270° a 45°)	Alta
Semi-solana (225° a 270°)	Media
Semi-umbría (45° a 90°)	Media
Umbría (90° a 225°)	Baja

Tabla 3. Clasificación de exposición solar.

Elaborado por Ubilla-Bravo et al, 2013 en base a Abarca Quiroz, 2005.

c. Vegetación

Uno de los factores de mayor importancia y que repercute drásticamente el desarrollo de incendios forestales es la vegetación, específicamente el tipo de vegetación. La amenaza frente a incendio forestal es la vegetación. En este contexto, la comuna de Penco posee más del 75% del territorio comunal con pisos vegetacionales relacionados a plantaciones forestales en mayor grado, y a bosques mixtos, los cuales a su vez se corresponden a los tipos de superficies que se han visto amenazadas y afectadas por incendios en las últimas décadas (Jaque et al, 2019).

La variable de vegetación se clasificó en función del tipo de combustible, dentro del contexto de incendio forestal claro está, utilizando shapes de uso de suelo del año 2017 para la comuna de Penco. Abarca y Quiroz (en Ubilla-Bravo et al, 2013) afirma que esta categorización representa la velocidad de propagación que puede desarrollar los incendios forestales, donde el principal determinante será el tipo de combustible sometido al fuego, donde las plantaciones forestales y las especies arbustivas tienen mayor grado de propagación. En este sentido, la clasificación utilizada es la siguiente:

Tipo de vegetación	Grado de propagación
Espacios abiertos con escasa a nula vegetación	Baja
Matorral andino	Baja
Bosque y renoval nativo (esclerófilo)	Media
Matorral arborescente (esclerófilo)	Media
Matorral (esclerófilo)	Alta
Plantación forestal	Alta

Tabla 4. Reclasificación de vegetación.

Elaborado por Ubilla-Bravo et al, 2013 en base a Abarca Quiroz, 2005.

d. Registro sobre recurrencia de incendios.

La historicidad sobre los incendios forestales en Penco y su representación espacial permite evidenciar los sectores que presentan mayor ocurrencia a estos eventos. A través de la obtención de datos históricos y estadísticos se estableció una estimación de densidad, por medio de la conversión de datos atribuibles a una superficie continua de un ráster, expresado en valores de n° de incendios por hectárea (Alegría, 2020).

Este proceso se ejecutará tomando como herramienta la densidad de Kernel, el cual destaca por ser un método estadístico que estima densidades de probabilidad, vale decir, como una expresión de algún grado de incertidumbre frente al riesgo (Alegría, 2020). De este modo, se trabajó con los incendios catastrados por CONAF a partir de 1985 hasta 2021 a escala nacional y de 2010 a 2020 para la comuna de Penco, tratar de evaluar años anteriores a la primera fecha no es viable debido a que los datos no resultan ser del todo fiable.

El método Kernel permite determinar las zonas que se encuentran bajo amenaza por incendio forestal, ofreciendo la capacidad de análisis temporal y espacial de incendios generados en la comuna. Para su reclasificación se tomó la elaborada por Alegría (2020):

Densidad Kernel (Incendios x km^2)	Rango
30 o más	Muy Alto
30 – 20	Alto
20 – 10	Medio
10 – 0	Bajo

Tabla 5. Reclasificación densidad de Kernel.

Fuente: Elaboración propia.

3. Fase Documental. Enfoque Planificación y Gestión del Riesgo.

Para el análisis de esta investigación es necesario indagar en las distintas fuentes e instrumentos disponibles que tengan relación con la construcción del riesgo de incendios forestales en áreas de interfaz, entre ellos: planes reguladores, plan de acción comunal, plan de emergencia, reglamentos, normativa, etc. Todo esto con la finalidad de comprender de una manera más completa los elementos a interpretar y que tienen influencia sobre la planificación del territorio y la gestión del riesgo en la comuna de Penco.

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

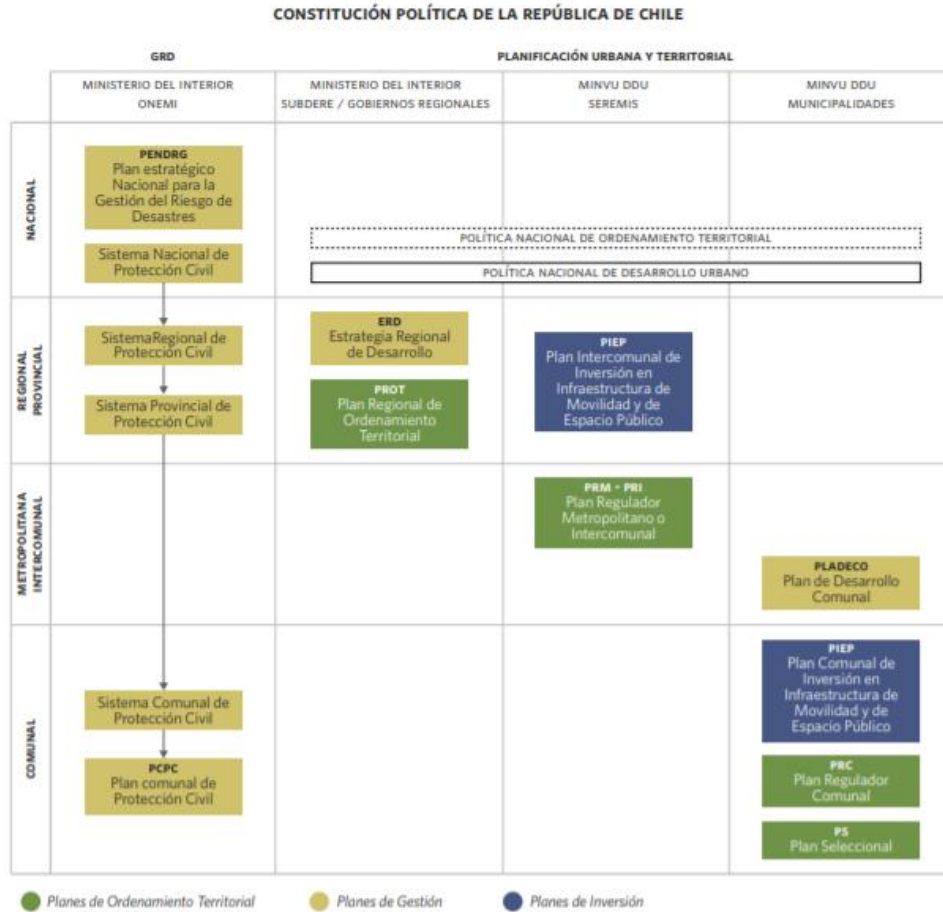


Figura 10. Gestión del riesgo y sistema de planificación urbana y territorial.

Fuente: CIGIDEN, 2021.

Se abordará los tres niveles de acción que involucra la planificación del territorio: nacional, intercomunal y comunal (Figura 10). De este conjunto se extrajo lo siguiente:

Actualmente, el manejo de los riesgos, conocer cómo se comportan y las implicancias que estos tienen en el territorio, es uno de los principales ejes para el desarrollo de estrategias y políticas reguladoras y así lograr cierto grado de seguridad humana y ambiental. Prestando atención a lo anterior, la FAO considera que el Ordenamiento Territorial permite organizar el uso, aprovechamiento y ocupación del territorio en base a sus limitantes y potencialidades, teniendo en cuenta las necesidades de sus habitantes y las recomendaciones que se desprendan de los instrumentos de planificación territorial.

Chile, en cuanto a normativas y programas relacionados a la gestión del riesgo de incendio forestal en áreas de interfaz cuenta con leyes, instrumentos territoriales y planes de manejo

y prevención. Comenzando por la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) de 1975, la cual establece en su artículo 28 que la planificación urbana deberá “ser consistente con los estudios técnicos referidos a la movilidad urbana, infraestructura (...), riesgos y protección del patrimonio natural y cultural, conforme establezca la OGUC, los que deben estar coordinados con las políticas sectoriales asociadas a cada materia”, de esta manera insta a los instrumentos de planificación a actuar conforme a las características de cada lugar. De igual modo, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispone en su artículo 2. 1. 17 que “los planos reguladores podrán definir áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos”. En otras palabras, a la Planificación Territorial se le otorga una función pública con el fin de responder a una ordenación racional del espacio a escala regional. De esto es responsable cada gobierno regional, los cuales disponen de numerosos instrumentos de planificación que son definidos por la LGUC. No obstante, es posible evidenciar ciertas falencias en los niveles de planificación de las ciudades como se observará más adelante, estas tienen que ver con la “visión urbana” que se tiene sobre el territorio, la cual se ha centrado en que las consideraciones ambientales no entren en conflicto con la normativa vigente. Según Astorga & Burschel (2019), esto significa que no considera el aspecto holístico del medio ambiente y la condición de las personas con respecto a los riesgos en sus derechos constitucionales. Un ejemplo de esto es que, para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el O. T. se resume en la planificación urbana y las áreas de influencia de los centros poblados, y para el Servicio Agrícola y Ganadero en una acción enfocada a evitar el avance urbano sobre suelos agrícolas; hay una frontera donde estos elementos no llegan.

Sin embargo, la recientemente promulgada Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT), pretende optimizar lo anterior incorporando una herramienta aplicable a todo el territorio nacional, contribuyendo a armonizar y dotar de coherencia a la interacción entre los diversos instrumentos, políticas y planes tanto sectoriales como regionales con incidencia territorial, como lo es el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Aquello debe considerar las particularidades y objetivos ambientales, sociales, económicos y culturales para el desarrollo de una región, donde se consideren los riesgos existentes a nivel nacional para una mejor gestión.

Ahora bien, en cuanto al riesgo de incendio forestal per se, a nivel nacional la planificación de los recursos que están destinados al ataque, control y extinción de incendios forestales en las comunas se realiza en base a la división geopolítica administrativa, sobre esto se

realizan los planes de protección contra incendios forestales que funcionan a nivel comunal. CONAF, organismo encargado de la planificación en la prevención, uso de fuego, combate y control de incendios forestales en terrenos públicos, propiedades de pequeños y medianos propietarios, reservas nacionales, parques nacionales y en las zonas de interfaz, determina tres grandes componentes sobre los cuales estos planes accionan; estos son riesgo, peligro y daño potencial. Estos elementos son trabajados por medio del Departamento de Protección contra Incendios Forestales (DEPRIF), donde son coordinados y gestionados.

En consecuencia, estas normativas deben ir estrechamente relacionadas con los instrumentos de ordenamiento territorial que intervienen en las ciudades y comunas de Chile que se vean enfrentadas a zonas de interfaz, sin embargo, el carácter vinculante en este sentido tiende a actuar en forma paralela más que conjunta. Estos instrumentos que norman y regulan – idealmente – el desarrollo territorial, deben considerar la zona de interfaz urbana sumada al riesgo de incendios forestales. En el caso de la comuna de Penco, en esta interviene principalmente el PRC junto con el reciente elaborado Plan de Acción Municipal frente a Incendio Forestal 2019.

En cuanto al segundo nivel dentro de la planificación, el Plan Regional de Ordenamiento Territorial Biobío (2018), establece que, desde un punto de vista antrópico, debido al carácter forestal que posee la región se encuentra constantemente expuesta a incendios. Por esta razón dentro de su ERD, exhibe una serie de variables que van enfocadas a diversos sectores de desarrollo, dentro de la “dimensión ciudades”, señala la vulnerabilidad existente en los centros poblados en materia de riesgos y la necesidad de implementar planes al respecto. De igual modo dentro de sus propuestas está la implementación de zonas buffer en los bordes urbanos, cuyo rol será la protección ante el riesgo de incendios forestales y la reactivación económica de las periferias. La ERD 2015 – 2030, dentro de sus objetivos estratégicos incorpora el fortalecimiento en la gestión de riesgo de desastres a través de la planificación en las ciudades de la región del Biobío para la mitigación de impactos, emplaza a reforzar el capital humano especializado en riesgos y a implementar las políticas y mecanismos disponibles para ello. En esta línea existe una serie de planes que pueden intervenir en los riesgos y en específico en el riesgo de incendio forestal, aun así, están enfocados más a la emergencia que a la prevención del evento, como por ejemplo el Manual con medidas para la prevención de la región del Biobío (Elaborado por CONAF), el Plan Nacional Específico de Emergencia por Variable de Riesgo Incendios Forestales,

impulsado por la ONEMI y modificado al año 2020, y el Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo de Incendios Forestales, Región del Biobío, impulsado por la ONEMI en 2019.

A nivel comunal, Penco cuenta con dos mecanismos que pueden aportar a la gestión del riesgo de incendio forestal, estos son el Plan de Acción Municipal frente a Incendios Forestales y el Plan de Evacuación por Incendio Forestal. Ambos planes deberán actuar en forma conjunta a los instrumentos de planificación estipulados líneas anteriores para una correcta gestión.

Otras leyes que intervienen en todo el abanico que comprende la gestión del riesgo de incendios y zonas IUF son las siguientes:

- Constitución Política de la República de Chile, art. 1º, inciso quinto.
- Decreto 733/1982, Ministerio del Interior: Establece la responsabilidad de protección contra incendios forestales.
- Decreto supremo 276/1960. Ministerio de agricultura: Reglamenta el uso del fuego en terrenos agrícolas, ganaderos o de aptitud preferentemente forestal en forma de quema controlada y con los fines específicos que indica la ley.
- Decreto supremo 100/1990. Ministerio de agricultura: Prohíbe el uso de fuego en la Región Metropolitana y en las provincias de la región de O'Higgins por un pequeño período de tiempo.
- Decreto Supremo N°733, 1982, del Ministerio del Interior. Aprueba normas que tengan que ver con el combate y prevención de incendios forestales.
- D.F.L. N°1/2006, Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N°18.695, orgánica constitucional de municipalidades. "Indica que estas entidades pueden desarrollar funciones relacionadas con la prevención de riesgos y respuesta en situaciones de emergencia". Art. 3º, 4 y 64.
- Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, Ley N°18.695. Art. 4º letra i: Insta a las municipalidades y las faculta en la prevención de riesgos y la prestación de auxilio en situaciones de emergencia o catástrofes.
- Ley de Bosques (Decreto 4363/1931), Ministerio de Tierras y colonización: Prohíbe el fuego en áreas silvestres protegidas y establece castigos a los que provocan incendios forestales.

- Ley N°20.653, del 2013, que modificó al Art, 22 de la Ley de Bosques. CONAF se coordina con Investigaciones y Carabineros de Chile para proveerles de la información que requieran con el fin de apoyar la labor que éstos últimos realizan.
- Ley N°18.695 (2002) Orgánica Constitucional de Municipalidades. Indica que estas entidades pueden desarrollar funciones relacionadas con la prevención de riesgos y respuesta en situaciones de emergencia.

4. Análisis de vulnerabilidad.

En tercer lugar, a partir de la identificación de la zona de interfaz y las áreas urbanas afectadas por peligro de incendio y para lograr un mejor análisis de las variables de estudio, se trabajará a partir de los distritos definidos por medio de la división censal de Censo 2017 (Figura 11).

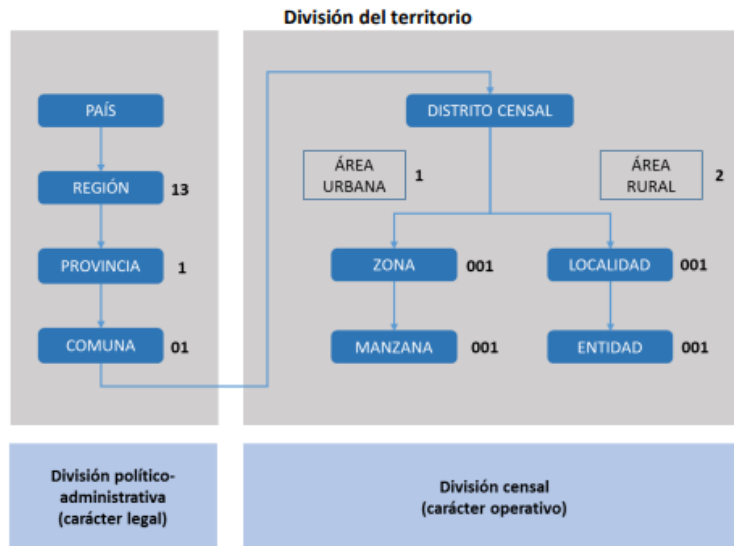


Figura 11. División del territorio censal.

Fuente: Censo, 2017.

En cuanto a las variables que se tomaron para analizar el área de estudio, se realizó una revisión bibliográfica de los elementos que usualmente se utilizan para identificar la vulnerabilidad en los territorios. Estos se abordaron a partir de las distintas dimensiones de vulnerabilidad que serán trabajadas en la investigación, desde lo cuantitativo a lo cualitativo. En esta etapa se trabajará con elementos que tienen directa relación con la construcción del riesgo de incendio y que intervienen en la gestión de este. Si bien la vulnerabilidad es multifactorial y responde a una infinidad de subvariables dentro del territorio como las que propone Wilches-Chaux por medio de la "vulnerabilidad global", esta investigación se

centrará en: institucional y física. Lo cual servirá para identificar los factores que condicionan el riesgo de incendio forestal en la comuna y abordar el problema ligado a la planificación territorial.

1. Dimensión Física.

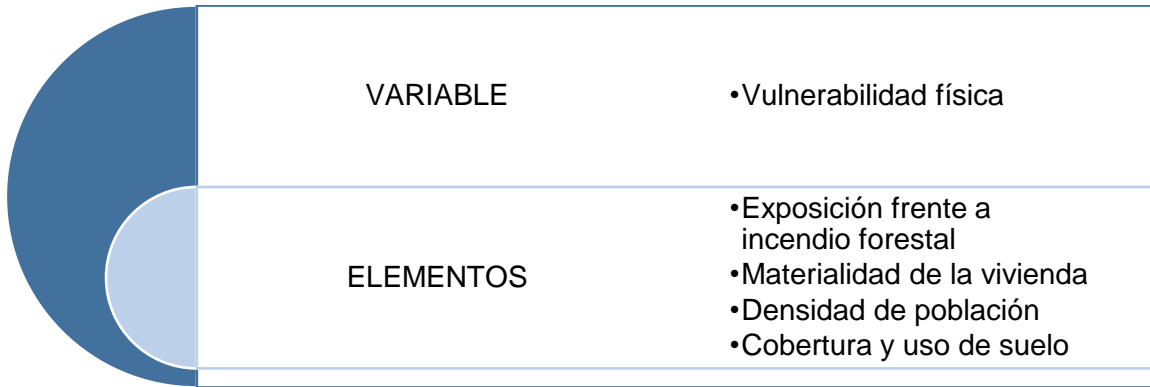


Figura 12. Dimensión física.

En la planificación territorial observada desde una óptica en donde el riesgo sea sostenido en el tiempo, es decir, con una gestión que contemple lo mejor posible los elementos que intervienen en su creación, es necesario conocer los peligros del lugar y las condiciones de vulnerabilidad asociadas a la construcción del riesgo, en este caso al de incendios forestales. Para ello, el análisis de vulnerabilidad física indagará, por medio de las normativas urbanísticas de cada zona establecida por Plan Regulador Comunal, las áreas que están expuestas al peligro de incendio forestal, poniendo énfasis en las zonas de interfaz urbano-forestal.

En primer lugar, como se mencionó anteriormente, se identificarán las áreas de riesgo a incendios forestales y las zonas de interfaz a partir de los instrumentos de planificación disponibles junto con los planes de gestión al riesgo de incendio y el establecimiento de los puntos de ignición dentro de la comuna. A partir de ello se buscará examinar las condiciones de vulnerabilidad y exposición en las IUF, tomando criterios como:

a. Densidad de población

La propagación del fuego en zonas de interfaz constituye un grave problema, por tanto, transforma el paisaje convirtiendo la generación de incendios forestales en un riesgo recurrente. Radeloff et al. (2001, en Garfias et al, 2012), supone que los daños y efectos repercuten de manera directa en las condiciones de vida de los habitantes de la IUF.

Por supuesto que los incendios forestales causan daños terribles a los sectores poblados que son alcanzados por el fuego. No obstante, la expansión de los territorios para usos de suelo urbanos, no se ejecutan en concordancia con la disponibilidad o la distribución de áreas para usos compatibles. Razón por la cual la densidad de la población evaluada junto con la exposición conjuga una variable bastante cómoda para evaluar la ocupación del suelo en áreas amenazadas.

Sarricolea (2004, en Alegría, 2020), sostiene que calcular la densidad poblacional significa evaluar cuantitativamente el capital humano expuesto a la amenaza. En este sentido se trabajó con el método Kernel para localizar de forma detallada a la población de Penco y calcular la densidad por hectárea. Todos los datos pertenecientes al censo del año 2017 fueron abordados por medio de REDATAM y QGIS.

Para el cálculo se utilizó la fórmula de densidad de población del INE:

$$\text{Población} \div \text{Superficie} = n^{\circ} \text{ habitante/ha}$$

Clasificando las densidades tomando como base el informe de “Densidad de población y vivienda” elaborado por el INE (2017):

Densidad de población	Rango
0 – 30	Muy Baja
30 – 80	Baja
80 – 140	Media
140 – 200	Alta
200 a más	Muy Alta

Tabla 6. Categorización densidad de población para la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Censo 2017 (INE, 2017).

Donde *Población* corresponde a la población perteneciente a cada distrito, *Superficie* es la superficie total del distrito y el resultado es la densidad de población por *ha*.

b. Uso de suelo

La generación de incendios y la forma en que estos se propagan no depende exclusivamente de factores ambientales, climáticos o del origen del fuego, en gran medida responde además a la inflamabilidad, la disposición de los combustibles de origen vegetal y al tipo de vegetación que circunda sobre todo en las zonas de interfaz. Conocer los usos

de suelo presentes en la comuna es fundamental al momento de analizar qué tan vulnerables están estos sectores frente a la amenaza.

En primera instancia se hizo un catastro de todos los usos de suelo presentes en la comuna, sin embargo, al tener tantas categorías se homogeneizó la base de datos a fin de obtener ítems más acotados para la posterior reclasificación de las coberturas (tabla 4.D.1.I). Este registro se obtuvo a partir del “Catastro de Recursos Vegetacionales y usos de la tierra para la Región del Biobío” disponible en el Sistema de Información Territorial de la CONAF en su versión más actualizada correspondiente al año 2016.

Nuevas Categorías	Categorías Originales de la CONAF
Áreas Urbanas e Industriales	Ciudades, pueblos, zonas industriales
	Minería industrial
Terrenos agrícolas	Terreno de uso agrícola
	Rotación de cultivo/pradera
Praderas y matorrales	Pradera
	Matorral - pradera
	Matorral
	Matorral arborecente
	Matorral con suculentas
	Formación de suculentas
	Plantación de arbustos
Bosque nativo	Bosque adulto
	Bosque renoval o de segundo crecimiento
	Bosque adulto - renoval
	Bosque achaparrado
Bosque mixto	Bosque nativo - plantación
	Bosque nativo con exóticas asilvestradas
Plantaciones	Plantación
	Plantación Joven o recién cosechada
	Plantación con exóticas asilvestradas
Áreas desprovistas de vegetación	Playas y dunas
	Afloramientos rocosos
	Terrenos sobre el límite altitudinal de vegetación
	Corridas de lava y escorial
	Derrumbes no colonizados por vegetación
	Otros terrenos sin vegetación

Nuevas Categorías	Categorías Originales de la CONAF
Humedales	Vegetación herbácea permanentemente inundada en orillas de ríos
	Marismas herbáceas temporalmente inundadas por el mar
	Ñadis herbáceos y arbustivos
	Túrbales
	Bofedales
	Vegas
	Otros terrenos húmedos
Cuerpos de agua	Ríos
	Lagos, embalses, lagunas y tranques
Glaciares y nieves perpetuas	Campos de hielo
	Glaciares
	Nieve
Áreas no reconocidas	Áreas no reconocidas

Tabla 7. Recategorización usos de suelo para la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del SIT de CONAF (2021).

Luego de recategorizar los usos de suelo y plasmarlos en la tabla de atributos del shape a través de ArcGIS 10.4.1, se determinaron las vulnerabilidades para cada categoría por medio de la reclasificación de estas en rangos de alta media y baja vulnerabilidad. Resultando:

Reclasificación de uso de suelo	Rango
Áreas urbanizadas, industriales y de cultivo	Alta
Bosques densos, abiertos y matorral	Media
Humedales, cuerpos de agua y suelos desprovistos de vegetación	Baja

Tabla 8. Reclasificación usos de suelo para la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del SIT de CONAF (2021).

c. Materialidad de la vivienda

En lo que respecta a la materialidad de la vivienda, es importante mencionar que una de las principales características de la vulnerabilidad es la predisposición o susceptibilidad física, económica, social o política que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños a causa de un fenómeno o evento que desestabilice las condiciones existentes (Schneider y Burschel, 2019), esto quiere decir que la exposición de elementos, en este caso viviendas, es lo que convierte a las zonas vulnerables.

Las viviendas que están expuestas a las dinámicas que se dan en torno al fuego proveniente de los incendios forestales entonces, ocupan un lugar especial dentro de la vulnerabilidad en tanto el colapso de estas frente a la amenaza implica la nula disponibilidad de servicios básicos y pérdida total del lugar en donde se habita. En este sentido se evaluaron los materiales de la fachada, techo y piso a partir de las categorías del Índice de materialidad de la vivienda dispuesto por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el Censo del 2017 (tabla 4.D.III)

Definición de categorías según material predominante en:		
Dimensión	Indicador	Categorías
Muros	de ladrillo, bloques de cemento o piedra; tabique forrado por ambas caras (madera u otro)	Aceptable
	Adobe; tabique sin forro interior (madera u otro); barro; quincha, pirca u otro artesanal tradicional	Recuperable
	Material de desechos y/o reciclaje (cartón, lata, sacos, plásticos) y otros materiales	Irrecuperable
Techo	Tejas, tejuelas, losa de hormigón con cielo interior; zinc o pizarreño con cielo interior; zinc; pizarreño, teja, tejuela o madera sin cielo interior	Aceptable
	Fonolita; paja; coirón; totora o caña	Recuperable
	Material de desechos y/o reciclaje (plásticos, latas, etc)	Irrecuperable
Piso	Radier revestido (parquet, cerámica, tabla, linóleo, flexit, baldosa, alfombra, etc); tabla o parquet sobre soleras o vigas	Aceptable
	Radier no revestido, madera, plásticos o pastelones directamente sobre la tierra	Recuperable
	Piso de tierra	Irrecuperable

Tabla 9. Categorías según material predominante en la vivienda.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del INE, 2017.

Índice de materialidad		Rango
Aceptable	Materialidad de muros, pisos y techo aceptable	Baja
Recuperable	Muro recuperable, y un indicador aceptable, sea piso o techo	Media
	Más de un indicador recuperable y ningún indicador irrecuperable	Media
Irrecuperable	Al menos un indicador irrecuperable (muro, piso o techo)	Alta

Tabla 10. Evaluación de vulnerabilidad según índice de materialidad.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del INE, 2017.

Posteriormente, a partir de las categorías establecidas por el Índice de materialidad se realizó una clasificación de estas. Otorgando un rango bajo para la categoría Aceptable, medio para Recuperable y alto para Irrecuperable (tabla 4.D.III).

2. Dimensión Institucional.

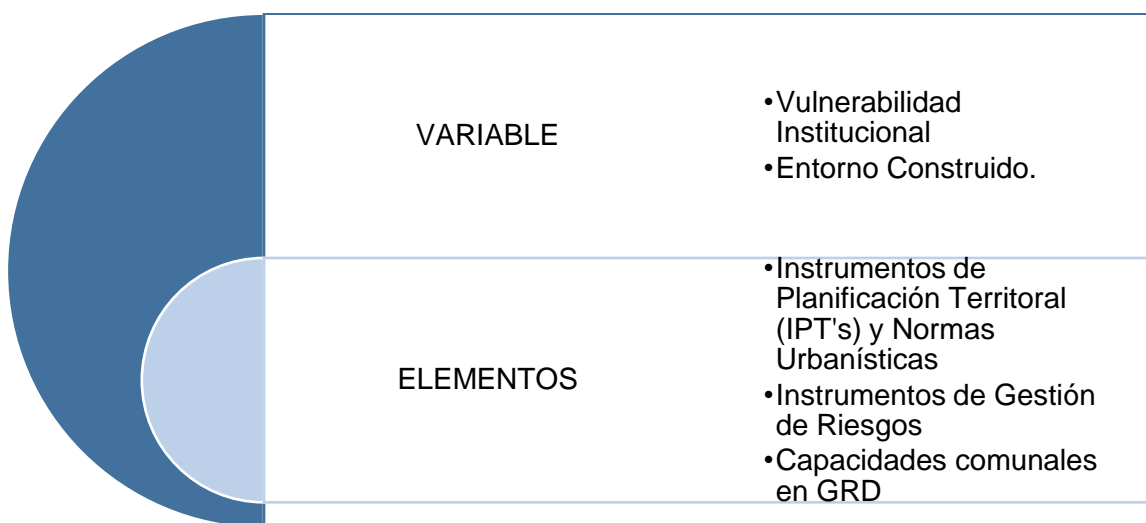


Figura 13. Dimensión institucional.

A raíz de la fase documental que tiene por finalidad recabar información a partir de los instrumentos de planificación territorial que intervienen en la gestión del riesgo, surge el análisis de vulnerabilidad institucional con un enfoque hacia la construcción social del riesgo de incendio forestal. Bajo este marco, se analizarán las variables institucionales y del entorno construido a modo de comparar los IPT's, los Instrumentos de Gestión de Riesgos y establecer relaciones de compatibilidad o no entre ellos, analizando el impacto de estos con relación a las áreas IUF.

Para llevar a cabo este proceso se creará un cuadro de relaciones donde se establecerán los elementos a analizar: el Plan de Acción Frente a Incendio Forestal (2019), el Plan Regulador Comunal de Penco y las normas urbanísticas existentes.

3.1.3. Cartografías

El análisis cartográfico se realizó a partir de los datos obtenidos de distintas fuentes gubernamentales y otros fueron elaborados a partir de la información recabada a lo largo de la investigación.

Todas las cartografías fueron elaboradas con proyección UTM, DATUM WGS 1984, Huso 19 S y con una imagen basemap para visualizar y analizar de mejor forma la información disponible.

Con relación a la ejecución de las cartografías, éstas se realizaron sobre la base de capas vectoriales (punto y polígono), imágenes satelitales en formato Ráster y otros shapefiles obtenidos de diferentes fuentes, como los datos censales del año 2017 y la zonificación del Plan Regulador Comunal de Penco.

Todas las cartografías fueron elaboradas con el software ArcGIS 10.4.1 y como soporte además se utilizó QGIS 3.4.2 y REDATAM.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.1. Delimitación de la zona de interfaz

Desde períodos antiguos los incendios han modificado parte importante del paisaje de Chile. Sin embargo, desde que la industria forestal fue tomando terreno, especialmente en la zona centro – sur del país (30° S – 39° 30' S), la intensidad y frecuencia de estos eventos han ido aumentando a un ritmo acelerado (Sarricolea et al. 2020). Junto a esto, la estación seca en la región genera condiciones ideales para el desarrollo de incendios forestales, los que se ven incrementados por la extensa producción de especies exóticas pirrófitas (como el *Pinus Radiata* y el *Eucalyptus Globulos*), altas temperaturas y la cercanía de centros poblados a las plantaciones.

El Artículo 2 n° 25 de la Ley n° 20.283 de Bosque Nativo, define al incendio forestal como “toda destrucción de la vegetación, por intermedio del fuego y cuando este se propaga libremente y sin control en terrenos denominados forestales”.

En este contexto, la Región del Biobío constantemente se encuentra expuesta a incendios forestales, donde son contabilizados alrededor de 1000 eventos por año (CONAF s.f). A su vez concentra la mayor parte de comunas en estado crítico, entre ellas Penco. Si bien es cierto desde hace un tiempo existe preocupación ante la emergencia, sobre todo durante la temporada estival, aún queda mucho por resolver y debatir en materia de generación de incendios, las áreas expuestas y el contexto que se da en torno a estos eventos, así como también las herramientas, estrategias y normativas que aporten de forma sostenida en la prevención de las zonas más afectadas.

El que la comuna de Penco se encuentre expuesta al riesgo de incendios forestales radica en que las zonas de asentamiento urbano limitan con áreas destinadas a plantaciones forestales, este contacto es denominado como zona de interfaz. Uno de los principales desafíos que presenta el combate de incendios forestales en zonas de interfaz (ya sea durante la emergencia como en la prevención) tiene que ver con las variables presentes en cada zona del país, es decir, las diferencias existentes en cuanto a las condiciones de cada lugar sean éstas de tipo topográficas, climáticas, vegetacionales o de usos de suelo. Por esta razón resulta complejo definir, de manera homogénea, un parámetro que sea aplicable a todo el territorio nacional, debido a que las características propias de cada comuna son las que aportan las bases para el establecimiento de la IUF. En este sentido, el Plan

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

Regional de Prevención de Incendios elaborado por CONAF apunta a enfrentar la problemática, los riesgos derivados de estos eventos y crear estrategias que puedan ser aplicables en la prevención, mitigación y protección. Dentro de los aportes del plan está la delimitación de la zona de interfaz urbano forestal, donde para la Región del Biobío, se define como una franja de 1 km alrededor del límite urbano e identificando el área urbana consolidada de cada comuna. Sin embargo, también debe estar definida a partir de los planes reguladores comunales.

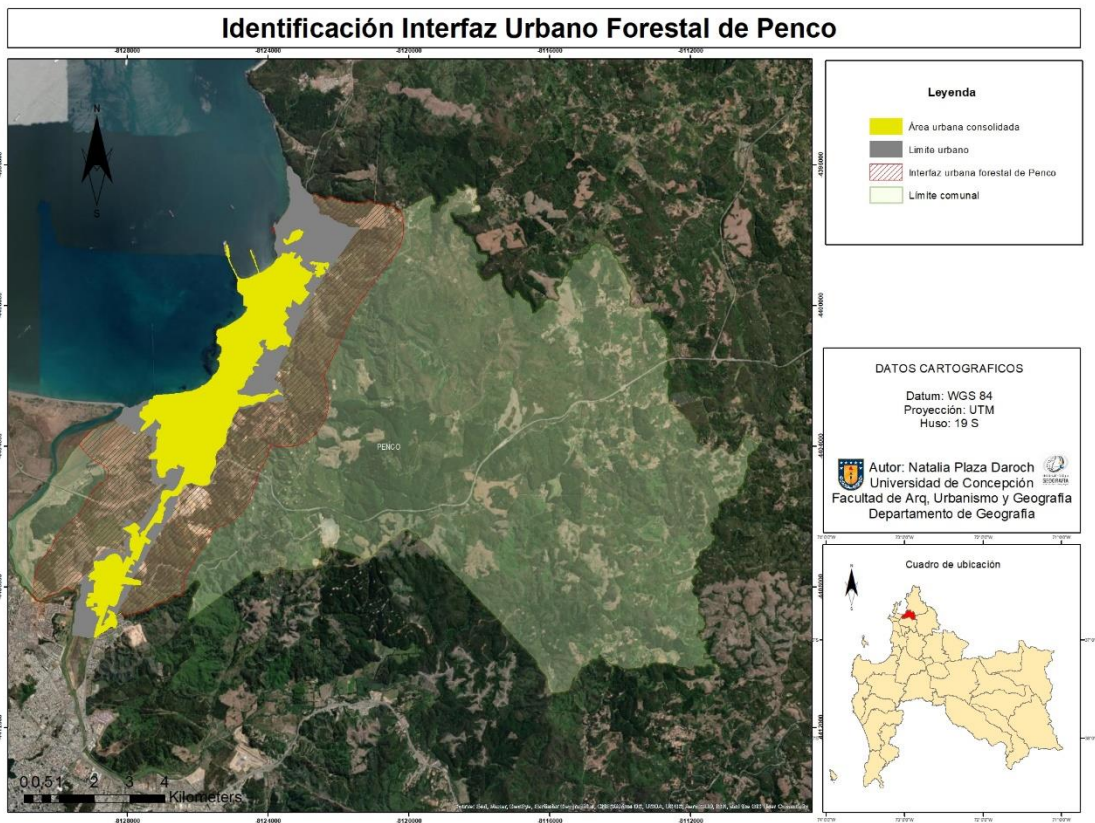


Figura 14. Cartografía identificación de la interfaz urbano - forestal de la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Para Penco en específico, la zona de interfaz urbano-forestal queda definida por medio del "Plan de prevención de incendios forestales para la Región del Biobío" ejecutado por CONAF. Al no existir una figura legal que determine y cuantifique de manera exacta estos sectores, se tomó como base referencial este documento con el fin de analizar de una manera más adecuada las diferentes dimensiones trabajadas en esta investigación. De esta

forma se obtuvo la siguiente situación expuesta en la Figura 14 en la se conjugaron datos referentes al límite y área urbanos consolidada definidas por medio del PRC de la comuna.

4.1.2. Amenaza de Incendio forestal en la interfaz.

a. Factor de amenaza: Pendiente

Dentro de la amenaza por incendios forestales, es importante incorporar la variable de pendiente, sobre todo en el contexto comunal de Penco, donde desde el punto de vista geomorfológico, forma parte de la cordillera de la costa y por consiguiente un perfil montañoso, sobre terrazas de reciente formación y llanuras (PLADECO, 2020 – 2027); visualizando una comuna bastante accidentada por quebradas y pendientes pronunciadas sobre todo en los límites urbanos, ya que las pendientes se encuentran sobre el 25% (Figura 15).

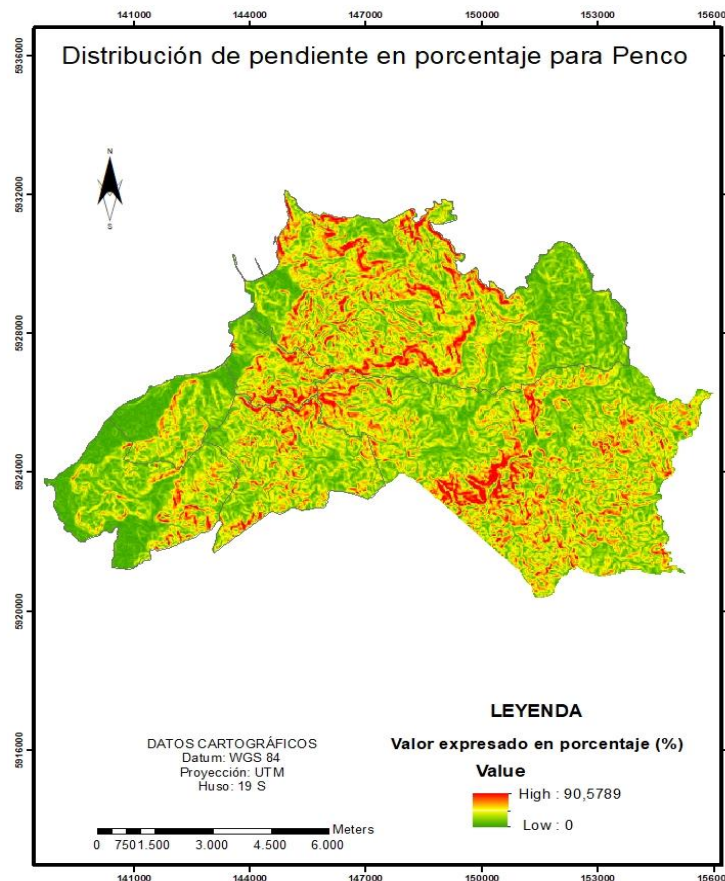


Figura 15. Cartografía distribución de pendientes expresadas en % para Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

De esta forma es posible evidenciar los sectores con mayor nivel de amenaza en lo que respecta a las pendientes del terreno. En este sentido, los distritos más expuestos corresponden a Lirquén, Penco y Margaritas (Figura 16).

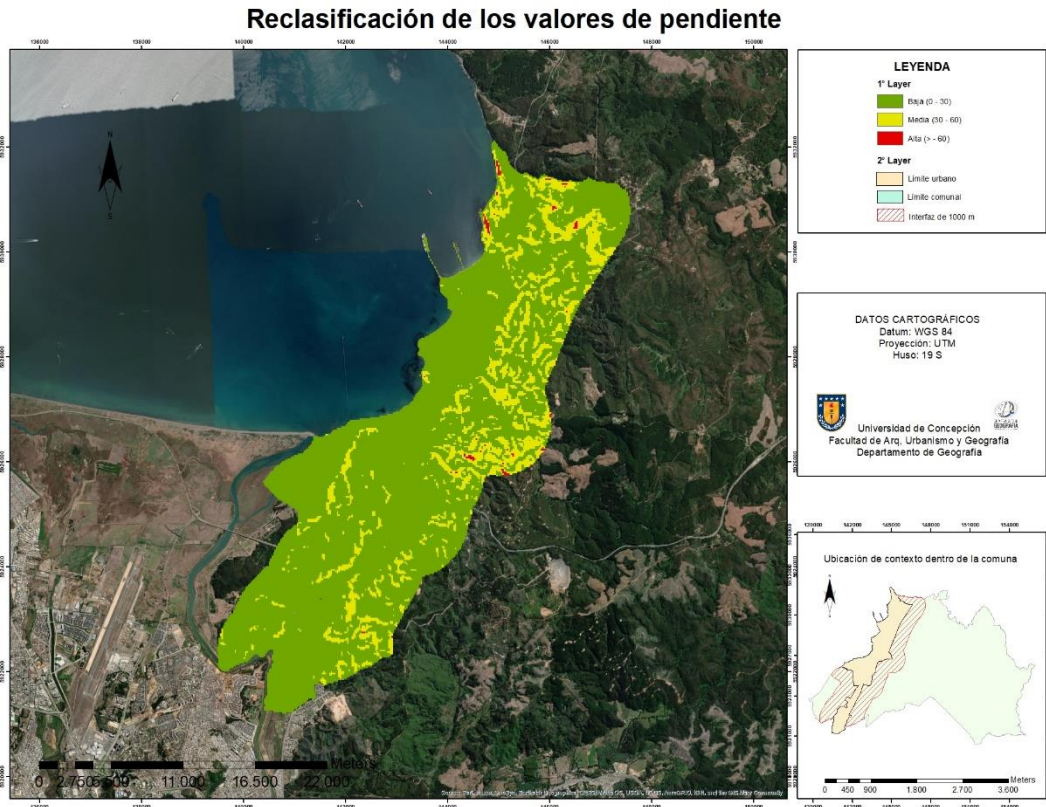


Figura 16. Cartografía reclasificación de pendientes expresadas en % para Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Gran parte de estos sectores se encuentran con el medio totalmente construido, presa en parte por el avance de la comuna hacia sectores más alejados del centro y de la costa lo cual responde a una ocupación intensiva de los suelos comunales. Cabe destacar además que dicha presencia de altas pendientes, sobre todo las que se encuentran en el área urbana comunal también se han visto enfrentadas al hecho de que en su mayoría están acompañadas por altos niveles de vegetación, destacando las plantaciones forestales y matorrales.

b. Factor de amenaza: Exposición

La exposición solar, como se ha mencionado con anterioridad modifica las condiciones micro climáticas de las superficies. En este sentido, la relación que tiene la exposición con los incendios forestales está en la variación de humedad y crecimiento vegetal que se da según la orientación de las laderas a los rayos solares. En el caso de Penco, el mayor porcentaje de exposición está dirigido a las vertientes de solana (Figura 17), que además concentran altos niveles de vegetación atribuibles a plantaciones forestales, bosques mixtos y matorral que, combinada a una baja humedad del suelo a causa de la radiación prolongada en las laderas, condiciona la generación de incendios sobre todo en estas áreas.

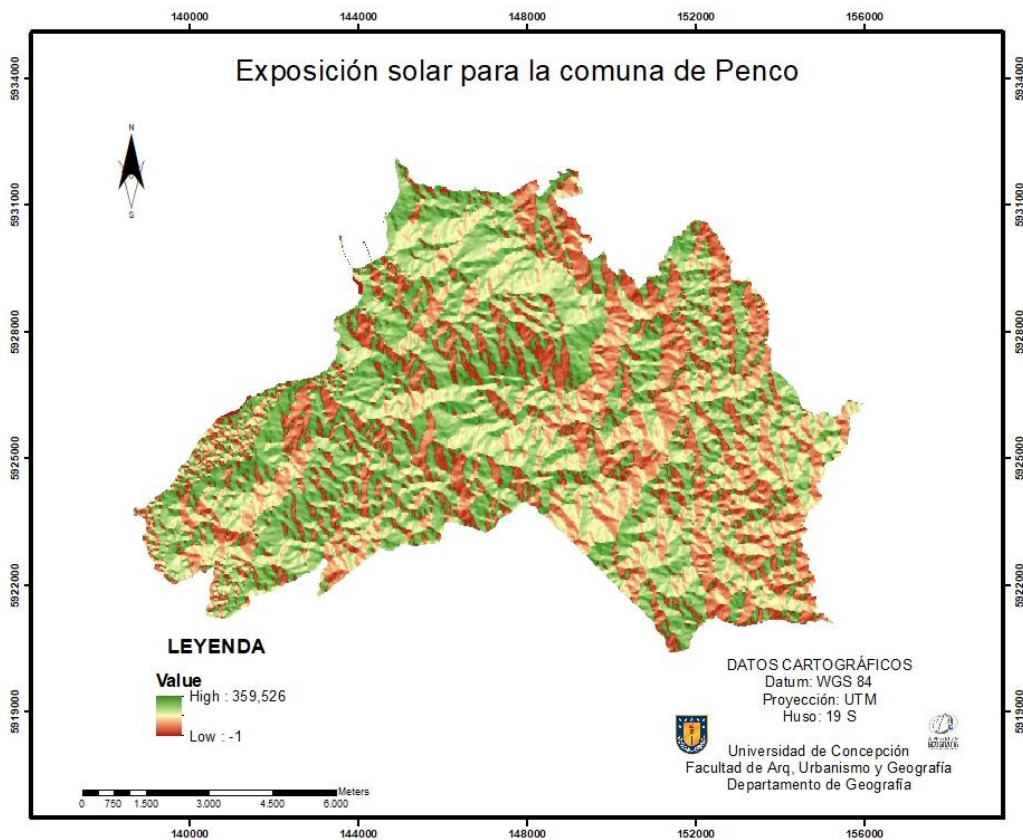


Figura 17. Cartografía de exposición solar para Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Así es posible evidenciar que laderas con orientaciones entre 270° y 45° presentan una alta probabilidad de incendios debido a las características propias que genera la exposición

solar sobre estas superficies favorece la probabilidad de ignición. Mientras que aquellas vertientes con orientación a umbría, de 90° a 225° presentan baja facilidad de propagación (Figura 18).

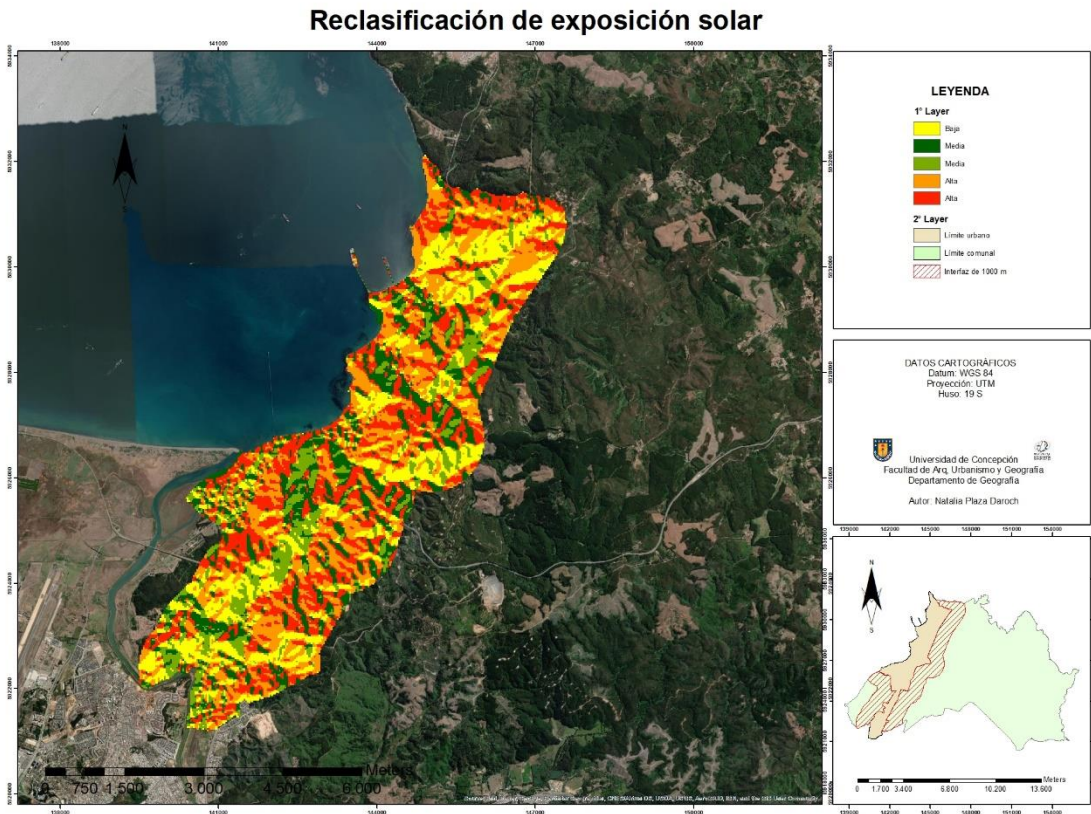


Figura 18. Cartografía de reclasificación exposición solar para Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

c. Factor de amenaza: Vegetación

Un factor de bastante importancia dentro de la identificación de la amenaza de incendios forestales es la vegetación debido a la variabilidad de las estructuras presentes en el paisaje y las diferentes respuestas de ésta al fuego. Así, la relación entre los pisos vegetacionales y los incendios se orienta en la modificación de su composición. El reemplazo de las especies nativas por plantaciones exóticas configura el suelo, la humedad y temperatura, condicionando así la probabilidad de ocurrencia de estos eventos, además de la respuesta de la vegetación al fuego.

El Plan de Desarrollo Comunal de Penco (2020 – 2027) estipula que el área forestal ha tenido un gran desarrollo, impulsada por el incremento de las plantaciones forestales en las áreas periurbanas y rurales de la comuna y su relación de conectividad a áreas industriales (Ej. Complejo Forestal e Industrial Itata). Esto se resume en que prácticamente todos los suelos que presentan aptitud forestal hayan sido plantados, abarcando casi un 90% de la superficie comunal (PLADECO 2020 – 2027, en Censo agropecuario 2006 – 2007).

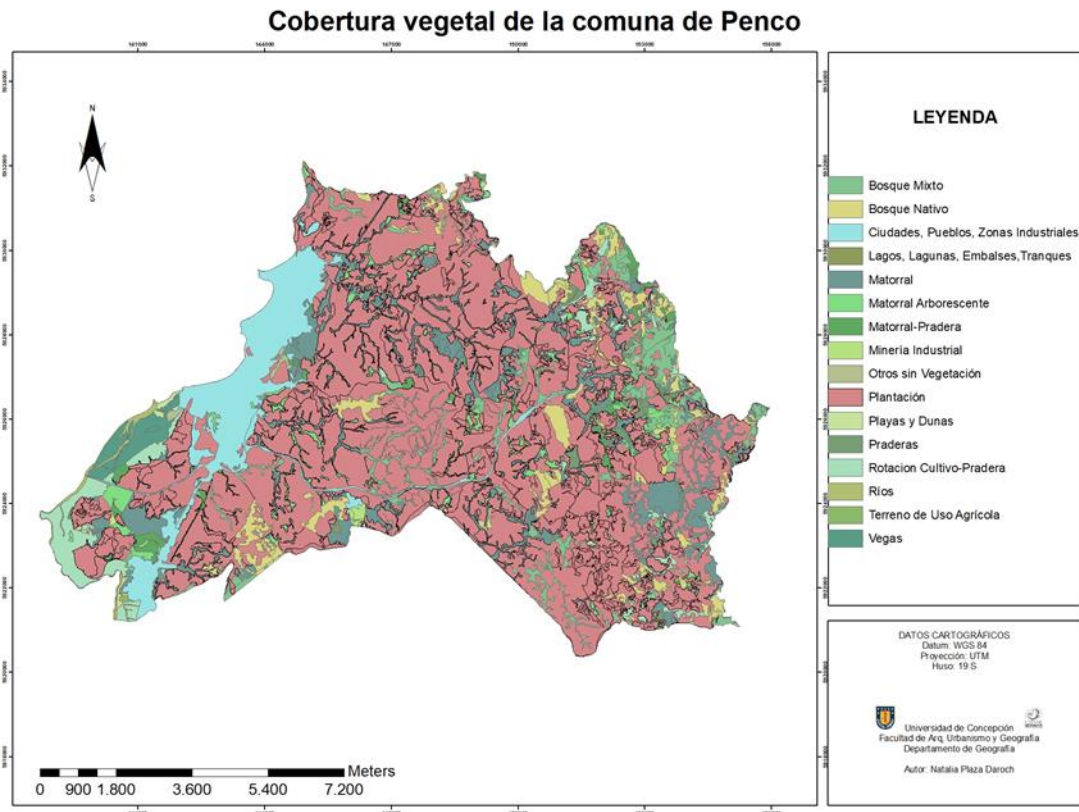


Figura 19. Cartografía de vegetación para Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Penco, en este sentido presenta una marcada tendencia hacia las especies exóticas (Figura 19). Sin embargo, el Censo agropecuario del año 2007 asume un carácter desactualizado en relación con el área que ocupan estas coberturas en la comuna. Sólo las plantaciones forestales ocupan 6524 ha (la superficie comunal corresponde a 10765 ha), equivalente al 60,6% de la superficie total de Penco.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la expansión forestal reside en la cercanía de las áreas urbanas con uso residencial, también por extensión urbana. La Figura 20,

visualiza el grado de propagación de los distintos tipos de vegetación presentes en la comuna agrupados según sus características, donde es posible observar que aproximadamente un 70,2% se la superficie total de la comuna presenta un grado de propagación Alto, un 16,2% un rango Muy Alto, mientras que tan solo el 12% presenta un valor entre Medio y Bajo. En la superficie del área de estudio, además, se puede apreciar que de las 31, 4 hectáreas que posee, de ellas el 16% está en un rango Muy Alto y un 51% en valores Altos, todos ubicados en zonas de interfaz.

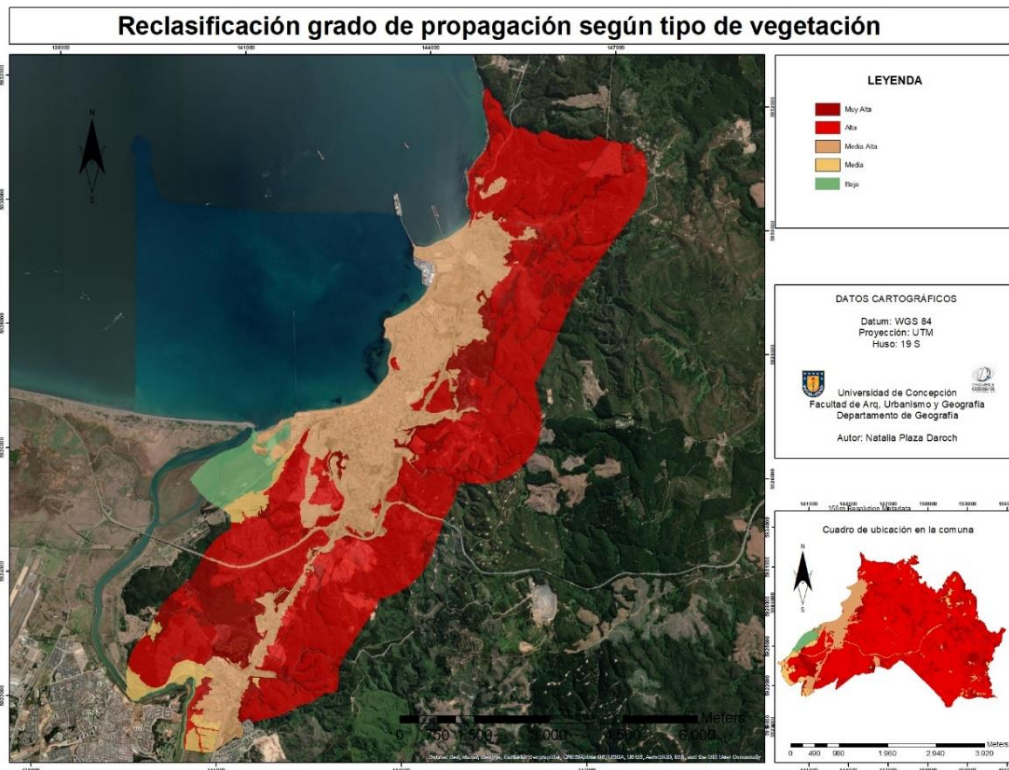


Figura 20. Reclasificación de vegetación para medir grado de propagación en Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

d. Factor de amenaza: Recurrencia

En el análisis de los datos correspondientes a la subvariable de registro histórico de incendios forestales se utilizó el catastro de puntos de ignición de la Infraestructura de Datos Espaciales del MINAGRI para el período 2010 – 2018 para la comuna de Penco y para un análisis más demostrativo se presentó la cartografía de “Número de total de incendios y área quemada acumulada por grilla de 5x5 km (período 1985 – 2018) del Centro for Climate

and Resilience Research (CR2, 2020). Esto a raíz de la dificultad para encontrar datos georreferenciados de larga data y de fuentes poco confiables.

Distribución de incendios forestales dentro de la comuna

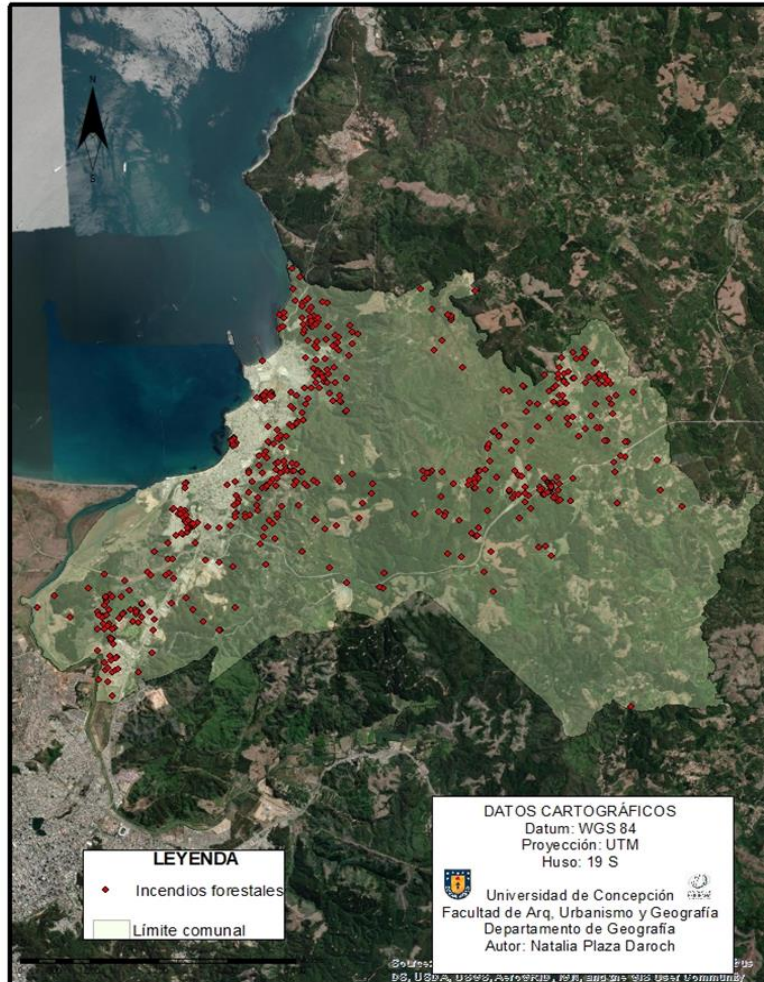


Figura 21. Distribución de incendios en Penco para el período 2010 - 2018.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Los eventos generados en el período en cuestión fueron cartografiados y abordados a través de densidad de Kernel, arrojando como resultado los sectores más recurrentes al desarrollo del fuego, en que es posible observar el aproximadamente el 80% de los incendios catastrados se posicionan en zonas de interfaz urbano – forestal (Figura 21).

De este modo observar el área susceptible a la amenaza de incendios forestales se vuelve más clara y precisa, debido principalmente al análisis de densidad que proporciona el

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

método Kernel. Por medio de él es posible evidenciar que las áreas más afectadas por el fuego corresponden a aquellas ubicadas sobre todo en la zona de interfaz de la comuna, las cuales corresponde principalmente al sector La Greda, Cosmito, Montahue, Lord Cochrane, Las Margaritas y Lirquén (Figura 22).

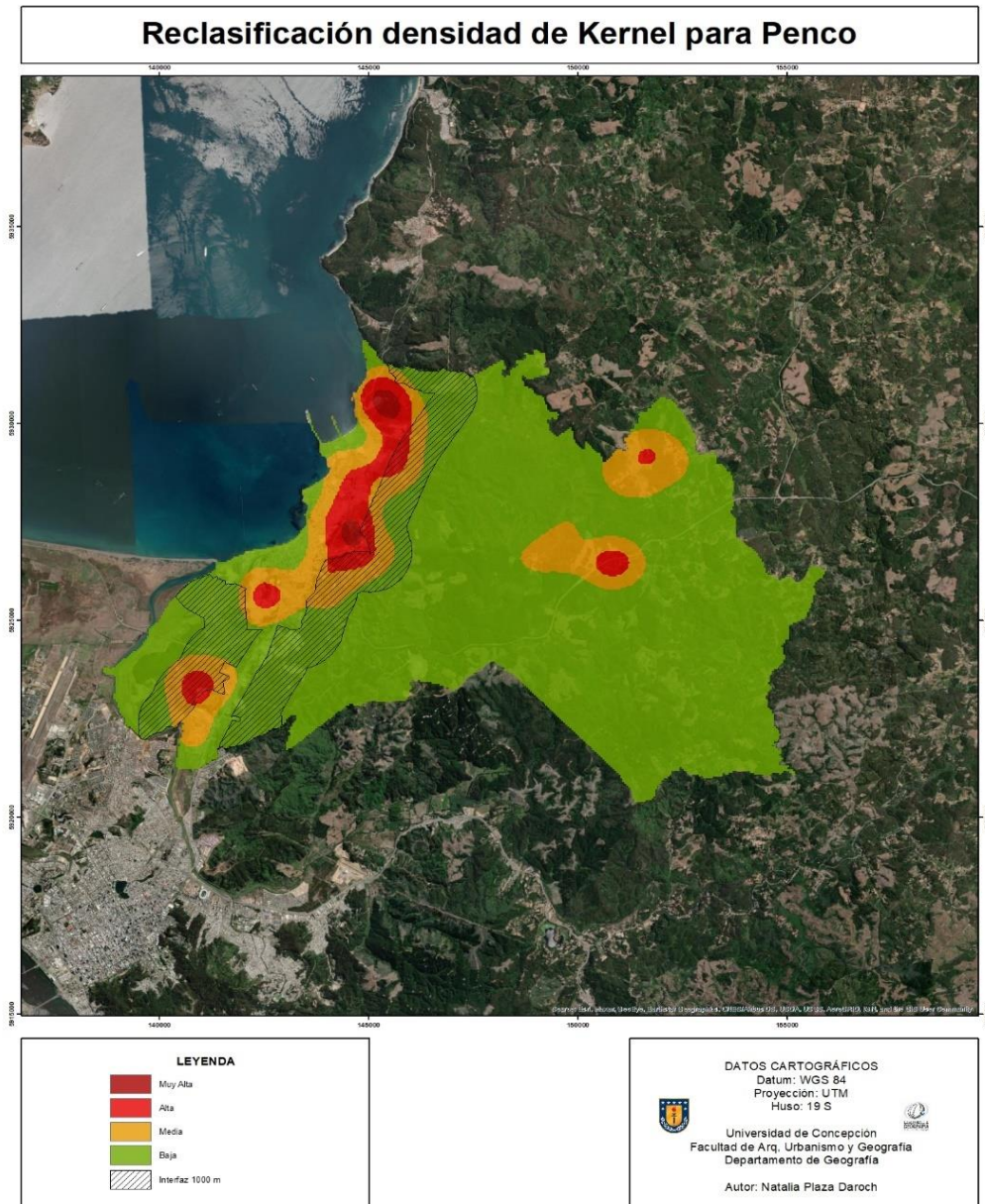


Figura 22. Reclasificación densidad de Kernel para medir grado de ocurrencia.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

e. Síntesis de la amenaza

El producto resultante de la combinación de todos los factores de amenaza analizados en formato ráster se clasificó en rangos de Muy Alto, Alto, Medio y Bajo (Figura 23). Esta ponderación se realizó a través de una superposición ponderada de los distintos factores que fueron identificados como condicionantes de la amenaza de incendio forestal, identificando por medio del método de Etxeberria aquellas subvariables que tenían mayor influencia. De esta forma se determinó que la vegetación y la generación de incendios son los que predominan al momento de evaluar la amenaza en las zonas de interfaz y en la comuna en general.

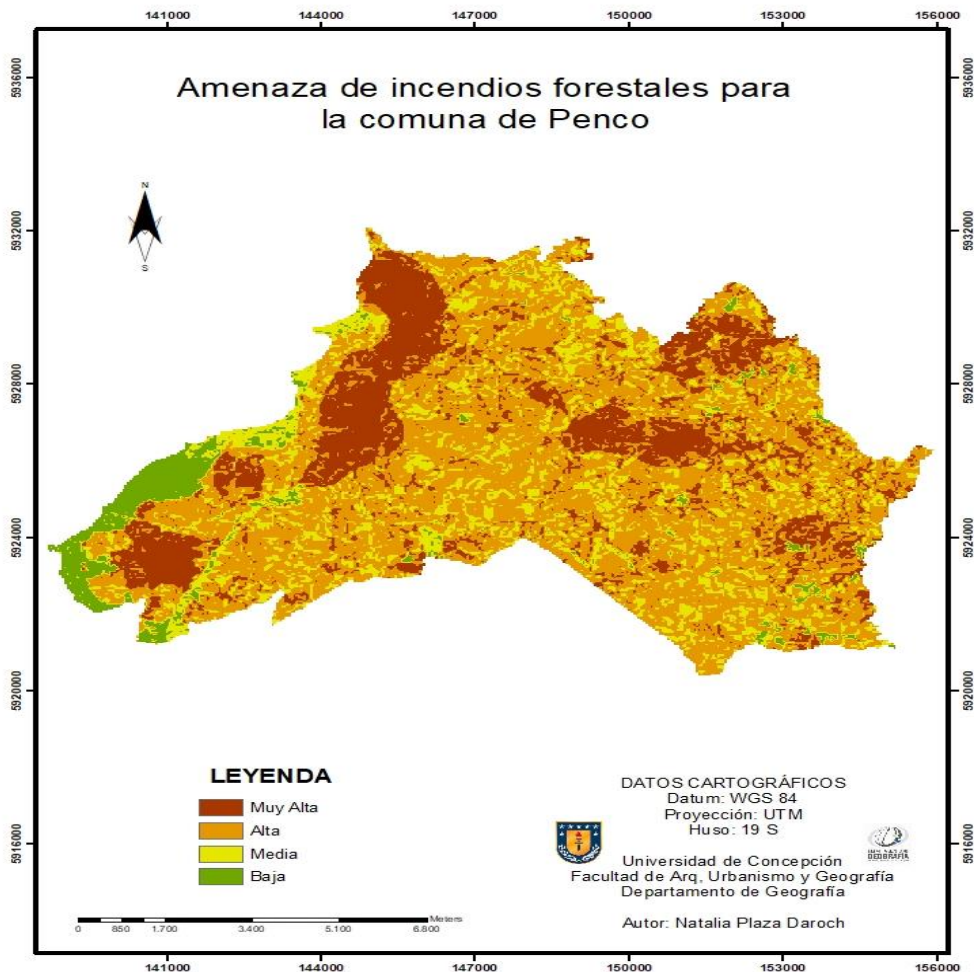


Figura 23. Cartografía de amenaza de incendio forestal para la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Así se logró conjeturar que de las 10.650 hectáreas con las que cuenta Penco, el 5,53% de la superficie total se encuentra sometida a una amenaza Muy Alta y consecuentemente esta distribución se da en las zonas de interfaz y en sectores donde han ocurrido eventos de gran magnitud como los del verano de 2017. Esto se da principalmente por la predominancia del uso de la tierra forestal que, como se ha mencionado con anterioridad, comprende aproximadamente el 60% de la superficie actual, sumado a la presencia de pendientes pronunciadas. Cabe mencionar también que el 69,3% de la comuna se encuentra con un grado de amenaza Alta (7.493 ha), mientras que sólo 115 ha están en un nivel Bajo, en este punto hay que considerar que en aquellas áreas catalogadas como de baja amenaza se caracterizan por la influencia del borde costero y zonas ribereñas como el estuario del río Andalién. Lo anterior, sumado a todos los factores que se consideraron para la elaboración de la cartografía de amenaza, demuestran de cierto modo el grado de vulnerabilidad al cual se ven enfrentadas las diversas dinámicas que se dan dentro del territorio y que condicionan la exposición de estas frente al riesgo de incendio forestal.

Para la amenaza de incendio forestal en el área de estudio (Figura 24) se pudo determinar que en su mayoría, todos los distritos de la comuna presentan una amenaza Muy Alta, donde se ven involucrados principalmente los sectores de la zona sur de la comuna como Cosmito y La Greda (distrito Andalién), hacia el sureste; Penco Chico (distrito Margaritas), Montahue, el cerro Porteño y sus alrededores (distrito Penco), y en dirección norte los barrios de Lord Cochrane, Villa Alegre (distrito La Fábrica) y el distrito Lirquén casi en su totalidad. Hay que recordar, que todos estos lugares presentan pendientes pronunciadas entre un 30% y 60%, existe una gran cercanía de los asentamientos con los incendios registrados en años anteriores y el uso forestal se difumina con el medio urbano, justificando aún más la distribución de las áreas de amenaza.

También hay que mencionar el total de área amenazada (límite urbano e interfaz de 1000 m respecto del primero) corresponde a 3.099 ha – el 29% de la superficie comunal – de las cuales sólo 249 ha, presentan una amenaza de categoría Baja, 517 ha rango Medio, Alta y Muy Alta: 1230 ha y 1101 ha, cada una. Algo importante que rescatar es cómo la amenaza guarda una relación muy estrecha con los eventos históricos registrados en el área y el grado de propagación según la vegetación (Figura 20 y Figura 22), lo cual se ve reflejado en la realidad de dichas áreas, donde la cubierta vegetal se encuentra asociada a plantaciones mixtas y forestales. También las pendientes aportan de forma importante en la construcción de la amenaza, mientras que por su inclinación facilitan la dispersión del

fuego y dificultan la labor en combate por el bajo nivel de accesibilidad a las laderas de los cerros que rodean la zona de contacto entre el límite urbano y el suelo forestal, muestras de eso son los sectores mencionados con anterioridad como el cerro Porteño, La Greda, Cosmito y Montahue. Razón por la que identificar la amenaza a tiempo, sea cual sea el riesgo o evento que se enfrenta, significaría un avance importante en materia de prevención y determinación de los lugares que reúnen ciertas características que los vuelven propensos a la amenaza o en este caso la generación del fuego.

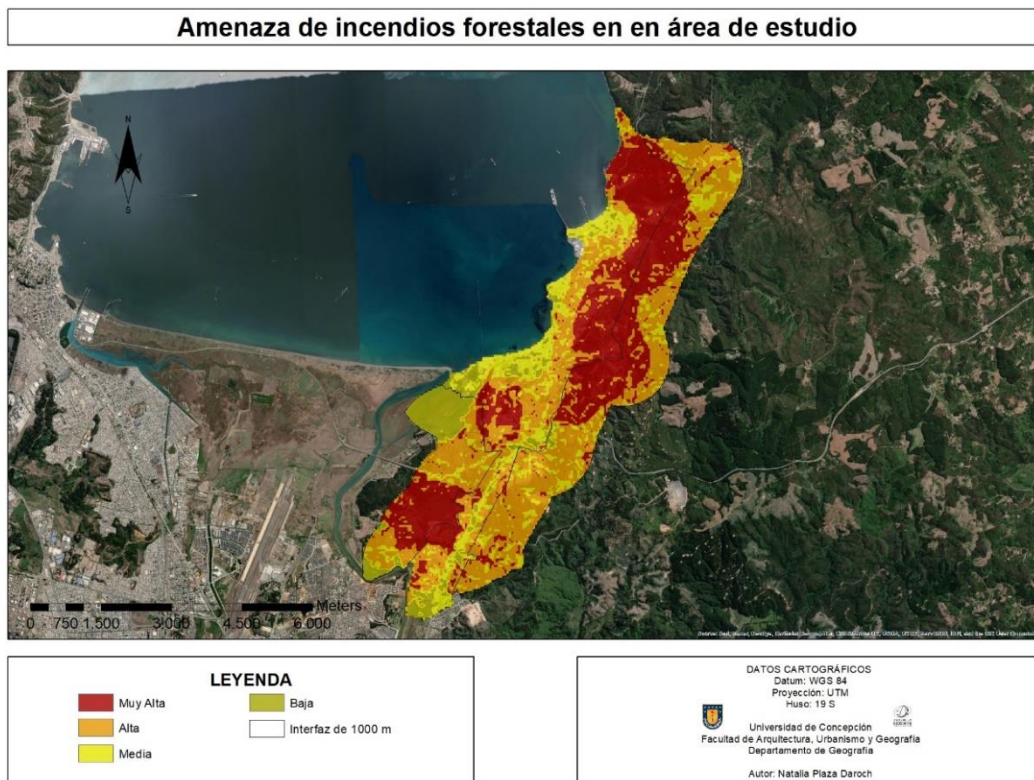


Figura 24. Cartografía de amenaza de incendio forestal para el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

4.1.3. Vulnerabilidad frente al Incendio Forestal en la Interfaz

Vulnerabilidad Física

- a. Factor de Vulnerabilidad: Densidad de población.

Para entrar en contexto, hay que recordar que la vulnerabilidad surge como un concepto de análisis dentro de las ciencias ambientales para el estudio de la población expuesta o

afectada de forma negativa a los riesgos. Lara y Godefroy (2020), sostienen que, desde la geografía, este concepto está relacionado directamente a las probabilidades de que una población sea afectada o no de manera negativa por algún evento, sea de origen natural o antrópico. En este caso, analizar la distribución de la población en el área de estudio es útil para conocer el nivel de vulnerabilidad al que están expuestos. Así, se busca responder a la pregunta ¿Cuántos habitantes se encuentran expuestos y en qué condiciones?

Los indicadores demográficos para Penco indican que desde el censo de 2002 al más reciente del año 2017 ha tenido una variación al alza de un 2,9%, donde el 98% de la población se concentra en el área urbana; principalmente en los distritos de Penco, Fábrica y Lirquén. Para los efectos de esta investigación, se utilizará la densidad de población (n° de habitantes/hectárea) para observar cómo se distribuye ésta en todo el sector urbano, sobre todo en aquellas áreas que están ubicadas en zonas de interfaz que además se encuentran bajo amenaza de incendio forestal.

Distritos	Censo 2002	Censo 2017	% Censo 2002	% Censo 2017
Penco	13.220	14.506	28.7	30.6
Fábrica	16.622	14.997	36.1	31.7
Lirquén	11.9.9	11.747	25.9	24.8
Las Pataguas	232	291	0.5	0.6
Margaritas	1.314	1.666	2.9	3.5
Andalién	2.719	4.160	5.9	8.8
Total	46.016	47.367	100	100

Tabla 11. Demografía de población según distrito censal para Penco.

Fuente: Plan de Desarrollo Comunal Penco (2020 – 2027).

En este contexto, es importante determinar hacia dónde va direccionado el crecimiento poblacional, crucial para determinar qué tan expuestos están frente a la amenaza. A través de la tabla 5.1 es posible observar el crecimiento que ha tenido la comuna a través de los distritos censales. En ella se evidencia que los sectores que han tenido un mayor crecimiento en el período 2002 – 2017 del Censo: Penco, por ejemplo, presenta un crecimiento importante que se ha visto reflejado por la construcción de viviendas sociales en el sector de Montahue, donde generalmente este tipo de conjuntos habitacionales concentran mayor población; también están los distritos de Margaritas y Andalién, que son justamente los lugares donde se concentra la amenaza. De este modo, la Figura 25 viene

a respaldar la información de antes, ubicando espacialmente la población por medio de la densidad.

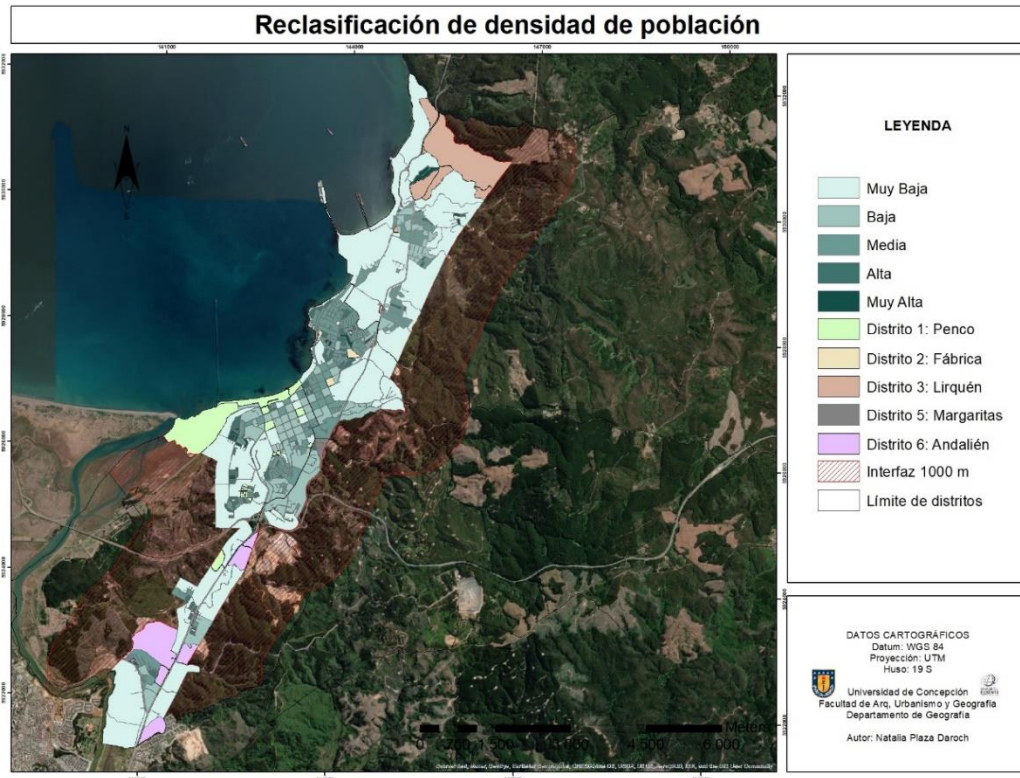


Figura 25. Cartografía de reclasificación de la densidad de población para el área urbana de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

A partir de la cartografía es posible identificar espacialmente las áreas más pobladas de la comuna. No obstante, por sí sola no logra dimensionar realmente la vulnerabilidad total de las personas expuestas en las zonas de amenaza. Para contextualizar lo anterior, la mayoría de los sectores que se encuentran en la zona de contacto entre lo urbano y lo forestal presentan una vulnerabilidad Muy Baja, esto se traduce en densidades que alcanzan hasta los 30 habitantes por ha. No obstante, alrededor del 70% de la población se encuentra en un rango medio a Muy Alto de vulnerabilidad frente a incendios forestales, alcanzando densidades que van desde 80 a sobre 200 habitantes por hectárea.

b. Factor de Vulnerabilidad: Materialidad de la vivienda

Un aspecto importante para tener en cuenta al momento de hablar de vulnerabilidad es que una de sus características es la capacidad reducida para adaptarse a ciertas circunstancias, esto es, la factibilidad de que la población expuesta sea afectada por el fenómeno que caracteriza la amenaza (Cardona, 2001). De esta forma, la materialidad de la vivienda se incluye como la capacidad de las viviendas distribuidas dentro de Penco para soportar la acción que genera el riesgo de incendio forestal.

En esta línea se identificó la materialidad de las viviendas a partir de los datos entregados por el Censo de 2017 a nivel de manzana por medio de la clasificación según material predominante en cada casa, teniendo como criterio primario muros, pisos y techos, en que cada indicador fue categorizado como aceptable, recuperable e irrecuperable. Consecutivamente a esto se realizó una reclasificación de tales categorías que consistió en unir los indicadores según la resistencia de estos y así generar rangos de vulnerabilidad según las condiciones que reúne cada vivienda (Tabla 10). Junto a esto se elaboró una cartografía de dispersión (Figura 26) para observar la distribución de las viviendas dentro de la comuna.

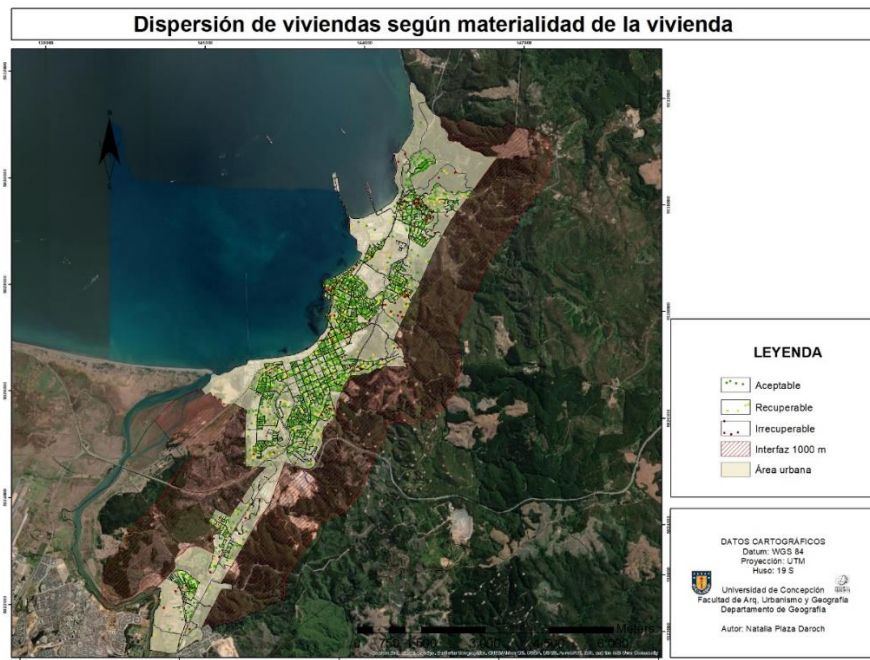


Figura 26. Dispersión de viviendas según su materialidad.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

A través de la cartografía de dispersión es posible observar la distribución de las viviendas según su categoría de materialidad. En su mayoría, las casas catastradas en el Censo de 2017 (de un total de 15.814) se caracterizan por ser aceptables, esto quiere decir que el techo, piso y muros cuentan con los materiales descritos en la Tabla 9. Si bien es cierto en primera instancia se puede observar que esta distribución es bastante homogénea, en la Figura 27 se puede apreciar, ya con mayor detalle a nivel de manzanas, que la concentración se vuelve más clara, determinando que los distritos que presentan una materialidad Aceptable son Lirquén, Fábrica, Penco y Margaritas, esto significa que existen entre 63 a 268 viviendas por manzana que poseen materiales como ladrillo, cemento o tabique forrado en sus muros, tejas o zinc en el techo y parquet, baldosa o alfombra en el piso, lo cual significa que posee una baja vulnerabilidad al fuego, dado principalmente por la condición y calidad de las construcciones.

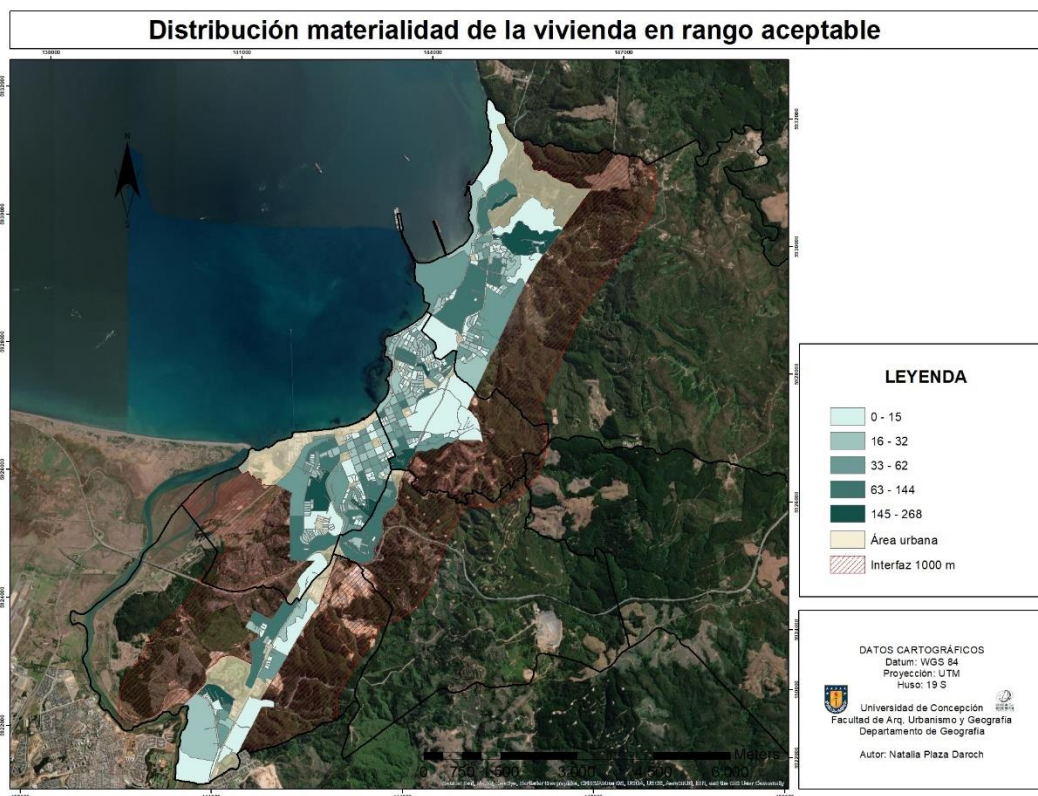


Figura 27. Viviendas con rango aceptable y baja vulnerabilidad por manzana.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

En cuanto al rango de vulnerabilidad media, recuperable, se determinó que tiene una distribución espacial bastante similar a las viviendas de categoría aceptable. Al igual que la descripción anterior, igualmente las concentraciones más altas se ubican en los distritos de Lirquén, Fábrica y Lirquén, sobre todo en las periferias de estos, encontrando 2.443 casas con muro de adobe, tabiquería sin forro exterior o interior, pisos de madera o radier no revestido y techos de fonolita o paja.

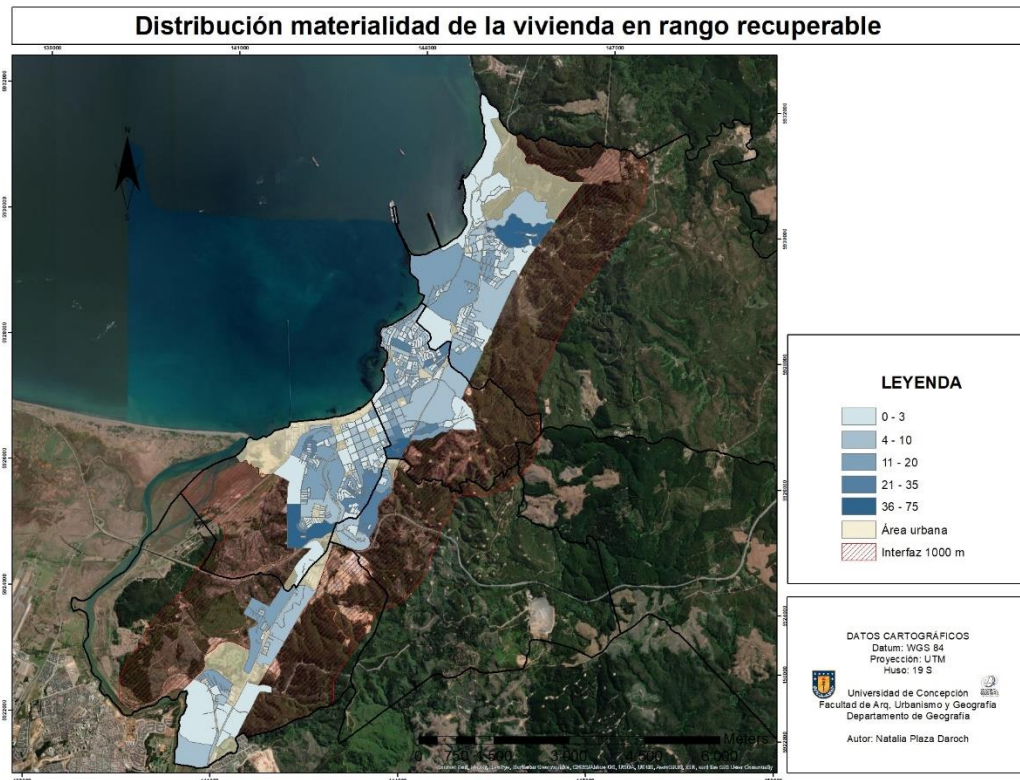


Figura 28. Viviendas con rango recuperable y media vulnerabilidad por manzana.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

En cuanto al alto grado de vulnerabilidad categorizado como irrecuperable (Figura 29), la zona sur del distrito Lirquén presenta una concentración importante de viviendas en condiciones poco estables, coincide además con la localización de éstas en las cercanías de suelos forestales. También en el distrito Margaritas y Andalién se presenta la misma situación. El total de viviendas catalogadas con un alto nivel de vulnerabilidad es de 250.

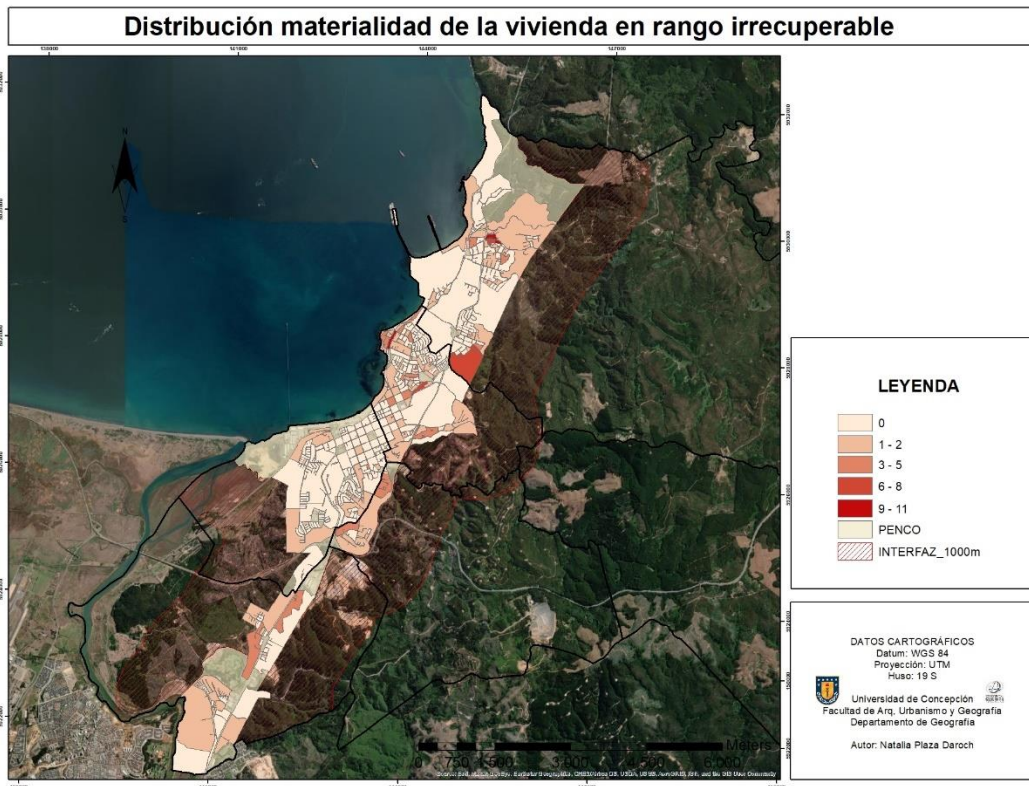


Figura 29. Viviendas con rango irrecuperable y alta vulnerabilidad por manzana.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

El diagnóstico comunal del PLADECOC de Penco (2020 – 2027) establece diversos conflictos socioambientales dentro de la comuna, uno de ellos guarda relación con el uso del territorio, el crecimiento de las plantaciones forestales y a la alta demanda de viviendas, junto con altos niveles de hacinamiento en zonas periféricas que además se ven enfrentadas a la expansión en sectores de pendientes pronunciadas. Lo anterior se ve reflejado en la alta densidad poblacional que es posible evidenciar sobre todo en el centro de la comuna, correspondiente al sector de Montahue, donde las construcciones de viviendas sociales acentúan esta dinámica.

c. Factor de Vulnerabilidad: Uso de suelo

Un factor de relevancia en la caracterización de la vulnerabilidad y al igual que en la amenaza, son los usos de suelo. Capaces de determinar y modificar las actividades que se desarrollan en el territorio, son parte importante de la dinámica para entender la construcción de los riesgos, sobre todo en el área urbana. Para identificar la vulnerabilidad asociada a los usos de suelo en la comuna de Penco, fue necesario consultar el PRMC

(2015) e identificar los usos dispuestos a través de él. De ello se desprendió a grandes rasgos, lo siguiente:

- Urbano: enfocado a las áreas planificadas, áreas urbanas ya existentes donde se ejecutan las estimaciones propuestas por los instrumentos de planificación territorial.
- Infraestructura: corresponde al desarrollo de actividades orientadas al transporte, salud, red vial, etc.
- Industrial: es aquel que tiene como fin el desarrollo de actividades productivas que impliquen la producción, transformación y procesamiento de productos finales.
- Áreas verdes: implica las áreas destinadas a parques, plazas y áreas libres, pueden ser públicas o privadas.

La Figura 30 corresponde a la reclasificación del tipo de uso de suelo según su grado de vulnerabilidad, esta investigación, como se ha mencionado con anterioridad, aborda el área urbana de la comuna y la zona de interfaz en torno a esta, contemplando el medio construido como el área urbana consolidada y las zonas de extensión estipuladas en el PRMC. De esta manera es posible apreciar que aquellas áreas que presentan un rango alto de vulnerabilidad frente a la amenaza de incendios forestales son principalmente el área urbana de la comuna y las vías de comunicación que conectan con otros sectores del área metropolitana, con todo, la zona más vulnerable según los usos de suelo involucra un área de 882 ha, de un total aproximado de 3100 ha. Casi la totalidad de la superficie comunal y también la zona de interfaz se encuentran con una vulnerabilidad media, dada en muchos casos por la cercanía que tienen entre sí.

En lo que respecta a vulnerabilidad baja, es interesante observar cómo se destacan los usos que son desprovistos de vegetación y que están conformados por dunas, línea costera, esteros y ríos. La mayor concentración en este caso se encuentra al suroeste de la comuna, hacia el estuario del río Andalién, teniendo una proporción del 5% en relación con el resto del territorio comunal. (Figura 30).

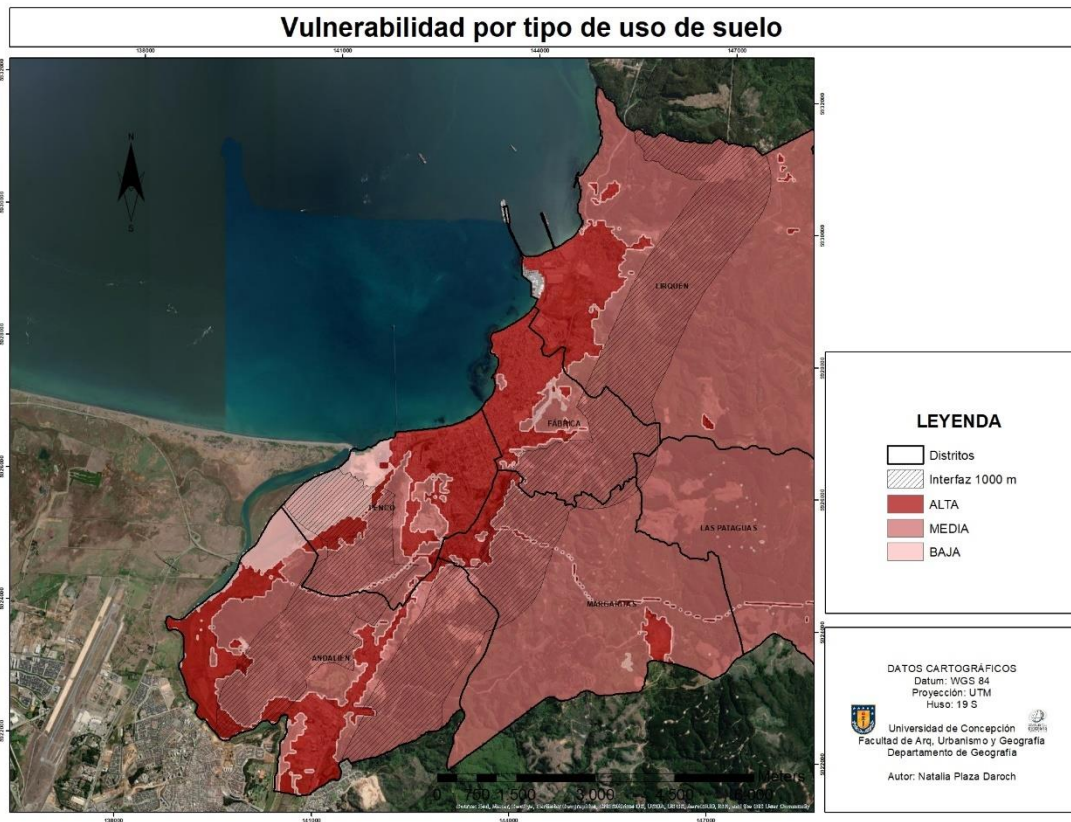


Figura 30. Reclasificación de vulnerabilidad por usos de suelo para la comuna de Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Hay que tener en consideración, que, para el análisis de vulnerabilidad por uso de suelo, se le otorgó mayor grado de importancia a aquellas áreas que son habitadas y donde se llevan a cabo la mayor parte de las dinámicas urbanas, luego se consideró el uso forestal y bosques mixtos para un segundo nivel de vulnerabilidad, debido principalmente al análisis de McWethy DB, et al. (2018), en el cual postula que los incendios forestales ocurren preferentemente en las plantaciones forestales, la mezcla de bosque nativo con matorral y pastos. Por lo que las primeras mencionadas, por su estructura y homogeneidad, son capaces de suscitar mucho más fácil la propagación del fuego hacia los bosques mixtos.

4.1.4. Construcción social del riesgo, según la Planificación Territorial

Vulnerabilidad Institucional

- Usos de suelo en las zonas de interfaz urbano – forestal.

El comprender de forma más certera la relación de la amenaza de riesgo de incendio y su implicancia en la formación de la interfaz urbano – forestal implica profundizar en las

medidas que se contemplan en materia de gestión sobre todo a nivel territorial. Para esto es necesario identificar aquellas que están ligadas a la prevención de incendios y las que están enfocadas en el “autocuidado” territorial en áreas urbanas frente al peligro, estas últimas tienen un enfoque normativo que debiera ser específico y establecido por medio de los instrumentos de planificación territorial. Ahora bien, desde un punto de vista un tanto objetivo, es evidente (a través de una revisión bibliográfica) que ambas líneas presentan diferencias que tienen relación con la capacidad de acción de las normas e instrumentos en materia de riesgos, vale mencionar: los terrenos forestales están sujetos a planes de prevención y de manejo enfocados al control y protección forestal en los sectores de contacto con lo urbano, mientras que para aquellas zonas condicionadas al riesgo de incendio forestal en sectores urbanizados se establecen acciones por medio de los instrumentos territoriales y planes de acción con medidas activas y pasivas en el sentido de que son abordadas principalmente como recomendaciones a la planificación urbana. Por consiguiente, lo fundamental es averiguar si estos dos escenarios confluyen a la hora de abordar el problema que significa la generación de zonas de interfaz y analizar la regulación existente en esta materia, ya que las zonas que comprenden la interfaz a lo largo del país (urbana y forestal), en muchas ocasiones corresponden a competencias y mecanismos de acción heterogéneos. Es más, Arenas et. Al (2010), sostiene que la planificación, el uso normativo del suelo y la mitigación de desastres ambientales tienden a opacarse por conceptos anteriormente descritos como la gobernanza, la gestión estratégica del territorio y la adaptación a los nuevos escenarios climáticos. Sobre eso apunta lo siguiente:

Los primeros son afines a la reflexión, análisis y medidas que se tomaron para armonizar las diversas actividades humanas con las condiciones intrínsecas del territorio, desde su base productiva hasta su entorno natural, en el marco de un Estado con un peso importante en la definición de las políticas de desarrollo económico, social y territorial. Las segundas se asocian a una retirada del Estado en esas funciones y a una mayor importancia del sector privado en dichas tareas. (pp. 3)

Tal como se mencionó anteriormente, parte importante – si es que no lo fundamental – de la gestión del riesgo radica en el hecho de que las normativas e instrumentos ligados al territorio operen desde una perspectiva de unidad y coherencia con carácter vinculante al momento de abordar la amenaza en su conjunto, esto condiciona de gran manera la construcción de vulnerabilidades en el paisaje urbano. Sin ir más lejos, una de las

situaciones más recurrentes que se da en torno a este asunto según Lagos (como se citó en Arenas et. Al, 2010), guarda relación en cómo la forma en la que se ocupan los espacios genera riesgos. La insuficiente consideración de las dinámicas, exposición y recurrencia de procesos naturales externos o antrópicos, y su relación con el emplazamiento de asentamientos puede tener consecuencias no deseadas. Un ejemplo claro de esto es la expansión urbana ejercida principalmente por un crecimiento desregulado y la presión desde el sector inmobiliario para construir en zonas de pendientes o de contacto con áreas forestales como es el caso de Penco.

Bajo esta lógica es importante analizar como la planificación que ordena el territorio se enfrenta a los riesgos, en específico al riesgo de incendios forestales. Para esto es importante evaluar la zonificación establecida a partir del Plan Regulador Comunal de Penco, en concreto aquellas áreas que fueron establecidas en la interfaz urbano – forestal de la comuna, identificando los permisos y condiciones de edificación. En este caso es fundamental recordar el marco de acción de las normas e IPT en Chile, donde las normas generales están establecidas en la LGUC y la OGUC, así los instrumentos de planificación establecidos a partir de ellas son los planes reguladores intercomunales y comunales, planes seccionales y límites urbanos; la gestión queda definida por los permisos, y sanciones aplicadas por el municipio. Arenas et. Al (2010) sostiene que estas últimas son manejadas a escala local y que no obedecen a la visión más estratégica que hay a escala regional o intercomunal. Es más, la incorporación de restricciones de cualquier índole se vuelve más complicada a escala local debido al carácter flexible de las comunas, donde se prioriza el desarrollo que trae consigo una mayor inversión y ocupación del espacio. Aquí entra también el propósito principal de la legislación chilena en cuanto a la normativa de OT: la regulación del uso de suelo por medio de la planificación urbana. El espacio rural no tiene hasta el momento ningún IPT o ley que sea equivalente a una zonificación del territorio, por eso es complicado gestionar las zonas de interfaz comunal en el país.

Con todo, la zonificación del uso de suelo es el principal instrumento regulatorio sobre el espacio urbano en materia de gestión del riesgo. En el caso de Penco todas aquellas zonas destinadas a la expansión urbana sean estas residenciales o de equipamiento, están establecidas sobre el área de interfaz y además hay varias que fueron creadas sobre suelos siniestrados por incendios forestales (período 2017 – 2019), todas ellas conforman un total de 1.015 hectáreas ubicadas en áreas con algún grado de amenaza y vulnerabilidad (Figura 31).

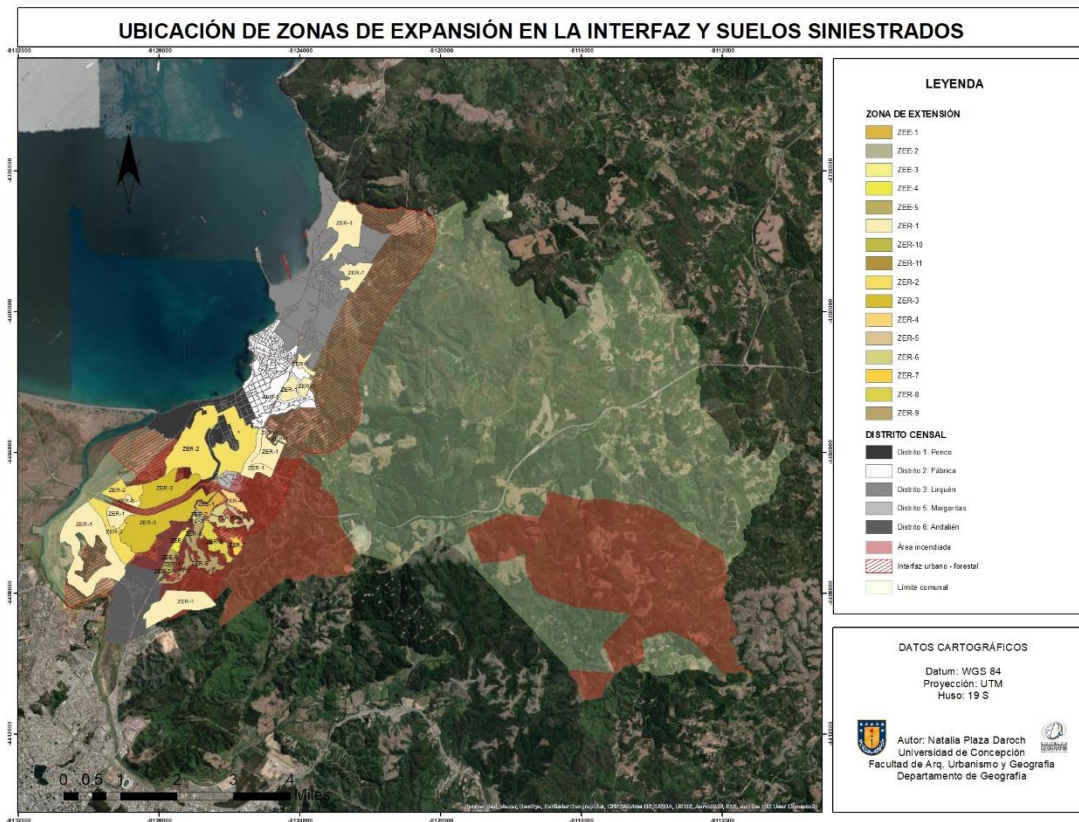


Figura 31. Cartografía de ubicación de las zonas de expansión urbana sobre la interfaz y suelos siniestrados.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Resulta interesante observar con detalle la zonificación actual del PRC de Penco del año 2016 y darse cuenta de la forma en la que están distribuidas las zonas de extensión (ZE). Si bien es cierto, la comuna no cuenta con más sectores de expansión que los disponibles de cara a los cerros y sectores periféricos por el hecho de tener un carácter costero, la presión por el desarrollo inmobiliario en estos sectores es importante. De las 14 ZE dispuestas en la zona de interfaz, 11 de ellas son sólo para residencia y las otras 3 corresponden a equipamiento y residencia, hay que agregar también que todas ellas se encuentran reguladas por el artículo 3.4 de la ordenanza en lo que respecta a los usos prohibidos. A continuación, se analizará cada una de ellas agrupándolas por distrito censal para obtener una visión más ordenada:

Las primeras zonas son las presentes en el distrito censal 1: Penco y en el distrito 5: Margaritas, estas corresponden a la Zona de Extensión Residencial 2 (ZER-2) (anexo 2), Zona de Extensión Residencial 3 (ZER-3) y parte de la ZER-1 (Figura 32 y 33).

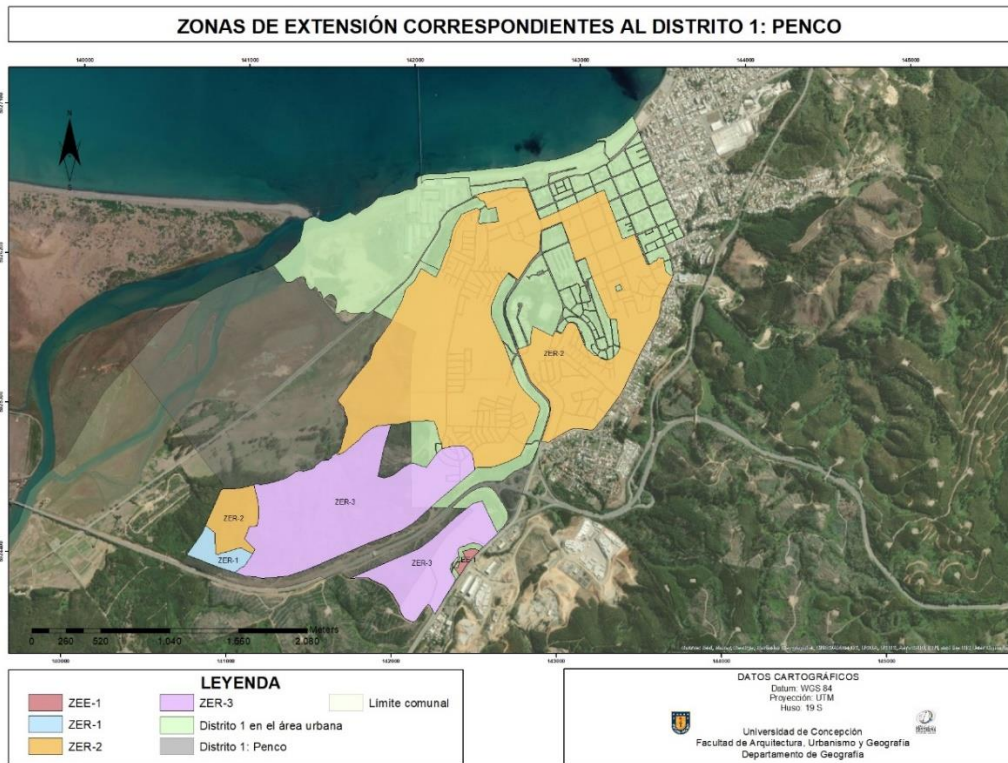


Figura 32. Zonas de extensión establecidas en el distrito 1: Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Todas ellas presentan condiciones que tienen relación con los usos no mencionados expresamente en el artículo 3.4 de la Ordenanza, estos son: Actividades productivas peligrosas, vertederos y rellenos, extracción de áridos y plantas de tratamiento de aguas servidas. Además, la ZER-1 y ZER-3 contemplan condiciones especiales referidas a la construcción en pendientes y la conservación de los componentes naturales de los sectores. (Anexo 3 y 4).

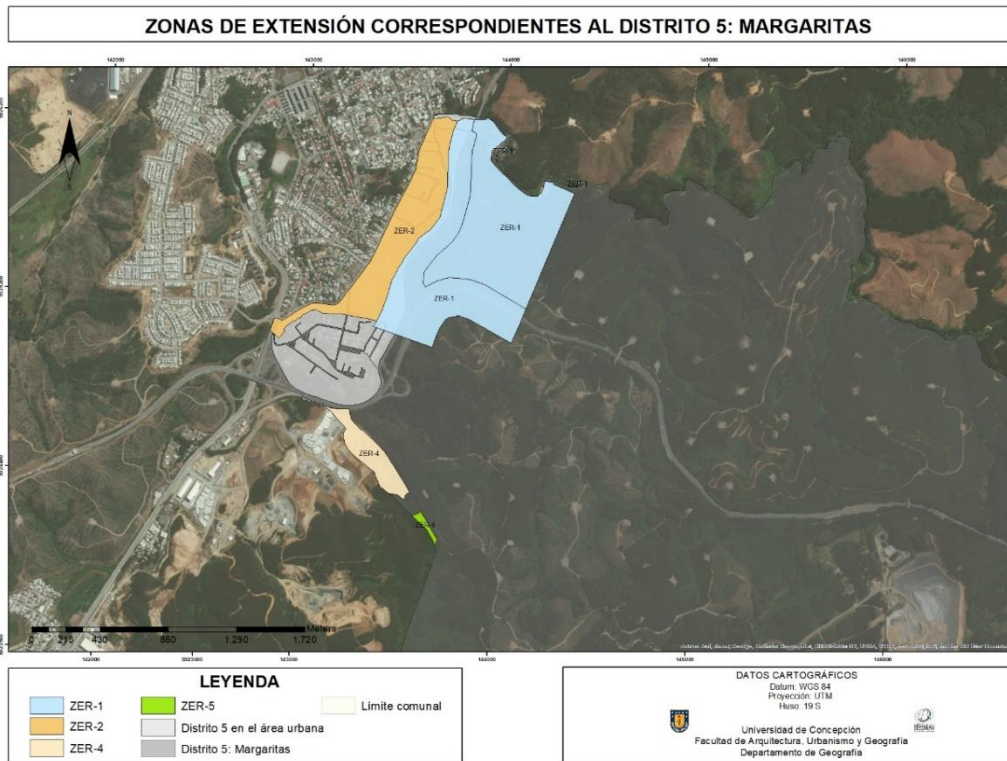


Figura 33. Zonas de extensión establecidas en el distrito 5: Margaritas.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Cabe destacar que todas las condiciones de subdivisión y edificación están dispuestas de manera tal que las construcciones residenciales establecidas en sectores de pendiente estén acompañadas del estudio de riesgo correspondiente establecido en el artículo 3.11 de la Ordenanza local y de las disposiciones expuestas en el PRMC, y lo dictado por la OGUC. Por lo que todas las edificaciones deben adoptar los resguardos correspondientes en su diseño (Anexo 5).

La zonificación establecida en el distrito 2: Fábrica y el distrito 3: Lirquén (Figura 34 y 35) corresponde exclusivamente a la expansión del uso residencial y como se mencionó con anterioridad posee condiciones especiales para su desarrollo, donde los loteos que se ejecuten en estas áreas deberán ir acompañados de estudios de riesgos. (Anexo 6)



Figura 34. Zonas de extensión establecidas en el distrito 2: Fábrica.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Algo interesante de rescatar con respecto a la zonificación de los usos de suelo de Penco es que en aquellas áreas de extensión no se contemplan todos los riesgos asociados a esos sectores. Si bien los IPT poseen facultades para catalogar y establecer límites, por ejemplo, las condiciones del suelo en zonas de riesgo, definir áreas verdes y espacio de uso público, en algunas ocasiones la interacción entre los distintos cuerpos normativos no es fluida.

En las áreas de extensión residencial y equipamientos representadas por medio del distrito 6: Andalién (Figura 36), es posible observar como todos estos sectores que presentan cierta recurrencia a la generación de incendios pese a todo fueron catalogadas como zonas de extensión y no poseen normativa o condiciones específicas respecto a cómo el instrumento da cuenta del hecho de que están inmersas en áreas de riesgo forestal. Más importante aun cuando el instrumento cuenta con las capacidades para establecerlas como tal.



Figura 35. Zonas de extensión establecidas en el distrito 3: Lirquén.
Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

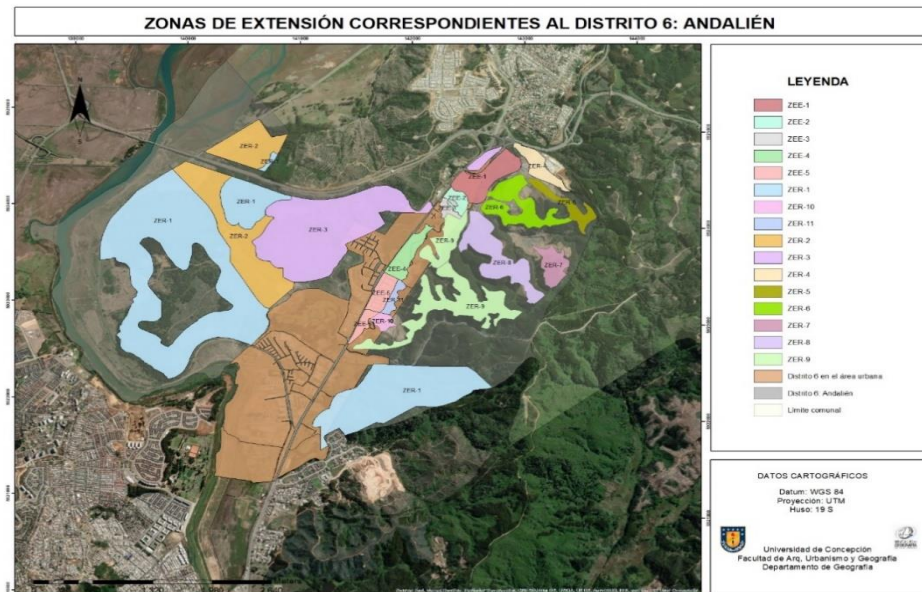


Figura 36. Zona de extensión establecida en el distrito 6: Andalién.
Fuente: Elaboración propia sobre la base del software ArcGIS 10.4.1.

Ahora bien, Vicuña & Schuster (2021) concuerdan en que el proceso de elaboración del instrumento de planificación debe realizarse en el marco de un estudio de riesgos, este permitirá fundamentar la definición de las áreas propensas a la amenaza y limitadas según corresponda con el fin de prevenir o mitigar posibles efectos que vuelven vulnerables a las comunidades. En donde las zonas urbanizadas o urbanizables como el caso de las extensiones, las áreas sometidas a riesgos se superpongan a la zonificación, vale decir, las normas urbanísticas que aplican corresponderán a las disposiciones de la zona sobre la cual se instala el área de riesgo.

Aproximadamente desde hace 20 años los incendios forestales han incrementado su frecuencia y superficie quemada, los ahora llamados “megaincendios” han dejado problemas importantes que resolver en materia de riesgos, ya sea porque el costo para extinguirlos es muy alto, existe pérdida de vidas humanas, infraestructura y un daño ambiental considerable. El Centro para el Clima y la Resiliencia (CR”, 2020), evidencia que alrededor de un 60% de los incendios se originan en las áreas de interfaz urbano – forestal, y que en los últimos años estas zonas han aumentado debido al crecimiento poblacional, la expansión urbana y una mayor cobertura vegetal cerca de sectores urbanizados. A esto hay que agregar que el tipo y la abundancia de vegetación combustible aumenta la amenaza de incendios forestales.

Siguiendo la línea anterior, y para el caso de esta investigación, es importante reiterar que las zonas IUF, se transforman constantemente debido a dos factores principales: el acelerado crecimiento de las ciudades y el desarrollo de la industria forestal, sobre todo en las regiones de la zona centro – sur del país. Teniendo esto en cuenta, es necesario que la planificación territorial actúe en conocimiento de las realidades locales, sobre todo por lo cambiante que son estas áreas de convergencia. Es por esto que el presente trabajo caracteriza las zonas de interfaz a través de la amenaza y la vulnerabilidad, para explorar y analizar si la planificación y sus instrumentos actúan en consecuencia con la amenaza o están contribuyendo a la exposición de la población frente al riesgo, es decir, reconocer qué rol están cumpliendo frente al riesgo de incendios forestales en la comuna de Penco.

Con relación a la exposición frente a la amenaza de incendio forestal en el área de estudio es útil reconocer las características de las zonas de extensión urbana dispuestas por el PRMC y en PRC de Penco (Tabla 12), esto debido a que entrega una visión más clara a la hora de complementar dicha información con los análisis de amenaza y vulnerabilidad, junto

con establecer hacia donde están apuntando los instrumentos y la planificación territorial en materia de riesgo de incendio forestal en la comuna.

Zona de extensión	Tipo	Usos prohibidos	Condiciones especiales	Coefficiente de constructibilidad	Densidad habitacional	Superficie amenazada (ha)
ZEE – 1	Equipamiento y residencia	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Vivienda: 3,0	Según tipo de vivienda: 112hab/ha - 1200 hab/ha	16
ZEE – 2	Equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	2	No se consulta	4
ZEE – 3	Equipamiento y act. Productivas	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	2	No se consulta	2
ZEE – 4	Equipamiento, almacenamiento, industria molesta y residencia	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Equipamiento y act. Productivas: 0,4 Vivienda: 0,7	No se consulta	8
ZEE – 5	Equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	2,5	No se consulta	9
ZER – 1	Residencial y equipamiento de todo tipo	Los mencionados en el artículo 3.4	En quebradas y taludes, mantener vegetación. Loteos sujetos a estudio de riesgo	2,8	700 hab/ha	349
ZER – 2	Residencial y equipamiento de todo tipo	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	2,4	400 hab/ha	228
ZER – 3	Residencial y equipamiento de todo tipo	Los mencionados en el artículo 3.4	Construcción en pendiente, efectuar obras de estabilización. Estudios de riesgo para loteos	Según pendiente: No se permite al 2,0	No especifica	169
ZER – 4	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,5 - 4,0	Según tipo de vivienda: 120 hab/ha - 192 hab/ha	13
ZER – 5	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	1,5	Según tipo de vivienda: 120 hab/ha - 128 hab/ha	7
ZER – 6	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,5 - 5,0	Según tipo de vivienda: 112 hab/ha - 256 hab/ha	18
ZER – 7	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,5 - 2,5	Según tipo de vivienda: 120 hab/ha - 256 hab/ha	5
ZER – 8	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,7 - 2,5	Según tipo de vivienda: 112hab/ha - 256 hab/ha	22
ZER – 9	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,6 - 5,0	Según tipo de vivienda: 120 hab/ha - 256 hab/ha	41
ZER – 10	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,2 - 2,6	Según tipo de vivienda: 140 hab/ha - 400 hab/ha	3
ZER – 11	Residencial y equipamiento	Los mencionados en el artículo 3.4	No tiene	Según tipo de vivienda: 1,2 - 2,8	Según tipo de vivienda: 140 hab/ha - 400 hab/ha	3
Total						897

Tabla 12. Especificaciones zonas de extensión y superficie expuesta a la amenaza de incendio forestal.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRMC (2003) Y PRC (2007).

Luego, de tratar la información correspondiente a las zonas de extensión y realizar un cruce de ellas con la cartografía de amenaza de incendio forestal, encontró que de las 1.014 hectáreas que componen las zonas de extensión estipuladas en el PRC de PENCO, 897 ha, presentan algún grado de amenaza, donde cerca del 80% de ellas se encuentran en un rango de amenaza Muy Alta y Alta. De ellas, solo la ZER – 3 Y ZER – 1 presentan condiciones especiales de edificación pero que no tienen relación con el riesgo de incendio forestal, si no que están enfocadas a la construcción en manejo de pendientes (quebradas

y taludes), obras de estabilización y estudios de riesgo asociados a derrumbes y remoción en masa.

Al remitirse a qué estipula el Plan Regulador Comunal de Penco (2007) en materia de riesgos forestales en la comuna, el artículo 3.12 de la Ordenanza local que establece “Las normas sobre incendios forestales que regirán el área urbana del presente PRC, serán las establecidas en el Capítulo VIII.3 del PRMC”. Al mismo tiempo el Plan Regulador Metropolitano de Concepción indica en el Artículo 8.3.1 del apartado Forestales lo siguiente:

Las normas sobre riesgo de incendios forestales se aplicarán a la parte del área de planificación metropolitana que, por su condición de contacto entre las áreas habitadas y el bosque, presenta un alto riesgo de incendios forestales. Para tal efecto se definen las siguientes normas mínimas de edificación, urbanización, vialidad metropolitana y prevención de incendios forestales.

ARTICULO 8.3.2.- Los planes reguladores comunales deberán identificar las áreas de riesgo de incendio forestal y establecer las normas urbanísticas aplicables a las edificaciones, que contribuyan a su prevención.

ARTICULO 8.3.5.- Las Municipalidades, dentro del ámbito de sus atribuciones, establecerán normas de prevención de incendios forestales, a través de ordenanzas municipales. Mientras éstas no se dicten, se aplicarán las siguientes normas mínimas para el área urbana de contacto y para el área silvícola de interfase:

ARTICULO 8.3.6.- Sin perjuicio de las normas mínimas establecidas precedentemente, las municipalidades en conjunto con la CONAF deberán establecer exigencias adicionales de edificación, urbanización y de cumplimiento de las disposiciones de manejo y resguardo de las áreas de mayor riesgo de incendio forestal. Estas normas deberán incluirse en las ordenanzas locales aludidas en el inciso primero del artículo anterior.

Siguiendo esta línea y luego de consultar los IPT aplicables a la comuna y los planes que tienen incidencia en la gestión de los riesgos se obtuvo que, si bien el PRMC y el PRCP datan de 2003 y 2007 respectivamente, donde aún no estaba en boga todo lo relacionado con incendios extremos que adquirieron mayor relevancia a partir del 2010, llama la atención que a pesar de que Penco es una comuna sobre todo forestal, no se hayan tomado medidas antes respecto al tema. En este sentido, la planificación territorial tiene un carácter más bien reaccionario frente a cómo se aborda la amenaza ante el riesgo de incendio forestal.

En 2020, el Plan Regulador Metropolitano realizó una modificación al Informe ambiental (2020) en materia de riesgos y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) que, para el caso de incendios forestales e zonas de interfaz, se enfoca en establecer criterios de gradualidad en la ocupación de los suelos en el territorio, estableciendo “limitaciones a la ocupación población de los territorios de mayor interfaz entre las actividades forestales y el desarrollo urbano, favoreciendo condiciones de control de riesgos asociados a incendios forestales”. También reconoce que los efectos de la urbanización colindante a zonas con alta presencia de masa forestal constituyen un aumento de la amenaza de incendios y propagación del fuego, esto a partir de una crítica a los modos de ocupación territorial que actualmente se desarrollan en el área metropolitana y en comunas como Penco donde la alta vulnerabilidad (que fue además justificada en esta investigación) por episodios de incendios se intensifica por la fricción entre la industria forestal y los asentamientos humanos.

De todas formas, la comuna cuenta con dos planes enfocados a la gestión de incendios forestales: El Plan de Evacuación frente a Incendios forestales (2020) y el Plan de Acción Municipal Frente a Incendio Forestal (2019). Donde el primero está enfocado en la emergencia y el segundo trata de cómo gestionar la amenaza y en consecuencia el riesgo de incendio forestal. Cabe destacar que es una buena señal que la comuna cuente con estos planes ya que implica poner de manifiesto que existe, es posible el riesgo de incendios forestales en Penco y que las zonas de interfaz urbano – forestal son las áreas más vulnerables y expuestas a su generación.

Con todo lo anterior, también es posible conjeturar que la interfaz urbano – forestal más los riesgos que enfrenta no está siendo considerada en los IPT de la comuna y del área metropolitana, ya que esta última si bien establece que existe la amenaza de incendios forestales no constituye ninguna categorización en los sectores de generación. En lo que respecta a como se ordena el territorio en estas áreas igualmente resulta problemático debido al carácter pasivo de la planificación en la disposición de zonas para la extensión urbana, no reparando en los riesgos que enfrenta ni en especificaciones adecuadas frente a la amenaza.

4.1.5. Construcción social del riesgo, según los Instrumentos de Gestión del Riesgo

La Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres 2020 – 2030, define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de muerte, lesiones o daños ambientales, sociales y económicos, en un territorio expuesto a amenaza naturales o antrópicas durante un lapso determinado de tiempo. Por tanto, el riesgo de desastre es una consecuencia de

la interacción entre los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad. Además, aborda el riesgo como una dinámica presente en todo sistema social, razón por la cual debe ser entendido metodológicamente a partir de una secuencia cíclica; de tal modo que establece este ciclo conceptualizando la gestión del riesgo desde cuatro fases principales: mitigación, preparación, respuesta y recuperación.

En este contexto, cabe preguntarse si los instrumentos de gestión enfocados al riesgo de incendio forestal están contribuyendo o no a la construcción social del riesgo, en el sentido de si existe cohesión entre los planes. Para esto se analizó cada plan abordando los ámbitos de mitigación, preparación, respuesta y recuperación de cada uno, obteniendo el resultado de la Tabla 13.

Intrumentos de gestión	Mitigación	Preparación	Respuesta	Recuperación	¿Se reconoce el uso de la gestión del riesgo?
Plan de acción frente a incendio forestal	Medidas e iniciativas frente al incendio forestal. Legislación, gestión municipal, educación y comunicación del riesgo	Identificación de áreas en riesgo, roles y funciones. Preparación de sistema de alerta	Activación de recursos humanos, materiales, transporte y albergues.	Medidas e iniciativas de recuperación propuestas	Se reconoce
Plan de evacuación frente a incendios forestales	No aplica	Reconoce zonas de riesgo, establece IUF, vías de evacuación, zona de seguridad y albergue	No aplica	No aplica	No se reconoce
Plan de emergencia por incendios forestales	No aplica	Movilización de recursos, monitoreo y coordinación con organismos competentes	Levantamiento de información de situación territorial, despliegue de recursos y desmovilización	Rehabilitación del territorio. Restablecimiento de servicios, infraestructura crítica y telecomunicaciones	Se reconoce durante la emergencia.
Plan regional de prevención de incendios forestales	Raleo y elaboración de cortafuegos para la eliminación de material vegetal combustible, coordinación con actores clave y actividades de difusión	Identificación de áreas de riesgo y actores involucrados en la gestión preventiva	No aplica	No aplica	Se reconoce durante la etapa de prevención

Tabla 13. Tabla comparativa de los planes disponibles para la gestión del riesgo de incendio forestal en Penco.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de I. Municipalidad de Penco, ONEMI y CONAF.

La construcción social del riesgo está relacionada con la generación y recreación de las condiciones de vulnerabilidad y con la producción de nuevas amenazas que se asocian con la creciente construcción material de riesgos. En ocasiones, tiende a cristalizarse y pareciera ser que se vuelve más visible después de determinados eventos (García, 2005), como el caso de los megaincendios producidos en 2017 donde posterior a ellos se llevaron a cabo variados estudios para entender y mitigar una amenaza futura. Este ejemplo sirve para entender que los modelos sociales y económicos adoptados generan riesgos, donde muchas veces se observa un incremento en los niveles de vulnerabilidad.

Como consecuencia de lo anterior, luego de los incendios forestales del año 2017, en varias comunas del país se comenzó a levantar información con respecto a lo sucedido y principalmente como forma de aportar a la gestión del riesgo de manera tal de tener un marco de acción ante la nueva amenaza. Siendo Penco una de ellas, puso a su disposición

dos planes: el primero, elaborado por la municipalidad y el centro de investigación EULA, es el Plan de Acción Frente a Incendio Forestal (2019), el cual tiene como objetivo principal el promover iniciativas específicas desde la planificación, inversión y gestión del riesgo por incendio forestal, las que están orientadas a la colaboración y coordinación de los diversos actores que intervienen dentro de la comuna, concentrando su atención en aquellas zonas que se encuentran enfrentadas directamente a la amenaza. En segundo lugar, está el Plan de Evacuación Frente a Incendios Forestales creado por la I. Municipalidad de Penco en el año 2020, enfocado a ser un instrumento que proteja la vida de los habitantes de la comuna y que permita a las instituciones encargadas de enfrentar la emergencia actuar de manera rápida y segura ante el avance del fuego y en maniobras para controlarlo.

Además de estos dos instrumentos, están los planes regionales que tienen incidencia dentro de la comuna, como el Plan de Emergencia por Incendio Forestal hecho por la ONEMI en 2019, donde el objetivo general es fortalecer la coordinación del sistema de protección civil ante la exposición al riesgo de incendios forestales, con el fin de otorgar un actuar oportuno ante la amenaza y así disminuir la ocurrencia de incendios así como llevar a cabo un combate eficaz para que la emergencia no se vea agravada. También Penco cuenta con el Plan Regional de Prevención de Incendios Forestales para la región del Biobío establecido por la CONAF, donde su objetivo principal es establecer los lineamientos en cuanto a la prevención de incendios forestales, con el fin de generar información y herramientas para mitigar los efectos ambientales, económicos y sociales frente a la amenaza.

Para responder la pregunta que se planteó líneas más arriba es necesario comparar todos estos planes que tienen injerencia en la comuna en materia de gestión del riesgo de incendio forestal. De este modo tal que sea posible definir si actúan de forma combinada o en paralelo.

Si bien el Plan de Emergencia por incendio forestal de la ONEMI establece que la amplitud del plan aborda, entre varios organismos a las municipalidades, le otorga un rol de tipo colaborador, y este aporte se fundamenta en un carácter más que nada logístico en cuanto a maquinaria, herramientas, disponibilidad de agua, alojamiento para brigadistas y personal durante la emergencia; desplaza a un segundo plano el aporte desde la planificación, sólo considera el “disponer de una planificación de emergencia considerando las zonas más vulnerables según un historial previo de incendios forestales”. El plan dispone que sus medidas (prevención, mitigación, alertamiento y respuesta) son de tipo contingente y que

no deben confundirse con un plan integral de reducción de riesgos de desastre por incendio, no aborda la posibilidad de trabajar en conjunto con otros planes que apunten a la gestión del riesgo dentro de la comuna. Tampoco, al ser la región del Biobío un territorio propenso a la generación de estos eventos identifica los sectores sometidos a peligro, junto con la zona de interfaz y las áreas urbanas expuestas en cada comuna, a fin de tener una mayor aproximación al momento de enfrentar la emergencia. Solo presenta una cartografía de amenaza de incendio que tampoco muestra gran representatividad de los sectores expuestos a la generación de incendios forestales. Lo mismo ocurre con el Plan regional de prevención de incendio forestal de la CONAF, el cual se centra en las dos primeras etapas de la gestión del riesgo: mitigación y preparación.

De los cuatro planes disponibles para la comuna de Penco en materia de gestión del riesgo solo uno, el Plan de Acción frente a incendio forestal, cumple con todas las capacidades y etapas para una correcta gestión del riesgo, sin embargo, no es obligación del municipio abordar todas las temáticas y medidas propuestas por el plan, ya sea por un tema de recursos o voluntades, queda en recomendaciones a la gestión. El Plan de evacuación frente a incendios forestales de la comuna, contrario al anterior, actúa desde la emergencia, por medio del establecimiento de albergues y vías de evacuación para los habitantes de zonas de interfaz. A esto hay que agregar que no contempla una definición idónea de la interfaz y la disposición de puntos estratégicos para la ubicación de albergues y zona segura no responde a planes y estudios previos en materia de definición de los sectores que se encuentran bajo peligro y amenaza de incendios (figura 5.8) pese a que fue elaborado posteriormente a los otros instrumentos.

Esto deja de manifiesto, junto con lo descrito anteriormente, que la información dispuesta para desarrollar una estrategia frente a la gestión del riesgo de incendio forestal en Penco carece de un accionar integrativo entre los planes e instrumentos, actúan de manera individual y de forma no vinculante.

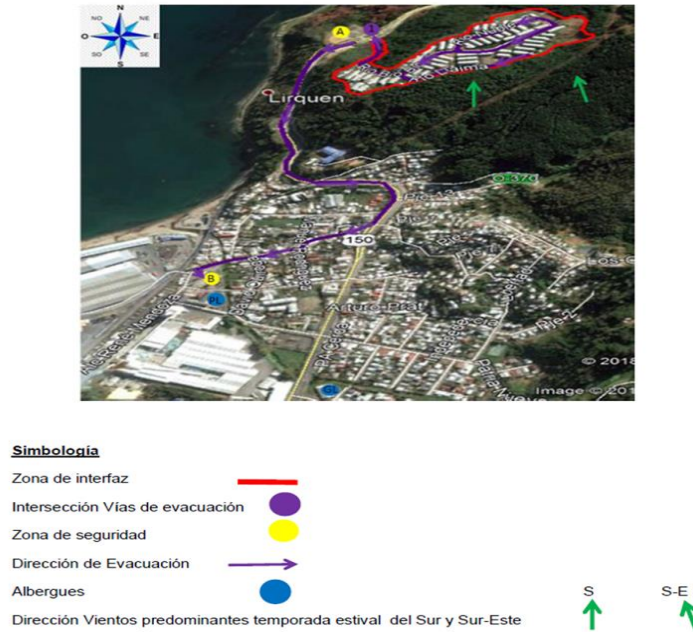


Figura 37. Comparación entre planes para la identificación de la zona de interfaz frente a la amenaza de incendio forestal.

Fuente: Plan de Evacuación frente a incendios forestales (I. Municipalidad de Penco, 2020).

En consecuencia, por medio de este análisis de vulnerabilidad institucional en su variante sobre la construcción social del riesgo y la gestión de este por medio de instrumentos y/o planes se pueden identificar dos procesos claves que inciden sobre todo en las zonas de interfaz expuestas a la amenaza de incendio forestal. Por un lado, está la creciente e instaurada vulnerabilidad sobre las áreas urbanas y en consecuencia sobre las personas en cuanto condiciona el desarrollo de estos sectores por una planificación no articulada, creando un ciclo que en muchas ocasiones vuelve a reproducir las condiciones de vulnerabilidad existentes.

Penco, es una comuna con experiencia en cuanto al riesgo de incendios forestales, cuenta con planificación e instrumentos de gestión del riesgo que identifican la amenaza y el grado de vulnerabilidad al que se encuentra expuesta la comuna y sus habitantes, sin embargo, aún con todo esto no existe coordinación entre estos factores, derivado principalmente de que la legislación que rige actualmente la “gestión” de incendios forestales tiende a ser precaria en el sentido de que no es coherente frente al riesgo.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

|

5.1. DISCUSIÓN

Decir que en Penco no existe ordenación territorial ni planificación de la zona de interfaz urbano – forestal, no es correcto. Lo que se debe cuestionar es que aun teniendo toda la información disponible en materia de riesgos forestales; desde la exposición, la amenaza y los niveles de vulnerabilidad presente en el territorio. Se detecta que el grado de compromiso y cohesión de los instrumentos de planificación al momento de abordar la gestión de incendios forestales es muy bajo, donde la comuna tiene un rol más bien pasivo, donde los planes existentes que intervienen tanto en la prevención, respuesta, emergencia y recuperación terminan siendo considerados como recomendaciones a la gestión, desplazando todo el potencial activo que tienen.

Darío Cardona (2001), sostiene que en muchos casos no es posible intervenir de manera directa sobre la amenaza. Para reducir el riesgo no queda otra alternativa que modificar las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos. También asevera que uno de los problemas principales a la hora de gestionar el riesgo tiene que ver con la vulnerabilidad institucional derivada de vacíos legales y nula coordinación entre los actores.

Evidentemente, la planificación territorial y la gestión del riesgo de incendios no puede enfocarse en una imagen inalterable de la comuna (Galiana, 2012), sino que debe nutrirse de las dinámicas que se dan en el territorio como la urbanización y el avance de los suelos forestales para este caso, elementos clave para definir los escenarios de riesgo y en consecuencia las zonas de interfaz urbano – forestal. De este modo, Galiana (2012), plantea que la planificación debe avanzar también en la adopción de una perspectiva estratégica y orientadora, “jugando un papel racionalizador de los procesos territoriales, territorializando y coordinando en el espacio y en el tiempo la gestión frente al riesgo de incendio forestal”.

En estos términos, y para el objetivo de esta investigación, resultó relevante el hecho de identificar y caracterizar la interfaz urbano – forestal de la comuna, ya que fue posible reconocer y comprender de mejor manera el cómo la organización espacial del territorio se ve condicionada a las vulnerabilidades generadas por una planificación poco estratégica en materia de gestión. La identificación de la amenaza a la generación de incendios, por ejemplo, complementó el análisis entregando datos referidos a cuáles elementos físicos y que están presentes en la comuna, son los que determinan de cierta forma la generación

de incendios forestales y que sirvió para reconocer el estado de la interfaz frente al peligro del fuego.

Siguiendo la línea de la interfaz, elaborar ordenanzas municipales específicas destinadas a la prevención de incendios forestales, atendiendo a la situación particular de cada municipio y para este caso, el de Penco, resultaría útil en la medida de tener mayores antecedentes sobre los sectores más amenazados y vulnerables a la generación del fuego, poniendo mayor énfasis y recursos en aquellas áreas que concentran mayor cantidad de población, viviendas con características precarias y que se encuentren en contacto directo con plantaciones forestales.

En materia de legislación y políticas públicas enfocadas a la gestión del riesgo, se pudo comprobar que aquellas normas referentes a la gobernabilidad y al riesgo de desastres, son las que favorecen o, mejor dicho, crean el camino a la generación de incendios en la interfaz de Penco y a su vez aumentan los perjuicios en estas áreas de contacto que además no están reguladas del todo.

En este aspecto, la construcción del riesgo conforma todo este conjunto de pocas decisiones que atienden la gestión y minimización de la amenaza. Según Herrera (2021), estas pueden ser institucionales o no, es decir, por un lado, está el armazón institucional con normativas, lineamientos, programas e instrumentos que cohesionan el accionar de todos los ejes involucrados y por otro esta regulación que tiene que ser asimilada por las personas que están en estos ejes de decisión. Y es en esta asimilación en que se configuran las voluntades o disposiciones para gestionar el riesgo de incendio forestal, que están construidas desde la gobernabilidad pero que se configuran socialmente en los sectores en riesgo.

De este modo, un ordenamiento territorial participativo es clave para obtener estas respuestas, ya que permite definir en su conjunto los actores y elementos que intervienen, como los habitantes de Penco y su relación o actividades en el territorio.

5.2. CONCLUSIÓN

En el transcurso de esta investigación se pudo constatar que Penco en general, y sobre todo en aquellos sectores que se encuentran en zonas de interfaz, posee una alta exposición a la generación de incendios, lo cual se ve incrementado por variables naturales que favorecen la creación y avance del fuego, sumado a la cercanía de las áreas urbanizadas con coberturas vegetales exóticas.

La amenaza de incendio forestal para comuna está influenciada en gran medida por la vegetación (correspondiente a especies pirófilas) y a la ocurrencia histórica de eventos en la IUF. En general, casi la totalidad de la superficie comunal se encuentra en un nivel de amenaza Alto. Sin embargo, los sectores que presentan un grado de amenaza Muy Alto son aquellas áreas urbanas que se ven enfrentadas directamente con el uso de suelo forestal y que representan el 35% del área urbana (1.101 ha), involucrando principalmente los barrios de Cosmito y La Greda por el sur, Montahue y sus alrededores, el distrito Margaritas y en dirección norte el distrito Lirquén prácticamente en su totalidad.

El nivel de vulnerabilidad encontrado en el área de estudio se encuentra entre rangos Medio a Muy Alto, esto implica que alrededor del 70% de la población se encuentra vulnerable frente a incendios forestales. También cabe destacar que la zona sur de Penco concentra las viviendas más vulnerables según su materialidad ascendiendo a un total de 250 casas afectadas. Algo similar ocurre con el sector de Lirquén y Fábrica, donde si bien corresponden a zonas residenciales con materialidad de rango recuperable, igualmente se encuentran con niveles altos de vulnerabilidad al fuego.

De lo anterior descrito, coinciden en general en valores de Muy Alta amenaza y vulnerabilidad los sectores del Distrito Andalién, Margaritas y Lirquén, seguidos por el Distrito Fábrica y Penco con valores Altos. Esto dado a que los primeros se encuentran más expuestos a la amenaza de incendios debido a que convergen casi en su totalidad con zonas de interfaz urbano – forestal; teniendo en consideración que el riesgo de generación y propagación del fuego tiene un 98% de causalidad antrópica.

Como se ha afirmado con anterioridad, se concluyó que las zonas más vulnerables y amenazadas por incendio forestal son aquellas que pertenecen a la IUF. Para Penco, el

área de interfaz comprende un total de 2.560 ha expuestas y que están distribuidas en los distintos distritos como se ha mencionado líneas más arriba.

No obstante, estas áreas amenazadas no sólo alcanzan el medio construido y que corresponden al límite de edificación de la comuna, si no que abarcan además las zonas de extensión – sobre todo residencial –, se pudo comprobar además que estas zonas fueron emplazadas en suelos que fueron siniestrados en repetidas ocasiones, representado un total de 897 ha donde el 80 % de ellas cuenta con un grado de amenaza Muy Alto, y a partir de las cuales se analizó el actuar de la planificación urbana en materia de gestión y construcción del riesgo.

Teniendo en consideración los altos niveles de amenaza y vulnerabilidad a los que se ven enfrentadas estas áreas se sugiere que la delimitación de la zona de interfaz atienda especialmente a los sectores antes expuestos. Ya que en estos momentos sólo se toma en consideración el límite de edificación como áreas propensas al riesgo de incendio forestal, dejando fuera las zonas de extensión urbana, que por lo demás se encuentran exentas de condiciones especiales de edificación.

Si bien es cierto aún resulta complejo definir y delimitar las zonas de interfaz urbano – forestal, debido fundamentalmente por el carácter dinámico de estas zonas de contacto causado en parte por la constante expansión urbana y al aumento de las actividades forestales. Resulta imprescindible establecer criterios de gradualidad en la ocupación del suelo que estén sujetas tanto a la planificación territorial como a los organismos que regulan la industria forestal como es el caso de CONAF, aplicable en el ámbito urbano como rural. Un ejemplo puede ser el delimitar las áreas de IUF de la comuna de Penco y definir aquellas que tienen un mayor grado de amenaza – como todo el sector de Andalién, Cosmito y La Greda – con el fin de focalizar de forma más activa las políticas de prevención y gestión.

Otro aspecto de esta investigación a destacar es que, al cruzar la información de amenaza y vulnerabilidad con lo establecido en los instrumentos de Planificación Territorial, se constataron problemas que tienen directa relación con la coherencia y la perspectiva de unidad para abordar la amenaza y la construcción de vulnerabilidad. Aunque existen mecanismos que pueden regular estas áreas de riesgo como lo es el artículo 3.4 de la Ordenanza Local, al no existir una definición concreta de la interfaz gestionar los riesgos que derivan de ella resulta complejo, más cuando no se reconocen estas zonas de peligro y riesgo dentro de la comuna, aun cuando los IPT cuentan con las atribuciones para ello.

Por otra parte, al cruzar la información de amenaza y vulnerabilidad con los instrumentos de Gestión del Riesgo, se comprobaron las siguientes debilidades en torno a como estos están contribuyendo a la construcción social del riesgo. Se abordaron cuatro planes que apuntan a la gestión del riesgo de incendios forestales para la comuna, de ellos se pudo concluir que a pesar de toda la información y estudios disponibles para Penco no es suficiente para desarrollar una estrategia de gestión frente a la amenaza de incendios forestales, causada por la falta de cohesión y carácter integrativo de los planes e instrumentos, aun cuando por si solos respondan a los requerimientos por los cuales fueron elaborados.

En síntesis, el trabajo comprueba la hipótesis de investigación, ya que, si bien Chile en general presenta una rápida intervención y organización durante la emergencia, también existen incongruencias en lo que respecta a la planificación territorial, sobre todo a escala local. Como ya se ha mencionado las políticas en esta materia deben ir coordinados con la distribución del espacio que puede ser habitado y normativas que prioricen la protección ante el riesgo. Sin embargo, al no existir regulación que reconozca ampliamente estas zonas de peligro, la planificación territorial y los instrumentos ligados a la gestión del riesgo, pese a que exista una vulnerabilidad y amenaza demostrada por los mismos estudios, no ejercen un rol activo frente a la amenaza de incendio forestal en la comuna de Penco, tampoco un diálogo o acoplamiento de las diversas normativas que aporten a la reducción en la generación de estos eventos.

En términos más generales, se puede concluir que el fenómeno estudiado en Penco es generalizable a lo que ocurre en todas las áreas de interfaz urbano forestal en Chile. El país cuenta con una industria forestal exitosa en materia económica, exporta aproximadamente 6.000 millones de dólares anuales, teniendo un 3% de representatividad en el PIB nacional. Ocupa el cuarto lugar en los países exportadores de pulpa y genera el 9% de las exportaciones mundiales. Además, tiene más de tres millones de hectáreas cubiertas por plantaciones forestales certificadas por Forest Stewardship (FSC) (Astorga y Burschel, 2019). El crecimiento de este sector durante las últimas décadas es destacable, no obstante, dicho crecimiento, que se manifiesta rotundamente en cifras macroeconómicas, no se traduce necesariamente en una gestión eficiente de los suelos forestales a escala local, ni en un trabajo conjunto con los actores en el territorio como es el caso de los municipios, para evitar o mitigar al máximo sus efectos negativos.

Asimismo, Penco es una comuna costera que pertenece al Área Metropolitana de Concepción y como tal concentra actividades productivas que están dirigidas principalmente hacia la industria forestal. Este desarrollo del sector forestal en la comuna se vio mayoritariamente incentivado a partir de la década del '70, sobre todo por los incentivos a la actividad forestal derivados del D.L. N° 701. Este decreto de ley que subsidiaba a grandes y pequeños propietarios transformó altamente la matriz productiva de la zona centro y sur del país y por tanto sus comunas, entre ellas la que fue objeto de este estudio.

Derivado de lo anterior, el progresivo avance de la industria forestal sobre la comuna ha tenido consecuencias significativas en materia de planificación territorial y en la generación de nuevos escenarios de riesgo como lo son los incendios forestales en zonas de interfaz. A la luz de los resultados es urgente que en el Ordenamiento Territorial y la Planificación Urbana se tomen decisiones más profundas y concretas para reducir la exposición de personas y bienes en las áreas de interfaz.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

6.1. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

-
- Arenas, F. Lagos, M. Hidalgo R. (2010). “*Los riesgos naturales en la planificación territorial*”. Centro de Políticas Públicas UC. Instituto de Geografía. Año 5. Vol. N° 39.
- Astorga, L., Burschel, H. (2019). *Chile necesita un Nuevo Modelo Forestal: Ante los desafíos climáticos, sociales y ambientales*. Santiago, Chile: Ed. LOM Ediciones.
- Blaikie, Piers, Terry Cannon, Ian Davis y Ben Winser. 1996. “*Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*”. Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red). Disponible en: <https://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/>.
- Campos-Vergara, et al. 2015. “*Riesgos socio naturales: Vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial*”. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. Vol. 24, PP. 53 – 59.
- Capel, H. (1963). “*Percepción del medio y comportamiento geográfico*”. Revista de Geografía, 7(1), 58-150. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45873/56665>.
- Cardona, Omar Darío. 2001. “*La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, una crítica y una revisión necesaria para la gestión*”. Ponencia presentada en la Internacional Work-Conference on Vulnerability in Disaster and Practice, 29-30 de junio. Wageningen: University of Wageningen.
- Cardona, O. (1991). Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: “Elementos para el Ordenamiento y la Planificación del Desarrollo. Taller Regional de Capacitación para la administración de desastres ONAP/PNUD/OPS/UNDRO. Bogotá, Colombia. <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>
- Castillo Soto, Miguel. (2015). “*Diagnosis of forest fires in Chile*”. Wildland Fires - A Worldwide reality. Capítulo 11, pp 211 – 223. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296950940_Diagnosis_of_forest_fires_in_Chile.
- Corporación Nacional Forestal. 2020.

- Consejo de Europa. 1983. *Carta Europea de Ordenación del Territorio*. Conferencia Europea de ministros Responsables de la Ordenación del Territorio. 20 de mayo de 1983. España.
- Diamond, Jared. 2006. *“Colapso: Porqué unas sociedades perduran y otras desaparecen”*. Tercera edición, julio de 2018. PP. 25 – 30. Editorial Penguin Random House, Nueva York.
- Díaz-Hormazábal, I. Gonzales, M. 2016. *“Análisis espaciotemporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile”*. [En línea]. Revista Bosque. Vol. 37, n°1. Valdivia, Chile. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002016000100014.
- Douglas, Mary. 2003. *“Aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales”*. Barcelona, Paidós.
- Douglas, M. & Wildavsky, A. (1983). Risk and culture. An essay on the selection of technical and environmental dangers. University of California Press.
- Espinoza, L. 2016. “La construcción social del riesgo, una perspectiva para la gestión del riesgo en Barranquilla”. [En línea]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5065/EspinosaGarciaLuzMarina2016.pdf?sequence=1>.
- Etxeberria, P. Et al. (2002). Cartografía de peligro de incendios forestales mediante sistemas de información geográfica y modelos de propagación. [En línea] XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander, España. 5 – 7 de junio de 2002. <https://xdocs.pl/doc/cartografia-de-peligro-de-incendios-qnjxk0lpq486>
- FAO. 2011. *“Findings and Implications from a Coarse-Scale Global Assessment of Recent Selected Mega-Fires”*. [En línea]. Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales, Wildfires, 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/>.
- Ferrari, M. 2012. *Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina*. [En Línea]. Revista colombiana de Geografía, vol. 21. pp. 99 – 116. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Galiana, L. 2012. *Interfaces Urbano-Forestales: Un nuevo territorio de riesgo en España*. [En línea]. Boletín Asociación de Geógrafos Españoles. n°58, 2012. Pp. 205-226. Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, España.

García, Virginia. 2005. *“El riesgo como construcción social y la construcción social del riesgo”*. [En línea]. Desacatos, 2005, n° 19. México. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2005000300002.

Gonzales, C., March, A. 2015. *Criterios de diseño y planificación resiliente a incendios forestales*. Workshop Ciudades en Transformación, 2015. Concepción, Chile.

González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M., Pauchard, A., Hoyos, J., Cordero, L., Vásquez, F., Lara, A., Aldunce, P., Delgado, V., Arriagada, Ugarte, A.M., Sepúlveda, A., Farías, L., García, R., Rondanelli, R., J., Ponce, R., Vargas, F., Rojas, M., Boisier, J.P., C., Carrasco, Little, C., Osses, M., Zamorano, C., Díaz-Hormazábal, I., Ceballos, A., Guerra, E., Moncada, M., Castillo, I. 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

Hernández-Sampieri, R. et al., 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta edición.

I. Municipalidad de Penco. 2020. *“Plan de Desarrollo Comunal 2020 – 2027”*. [En línea]. Disponible en: <http://penco.cl/wp-content/uploads/2020/12/DIAGN%C3%93STICO-COMUNAL.pdf>.

I. Municipalidad de Penco. 2020. *Plan de Evacuación frente a Incendios Forestales*.

I. Municipalidad de Penco. 2019. *Plan de Acción frente a Incendios Forestales*.

Instituto Nacional de Estadísticas. INE (2019). División Político-Administrativa y Censal: Región del Biobío. Departamento de Geografía. <https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/poblaci%C3%B3n-y-vivienda-biob%C3%ADo.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), (s.f). Índice de Materialidad de la Vivienda. [En línea]. Disponible en:

https://redatam.org/redchl/mds/casen/WebHelp/informaci_n_casen/conceptos_y_definiciones/vivienda/indice_de_materialidad_de_la_vivienda.htm

Ilustre Municipalidad de Penco (2007). Plan Regulador Comunal de Penco: Ordenanza Local.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), 2019. Incorporación de la gestión de riesgo de desastres en la revisión ordinaria y actualización del plan de ordenamiento territorial de Bogotá D.C. Subdirección de Análisis de Riesgos y Efectos del Cambio Climático. Bogotá, Colombia. Volumen 7. Disponible en: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/POT/4DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_14-06-19/DT04_Anexo14_MapadeAmenaza_porIncendiosForestales.pdf

Jaque, E. Et al (2019). Vulnerabilidad educativa ante incendios forestales en el área metropolitana de Concepción. Caso de estudio: Penco, Chile. Estudios Socio territoriales. Revista de Geografía. N° 25, enero – junio 2019. <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-socioterritoriales/article/view/397/357>

López-Gómez, V. et al. (2012). *Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de Neobuxbaumia tetetzo (Cactaceae)*. Botanical Sciences, 90(4), 453-457. Recuperado en 14 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982012000400005&lng=es&tlng=es.

Marzano, R., et al. 2004. *Análisis del Entorno Forestal del Área Urbana en la Planificación de la Gestión de Incendios*. Córdoba, España.

Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2021. Decreto 434. Política Nacional para la reducción del riesgo de desastres 2020 – 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1157003>.

Ornés, S. 2009. *El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanístico venezolano*. Politeia, vol. 32, junio 2009, pp. 197-225. Universidad Central de Venezuela.

Sarricolea, Pablo, et al. 2020. "Recent wildfires in Central Chile: Detecting links between burned areas and population exposure in the wildland urban interface". Science of The Total

Environment, Vol. 706, 2020. ISSN 0048-9697. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719358899#bb0110>.

Úbeda, Xavier. Sarricolea, Pablo. 2016. "*Wildfires in Chile: A review*". Global and Planetary Change. Vol. 146. 2016. PP. 152 – 161. ISSN 0921-8181. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818116302090#bb0065>.

Ubilla – Bravo, G. Et al (2017). Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales Asentamientos Humanos de la Región Metropolitana de Santiago. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. 2013. Halsdhs – 01580742. <https://halsdhs.archives-ouvertes.fr/halsdhs-01580742/document>

Vargas-Sanabria, D., 2018. *Modelo de vulnerabilidad ante incendios forestales para el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica*. Cuadernos de investigación, UNED vol.10 n°2.

Vicuña, Magdalena. Schuster, Juan Pablo. (2021). *Planificación urbana y gestión del riesgo de desastres: desafíos para instrumentos y mecanismos de planificación urbana y territorial*. Serie Policy Pappers, CIGIDEN. Primera edición.

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

Naciones Unidas, (s.f). Índice Normalizado de Área Quemada (NBR). Office for Outer Space Affairs UN-SPIDER, Knowledge Portal. [En línea]. Disponible en: <https://un-spider.org/es/node/10959>

CAPÍTULO VII: ANEXOS

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

Distritos, Sectores y conjuntos habitacionales de Penco		
Distrito 1 Penco	Montahue	Villa Montahue
		Lomas de Peumo
		Altos de Mavidahue
		Altos del Sol
		Villa Belén
		Forjadores de Chile
		Bellavista Sur
		Bellavista Norte
Distrito 2 Fábrica	Lord Cochrane	Villa Italia
		El Esfuerzo
		Villa Renacer
		Lord Cochrane
		Villa Valparaíso
	Vipla	
	Villa Alegre	Villa Alegre
		Villarrica
Camino Real		
Distrito 3 Lirquén	Gabriela Mistral	Villa San Carlos
		Gabriela Mistral
		Jaime Lea Plaza
		Vista Hermosa
	GeoChile	Miramar
		GeoChile
	Séptimo de Línea	Séptimo de Línea
		Andrés Bello
		Antonio Varas
	Ríos de Chile	Ríos de Chile
Distrito 5 Margaritas	El Aromo	Villa El Aromo
		Desiderio Guzmán
		El Avellano
		Penco Chico
		San Alfonso de la Cruz
Distrito 6 Andalién	Cosmito	Villa Cosmito
		Bosques del Sur
		Fundo Cosmito
	La Greda	La Greda
		Nueva La Greda
		Villa Santa Rosa
		Villa San Jorge
		El Boldo

Anexo 1. Distritos, sectores y conjuntos habitacionales de Penco.

Fuente: Elaboración propia.



ZER – 2: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 2	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de todo tipo , excepto cárcel, recintos militares, estadios, zoológicos, estaciones de servicio automotor y garajes.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	200 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	0,8
Coefficiente máximo de constructibilidad	2,4
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	400 <i>hab/ha</i>

Anexo 2. Especificaciones ZER-2.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 3: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 3	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de todo tipo , (incluido equipamiento científico y comercio) excepto cárcel, recintos militares, cementerios, crematorios, estadios, zoológicos, estaciones de servicio automotor y garajes.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
Condiciones especiales: Vivienda en pendiente, deberá efectuar las obras de estabilización. Se deben mantener las condiciones naturales del lugar. Los loteos que se ejecuten esta área deberán acompañar un estudio de riesgo que permita determinar con precisión las áreas de protección natural y sensibles a riesgos. Se prohíbe el movimiento de tierra que altere las características propias del lugar.	
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	Pendiente > 60,1%: 5000 m ² Pendiente 45,1% - 60%: 3000 m ² Pendiente 35,1% – 45%: 1000 m ² Pendiente < 35%: 500 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Pendiente > 60,1%: No se permite Pendiente 45,1% - 60%: 0,2 Pendiente 35,1% – 45%: 0,4 Pendiente < 35%: 0,5
Coefficiente máximo de constructibilidad	Pendiente > 60,1%: No se permite Pendiente 45,1% - 60%: 1,0 Pendiente 35,1% – 45%: 1,4 Pendiente < 35%: 2,0

Anexo 3. Especificaciones ZER-3.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZEE – 1: ZONA DE EXTENSIÓN DE EQUIPAMIENTO Y RESIDENCIA	
Usos permitidos	Residencial y equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	Vivienda: 300 m ² Equipamiento: 1000 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda: 0,6 Equipamiento: 0,5
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda: 3,0 Equipamiento: 2,0
Sistema de agrupamiento	Aislado y pareado
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 112 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i> Edif. Colectivo: 1200 <i>hab/ha</i>

Anexo 4. Especificaciones ZEE-1.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 1: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 1	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de todo tipo , excepto cárcel, recintos militares, crematorios, estadios, zoológicos, estaciones de servicio automotor y garajes.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
Condiciones especiales: En quebradas y taludes se deberá mantener la vegetación existente. Los loteos que se ejecuten esta área deberán acompañar un estudio de riesgo que permita determinar con precisión las áreas de protección natural y sensibles a riesgos.	
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	200 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	0,8
Coefficiente máximo de constructibilidad	2,8
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	700 <i>hab/ha</i>

Anexo 5. Especificaciones ZER-1.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZEE – 2: ZONA DE EXTENSIÓN DE EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS 1	
Usos permitidos	Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	1000 m ²
Coeficiente de ocupación máximo de suelo	0,4
Coeficiente máximo de constructibilidad	2,0
Sistema de agrupamiento	Aislado y pareado
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	No se consulta

Anexo 6. Especificaciones ZEE-2.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZEE – 3: ZONA DE EXTENSIÓN DE EQUIPAMIENTO Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS 1	
Usos permitidos	Actividades productivas inofensivas. Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	1000 m ²
Coeficiente de ocupación máximo de suelo	0,5
Coeficiente máximo de constructibilidad	2,0
Sistema de agrupamiento	Aislado
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	No se consulta

Anexo 7. Especificaciones ZEE-3.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZEE – 4: ZONA DE EXTENSIÓN DE EQUIPAMIENTO Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS 2	
Usos permitidos	Residencia Almacenamiento , acopio, bodegaje y talleres. Industria molesta con impactos mitigados. Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	Equipamiento y act. Productivas: 1000 m ² Vivienda: 300 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Equipamiento y act. Productivas: 0,4 Vivienda: 0,7
Coefficiente máximo de constructibilidad	Equipamiento y act. Productivas: 2 Vivienda: 3
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	No se consulta

Anexo 8. Especificaciones ZEE-4.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZEE – 5: ZONA DE EXTENSIÓN DE EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS 2	
Usos permitidos	Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima	1000 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	0,6
Coefficiente máximo de constructibilidad	2,5
Sistema de agrupamiento	Aislado
Altura máxima de la edificación	Libre, según rasante y distanciamiento
Densidad habitacional bruta máxima	No se consulta

Anexo 9. Especificaciones ZEE-5.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

ZER – 4: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 4	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,7 Condominio: 0,6 Edificio colectivo: 0,5
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,5 Condominio: 1,5 Edificio colectivo: 4,0
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	28 m [□]
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 120 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 192 <i>hab/ha</i>

Anexo 10. Especificaciones ZER-4.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 5: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 5	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,7 Condominio: 0,6
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,5 Condominio: 1,5
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	7 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 120 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i>

Anexo 11. Especificaciones ZER-5.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

ZER – 6: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 6	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,75 Condominio: 0,65 Edificio colectivo: 0,5
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,5 Condominio: 1,5 Edificio colectivo: 5,0
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.

Anexo 12. Especificaciones ZER-6.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 7: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 7	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,7 Condominio: 0,7 Edificio colectivo: 0,6
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,5 Condominio: 1,5 Edificio colectivo: 2,5
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	14 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 120 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 256 <i>hab/ha</i>

Anexo 13. Especificaciones ZER-7.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

ZER – 8: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 8	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendientes < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,7 Condominio: 0,7 Edificio colectivo: 0,6
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,7 Condominio: 1,7 Edificio colectivo: 2,5
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	14 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 112 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 256 <i>hab/ha</i>

Anexo 14. Especificaciones ZER-8.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 9: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 9	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 5000 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,75 Condominio: 0,65 Edificio colectivo: 0,55
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,6 Condominio: 1,6 Edificio colectivo: 5,0
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	24,5 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 120 <i>hab/ha</i> Condominio: 128 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 256 <i>hab/ha</i>

Anexo 15. Especificaciones ZER-9.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.

ZER – 10: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 10	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 200 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 350 m ² Condominio: 500 m ² Edificio colectivo: 800 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,8 Condominio: 0,7 Edificio colectivo: 0,65
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,2 Condominio: 1,7 Edificio colectivo: 2,6
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	14,0 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 140 <i>hab/ha</i> Condominio: 224 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 400 <i>hab/ha</i>

Anexo 16. Especificaciones ZER-10.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016.

ZER – 11: ZONA DE EXTENSIÓN RESIDENCIAL 11	
Usos permitidos	Residencial Equipamiento de comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social.
Usos prohibidos	Todos los usos no mencionados expresamente como permitidos e indicados en el Artículo 3.4 de la Ordenanza.
CONDICIONES DE SUBDIVISIÓN Y EDIFICACIÓN	
Superficie predial mínima (pendiente < 27%)	Vivienda unifamiliar: 160 m ² Condominio: 350 m ² Edificio colectivo: 450 m ²
Superficie predial mínima (pendiente = o > 27%)	Vivienda unifamiliar: 300 m ² Condominio: 450 m ² Edificio colectivo: 600 m ²
Coefficiente de ocupación máximo de suelo	Vivienda unifamiliar: 0,8 Condominio: 0,8 Edificio colectivo: 0,7
Coefficiente máximo de constructibilidad	Vivienda unifamiliar: 1,2 Condominio: 1,5 Edificio colectivo: 2,8
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado y continuo.
Altura máxima de la edificación	14,0 m
Densidad habitacional bruta máxima	Vivienda unifamiliar: 140 <i>hab/ha</i> Condominio: 224 <i>hab/ha</i> Edificio colectivo: 400 <i>hab/ha</i>

Anexo 17. Especificaciones ZER-11.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del PRC de Penco, 2016

Rol de la Planificación Territorial en la Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en Zonas de Interfaz para la Comuna de Penco: Un Enfoque desde la Amenaza y Vulnerabilidad.