

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

VALPARAÍSO - CHILE



**ANÁLISIS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS COMO
SOPORTE DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS**
EL CASO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN VIÑA DEL MAR, FEBRERO 2024

PAULINA JAVIERA SALAS OLIVARES

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTA

PROFESOR REFERENTE:

ARQ. JORGE LEÓN

CO-REFERENTE:

ARQ. RANDY ROMÁN

MODALIDAD TESIS

DICIEMBRE - 2024





CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Análisis de los espacios públicos como soporte de respuesta ante emergencias.
El caso de los incendios forestales en Viña del Mar, febrero 2024

Nombre del candidato(a): Paulina Javiera Salas Olivares

Carrera / Grado: Arquitectura

Campus: Casa Central Valparaíso; **Departamento:** Arquitectura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Jorge Enrique León Canales, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 30/09/25

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30/09/25

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

VALPARAÍSO - CHILE



**ANÁLISIS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS COMO
SOPORTE DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS**
EL CASO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN VIÑA DEL MAR, FEBRERO 2024

PAULINA JAVIERA SALAS OLIVARES

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTA

PROFESOR REFERENTE:

ARQ. JORGE LEÓN

CO-REFERENTE:

ARQ. RANDY ROMÁN

MODALIDAD TESIS

DICIEMBRE - 2024

agradecimientos

A mi profesor referente y mi co-referente, Jorge y Randy, por guiarme en este proceso y confiar en mis capacidades.

A mis padres, por darme la oportunidad de estudiar en otra ciudad y en una muy buena universidad. Esta experiencia ha sido vital para descubrir mis propias capacidades y fortalecer mi crecimiento personal.

A mis amigos, aquellos que conocí desde primer año y los que se unieron en el camino. Quienes me apoyaron en este largo camino y han sido un pilar fundamental para terminar esta carrera. Un agradecimiento especial a Fran y Nacha, quienes siempre han estado a mi lado, brindándome su apoyo incondicional.

A Francisca, mi gata, quien me ha acompañado desde mi infancia y ha estado a mi lado durante estos últimos 15 años; y con quien he compartido largas horas de estudio, siendo la primer oyente de mis exposiciones, y mi soporte emocional en la soledad de una estudiante foránea.

Gracias.

resumen

La presente investigación analiza las características de los espacios públicos en las áreas más afectadas por los incendios forestales ocurridos en febrero de 2024 en Viña del Mar, con el objetivo de determinar cómo estas características influyeron en su capacidad de respuesta ante la emergencia. La ciudad, caracterizada por una combinación de vegetación densa, vientos fuertes y temperaturas elevadas durante el verano, además de una expansión urbana en constante crecimiento, representa un entorno particularmente vulnerable a este tipo de desastres, lo que causa la necesidad de evaluar el rol de los espacios públicos como potenciales refugios temporales.

Se busca responder a la pregunta: **¿Cuáles son las características de los espacios públicos en el área afectada por los incendios forestales ocurridos el 02 y 03 de febrero en Viña del Mar, y cómo estas características influyeron en su capacidad de respuesta ante la emergencia?**

Se aplicó un análisis multicriterio que combina enfoques cualitativos y cuantitativos, evaluando distintas variables e igualando la escala de medición para facilitar su comparación. Dividido en 4 etapas: (1) Revisión de antecedentes: Reunir y analizar información relevante para establecer una base sólida de conocimiento sobre el caso de estudio, (2) Estudio de referentes: Analizar investigaciones previas que hayan utilizado este tipo de análisis en otros desastres, (3) Análisis espacial: Análisis detallado para identificar áreas críticas y evaluar las características de los espacios públicos, (4) Identificación y categorización de los espacios públicos más adecuados según índice de riesgo.

Los resultados destacan que la mayoría de los espacios públicos evaluados no cumplen con las condiciones necesarias para su uso efectivo como refugios temporales, lo que pone de manifiesto la necesidad de mejorar las características evaluadas como críticas; como mantención, tipo de espacio y uso principal que le da la comunidad. El estudio aporta herramientas metodológicas para priorizar espacios públicos y planificar estrategias resilientes ante desastres.

Palabras clave: ESPACIOS PÚBLICOS, REFUGIOS TEMPORALES, ANÁLISIS DE RIESGO, INCENDIOS FORESTALES.

abstract

This research analyzes the characteristics of public spaces in the areas most affected by the wildfires that occurred in February 2024 in Viña del Mar, aiming to determine how these characteristics influenced their response capacity during the emergency. The city, characterized by a combination of dense vegetation, strong winds, and high summer temperatures, as well as ongoing urban expansion, represents a particularly vulnerable environment for such disasters. This highlights the need to evaluate the role of public spaces as potential temporary shelters.

The study addresses the question: **What are the characteristics of public spaces in the area affected by the wildfires on February 2 and 3 in Viña del Mar, and how did these characteristics influence their response capacity during the emergency?** A multi-criteria analysis was applied, combining qualitative and quantitative approaches to evaluate various variables, standardizing their measurement scales to facilitate comparisons. The methodology was divided into four stages: (1) Background review: Gather and analyze relevant information to establish a solid knowledge base on the case study; (2) Reference studies: Examine previous research that employed similar analyses for other disasters; (3) Spatial analysis: Conduct detailed analysis to identify critical areas and evaluate the characteristics of public spaces; (4) Identification and categorization: Classify public spaces based on their risk index.

The results highlight that most public spaces evaluated do not meet the necessary conditions for effective use as temporary shelters, underscoring the need to improve critical characteristics such as maintenance, type of space, and its primary community use. This study provides methodological tools to prioritize public spaces and plan resilient strategies against disasters.

Keywords: Public spaces, temporary shelters, risk analysis, wildfires.

índice

Agradecimientos	03
Resumen	04
Abstract	05
Glosario	09
Lista de figuras	10
Lista de tablas	15

Capítulo 1: Introducción 17

1.1. Problematización	18
1.1.1 Descripción del problema	18
1.1.2 Detalle del caso de estudio	20
1.1.2.1 Historia de la Región de Valparaíso e incendios forestales	20
1.1.2.2 Elección del caso de estudio	23
1.1.3 Pregunta de investigación	26
1.1.4 Hipótesis	26
1.2 Objetivos	27
1.2.1 Objetivo general	27
1.2.2 Objetivos específicos	27

Capítulo 2: Marco teórico 29

2.1. Incendios forestales	30
2.1.1 Definición y características	30
2.1.2 Cambio climático en Chile y el aumento de incendios forestales	30
2.2 Marco normativo e instrumentos de planificación	32
2.2.1 Instituciones enfocadas en reducir el riesgo de desastres	32
2.2.2 Normativas y reglamentos referente a Incendios forestales	32
2.2.3 Referentes normativos internacionales en manejo de incendios	34
2.2.4 Instrumentos de planificación territorial	38
2.3 Espacios públicos y su rol en la gestión de emergencias	39
2.3.1 Definición	39
2.3.2 Función en emergencias	39

2.4 Estudio de casos y ejemplos internacionales	41
2.4.1 Estudio de casos internacionales y sus características	41
2.4.2 Aplicabilidad al contexto de Viña del Mar	43

Capítulo 3: Estado del arte 47

3.1 Revisión de literatura	48
3.1.1 La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción	48
3.1.2 Metodología para el estudio de factibilidad para nuevas estructuras de evacuación vertical por peligro de tsunami	49
3.1.3 Asentamientos informales y su influencia en el riesgo de incendios forestales: Caso de Viña del Mar	51
3.1.4 Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública	52
3.2 Aplicabilidad y utilidad para esta tesis	54
3.2.1 Tipo de análisis	54

Capítulo 4: Marco conceptual 57

4.1 Política nacional para la gestión de riesgo de desastres	58
4.2 Conceptos reducción riesgo de desastres (RRD)	59
4.2.1 Amenaza (peligrosidad)	59
4.2.2 Exposición	59
4.2.3 Vulnerabilidad	60
4.2.4 Resiliencia (capacidad de preparación o respuesta)	60
4.3 Medición del índice de riesgo	60
4.3.1 Recolección de variables	61

Capítulo 5: Desarrollo metodológico 63

5.1 Enfoque metodológico	64
5.1.1 Operacionalización	64

5.1.2 Descripción del área de estudio	66
5.2 Formulación y medición	72
5.2.1 Generación de índices	72
5.2.2 Método de medición	73
5.2.3 Selección de variables para análisis multicriterio	74
5.2.4 Descripción de variables	76
5.2.4.1 Variables de Amenaza	76
5.2.4.2 Variables de Exposición	78
5.2.4.3 Variables de Capacidad de Respuesta	85
5.2.5 Ponderación para la generación del índice	88

Capítulo 6: Resultados 91

6.1 Análisis	90
6.1.1 Análisis de resultados individuales	90
6.1.1.1 Grupo 1: Amenaza	90
6.1.1.2 Grupo 2: Exposición	95
6.1.1.3 Grupo 3: Capacidad de respuesta	101
6.1.2 Análisis de resultados del índice de riesgo	105

Capítulo 7: Discusión 107

7.1 Interpretación de los resultados	108
7.2 Propuesta de estándar	113
7.3 Limitaciones del estudio	113

Capítulo 8: Conclusiones 117

8.1. Resumen de los hallazgos principales	118
8.2 Contribución al campo de estudio	118
8.3 Recomendaciones para futuras investigaciones	118

<i>Bibliografía</i>	120
---------------------	-----

glosario

Incendio forestal

Fuego no controlado que afecta áreas de vegetación natural como bosques, praderas o matorrales.

Espacio público

Áreas accesibles y abiertas para uso común, como plazas y parques.

SIG

Sistema de información geográfica, herramienta tecnológica para el análisis espacial y la georreferenciación.

Hás

Hectáreas. Unidad de medida de superficie equivalente a 10.000 metros cuadrados.

Mitigación

Acciones diseñadas para reducir la severidad o impacto de un desastre.

Evacuación

Proceso de desplazar personas de áreas peligrosas a lugares seguros durante una emergencia.

Análisis Multicriterio

Herramienta metodológica que combina varias variables para evaluar y priorizar decisiones en contextos complejos.

Riesgo

Representa el nivel de daño potencial. Producto de la combinación de la amenaza, la exposición y la capacidad de respuesta.

Amenaza

Probabilidad de que ocurra un evento adverso que pueda causar daños en un área específica.

Exposición

Grado en que personas, bienes o el medio ambiente están sujetos a riesgos debido a la presencia de amenazas.

Capacidad de Respuesta

Recursos y habilidades disponibles para prevenir, responder y recuperarse de un desastre.

lista de figuras

Figura 1. Ocurrencia nacional de incendios forestales según mes.	18
Figura 2. Señalética de evacuación tsunami.	19
Figura 3. Urbanización sobreviviente al incendio por cortafuego natural en Reñaca Alto.	19
Figura 4. Mapa ubicación Región de Valparaíso.	20
Figura 5. Historial de incendios forestales en la última década en la Región de Valparaíso.	21
Figura 6. Mapa distribución espacial de las áreas afectadas por los incendios 02 y 03 de febrero 2024.	22
Figura 7. Mapa áreas de estudio zonas afectadas por el incendio en Viña del Mar.	24
Figura 8. Equipo visita a terreno día 1 CIGIDEN.	25
Figura 9. Tomando encuestas a la comunidad.	25
Figura 10. Equipo visita a terreno día 3 CIGIDEN.	25
Figura 11. Equipo visita a terreno día 3 CIGIDEN.	25
Figura 12. Revisando las viviendas quemadas.	25
Figura 13. Incremento de temperaturas en Chile.	30
Figura 14. Plaza en El Olivar, no afectado por incendio.	40
Figura 15. Plaza en Achupallas, utilizada como punto de distribución de ayuda post-incendio.	40
Figura 16. Mapa ubicación lugares seguros.	41

Figura 17. Señalética lugares seguros contra incendios.	41
Figura 18. Vista aérea lugar seguro en Australia.	42
Figura 19. Vista lugar seguro en Australia.	42
Figura 20. Letrero nivel de daño incendio.	42
Figura 21. Diagrama de elección de variables.	65
Figura 22. Diagrama de la operacionalización de las variables de riesgo.	65
Figura 23. Ubicación sector Achupallas.	66
Figura 24. Ubicación Campamento Manuel Bustos.	67
Figura 25. Ubicación sector Villa Independencia.	68
Figura 26. Ubicación sector El Olivar.	69
Figura 27. Ubicación sectores área de estudio.	70
Figura 28. Mapa sectores área de estudio.	70
Figura 29. Mapa espacios públicos en área de estudio.	71
Figura 30. Escala Likert.	73
Figura 31. Variables elegidas, categorías preliminares.	74
Figura 32. Recategorización variables elegidas.	75
Figura 33. Tipo de orientación y su escala.	76
Figura 34. Mapa Orientación respecto al sol.	76

Figura 35. Mapa Elevación.	77
Figura 36. Mapa Pendiente.	77
Figura 37. Diagrama medición de variables de Amenaza.	78
Figura 38. Plaza consolidada en El Olivar.	78
Figura 39. Plaza semi-consolidada en el Campamento Manuel Bustos.	79
Figura 40. Quebrada no consolidada en El Olivar.	79
Figura 41. Cancha en Achupallas.	80
Figura 42. Terreno con máquinas de ejercicio en El Olivar.	80
Figura 43. Escalera en el Campamento Manuel Bustos.	81
Figura 44. Sitio eriazo en El Olivar.	81
Figura 45. Plaza con superficie pequeña en Villa Independencia.	82
Figura 46. Cancha con superficie grande en Achupallas.	82
Figura 47. Quebrada extremadamente grande en El Olivar.	82
Figura 48. Radio de influencia de 400 mts de un espacio público en Villa Independencia.	83
Figura 49. Mapa vegetación.	84
Figura 50. Diagrama medición de variables de Exposición.	84
Figura 51. Plaza con mantención en El Olivar.	85
Figura 52. Quebrada sin mantención en El Olivar.	85

Figura 53. Plaza accesible en Achupallas.	85
Figura 54. Cumbre de cerro no accesible en Campamento Manuel Bustos.	85
Figura 55. Cancha con cierre total en Achupallas.	86
Figura 56. Plaza con cierre parcial en Villa Independencia.	86
Figura 57. Plaza sin cierre en Achupallas.	86
Figura 58. Diagrama medición de variables de Capacidad de respuesta.	87
Figura 59. Gráfico circular resultados Orientación.	92
Figura 60. Mapa variable de Orientación respecto al sol de espacios públicos.	92
Figura 61. Gráfico circular resultados Elevación.	93
Figura 62. Mapa variable de Elevación de espacios públicos	93
Figura 63. Gráfico circular resultados Pendiente.	94
Figura 64. Mapa de variable de Pendiente de espacios públicos.	94
Figura 67. Gráfico circular resultados Uso principal preliminar.	96
Figura 68. Mapa preliminar variable de Uso principal de espacios públicos.	96
Figura 69. Gráfico circular resultados Uso principal.	97
Figura 70. Mapa variable de Uso principal de espacios públicos.	97
Figura 71. Gráfico circular resultados Superficies.	98
Figura 72. Mapa variable de Superficies de espacios públicos.	98

Figura 73.	Gráfico circular resultados Cantidad de edificaciones cercanas.	99
Figura 74.	Mapa variable de Cantidad de edificaciones cercanas a espacios públicos.	99
Figura 75.	Gráfico circular resultados Vegetación.	100
Figura 76.	Mapa de variable Vegetación de espacios públicos.	100
Figura 77.	Gráfico circular resultados Mantenición.	101
Figura 78.	Mapa de variable Mantenición de espacios públicos.	101
Figura 79.	Gráfico circular resultados Accesibilidad.	102
Figura 80.	Mapa de variable Accesibilidad de espacios públicos.	102
Figura 81.	Gráfico circular resultados Tipo de cierre.	103
Figura 82.	Mapa de variable Tipo de cierre de espacios públicos.	103
Figura 83.	Gráfico circular resultados Capacidad máxima de personas.	104
Figura 84.	Mapa de variable Vegetación de espacios públicos.	104
Figura 85.	Gráfico circular resultados índice de riesgo.	105
Figura 86.	Mapa de índice de riesgo de espacios públicos.	105
Figura 87.	Plaza en Achupallas en categoría 4.	108
Figura 88.	Plaza en el Campamento Manuel Bustos en categoría 4.	110
Figura 89.	Mapa de Nivel de daño de espacios públicos	112
Figura 90.	Mapa de concentración de daño área de estudio.	113

lista de tablas

Tabla 01. Ejemplo ponderaciones de variables.

73

Tabla 02. Ponderaciones de variables.

89



Capítulo 1: Introducción

1.1 PROBLEMATIZACIÓN

1.1.1 Descripción del problema

En épocas de calor, Chile enfrenta incendios forestales recurrentes, especialmente en zonas con abundante vegetación. Estos eventos se intensifican entre los meses de octubre y abril, como se observa en el gráfico de CONAF (2024), que registra su ocurrencia. En particular, durante la época de verano, tanto en Chile como en la Región de Valparaíso, la falta de lluvias y el aumento de temperaturas, como explica Adam Voiland en su artículo publicado en la página oficial de la NASA Ciencia (2024), agravan esta situación, colocando a los habitantes en un estado de vulnerabili-

dad. Aunque este fenómeno se ha vuelto recurrente, las personas siguen sin estar bien preparadas para evacuar ante estos siniestros, que pueden arrasarse todo a su paso en cuestión de minutos.

La preparación y el conocimiento de las rutas de evacuación son esenciales para la seguridad de la población. En el caso de los tsunamis, la comunidad está bien preparada para huir a zonas altas y seguras, gracias a simulacros recurrentes y a la señalización clara de las zonas seguras en las ciudades costeras.

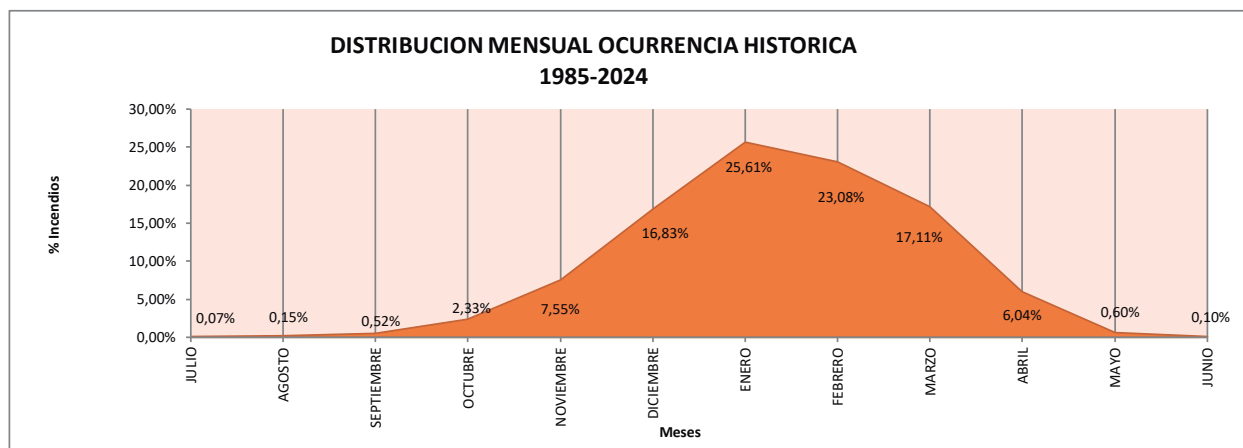


Figura 1. Ocurrencia nacional de incendios forestales según mes.

Fuente: Obtenido desde Corporación nacional forestal (2024).



Figura 2. Señalética de evacuación tsunami.

Fuente: Registro propio.

Sin embargo, la situación es diferente cuando se trata de incendios forestales. La falta de preparación y la incertidumbre sobre hacia dónde evacuar durante un incendio forestal son problemas críticos.

Durante el reciente incendio en Viña del Mar, ocurrido los días 02 y 03 de febrero, se observó que muchas personas buscaron refugio como último recurso en plazas, paraderos y terrenos abiertos sin vegetación como canchas, que sirvieron como refugios temporales. Un ejemplo de caso real es una cancha ubicada en Reñaca Alto que detuvo el avance del fuego de este incendio e hizo que el fuego se mantuviera en la parte baja de la quebrada y así no llegó a las casas. Esto evidencia la importancia de espacios seguros y que sirvan de cortafuego ante este tipo de situaciones.

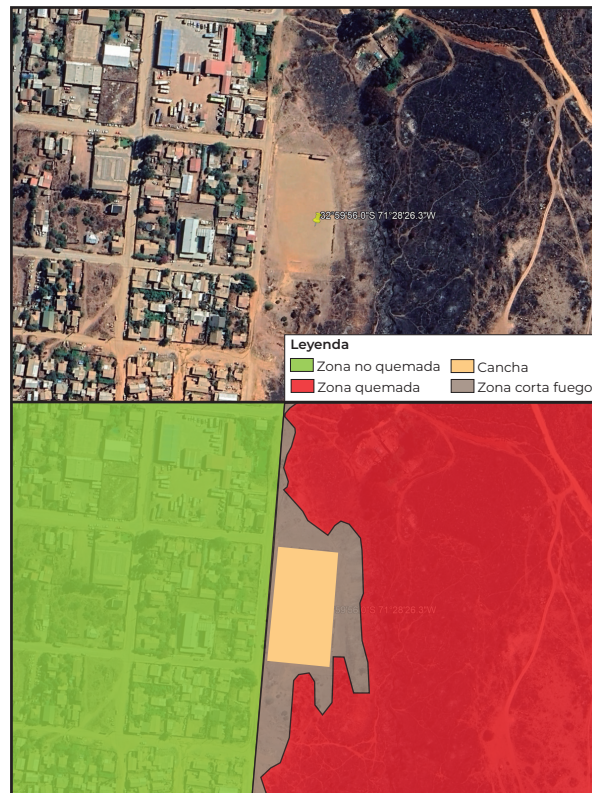


Figura 3. Urbanización sobreviviente al incendio por cortafuego natural en Reñaca Alto.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Esta situación de último recurso se dio debido a la dificultad para evacuar las áreas afectadas, por falta de vías de evacuación claras y por la falta de información clara de qué zonas estaban afectadas en el momento, ya que las alertas SAE (Sistema de Alerta de Emergencias) llegó

tarde y sin información clara. Esta situación pone de manifiesto la falta de espacios específicamente diseñados para enfrentar emergencias de este tipo, lo cual se vuelve crítico en situaciones en las que no es posible evacuar las zonas siniestradas.

Por lo tanto, existe una evidente necesidad de crear y adaptar espacios seguros para la evacuación y el refugio durante incendios u otras catástrofes, distintos de los espacios públicos convencionales que no están diseñados específicamente para enfrentar emergencias.

1.1.2 Detalle del caso de estudio

1.1.2.1 Historia de la Región de Valparaíso e incendios forestales

A modo de introducción, la Región de Valparaíso, situada en la zona central de Chile, es una región con una rica historia y un paisaje variado que abarca desde las costas del Océano Pacífico hasta las montañas de la Cordillera de los Andes. La ciudad de Valparaíso, capital regional, es conocida por su puerto, su arquitectura

colorida y sus empinadas colinas. Esta región es un importante centro cultural, económico y turístico del país.



Figura 4. Mapa ubicación Región de Valparaíso

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los incendios forestales han sido una preocupación recurrente en la Región de Valparaíso, especialmente debido a su clima mediterráneo, caracterizado por veranos secos y calurosos e inviernos húme-

dos. Esta combinación de factores climáticos, junto con la densa vegetación y la actividad humana, ha hecho que los incendios forestales sean un riesgo constante en la región. Los siniestros de este tipo han aumentado su severidad a partir de principios de la década de 2010.

A lo largo de la historia, la Región de Valparaíso ha sido escenario de varios incendios forestales devastadores. Entre los más significativos se encuentra el Gran Incendio de Valparaíso en 2014, recordado por su magnitud y el impacto en la zona urbana, dejando a miles de personas sin hogar y causando pérdidas económicas significativas.

Más recientemente, en febrero de 2024, un incendio de grandes proporciones afectó a las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana, este desastre comenzó como un incendio forestal, pero rápidamente se extendió a zonas urbanas, incluyendo Villa Alegre, Reñaca Alto, Villa Dulce, Limonares, El Salto, El Olivar, Villa Independencia y el campamento Manuel Bustos en la

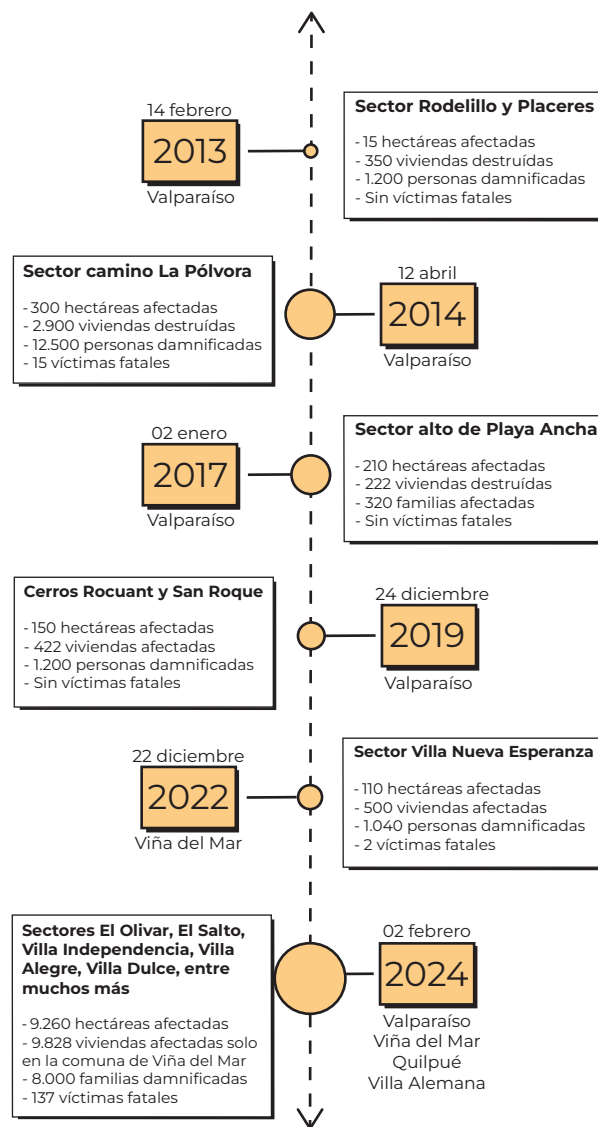
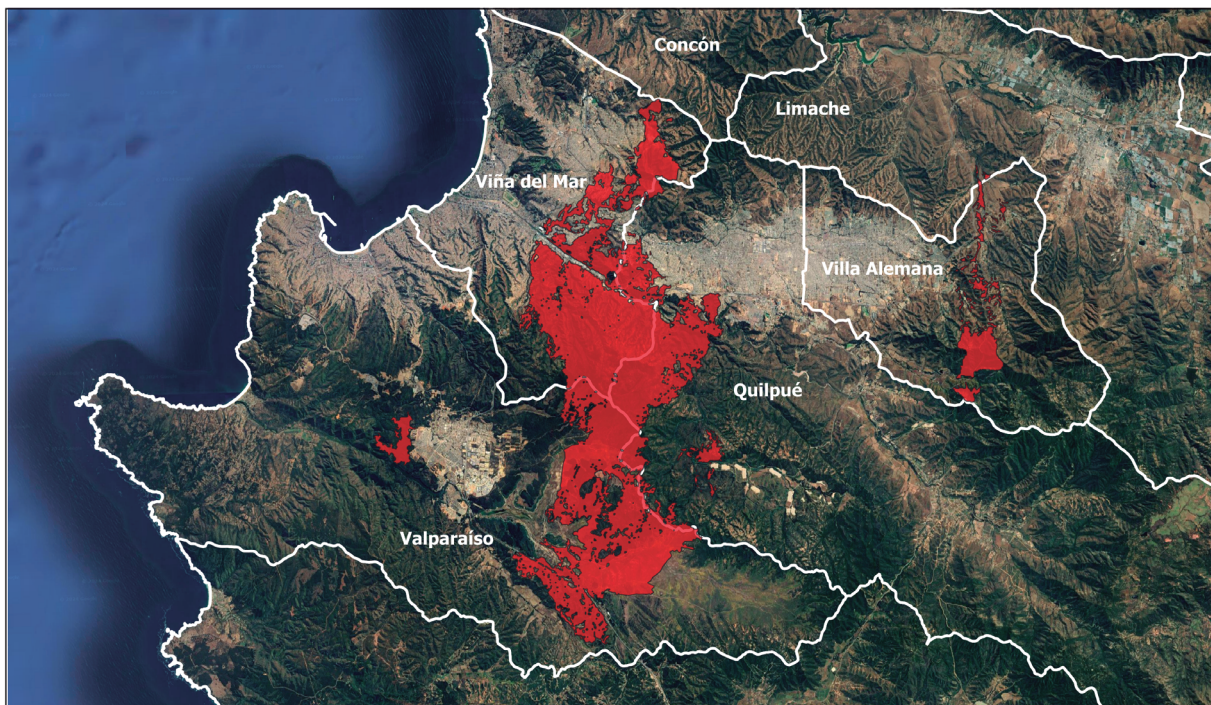


Figura 5. Historial de incendios forestales en la última década en la Región de Valparaíso

Fuente: Elaboración propia a partir de TVN Chile y Emol.cl



MAPA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR LOS INCENDIOS 02 Y 03 DE FEBRERO 2024

Leyenda  Área Quemada  División Comunal	Norte 	Escala gráfica 0 5 10 km 	Fuente Elaboración propia a partir de Senapred 2024	Datos cartográficos: Proyección: UTM Datum: WGS 84 Huso: 19 S
--	---	---	---	--

Figura 6. Mapa distribución espacial de las áreas afectadas por los incendios 02 y 03 de febrero 2024

Fuente: Elaboración propia a partir de Senapred 2024

comuna de Viña del Mar y Canal Chacao, Población Argentina y Pompeya en la comuna de Quilpué. Quemando 9,260 hás y casi 10,000 edificaciones, dejando 137 fallecidos. Se consideró el peor incendio urbano en

Chile en el siglo XXI y el segundo peor desastre socio-natural en los últimos 30 años, solo superado por el terremoto y tsunami del 27 de febrero del 2010 en la zona centro-sur del país. (CIGIDEN, 2024)

1.1.2.2 Elección del caso de estudio

Se escoge a la ciudad de Viña del Mar como caso de estudio debido a las características que posee respecto a su vulnerabilidad ante incendios forestales, tales como su expansión urbana en constante crecimiento y las condiciones climáticas típicas en verano que ayudan a la rápida propagación de estos siniestros.

Este estudio se centra en las áreas urbanas más afectadas por el reciente incendio del 2 y 3 de febrero, priorizando los sectores de Achupallas, Villa Independencia, El Olivar y el Campamento Manuel Bustos, abarcando un total de 189 Hás de estudio. La elección de estos sectores para el estudio se debió a su grado de afectación y la necesidad de entender mejor cómo enfrentan y se recuperan de los desastres.

Además, se efectuó una visita a terreno a las zonas afectadas mencionadas anteriormente, a principios de abril de este año, realizada junto a CIGIDEN (Centro de Investigación de Gestión Integrada del Riesgo de

Desastres) que trabaja junto a Secpla (Secretaría Comunal de Planificación) de la Municipalidad de Viña del Mar, esta visita tenía como objetivo evaluar el progreso de la reconstrucción en las zonas afectadas para contribuir al segundo informe de daños de la Fase de Rehabilitación y Reconstrucción que realizaría el equipo de CIGIDEN, esta ida a terreno también fue fundamental para la elección de las áreas de estudio. Cabe mencionar que CIGIDEN ya completó un primer informe de daños de la Fase de Emergencia, siendo este segundo informe la continuación.

Durante la visita, se participó como apoyo realizando encuestas preparadas por CIGIDEN a la comunidad afectada, estas encuestas se realizaron para determinar los tiempos de evacuación y para identificar los lugares donde las personas buscaron refugio durante el incendio. Ya que se dificultó la evacuación temprana debido a que las alertas SAE llegaron cuando las llamas estaban muy cerca, imposibilitando el escape de las zonas afectadas. Esta información valiosa permitió identificar los refu-

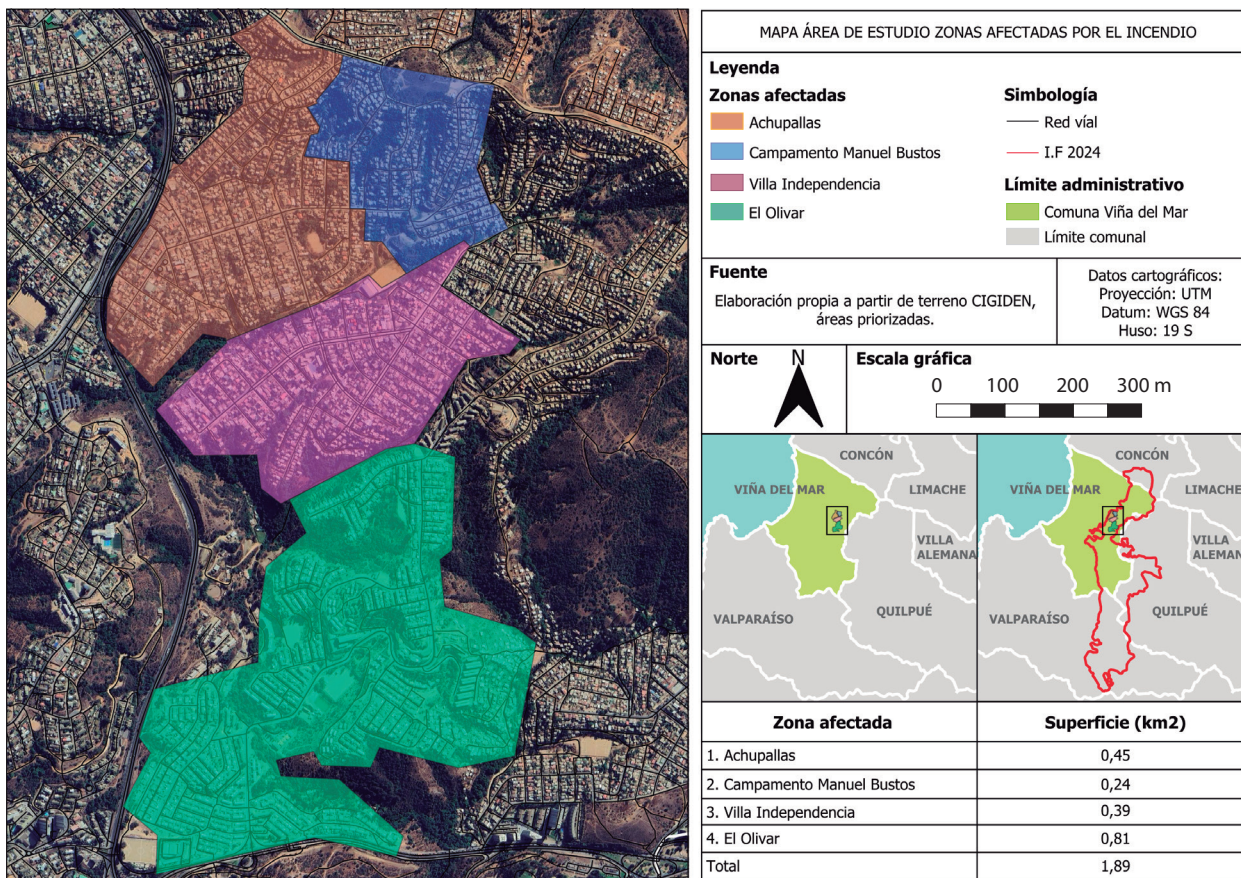


Figura 7. Mapa áreas de estudio zonas afectadas por el incendio en Viña del Mar

Fuente: Elaboración propia a partir de ida a terreno junto a CIGIDEN

gios temporales más utilizados por la comunidad para el progreso de este estudio. En base a estas encuestas y conversando con los habitantes, en medio de la tragedia, la comunidad buscó refugio y seguridad en los

espacios públicos de los sectores afectados. Canchas, paraderos, parques, plazas y áreas de recreación se convirtieron en lugares de encuentro y resguardo para aquellos que huían del peligro. Esta respuesta improvisa-

da resalta la importancia crucial de los espacios públicos en situaciones de emergencia, sirviendo como refugios temporales y puntos de encuentro para la comunidad afectada. El impacto devastador de este incendio resalta la necesidad urgente de comprender cómo los espacios públicos pueden ser utilizados como refugios durante emergencias.



Figura 8. Equipo visita a terreno día 1 CIGIDEN



Figura 9. Tomando encuestas a la comunidad



Figura 10. Equipo visita a terreno día 3



Figura 11. Equipo visita a terreno día 3 CIGIDEN



Figura 12. Revisando las viviendas quemadas

1.1.3 Pregunta de investigación

Teniendo en cuenta todo lo anterior, surge la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las características de los espacios públicos en el área afectada por los incendios forestales ocurridos el 02 y 03 de febrero en Viña del Mar, y cómo estas características influyeron en su capacidad de respuesta ante la emergencia?

1.1.4 Hipótesis

Existe una relación entre las características comunes de los espacios públicos que resistieron a los incendios forestales en Viña del Mar y su capacidad para servir como refugios efectivos para la comunidad durante la emergencia. Estos espacios, al ser accesibles, visibles y ubicados en áreas abiertas, jugaron un rol crucial, proporcionando áreas de refugio temporal, facilitando la evacuación y actuando como puntos de encuentro para los afectados, lo que demuestra su potencial como elementos esenciales en la gestión de emergencias.



1.2 Objetivos

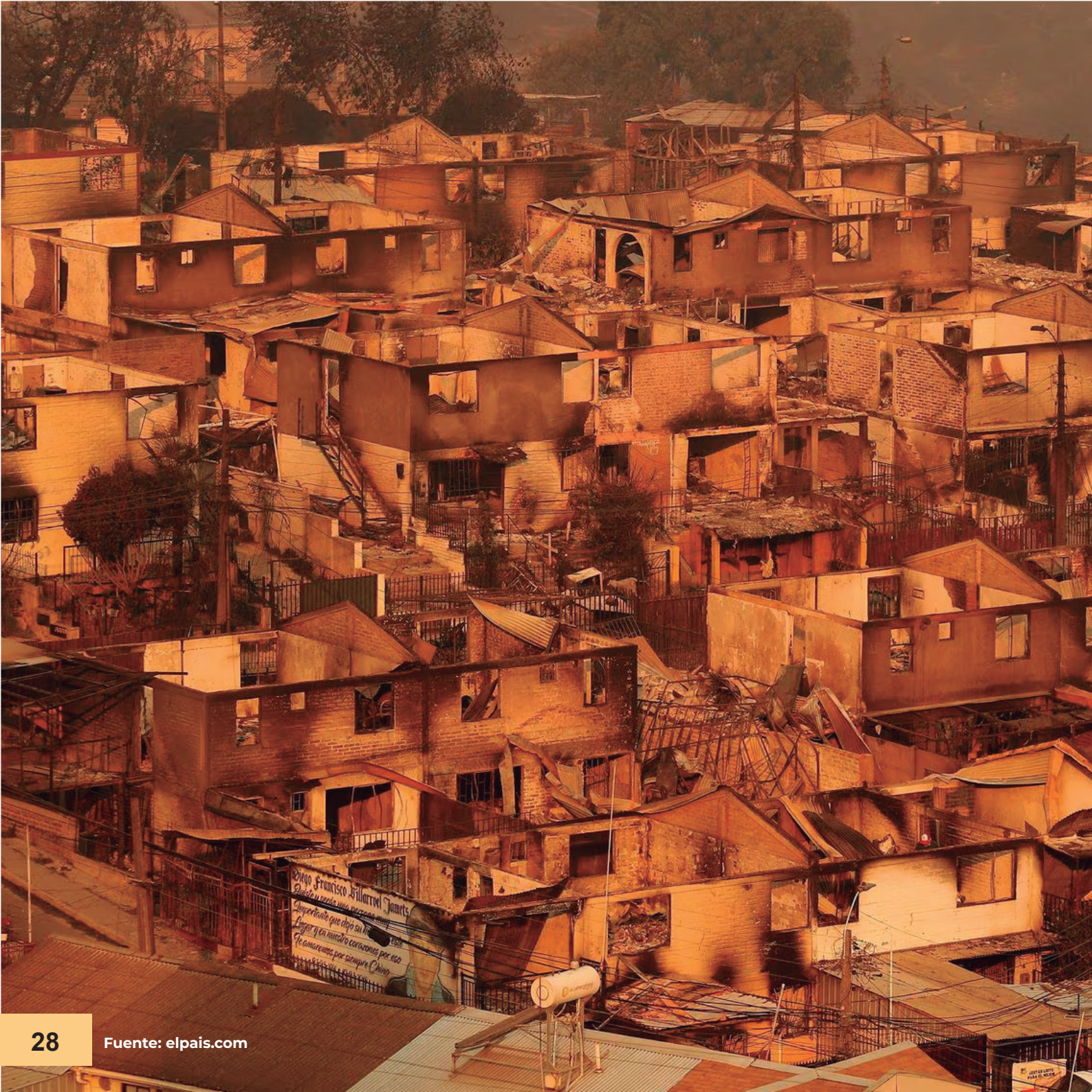
1.2.1 Objetivo general

Evaluar la relevancia de los espacios públicos como refugios temporales durante los incendios forestales ocurridos el 2 y 3 de febrero en Viña del Mar, centrándose en las características que los hicieron efectivos para la comunidad durante la emergencia.

1.2.2 Objetivos específicos

- Análisis completo de las condiciones pre incendio.
- Definir un ranking y categorización de los espacios públicos según diferentes parámetros.
- Identificar los espacios públicos más óptimos para intervenir.
- Generar un aporte a instituciones públicas (Municipalidad de Viña del Mar) con el estudio y antecedentes de esta tesis.





Capítulo 2: Marco teórico

2.1 Incendios forestales

2.1.1 Definición y características

Un “incendio” es un fuego no controlado que puede causar daño a propiedades, ecosistemas y, en casos extremos, pérdidas humanas. “Forestal” se refiere a todo lo relacionado con los bosques, abarca los ecosistemas, vegetación y los suelos que componen estas áreas. Por lo tanto, un “incendio forestal” es un fuego no controlado que se extiende rápidamente a través de áreas de vegetación natural, como bosques, praderas y matorrales. Estos incendios pueden ser provocados por causas naturales, como rayos, o por actividades humanas, ya sean accidentales o intencionales.

2.1.2 Cambio climático y el aumento de incendios forestales

El cambio climático es un tema de gran relevancia en Chile, y varios estudios recientes han abordado sus implicaciones y proyecciones para el país. Un estudio colaborativo entre Chile y Australia, realizado por el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), utilizó 36 modelos climáticos globales para analizar el impacto del cambio climático en Chile. Los resu-

ltados indican que Chile central podría ser la zona más afectada por el cambio climático, con una disminución de las precipitaciones de hasta un 40% y un aumento de la temperatura de hasta 5 grados hacia fin de siglo (Álvaro Salazar, 2024)

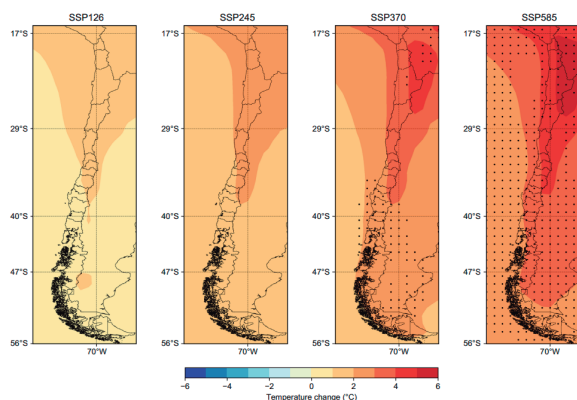


Figura 13. Incremento de temperaturas en Chile

Fuente: Álvaro Salazar, estudio sobre cambio climático

Según un estudio de World Weather Attribution (Corporación internacional, investigadores de Chile, Brasil, Colombia, Países Bajos, Alemania, Suecia y Reino Unido, colaboraron en este estudio), realizado unas semanas después del mortal incendio ocurrido en febrero de este año, los incendios forestales serán más recurrentes mientras sigan aumentando las temperaturas por el cambio

climático. En este estudio mencionan que este incendio fue alimentado por condiciones climáticas intensas que favorecieron la rápida propagación, como altas temperaturas y fuertes vientos.

Por lo tanto, el cambio climático acentúa el riesgo de incendios forestales en la zona central de Chile. La subida de las temperaturas atmosféricas y la variabilidad de las pautas climáticas extremas, como olas de calor y sequías, facilitan las condiciones para que los incendios forestales ocurran y se propaguen.

Además, un estudio interuniversitario de la PUCV realizado el año 2019 llamado «Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo del Territorio del Área Metropolitana de Valparaíso (AMV) al cambio climático» ya había advertido sobre la vulnerabilidad de las zonas que fueron afectadas por los incendios forestales de febrero de este año. Según el estudio, la región de Valparaíso es considerada la más amenazada por el cambio climático, con proyecciones de aumento de temperaturas, sequías y olas de calor

hacia 2050. Esto ha llevado a una mayor frecuencia y severidad de incendios forestales en la zona, especialmente en áreas de interfaz urbano-rural, donde la densidad de población y la proximidad a centros urbanos aumentan el riesgo de incendios. En este estudio mencionan que “Inundaciones, incendios forestales, sequía, olas de calor, remoción en masa y marejadas son las seis amenazas que afectarán de diversas maneras a las comunas de la región”.

Ariel Muñoz (2019), profesor del Instituto de Geografía, quien encabeza este estudio, señaló que las comunas del Área Metropolitana de Valparaíso más impactadas por el cambio climático entre 2030 y 2100 serán, de mayor a menor, Valparaíso, Viña del Mar, Villa Alemana, Quilpué y Concón. Justamente las áreas más afectadas por el reciente incendio.

Por lo tanto, es importante implementar políticas de gestión del fuego y protección de áreas silvestres para reducir el riesgo de incendios forestales, porque estos seguirán ocurriendo si no se hace algo al respecto.

2.2 Marco normativo e instrumentos de planificación

2.2.1 Instituciones enfocadas en reducir el riesgo de desastres

Se mencionan las instituciones que reducen el riesgo de desastres en Chile debido a su papel fundamental en gestionar y mitigar eventos naturales que impactan negativamente a la población y al medio ambiente. Entre ellas están:

-Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (Senapred): Es la institución encargada de planificar, coordinar, organizar, supervisar y asesorar en la gestión del riesgo de desastres en Chile. Su objetivo es contribuir a generar conciencia y acciones que reduzcan el riesgo de desastres en el país.

-La Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (CREDEN): es un grupo de especialistas y actores clave de la sociedad que se enfoca en desarrollar estrategias y políticas para mejorar la resiliencia de Chile frente a desastres naturales. Fue creada en 2016 y se encarga de proponer y implementar políticas y estrategias para reducir el riesgo de desastres y mejorar la capacidad de respuesta ante estos eventos.

-Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF): Es una entidad pública que se encarga de la gestión y conservación de los bosques y ecosistemas forestales en el país. Su objetivo es proteger y mejorar la calidad de los ecosistemas forestales, así como promover la sostenibilidad y el desarrollo forestal en Chile.

-Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN): Es un centro de excelencia FONDAP-ANID que desde 2011 tiene como misión generar conocimiento de excelencia para evitar que los eventos extremos de origen natural afecten a Chile.

2.2.2 Normativas y reglamentos referente a Incendios forestales

Chile cuenta con una serie de leyes y reglamentos que abordan la prevención y respuesta ante incendios forestales, incluyendo la creación de un sistema de alerta temprana, la coordinación de esfuerzos entre diferentes instituciones y la regulación de la actividad forestal.

-Ley 20653: Aumenta las sanciones a responsables de incendios forestales, estableciendo presidio mayor en cualquiera de sus grados (de 5 años y un día a 20 años de cárcel) a quien incendie bosques, mases, pastos o cualquier otro tipo de vegetación.

-Ley 21364: Modifica la Ley Nacional de Planificación (LGUC) para abordar mejor los riesgos de incendios forestales.

-Ley 20908: Establece normas para la gestión de incendios forestales, incluyendo la creación de un sistema de alerta temprana y la coordinación de esfuerzos entre diferentes instituciones.

-Ley 20564: Regula la actividad forestal y establece normas para la gestión de incendios forestales.

-Ley 20283: Establece normas para la prevención y respuesta ante incendios forestales, incluyendo la creación de un sistema de alerta temprana y la coordinación de esfuerzos entre diferentes instituciones.

-Decreto Supremo 276/1980: Restringe el uso de fuego en terrenos agrícolas, ganaderos o de aptitud preferentemente forestal en forma de "Quema Controlada". Establece normas para la gestión de incendios forestales y la prevención de daños a la propiedad y la vida humana.

-Decreto 733/1982: Establece la responsabilidad de protección contra incendios forestales por parte del Ministerio Agricultura por intermedio de CONAF, que establece normas para la gestión de incendios forestales y la prevención de daños a la propiedad y la vida humana.

-Decreto Supremo 100/1990: Prohíbe el uso del fuego en 2 regiones del país (Metropolitana y O'Higgins) en fechas críticas. Reglamento sobre incendios forestales, que establece normas para la gestión de incendios forestales y la prevención de daños a la propiedad y la vida humana.

-Ley de Bosques (Decreto 4363/1931): Establece normas para la gestión de bosques y la prevención de incendios forestales.

2.2.3 Referentes normativos internacionales en manejo de incendios

Es interesante averiguar sobre grandes incendios forestales que han ocurrido en otras partes del mundo y cómo las autoridades de cada país a sobrellevado estos constantes siniestros. Entre ellos, a cómo han abordado las Normativas referentes a incendios forestales y si estas han sido efectivas para la mitigación de estos.

Un incendio de gran magnitud ocurrido en California en el año 2020, ha sido catalogado como uno de los mayores incendios forestales en el mundo. Afectando 4.4 millones de acres en Los ángeles, Orange, Santa Clara y Santa Cruz, con 31 víctimas fatales (Wikipedia, 2024). California es un estado muy propenso a estos siniestros, por lo que posee normativas sobre incendios forestales diseñados para proteger a las personas y a la naturaleza de los efectos devastadores de estos desastres. Entre estas normativas, están:

-Restauración Forestal:

Objetivo: Proteger los beneficios que proporcionan los bosques de coníferas, como agua limpia, aire limpio,

almacenamiento de carbono, recreación y hábitat silvestre.

Acciones: La restauración forestal mediante quema controlada y raleo ecológico para eliminar árboles pequeños y hojas que provocan incendios.

-Comunidades Resilientes al Fuego:

Objetivo: Proteger a las personas y a la naturaleza mediante la construcción de viviendas menos inflamables, mejorando los planes de evacuación y respuesta, y dándoles a los propietarios la opción de mudarse a lugares más seguros.

-Leyes Recientes:

AB 38 y AB 1516: Estas leyes buscan apoyar a las comunidades resilientes al fuego y proteger los bosques de California contra incendios extremos.

-Importancia de la Ciencia:

Caso científico: La ciencia de TNC marca el camino para definir mejor los problemas que enfrentan los bos-

ques y sus soluciones mediante la forestación ecológica.

-Priorización de Cuencas:

Sierra Nevada: Priorizar las cuencas de Sierra para la restauración con respecto al valor de biodiversidad y riesgo para las comunidades.

Por otro lado, está el caso de España. Uno de los peores incendios ocurridos en España fue en Andalucía en el año 2004, en las Minas de Riotinto, afectando un total de 34.291 hás y dejando 2 víctimas fatales (Diario de huelva, 2020). Este país también es propenso a estos desastres, por lo que también han implementado distintas normativas para proteger a la población y a la naturaleza. Entre ellas están:

-Ley de Montes (Ley 43/2003, de 21 de noviembre):

Objetivo: Regula la gestión de los montes y bosques en España.

Acciones: Establece normas para la protección y conservación de los

montes y bosques, incluyendo la prevención y lucha contra los incendios forestales.

-Real Decreto-ley 15/2022, de 1 de agosto:

Objetivo: Adoptar medidas urgentes en materia de incendios forestales.

Acciones: Modifica la Ley de Montes para abordar los incendios forestales en tres ámbitos: prevención, extinción y mantenimiento y restauración de los terrenos forestales afectados.

-Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales:

Objetivo: Regula la prevención y lucha contra los incendios forestales.

Acciones: Establece normas para la prevención y lucha contra los incendios forestales, incluyendo la autorización de quemas en terrenos agrícolas y la prohibición de modificaciones en las zonas forestales afectadas por incendios.

-Código Forestal 3: Incendios Forestales:

Objetivo: Regula la gestión de los incendios forestales en España.

Acciones: Establece normas para la prevención y lucha contra los incendios forestales, incluyendo la autorización de quemas en terrenos agrícolas y la prohibición de modificaciones en las zonas forestales afectadas por incendios.

-Comité de Lucha contra los Incendios Forestales (CLIF):

Objetivo: Coordinar la lucha contra los incendios forestales en España.

Acciones: Trabaja en coordinación con las administraciones competentes para abordar los incendios forestales de manera efectiva.

-Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España:

Objetivo: Fortalecer la cooperación intersectorial en materia de incen-

dios forestales.

Acciones: Establece un marco orientativo de coordinación a escala nacional para reducir los incendios forestales, gestionar de forma efectiva su desarrollo y minimizar sus consecuencias.

Y ya en el hemisferio sur, está el caso de Australia, país también propenso a estos desastres. En el año 2019, Australia fue perjudicado por una variedad de incendios forestales en Nueva Gales del Sur, afectando un total de 30.000.000 hás y dejando 50 víctimas fatales (Wikipedia, 2024). Este país también posee normativas referentes a incendios forestales interesantes de considerar:

-Ley de Incendios Forestales:

Objetivo: Regula la prevención, mitigación y lucha contra los incendios forestales en Australia.

Acciones: Establece normas para la prevención y lucha contra los incendios forestales, incluyendo la autorización de quemas en terrenos agrícola-

las y la prohibición de modificaciones en las zonas forestales afectadas por incendios.

-Planificación del uso del suelo y códigos de construcción:

Objetivo: Proteger vidas humanas, bienes y actividades económicas, y contener el riesgo y los impactos de los incendios forestales extremos.

Acciones: Establece normas para la planificación del uso del suelo y los códigos de construcción para proteger vidas humanas y bienes, y reducir el riesgo de incendios forestales.

-Evaluación del riesgo de incendios forestales:

Objetivo: Documentar las necesidades cambiantes en materia de prevención del riesgo de incendios forestales.

Acciones: Mejora la evaluación del riesgo de incendios forestales, incluyendo la exposición y vulnerabilidad a los mismos, y integra la información en planes de contingencia.

-Seguridad contra incendios en viviendas:

Objetivo: Proteger vidas humanas y bienes en caso de incendios forestales.

Acciones: Establece normas para mantener la "zona de protección de activos" de una casa, es decir, asegurarse de que el área alrededor de la vivienda tenga la menor cantidad de material inflamable posible.

-Ley de Incendios Forestales:

Objetivo: Regula la prevención, mitigación y lucha contra los incendios forestales en Australia.

Acciones: Establece normas para la prevención y lucha contra los incendios forestales, incluyendo la autorización de quemas en terrenos agrícolas y la prohibición de modificaciones en las zonas forestales afectadas por incendios.

2.2.4 Instrumentos de planificación territorial

Los instrumentos de planificación territorial (IPT) juegan un papel importante en la gestión de riesgos de desastres. A continuación, se presentan algunos de los instrumentos y enfoques más pertinentes:

-Plan Regulador Comunal (PRC):

Objetivo: Regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de las comunas.

Acciones: Establece normas para la ocupación del territorio, vías estructurantes y zonas de conservación histórica.

-Plan Regulador Intercomunal (PRI):

Objetivo: Regula el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de varias comunas que se integran en una unidad urbana.

Acciones: Establece normas para la ocupación del territorio, vías estructurantes y zonas de conservación histórica.

-Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU):

Objetivo: Establece la estructuración del sistema de centros poblados de la región, sus relaciones espaciales y funcionales.

Acciones: Establece metas estimadas de crecimiento de los centros poblados.

-Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT):

es un instrumento de planificación administrativa introducido en Chile en 2018 por la Ley n. 19.175.

Objetivo: Orientar la utilización del territorio de la respectiva región para lograr su desarrollo sustentable, a través de lineamientos estratégicos y una macro zonificación del territorio.

Acciones: Permite definir un modelo territorial futuro que oriente la administración de la región.

2.3 Espacios públicos y su rol en la gestión de emergencias

2.3.1 Definición

El término "Espacio" puede tener diversos significados dependiendo del contexto. Según la Real Academia Española (RAE), puede referirse a "m. Parte de un espacio ocupada por cada objeto material." El término "público", según la RAE, se define como "adj. Dicho de una cosa: Accesible a todos." y "adj. Dicho de una cosa: Destinada al público." Por lo tanto, un "Espacio público" son áreas accesibles y abiertas a todos los ciudadanos. Estos espacios incluyen parques, plazas, calles, playas, y otros lugares al aire libre que son de propiedad pública y están destinados a su uso y disfrute por parte de la comunidad. Los espacios públicos se caracterizan por ser lugares de interacción social, recreación, y esparcimiento, y desempeñan un papel fundamental en la estructura y vida urbana de las ciudades.

2.3.2 Función en emergencias

En situaciones de emergencia, los espacios públicos adquieren una función crítica debido a su accesibilidad y disponibilidad para la comunidad. Su rol en la gestión de emergencias se manifiesta en diversas formas:

-Refugio Temporal: Los espacios públicos, como parques y plazas, pueden servir como refugios temporales para la población desplazada durante emergencias, ofreciendo un lugar seguro donde las personas pueden reunirse y recibir asistencia básica.

-Puntos de Encuentro: En caso de desastres, los espacios públicos pueden actuar como puntos de encuentro preestablecidos donde la comunidad puede reunirse, facilitando la reunificación de familias y la coordinación de operaciones de rescate.

-Distribución de Ayuda: Estos espacios pueden ser utilizados como centros de distribución de ayuda humanitaria, proporcionando un punto centralizado para la entrega de alimentos, agua, medicinas, y otros suministros esenciales.

-Evacuación y Acceso: Debido a su diseño y localización, los espacios públicos pueden facilitar la evacuación rápida y segura de áreas peligrosas, además de servir como rutas de

acceso para los equipos de emergencia y vehículos de rescate.

-Comunicación e Información: Los espacios públicos pueden funcionar como centros de información donde se divulgan noticias, alertas, y directrices para la población afectada, ayudando a mantener la comunicación en tiempos de crisis.

-Recuperación y Reconstrucción: A largo plazo, estos espacios pueden jugar un papel en la recuperación y reconstrucción de las comunidades afectadas, sirviendo como lugares de reunión para planificar y coordinar esfuerzos de rehabilitación y reconstrucción.

Los espacios públicos no solo contribuyen al bienestar social y recreativo de la comunidad en tiempos normales, sino que también son elementos vitales en la gestión y mitigación de emergencias, proporcionando infraestructura y recursos esenciales para la respuesta y recuperación ante desastres.

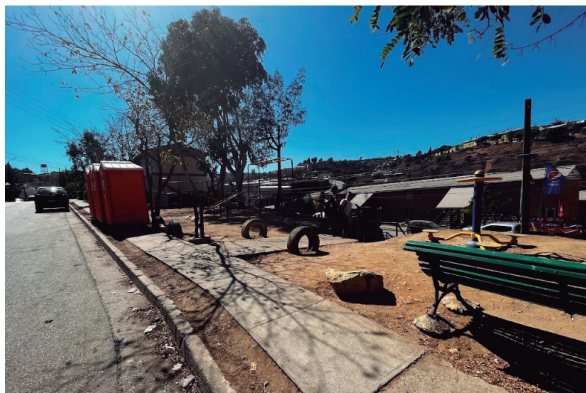


Figura 14. Plaza en El Olivar, no afectado por incendio



Figura 15. Plaza en Achupallas, utilizada como punto de distribución de ayuda post-incendio.

Fuente: Registro propio

2.4 Estudio de casos y ejemplos internacionales

2.4.1 Estudio de casos internacionales y sus características

-Caso 1: Australia

En Australia, han creado lugares seguros contra incendios en distintos puntos del país, a raíz de los constantes siniestros que ocurren durante el año en este país. El servicio de bomberos rurales de Nueva Gales del Sur, tiene una página web en la que comparte un mapa con todos los puntos existentes de lugares seguros para refugiarse de estos incendios en el caso que ocurran.

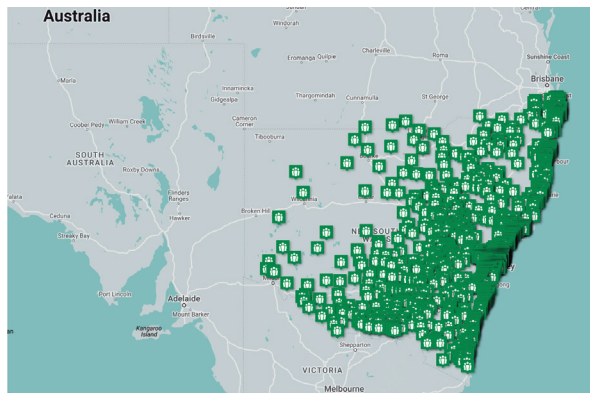


Figura 16. Mapa ubicación lugares seguros
Fuente: Gobierno de NSW, Australia

Estos espacios están señalizados por letreros que ponen “Lugar más seguros para el vecindario contra incendio forestal” y más abajo pone “Un lugar de último recurso”.



Figura 17. Señalética lugares seguros contra incendios
Fuente: Gobierno de NSW, Australia

Esto hace entender que estos espacios están hechos para usarse como último recurso, cuando ya no se puede escapar de las áreas afectadas.

Este tipo de espacios se caracteriza por ser una gran explanada con o sin vegetación, dependiendo del lugar, para poder albergar una gran cantidad de personas. Pero no tiene las características de refugio, ya que no está diseñado para proteger a las personas, seguirán siendo afectados por el humo y el calor, no garantiza la seguridad. No existe como tal un recinto con cubierta e indumentaria con agua, baños y alimentos para albergarlos.



Figura 18. Vista aérea lugar seguro en Australia
Fuente: Google Earth



Figura 19. Vista lugar seguro en Australia
Fuente: John Towsend, Google Earth

Además, en Australia tienen un sistema de clasificación de peligro de incendios que evalúa los paisajes y la vegetación de todo el país. Este consiste en cuatro categorías de peligro

codificadas con colores y con acciones de advertencia simples asociadas con cada categoría. Cada color representa: Moderado (verde - planificar y preparar); alto (amarillo - prepárate para actuar); extremo (naranja - tomar medidas ahora para proteger la vida y la propiedad); y catastrófico (rojo - para su supervivencia, abandone las zonas de riesgo de incendios forestales).



Figura 20. Letrero nivel de daño incendio
Fuente: Departamento de servicios de fuego y emergencia, Australia

También hay una categoría de “apagado” para los días en los que no se requiera ninguna acción proactiva por parte de la comunidad. Esto ayuda a la comunidad a tomar decisiones ante un incendio forestal, ayudando a mitigar riesgos.

2.4.2 Aplicabilidad al contexto de Viña del Mar

El análisis de los espacios seguros contra incendios en Australia ofrece valiosas lecciones que pueden ser adaptadas al contexto de Viña del Mar. Dada la vulnerabilidad de esta ciudad a los incendios forestales, es crucial considerar la implementación de estrategias similares, ajustadas a las particularidades locales. Las siguientes son algunas áreas clave de aplicabilidad:

-Establecimiento de Espacios de Refugio:

En Viña del Mar, se podría identificar y adaptar grandes explanadas o áreas abiertas, como parques y plazas, para que sirvan como puntos de refugio temporal en caso de incendios forestales. Estos espacios deben estar claramente señalizados y ser de fácil acceso para la población.

-Señalización y Comunicación:

Es fundamental implementar una señalización clara y visible en los espacios públicos designados como refugios temporales. La comunicación efectiva con la comunidad sobre

la existencia y localización de estos lugares puede salvar vidas durante una emergencia.

-Sistema de Clasificación de Peligro de Incendios:

Adoptar un sistema similar al de Australia para clasificar el peligro de incendios en Viña del Mar podría mejorar la preparación y respuesta de la comunidad. Este sistema de advertencia codificado por colores y las acciones recomendadas para cada nivel de peligro pueden ayudar a la población a tomar decisiones informadas durante una crisis.

-Infraestructura Básica en Espacios Públicos:

Aunque los espacios en Australia no tienen características completas de refugio, en Viña del Mar se podría considerar la mejora de la infraestructura en estos lugares. Proveer agua, baños portátiles y áreas de sombra podría aumentar la efectividad de estos espacios como refugios temporales.

-Educación y Concienciación:

Realizar campañas educativas sobre la importancia de estos espacios y cómo utilizarlos en caso de emergencia es esencial. La comunidad debe estar informada sobre los procedimientos a seguir y las ubicaciones de los refugios.

-Colaboración Interinstitucional:

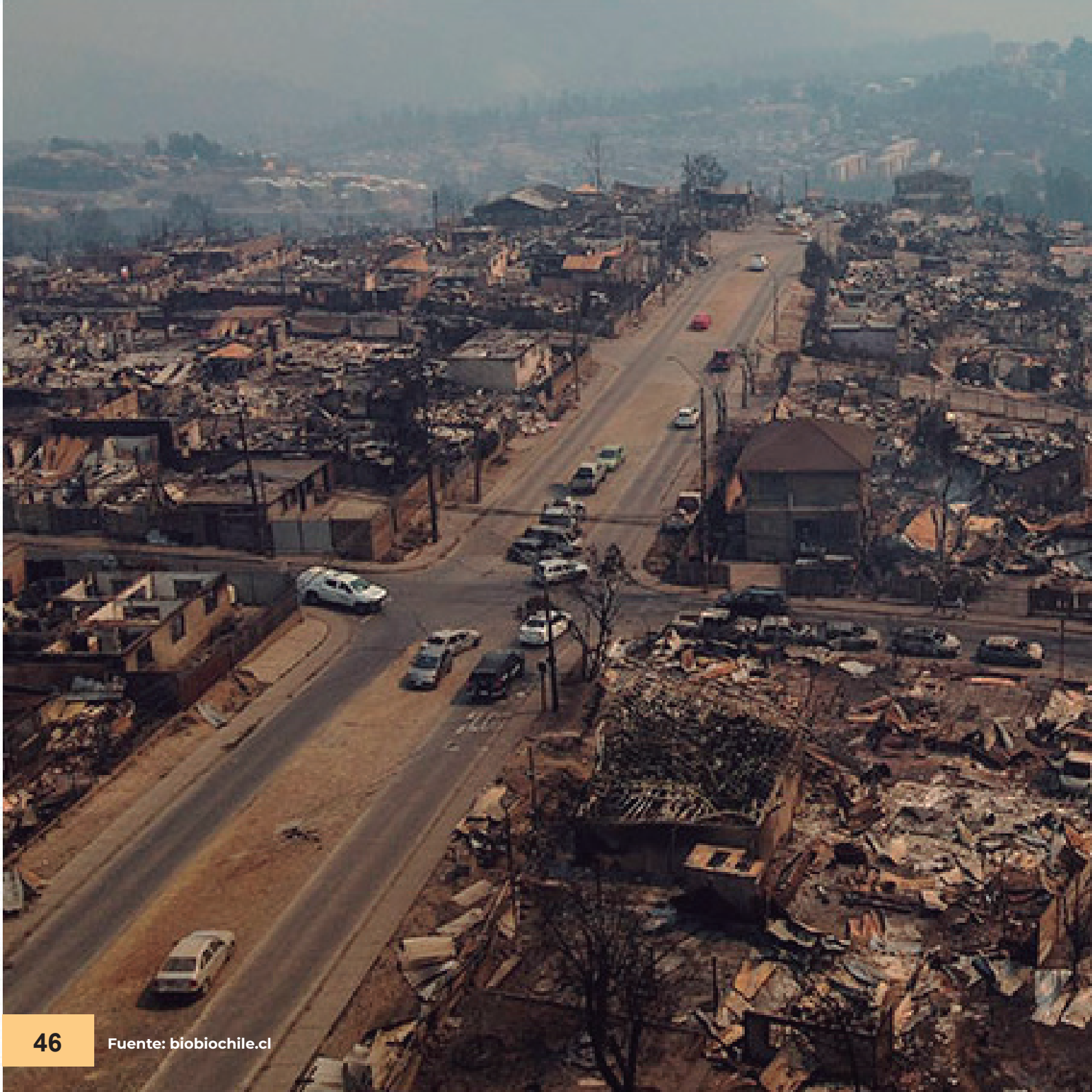
La colaboración entre el gobierno, organizaciones no gubernamentales y cuerpos de emergencia, similar a la colaboración en Australia, puede fortalecer la capacidad de respuesta ante incendios forestales en Viña del Mar. Esta colaboración puede facilitar la implementación y mantenimiento de los espacios de refugio.

Al adaptar las estrategias utilizadas en Australia, Viña del Mar puede mejorar significativamente su capacidad para gestionar incendios forestales y proteger a su población. La creación de espacios públicos seguros y la implementación de sistemas de alerta temprana son pasos esenciales para mitigar los riesgos.





Fuente: Foto tomada por Javier Torres



Capítulo 3: Estado del arte

3.1 Revisión de literatura

3.1.1 La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción

La investigación de María Mardones y Claudia Vidal (2001) tiene como objetivo identificar y zonificar áreas urbanas con riesgos geomorfológicos, como sismos, anegamientos, inundaciones fluviales y procesos de remoción en masa. A través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un análisis multicriterio, se desarrolla un modelo cartográfico para evaluar la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición de las zonas urbanas, sirviendo como herramienta para la planificación urbana y gestión del riesgo. El estudio se centra en la ciudad de Concepción, altamente expuesta a desastres naturales, y propone una metodología adaptable a otros contextos urbanos.

-Metodología aplicada:

La investigación sigue el Método ONU (Ayala-Carcedo, 1993), que integra tres factores clave: **peligrosidad**, **vulnerabilidad** y **exposición**, los cuales se combinan en un modelo

cartográfico para evaluar y zonificar las áreas urbanas según el nivel de riesgo. Aplica un enfoque cuantitativo con SIG para evaluar riesgos geomorfológicos en Concepción, usando datos de mapas topográficos, imágenes satelitales y catastros urbanos. Estos datos permiten identificar áreas vulnerables a deslizamientos, inundaciones y erosión, facilitando la planificación y mitigación de riesgos en zonas urbanas.

-Variables Seleccionadas:

Las variables seleccionadas en el estudio se centran en características geomorfológicas y urbanas, entre ellas están las características topográficas (Pendiente del terreno y elevación), tipos de suelo (Clasificación de los suelos según su capacidad de retención de agua y propensión a deslizamientos), uso de la tierra (Identificación de áreas urbanas y su nivel de exposición a riesgos). Estas variables permiten una evaluación integral de las zonas urbanas más propensas a sufrir desastres naturales como deslizamientos de tierra, sismos e inundaciones.

-Análisis Multicriterio

Este método ofreció una técnica clara para evaluar y priorizar zonas vulnerables en la planificación urbana.

Selección de variables: Se seleccionaron factores como pendiente, elevación, tipo de suelo y uso de suelo debido a su impacto en deslizamientos, inundaciones y otros riesgos.

Clasificación: Las variables se clasificaron en una escala de 1 a 3, donde 1 indica menor riesgo y 3 mayor riesgo.

Ponderaciones: Se asignaron pesos a las variables según su importancia en el riesgo global. Por ejemplo, la pendiente podría tener un mayor peso si los deslizamientos son frecuentes.

Cálculo del índice de riesgo: Las ponderaciones y clasificaciones se combinaron en un índice final, que refleja el nivel de riesgo para cada área.

Las áreas con mayores índices se priorizaron para la planificación urbana y gestión de riesgos.

3.1.2 Metodología para el estudio de factibilidad para nuevas estructuras de evacuación vertical por peligro de tsunami

La tesis de Andrés Brito, Constanza Poblete, y Jorge Ruz presenta un estudio de factibilidad para implementar estructuras de evacuación vertical en ciudades costeras de Chile con riesgo de tsunamis. El trabajo se enfoca en las ciudades de Arica, Iquique y Talcahuano para evaluar las áreas que más requieren estas estructuras basándose en factores de riesgo específicos.

-Metodología Aplicada:

Se emplea un enfoque cuantitativo apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar zonas de alto riesgo y evaluar ubicaciones viables para las estructuras. Este análisis integra diversos factores de riesgo y demográficos, aplicando el modelo de Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para ponderar la importancia de cada factor en el proceso de toma de decisiones.

-Variables Seleccionadas:

Las variables fueron elegidas según su relevancia en el proceso de evacuación y el impacto durante un evento de tsunami, entre ellas están la velocidad de evacuación y pendiente de la ruta (esenciales para estimar el tiempo de traslado a lugares seguros), altura de inundación y densidad poblacional (indicadores del nivel de peligro y la cantidad de personas que necesitan evacuar) y longitud de la ruta (evalúa la accesibilidad a puntos de evacuación, un factor crítico en áreas urbanas de alta densidad).

-Análisis multicriterio:

El análisis utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), desarrollado por Satty, para facilitar la toma de decisiones respecto de la ubicación de estructuras de evacuación vertical en las ciudades de Arica, Iquique y Talcahuano. Este método permite evaluar y ponderar múltiples variables a través de comparaciones de pares, basándose en el conocimiento de expertos y en datos cuantitativos,

para priorizar áreas críticas de manera consistente.

Desglose Jerárquico: Se estructura el problema en niveles (criterios, sub-criterios y alternativas) que simplifican la evaluación del objetivo principal.

Comparaciones de Pares: Los expertos valoran en pares cada criterio y alternativa usando una escala de 1 a 9 para indicar importancia relativa. Por ejemplo, si la pendiente es más crítica que la longitud de la ruta, se le asigna un valor mayor.

Asignación de Pesos: Los pesos se determinan por consenso para evitar subjetividad, dando igual relevancia a cada variable.

Cálculo de Consistencia: Se verifica la coherencia de los juicios mediante un índice de consistencia, asegurando valoraciones estables.

Índice Global: Los valores ponderados generan un índice final de criticidad, que permite priorizar los emplazamientos de evacuación más críticos.

3.1.3 Asentamientos informales y su influencia en el riesgo de incendios forestales: Caso de Viña del Mar.

La tesis magistral de Randy Román (2021), de la Pontificia Universidad Católica de Chile, investiga cómo la ubicación y características de los campamentos en la región de Valparaíso afectan el riesgo de incendios forestales en contextos urbanos. Su estudio se enfoca en la vulnerabilidad de las viviendas, utilizando herramientas geoespaciales para evaluar y gestionar el riesgo en las zonas de asentamientos informales.

-Metodología aplicada:

La investigación sigue un enfoque cuantitativo, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) para evaluar variables espaciales relacionadas con el riesgo de incendios forestales. Lo que facilita la identificación de zonas de riesgo dentro del entorno urbano. Las variables han sido seleccionadas según su capacidad para medir la **exposición** de las viviendas a los incendios, así como la **amenaza** a la que están expuestos y la **capacidad de respuesta (vulnera-**

bilidad) de la comunidad. Agrupando las variables en estas 3 categorías, Amenaza, Exposición y Capacidad de respuesta. Todo esto a través de la recopilación de datos satelitales y catastros urbanos, se logra identificar zonas de mayor riesgo, facilitando la creación de un índice de riesgo global.

-Variables seleccionadas:

Entre las principales variables evaluadas se encuentran las características físicas (como la tipología y materiales de las viviendas), las condiciones ambientales (vegetación circundante, proximidad a zonas de riesgo) y la accesibilidad (vías de evacuación, acceso a servicios de emergencia). Estas variables se normalizan para que puedan ser comparadas de manera equitativa.

-Análisis multicriterio:

Este método es un componente clave para integrar y ponderar diferentes variables que influyen en el riesgo de incendios forestales en asentamientos informales.

Normalización de variables: Las variables seleccionadas se convierten a una escala común (0-1) para compararlas de manera equitativa.

Asignación de pesos y ponderación: se optó por una ponderación simple, asignando el mismo valor a cada variable. Esto asegura que ninguna variable tenga más peso que otra y simplifica el proceso de evaluación al eliminar la subjetividad en la asignación de importancia. Todas las variables contribuyen de manera equitativa al índice global de riesgo.

Cálculo del índice de riesgo: El índice final de riesgo se obtiene al sumar los valores ponderados de cada variable, lo que permite identificar las áreas con mayor riesgo de incendios forestales, con la siguiente ecuación:

Riesgo = Amenaza x Exposición x Capacidad de respuesta

El índice de riesgo global ayuda a determinar las zonas que requieren atención prioritaria en términos de planificación y medidas preventivas.

3.1.4 Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública

Este estudio se enfoca en la evaluación de riesgos de desastres en proyectos de infraestructura pública en Chile, buscando orientar la selección de alternativas que reduzcan el riesgo en áreas expuestas a amenazas naturales y antrópicas. La metodología está diseñada para apoyar la formulación y evaluación de proyectos bajo el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) y se aplica complementariamente a los análisis técnicos y económicos.

-Metodología aplicada:

La metodología sigue un proceso de cuatro etapas: análisis de amenazas, cuantificación del Índice de Riesgo de Desastres (IRD), identificación de alternativas de gestión de riesgo, y selección de la alternativa de solución más adecuada. Cada proyecto es evaluado en función de su **exposición, vulnerabilidad y resiliencia** ante distintas **amenazas**, considerando las características de la infraestructura y del entorno.

-Variables seleccionadas:

Las variables seleccionadas incluyen factores de exposición (como proximidad a áreas de riesgo), vulnerabilidad (características físicas, funcionales y sociales de la infraestructura), y resiliencia (capacidad de recuperación). Estas variables son críticas porque permiten dimensionar el riesgo y evaluar medidas que aumenten la seguridad y continuidad de los servicios ante desastres.

-Análisis multicriterio:

Este análisis se realiza para cada amenaza identificada, cuantificando el IRD mediante una fórmula que integra exposición, vulnerabilidad y resiliencia. Si el IRD excede un umbral de tolerancia, se proponen medidas de gestión específicas. Las alternativas son evaluadas socioeconómicamente para seleccionar la que optimice la reducción del riesgo y sea más conveniente para la implementación del proyecto.

Etapas del Análisis:

Análisis de Exposición: Evalúa la proximidad y características de las amenazas a las que está expuesto el proyecto (como inundaciones por tsunamis, erupciones volcánicas, remoción en masa e incendios forestales). Cada amenaza se califica en función de su magnitud, frecuencia, y la ubicación de la infraestructura en relación con la amenaza.

Análisis de Vulnerabilidad: Determina cuán susceptible es el proyecto a sufrir daños debido a las amenazas. Este análisis considera factores físicos (como la estructura del proyecto y su estado de mantenimiento), funcionales (criticidad del servicio y su relevancia para la economía local) y sociales (condiciones demográficas y socioeconómicas de la población afectada). La vulnerabilidad es clave, ya que representa la predisposición al daño y define qué tan afectado podría estar el proyecto en caso de un desastre.

Análisis de Resiliencia: Mide la capacidad de recuperación de la infraestructura y del servicio que presta. Evalúa factores como la existencia de

3.2 Aplicabilidad y utilidad para esta tesis

3.1.1 Tipo de análisis

En los estudios revisados, la metodología de zonificación de riesgos y el análisis multicriterio proporcionan un marco sólido que puede aplicarse en la evaluación de espacios públicos como potenciales refugios en situaciones de emergencia, específicamente ante incendios forestales. Aunque cada investigación se enfoca en diferentes tipos de desastres naturales (riesgos geomorfológicos, tsunamis e incendios), todas emplean el análisis multicriterio para jerarquizar variables críticas y zonas prioritarias de intervención. Este enfoque es altamente relevante para la presente investigación, ya que permitirá identificar áreas públicas adecuadas para el resguardo y determinar su nivel de preparación en el contexto de incendios forestales.

La metodología SIG y la categorización en factores de vulnerabilidad, exposición y resiliencia, vistas en los estudios de riesgos naturales, también serán útiles para la tesis. Si bien estos estudios analizan principalmente infraestructuras residenciales y territorios urbanos, la metodología

instalaciones de mitigación, la redundancia en el servicio, planes de continuidad operacional y planes de emergencia. La resiliencia refleja la capacidad del proyecto y de la comunidad de sobreponerse y adaptarse tras un evento adverso.

Ponderación y Cuantificación:

Cada factor de exposición, vulnerabilidad y resiliencia se cuantifica en una escala de 0 a 1, y se aplica una ponderación específica para reflejar su importancia en el riesgo total. La fórmula general para calcular el Índice de Riesgo de Desastres (IRD) es:

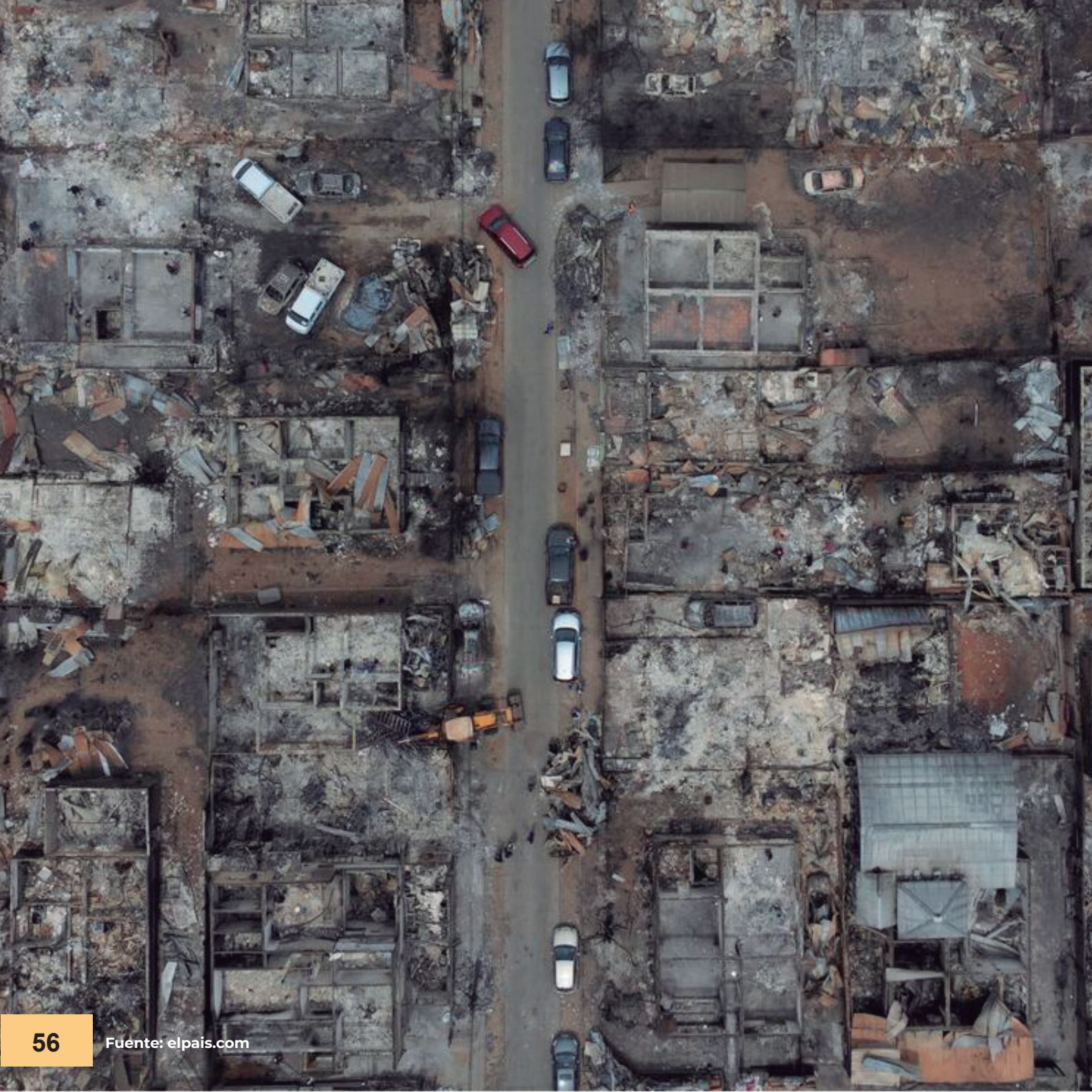
$$\text{IRD} = \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad} \times (1 - \text{Resiliencia})$$

Este análisis multicriterio permite seleccionar la alternativa que, no solo minimiza los riesgos de desastres, sino también maximiza la eficiencia en recursos y la seguridad de la infraestructura frente a eventos futuros.

de SIG y el análisis multicriterio puede adaptarse a los espacios públicos y sus características particulares. Los conceptos de priorización y zonificación de áreas de riesgo mediante SIG se aplicarán en la evaluación de espacios abiertos, tomando en cuenta características propias de estos lugares, como la vegetación, accesibilidad y proximidad a áreas habitadas.

De esta manera, esta tesis busca adaptar el enfoque visto en las investigaciones anteriores, con la diferencia de que, en lugar de centrarse exclusivamente en la identificación de riesgos, se orienta a encontrar los espacios públicos más aptos para actuar como refugios. El análisis se completará con una comparación entre las características de los espacios evaluados pre-incendio y el nivel de daño sufrido post-incendio, lo que permitirá evaluar la eficacia de estas características en la práctica y validar su relevancia en la mitigación de incendios forestales.





Capítulo 4: Marco conceptual

Las investigaciones revisadas en el capítulo anterior tienen como eje principal el riesgo de desastres y su reducción para orientar sus estudios. En este capítulo, se profundizará en conceptos clave sobre la reducción del riesgo de desastres, con el fin de aplicarlos adecuadamente en el análisis de esta tesis. Además, se revisarán definiciones y clasificaciones de riesgo, vulnerabilidad, resiliencia y otras nociones relevantes para fundamentar el análisis de los espacios públicos como posibles refugios ante desastres.

4.1 Política nacional para la gestión de riesgo de desastres

La actual Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (PNRRD) 2020-2030 de Chile tiene como objetivo fortalecer la gestión del riesgo de desastres (GRD) para contribuir al desarrollo sostenible y fomentar la resiliencia de comunidades y territorios mediante la colaboración de actores sociales (ONEMI, 2020).

Esta política se enmarca en compromisos internacionales como:

El Marco de Acción de Hyogo (2005-2015), que fue el primer plan global para reducir riesgos de desastres, enfocado en fortalecer las capacidades institucionales y fomentar la educación y el compromiso gubernamental.

Su sucesor, el Marco de Sendai (2015-2030), enfatiza reducir el impacto de desastres con prioridades como comprender el riesgo, fortalecer la gobernanza, invertir en resiliencia y mejorar la preparación para la respuesta y recuperación sostenibles.

Además, las Naciones Unidas, a través de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, promueven la cooperación internacional en reducción de riesgos y, mediante la Agenda 2030, integran estos principios en los Objetivos de Desarrollo Sostenible para fortalecer comunidades resilientes y sostenibles a largo plazo.

Ejes Estratégicos de la PNRRD:

1) Comprender el Riesgo de Desastres: Fomentar una percepción informada del riesgo para fortalecer la cultura de prevención en el país.

2) Fortalecer la Gobernanza de la Gestión del Riesgo de Desastres: Impulsar una gobernanza robusta con la participación de todos los sectores.

3) Planificar e Invertir en la Reducción del Riesgo para la Resiliencia: Promover una actitud preventiva y proactiva en la inversión pública y privada.

4) Proporcionar una Respuesta Eficiente y Eficaz: Mejorar la planificación y la ejecución en situaciones de respuesta ante desastres.

5) Fomentar una Recuperación Sostenible: Establecer procedimientos de recuperación enfocados en la sostenibilidad para avanzar hacia un desarrollo resiliente y sostenible

4.2 Conceptos reducción riesgo de desastres (RRD)

Riesgo corresponde a “la probabilidad de experimentar daños y pérdidas de vidas humanas, sociales, económicas o ambientales en un área particular y durante un periodo de tiempo definido, como consecuencia de la interacción dinámica entre alguna amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a ésta (ONEMI, 2017). En el contexto de reducción del riesgo de desastres, se identifican cuatro componentes clave: **Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Resiliencia.**

4.2.1 Amenaza (peligrosidad):

“Fenómeno de origen natural, biológico o antrópico, que puede ocasionar pérdidas, daños o trastornos a las personas, infraestructura, servicios, modos de vida o medio ambiente” (Congreso nacional, 2021).

4.2.2 Exposición:

“Está definida por la localización de la población, infraestructura, servicios, medios de vida, medio ambiente u otros elementos presentes en un área de impacto producto de la manifesta-

4.3 Medición del índice de riesgo

ción de una o varias amenazas” (ONEMI, 2016).

4.2.3 Vulnerabilidad:

“Aquellas condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, institucionales, económicos o ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes, infraestructuras o servicios, a los efectos de las amenazas.” (Congreso nacional, 2021)

4.2.4 Resiliencia (capacidad de preparación o respuesta):

“Da cuenta de un proceso dinámico asociado a la capacidad de un sistema y de sus componentes, tales como población, infraestructura, servicios, medios de vida o medio ambiente entre otros, para anticipar, resistir, absorber, adaptar y recuperarse de los efectos de un evento, de manera integral, oportuna y eficaz, incluso garantizando la preservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas.” (ONEMI, 2020)

En el contexto de incendios forestales, el riesgo se intensifica en áreas de interfaz urbano-forestal, donde se sobreponen factores naturales y sociales. En estas zonas confluyen múltiples variables geográficas, topográficas, climáticas, de cobertura del suelo y sociales, cuya combinación determina la probabilidad y el alcance de los daños que el fuego podría ocasionar. Es precisamente esta interacción entre el entorno natural y los factores sociales la que condiciona la probabilidad de impacto y el grado de riesgo (Azócar, 2023).

Para esta tesis, se adoptará la fórmula utilizada por Román (2021) en su tesis magistral para calcular el índice de riesgo de incendios forestales. Esta fórmula combina los factores clave del riesgo de la siguiente manera:

Nivel de Riesgo = Amenaza x Exposición x (1 - Resiliencia)

En esta metodología, cada componente contribuye al nivel de riesgo de manera específica: la amenaza y la exposición incrementan el riesgo de

incendio, mientras que la resiliencia (también conocida como capacidad de respuesta) lo reduce. La resiliencia se considera de manera inversa, ya que a mayor resiliencia, menor es la vulnerabilidad ante el riesgo, moderando el impacto total del índice.

Para calcular el riesgo de incendios forestales, es crucial identificar variables cuantitativas en cada factor clave del riesgo. Estas incluyen aspectos **sociales** que influyen en la vulnerabilidad y capacidad de respuesta de la comunidad, así como el **daño potencial**, que permite anticipar las pérdidas materiales y ambientales. También se debe considerar el **comportamiento del fuego**, analizando su propagación e intensidad, y las **características constructivas** de las áreas expuestas. Finalmente, el análisis del **campo biofísico**, que abarca las condiciones ambientales y topográficas, es esencial para evaluar la severidad del incendio (Román, 2021).

4.3.1 Recopilación de variables

Para la recolección de variables para poder evaluar el índice de riesgo en los espacios públicos, se consideraron variables identificadas previamente en la literatura revisada en el capítulo anterior, especialmente las usadas por Román (2021) en su tesis, de las cuales son: **Orientación del terreno, elevación, pendiente, superficie, vegetación, mantención y accesibilidad.**

Estas variables reflejan condiciones físicas, ambientales y de infraestructura que influyen directamente en la vulnerabilidad y en la capacidad de respuesta de estos espacios ante una emergencia. Considerar estos factores permite identificar características que pueden incrementar la propagación del fuego o dificultar la evacuación, y a su vez, permite destacar aquellas que pueden actuar como cortafuegos naturales o facilitar la intervención de equipos de emergencia.



Capítulo 5: Desarrollo metodológico

5.1 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico es tanto cualitativo como cuantitativo y busca evaluar de manera estandarizada distintas variables espaciales relacionadas con el riesgo de incendios forestales. La metodología permite analizar objetivamente los espacios públicos y entender cuáles son más adecuados como refugios en situaciones de emergencia.

Se utilizarán técnicas basadas en sistemas de información geográfica (SIG) para recopilar y procesar datos de forma precisa, permitiendo trabajar con indicadores estandarizados que faciliten la comparación entre espacios. La metodología está basada en la metodología de Román (2021), que considera factores como características físicas, accesibilidad y proximidad a servicios. El procesamiento de datos incluirá capas desde la recopilación hasta la creación de índices de **amenaza, exposición y capacidad de respuesta**, para elaborar un mapa de riesgo útil para la investigación y la toma de decisiones en gestión de emergencias.

5.1.1 Operacionalización

La elección del área de estudio para esta investigación se fundamenta en la identificación de los sectores urbanos más afectados por los incendios forestales ocurridos el 2 y 3 de febrero de 2024 en Viña del Mar, como se detalla en el capítulo 1. Estos sectores incluyen Achupallas, Villa Independencia, El Olivar y el Campamento Manuel Bustos, que abarcan un total de 189 hectáreas. Esta área fue seleccionada por su alto grado de afectación, lo que permite analizar de manera representativa cómo los espacios públicos desempeñan un papel crucial durante y después de un evento de este tipo.

La operacionalización de la metodología comienza con la recopilación de datos relevantes sobre los espacios públicos dentro del área de estudio. Se seleccionan variables cuantitativas pre-incendio, como características físicas, accesibilidad y factores ambientales, evaluadas mediante sistemas de información geográfica (SIG). Este enfoque permite recolectar datos desde fuentes secundarias, imágenes satelitales y catastros urbanos.

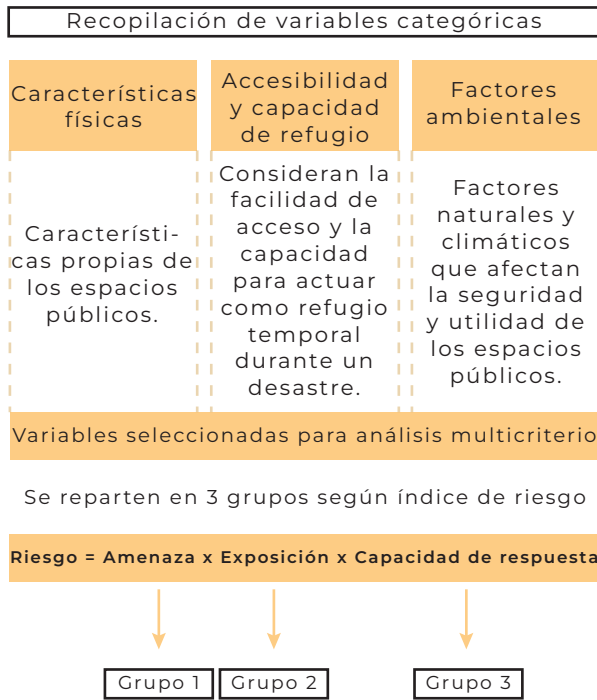


Figura 21. Diagrama de elección de variables.
Fuente: Elaboración propia en base a referentes estudiados en capítulo 3

El siguiente paso en la operacionalización consiste en normalizar los datos recopilados, transformando las diferentes unidades de medida de cada variable a una escala común, en este caso del 1 al 5. Esto permite que las variables puedan ser comparadas y ponderadas de manera uniforme. Este proceso es conocido como análisis multicriterio. Posteriormente, se

asignarán ponderaciones simples a las variables para que contribuyan equitativamente al índice final de evaluación, desglosado en tres componentes: **amenaza**, **exposición** y **capacidad de respuesta**, facilitando así la comprensión del nivel de riesgo y la idoneidad de cada espacio público como refugio en emergencias. Finalmente, se generarán mapas de riesgo que visualizan los resultados y permiten identificar los espacios más adecuados para refugios durante incendios forestales.

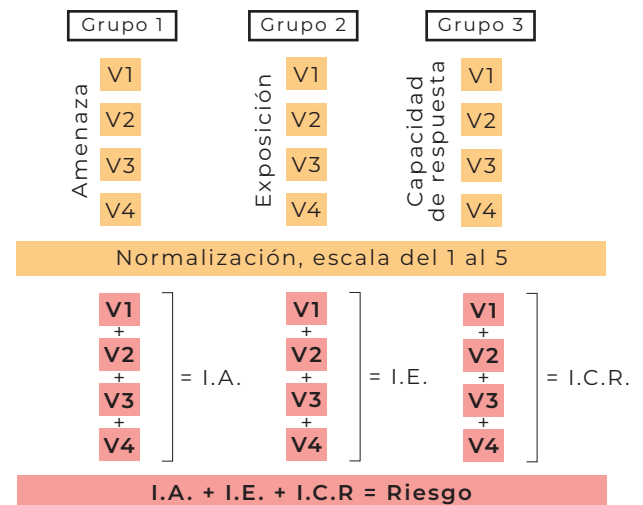


Figura 22. Diagrama de la operacionalización de las variables de riesgo.

Fuente: Elaboración propia en base a ejecución realizada por Román (2021).

5.1.2 Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende cuatro sectores: **Achupallas, Campamento Manuel Bustos, Villa Independencia y El Olivar**, los cuales abarcan en conjunto aproximadamente 189 hectáreas. En este estudio se consideraron las zonas urbanas más afectadas por los incendios forestales ocurridos el 2 y 3 de febrero de 2024, para asegurar una representación más precisa.

-Achupallas: Es la segunda población más grande de la ciudad de Viña del Mar, donde viven 40 mil habitantes (IberculturaViva, 2017). Limita con los sectores de Gómez Carreño, Miraflores Alto, Reñaca Alto, Granadilla y Villa Dulce. Su origen se remonta a los años 50, por la expansión urbana motivada por la migración campo-ciudad. Para dar cuenta de las crecientes necesidades habitacionales de quienes llegaban, obligó a éstos a buscar sus propias alternativas de asentamiento. La alternativa fue subir a los cerros, por entonces despoblados (Marín y Vildósola, 2013). Lo que generó una presente falta de equipamiento urbano (espacios públicos), visibles en la figura xx.

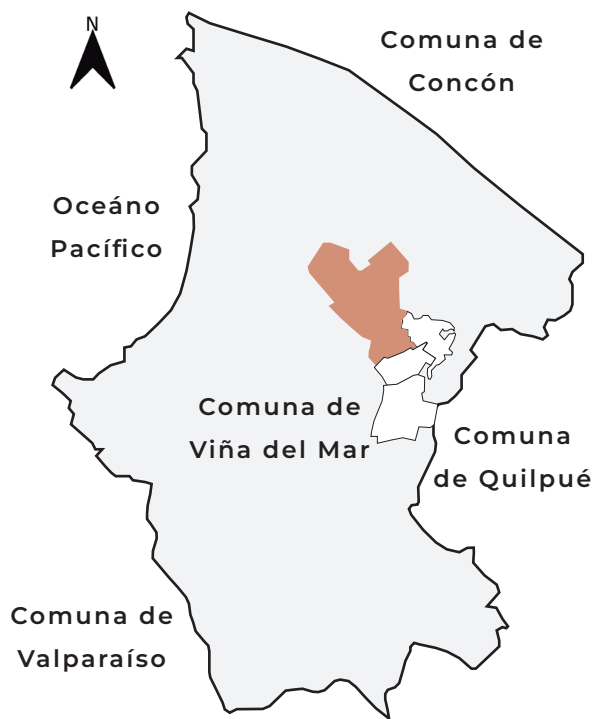


Figura 23. Ubicación sector Achupallas

Fuente: Elaboración propia.

-Campamento Manuel Bustos: Es el campamento más grande de Chile, con 57 hectáreas de superficie, y uno de los asentamientos más simbólicos y antiguos de la región. Iniciado en 1995, recibió su nombre en 1999 en honor al presidente de la Central Unitaria de Trabajadores. Establecido entre Achupallas y Villa Independencia, fue fundado principalmente por migrantes sureños. El campamento cuenta con espacios públicos, una cancha y una pequeña plaza autoconstruida. Sin embargo, carece de red de agua potable (suministrada por camiones cisterna municipales dos veces por semana), alumbrado público y alcantarillado, mientras que sus calles de tierra generan problemas durante las lluvias (Román, 2021). En el año 2000, el campamento se expandió respecto a su área inicial, estableciéndose en un terreno geográficamente complejo, con fuertes pendientes y lomas separadas por quebradas orientadas al surponiente (Servicio de Vivienda y Urbanización de Valparaíso, 2018). Estas quebradas son visibles en la figura xx.



Figura 24. Ubicación Campamento Manuel Bustos.
Fuente: Elaboración propia.

-Villa Independencia: Se encuentra en una zona delimitada por otros asentamientos y barrios, entre ellos Achupallas y el Campamento Manuel Bustos, formando un área urbana compleja y en desarrollo. Como muchos asentamientos urbanos de la ciudad, ha sido definido por su evolución desde áreas rurales hasta una urbanización más densa. Aunque no se encuentran muchos detalles sobre su fundación exacta, se sabe que muchas de estas áreas han crecido de forma espontánea a lo largo de las décadas debido a la necesidad de viviendas para los sectores populares. Alberga a una comunidad diversa, compuesta principalmente por personas de bajos recursos. Este sector ha sido históricamente un refugio para aquellos que no pueden acceder a viviendas en sectores más desarrollados de Viña del Mar. Geográficamente, Villa Independencia se encuentra en una zona con pendientes pronunciadas y quebradas, lo que dificulta tanto la planificación como la gestión del riesgo, especialmente en eventos como incendios (González, Estrada y Narváez, 2024).

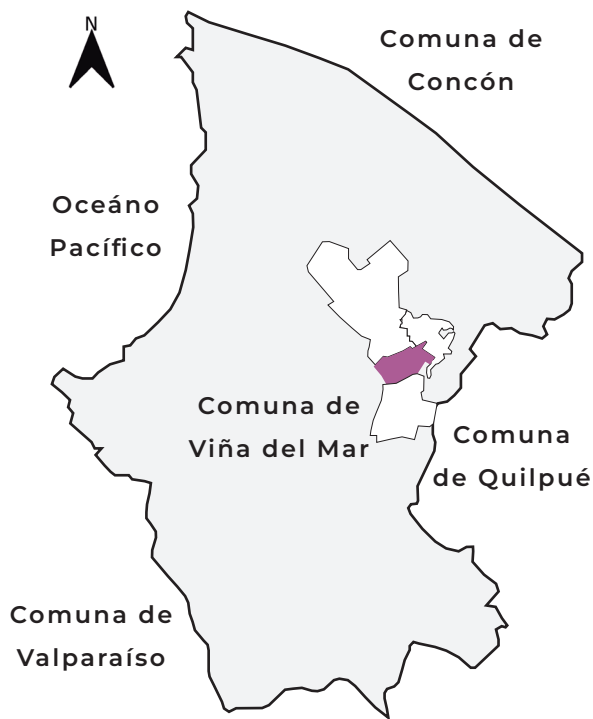


Figura 25. Ubicación sector Villa Independencia.
Fuente: Elaboración propia.

-El Olivar: Fue fundado en la década de 1980, inicialmente pensado para albergar a empleados públicos y miembros de las Fuerzas Armadas, con viviendas de características modestas y dimensiones reducidas. La geografía del sector es compleja, con calles empinadas y áreas de difícil acceso. A pesar de las condiciones precarias de algunas viviendas y las ampliaciones irregulares realizadas con el tiempo, el barrio ha mantenido un fuerte sentido de comunidad (CDT, 2024). El sector está cerca del Jardín Botánico, lo que le otorga un entorno natural, pero también ha planteado retos en cuanto a la protección de las fuentes de agua y la vegetación (Contreras, 2024). Además, tiene como vecinos a Villa Dulce, Condominio Milled, Condominio Jardín Botánico, Villa Hermosa y Villa Arauco. Su ubicación la sitúa cercana a la Avenida Camino Troncal, siendo el acceso principal, por lo que en tan solo minutos se puede llegar a la ciudad de Quilpué (Wikipedia, 2024).

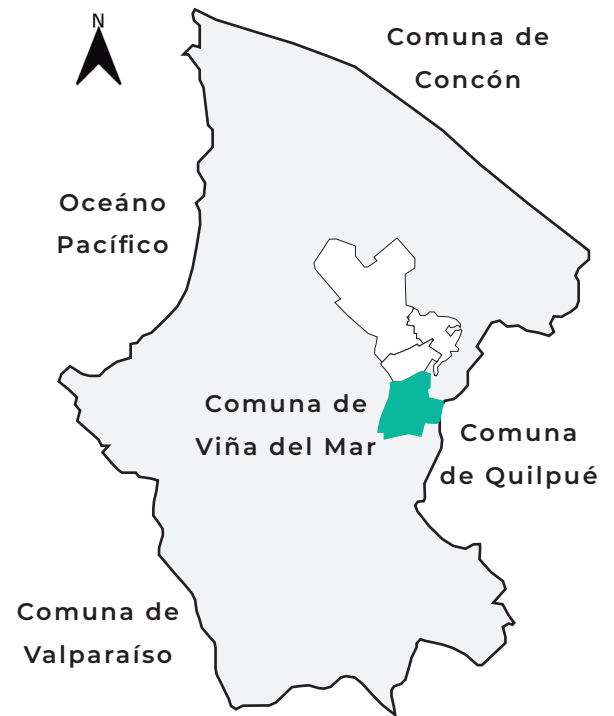


Figura 26. Ubicación sector El Olivar.
Fuente: Elaboración propia.

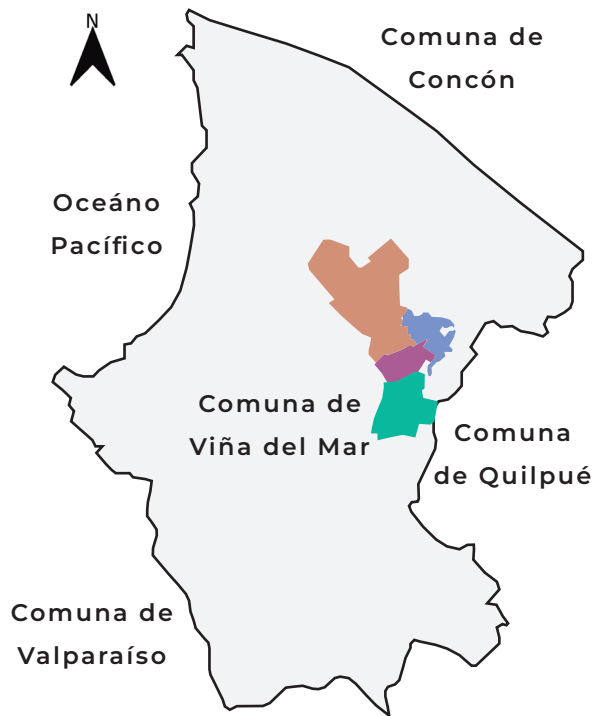


Figura 27. Ubicación sectores área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

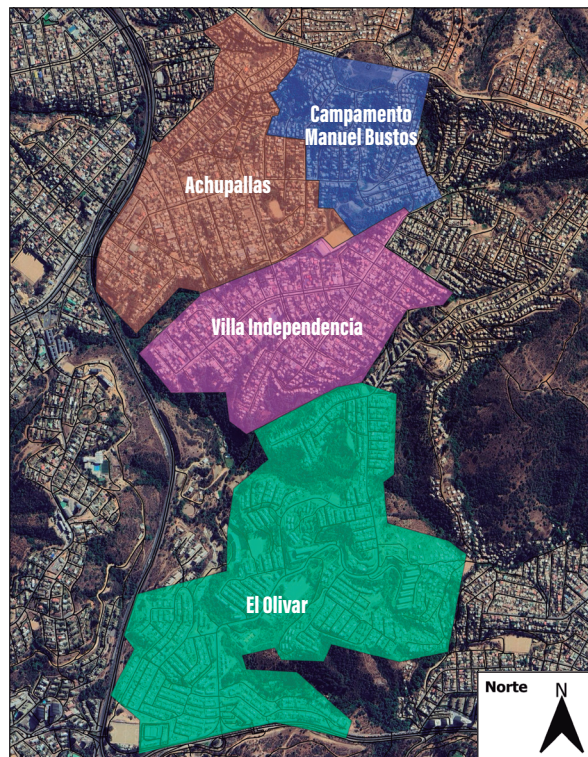


Figura 28. Mapa sectores área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó previamente, cada sector tiene su propia extensión, pero para el área de estudio se definieron límites más específicos, priorizando las zonas más afectadas por los incendios. En los casos de Achupallas y el Campamento Manuel Bustos, aunque ambos sectores

ocupan una mayor superficie, solo se seleccionaron las áreas más impactadas por el desastre. En cambio, para Villa Independencia y El Olivar, se incluyó toda o casi toda su extensión, ya que ambas zonas fueron completamente afectadas por los incendios, como se muestra en la figura xx.

Se identificaron un total de 159 espacios públicos en el área de estudio. Algunos, como las quebradas, fueron tan grandes que se decidieron subdividir para poder analizarlos de manera más detallada, lo que resultó en un número mayor de espacios públicos evaluados. La información

sobre estos espacios se extrajo del mapa del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2023), que registra plazas y parques en todo Chile. Además, se complementó con la visualización de imágenes aéreas y visitas a terreno, para incluir aquellos espacios informales y semi-formales que no estaban en el registro oficial, pero que son de libre acceso y cumplen la función de espacios públicos.

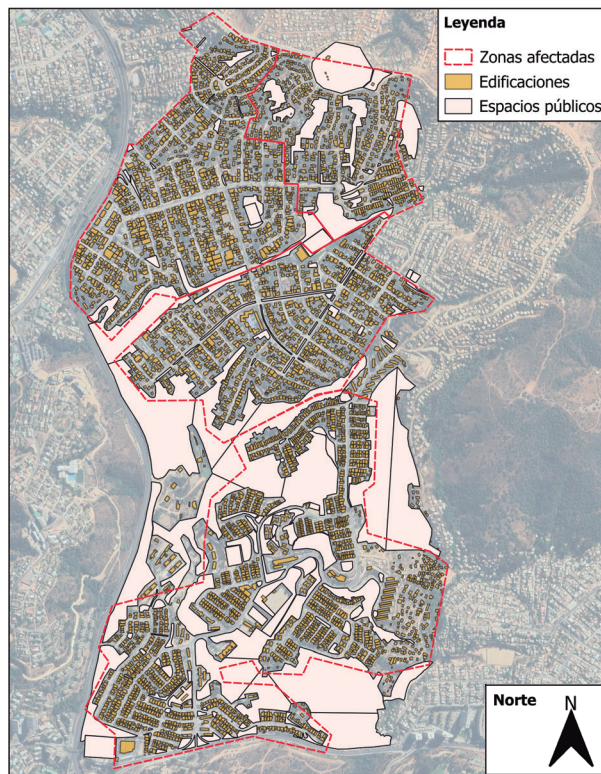


Figura 29. Mapa espacios públicos en área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Formulación y medición

El proceso de formulación y medición en esta investigación busca estructurar los datos recopilados en un índice de riesgo que permita interpretar de forma clara y estandarizada el nivel de **amenaza, exposición y capacidad de respuesta** de los espacios públicos en el contexto de incendios forestales. Para ello, se han adoptado métodos y herramientas de análisis que facilitan la simplificación de múltiples variables en indicadores y, finalmente, en un índice general de riesgo.

5.2.1 Generación de índices

Como mencionan autores como Julio (1992) y Rodríguez & Silva (2004), la disponibilidad actual de algoritmos matemáticos y herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) permite procesar una mayor cantidad de variables y generar modelos complejos que reflejan con mayor precisión la realidad de los territorios evaluados. En esta tesis, se sigue el modelo de Hammond et al. (1995), al igual que la tesis magistral de Román (2021), el cual organiza el flujo de

información en cuatro niveles:

1) Datos primarios: Se inicia con la recopilación de datos espaciales, físicos, climáticos y geográficos de los espacios públicos evaluados.

2) Análisis y procesamiento: En este nivel, los datos primarios son procesados para obtener indicadores específicos de amenaza, exposición y capacidad de respuesta.

3) Indicadores: Los indicadores resultantes simplifican la información, agrupándola en categorías que facilitan la interpretación y evaluación de los riesgos.

4) Índice final: Finalmente, los indicadores se consolidan en un índice adimensional que representa el nivel de riesgo general para cada espacio público. Este índice es una herramienta práctica y de fácil entendimiento, que permitirá a los tomadores de decisiones priorizar y gestionar los recursos en áreas de mayor vulnerabilidad.

5.2.2 Método de medición

Para lograr una evaluación uniforme, cada variable seleccionada en el análisis es transformada a una escala común mediante un proceso de normalización. Este proceso permite que todas las variables, sin importar sus unidades originales, sean comparables y contribuyan equitativamente al índice final.

Para normalizar las variables en esta investigación, se emplea la escala de Likert, creada por el psicólogo Rensis Likert en 1932 para medir actitudes mediante valores numéricos, normalmente del 1 al 5. Esta escala facilita convertir cualidades en datos cuantitativos, haciendo más sencillo el análisis. En este caso, la escala se utiliza para clasificar las variables, asignando el valor 1 a las condiciones más desfavorables y el 5 a las más favorables. Esta normalización ayuda a estandarizar los datos y a integrarlos en el índice de riesgo, permitiendo una evaluación clara.



Figura 30. Escala Likert.
Fuente: Elaboración propia.

A cada variable se le asigna un valor ponderado, de acuerdo con su relevancia dentro de las categorías de **amenaza, exposición y capacidad de respuesta**. Estos valores ponderados se promedian dentro de cada categoría para obtener índices parciales, que reflejan los niveles de riesgo específico en cada dimensión evaluada. Estos índices parciales luego se combinan en un índice final de riesgo para cada espacio público, el cual sirve como indicador consolidado de la vulnerabilidad y capacidad de respuesta en contextos de incendios.

Variable	Pond.	Grupo	Pond.	Resultado		
V1	25%	Amenaza	33,33%	Índice de riesgo		
V2	25%					
V3	25%					
V4	25%					
V1	25%	Exposición	33,33%		Índice de riesgo	
V2	25%					
V3	25%					
V4	25%					
V1	25%	Capacidad de respuesta	33,33%			Índice de riesgo
V2	25%					
V3	25%					
V4	25%					

Tabla 01. Ejemplo ponderaciones de variables.

Fuente: Elaboración propia en base a Tesis de Román (2021).

Este proceso asegura que todas las variables tengan un peso balanceado en la evaluación, promoviendo una visión integral y equilibrada del

riesgo en cada espacio. La metodología aplicada facilita no solo la interpretación y comparación entre los distintos espacios evaluados, sino también la toma de decisiones informada en la gestión de emergencias.

5.2.3 Selección de variables para análisis multicriterio

El objetivo de este estudio es identificar las características preexistentes que contribuyeron a la resiliencia de los espacios públicos frente a los incendios. En este estudio, se han seleccionado 12 variables para el análisis estadístico espacial. La selección de estas variables se basó en un enfoque estructurado que consideró tres categorías preliminares antes de asignarles su clasificación final:

1) Características físicas: Características propias de cada uno de los espacios públicos.

2) Accesibilidad y capacidad de refugio: Se enfocan en la facilidad de acceso y la capacidad de los espacios para actuar como refugio temporal durante un desastre.

3) Factores ambientales: Consideran elementos naturales y climáticos que inciden en la seguridad y funcionalidad de los espacios públicos.

Recopilación de variables categóricas		
Características físicas	Variable	Unidades
	1. Tipos	categórico
	2. Uso principal	categórico
	3. Mantención	categórico
	4. Superficie	hás
	5. Pendiente	°
6. Elevación	m	
Accesibilidad y capacidad de refugio	Variable	Unidades
	1. Accesibilidad	categórico
	2. Tipo de cierre	categórico
	3. Cantidad de edificaciones cercanas	categórico
4. Capacidad máxima de personas	categórico	
Factores ambientales	Variable	Unidades
	1. Vegetación	categórico
2. Orientación respecto al sol	N-S-W-E	

Figura 31. Variables elegidas, categorías preliminares.
Fuente: Elaboración propia.

Estas categorías iniciales permitieron evaluar de manera integral las distintas características de los espacios públicos. La selección de estas variables responde a la necesidad de eva-

luar, mediante un enfoque previo a la emergencia, las características que permitieron a los espacios públicos resistir y mitigar el impacto de los incendios forestales.

Posteriormente, las variables fueron recategorizadas en función del índice de riesgo, definido como:

Riesgo = Amenaza x Exposición x Capacidad de respuesta

Lo que permite una interpretación centrada en el nivel de riesgo asociado a cada espacio. Por lo que, la recategorización se definió:

Se reparten en 3 grupos según índice de riesgo

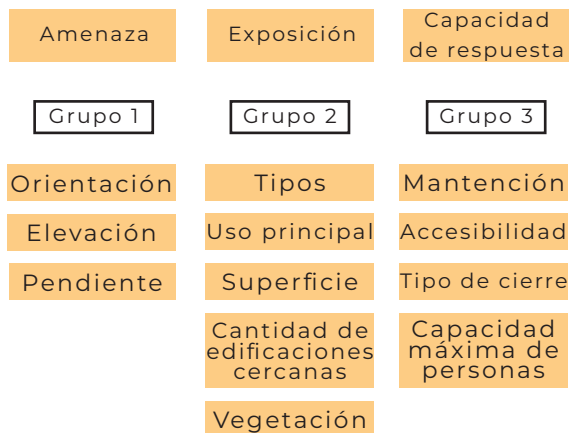


Figura 32. Recategorización variables elegidas.

Fuente: Elaboración propia.

Organizadas en 3 grupos clave según los conceptos de **amenaza, exposición y capacidad de respuesta**.

Adicionalmente, se incluyó una variable de medición post-incendio, la cual es el nivel de daño que tuvo cada espacio público, para establecer una comparación con los resultados del índice de riesgo, permitiendo así una mejor interpretación del impacto y efectividad de los factores de resiliencia.

Las variables seleccionadas no solo consideran características espaciales y físicas de los espacios públicos, sino también factores de accesibilidad y capacidad de refugio que son determinantes para la preparación ante eventos de incendios. Esta combinación de variables facilita una comprensión integral del riesgo, al incorporar tanto aspectos preventivos como de respuesta, en línea con el marco conceptual de análisis multicriterio y sus tres categorías: amenaza, exposición y capacidad de respuesta.

5.2.4 Descripción de variables

A continuación, se explican los grupos de variables escogidas para la medición.

5.2.4.1 Variables de Amenaza

Estas variables reflejan factores del entorno físico o natural que pueden aumentar la probabilidad de que ocurra un evento peligroso, como un incendio.

1. Orientación del terreno: Esta variable mide la orientación del espacio respecto al sol. La exposición solar influye en la temperatura y sequedad, aumentando el riesgo de incendios.

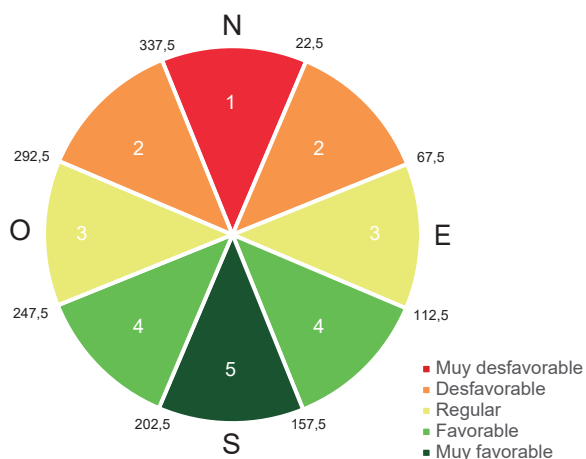


Figura 33. Tipo de orientación y su escala.

Fuente: Elaboración propia.

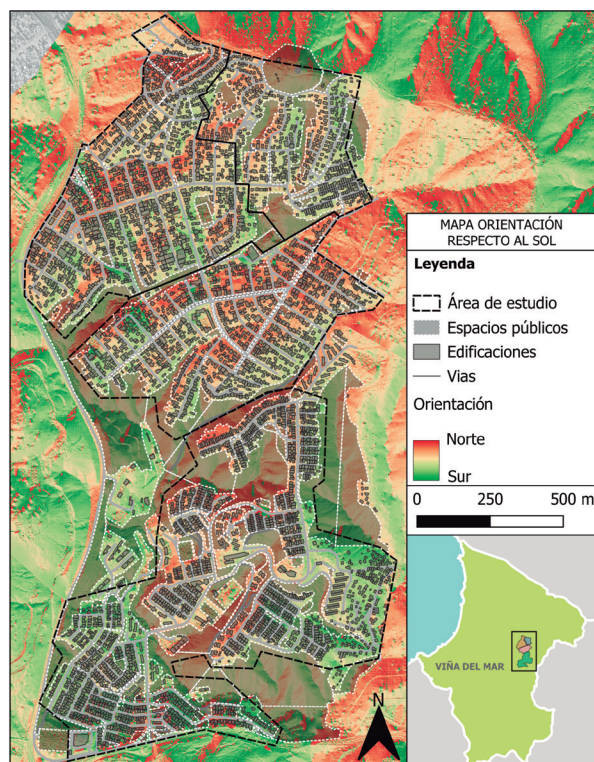


Figura 34. Mapa Orientación respecto al sol.

Fuente: Elaboración propia.

La escala de medición va desde las orientaciones más críticas, como el norte, que reciben más sol directo, hasta las más favorables, como el sur, con condiciones más frescas y húmedas. Para medir, se considerará la orientación predominante de cada espacio, ya que estos pueden presentar múltiples orientaciones según la pendiente y ubicación.

2. Elevación: Indica la altitud del espacio público sobre el nivel del mar, expresada en metros. Las elevaciones más altas tienden a tener condiciones climáticas extremas, lo que puede influir en el comportamiento de incendios y otros riesgos naturales. La medición clasifica las cotas más altas, como menos favorables y las más bajas, como más favorables.

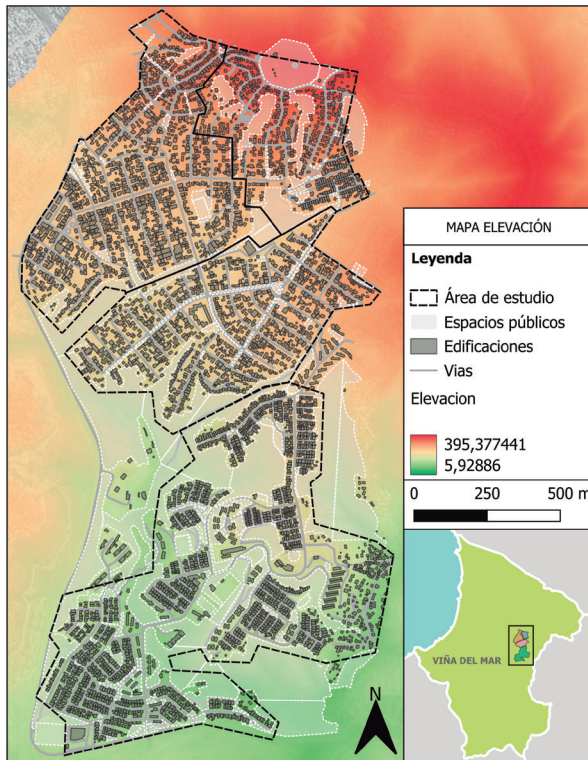


Figura 35. Mapa Elevación.
Fuente: Elaboración propia.

3. Pendiente del terreno: La inclinación del terreno en los espacios públicos es relevante, ya que una mayor pendiente facilita la propagación del fuego y dificulta la evacuación y el control de emergencias. La pendiente se mide en grados, donde 90° representa la inclinación máxima (vertical) y 0° sería el terreno completamente plano. La clasificación se

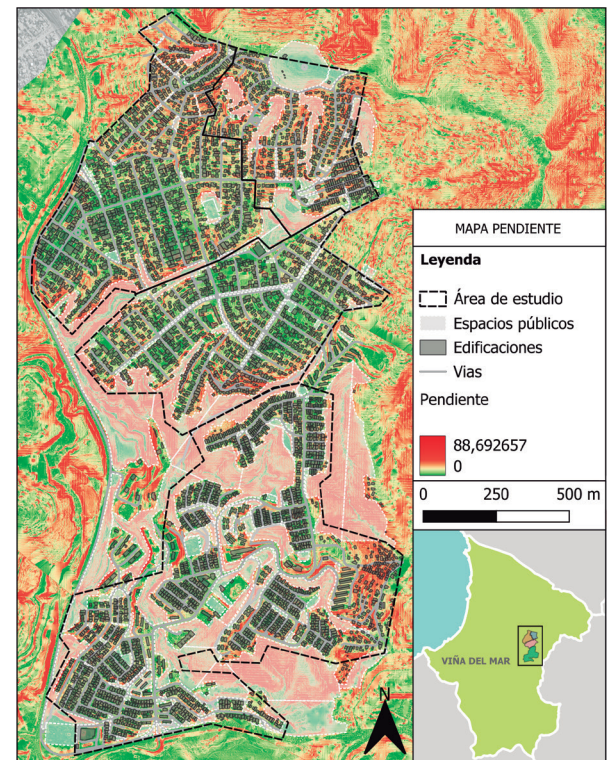


Figura 36. Mapa Pendiente.
Fuente: Elaboración propia.

basa en el rango de pendientes presentes en el área de estudio, considerando desde 8,53° (15%) como crítico en la transitabilidad. A continuación, se sintetiza el método de medición

de cada variable, mostrando los valores en la escala de Likert desde el mínimo al máximo. Siendo la ponderación de estos el índice de Amenaza.

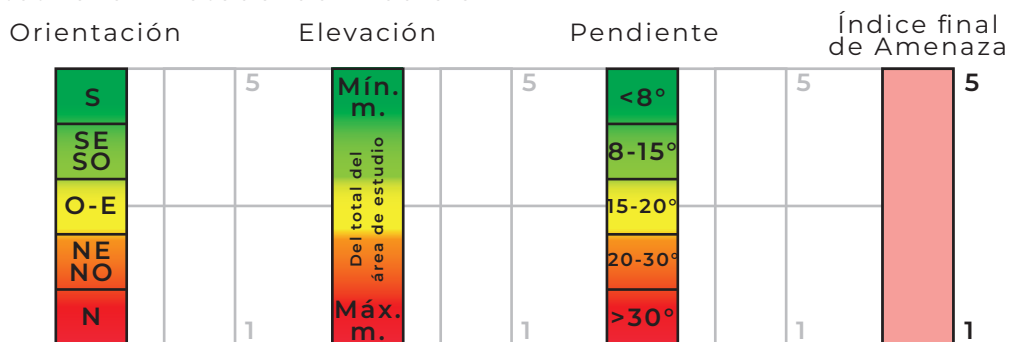


Figura 37. Diagrama medición de variables de Amenaza

Fuente: Elaboración propia a partir de Román (2021).

5.2.4.2 Variables de Exposición

Estas variables describen las características del entorno construido y natural, que determinan qué tan expuestos están los elementos de ese espacio a un evento peligroso.

1. Tipos de espacios: Se definieron los tipos de espacios públicos presentes en el área de estudio. Estos se clasificaron en tres categorías:

-Consolidados: Son aquellos espacios oficiales y formalmente establecidos, como plazas y parques, que están

diseñados y mantenidos para el uso público. Estos espacios al ser formales, suelen recibir mantención de su vegetación y/o residuos, lo que puede ayudar a evitar la propagación del fuego, por lo que podrían ser más seguros ante alguna catástrofe.



Figura 38. Plaza consolidada en El Olivar.

Fuente: Google street view.

-Semi-consolidados: Son espacios intermedios que, aunque no fueron diseñados oficialmente como públicos, han sido adaptados por la comunidad para su uso.



Figura 39. Plaza semi-consolidada en el Campamento Manuel Bustos.

Fuente: Google street view.

-No consolidados: Son espacios irregulares no diseñados para ser espacios públicos, como sitios eriazos y quebradas, carecen de infraestructura formal. Se consideran más críticos al ser espacios descuidados con residuos o vegetación descontrolada que ayudan a la propagación del fuego.



Figura 40. Quebrada no consolidada en El Olivar.

Fuente: Google street view.

2. Uso principal: Esta variable identifica el uso principal de cada espacio público. Los usos pueden incluir canchas, plazas, parques, sitios eriazos, entre otros. Esta clasificación permite entender la funcionalidad y la forma en que estos espacios son utilizados por la comunidad. Dado que los espacios públicos pueden tener diversos usos, la clasificación de esta variable resulta compleja. Por ello, se abordó desde el enfoque de la gestión de riesgos en emergencias, considerando cuáles de estos espacios serían más útiles o accesibles durante una emergencia, así como su capacidad para ayudar a la población en situaciones de evacuación y refugio. A continuación, se detalla la clasificación, del más favorable al menos favorable, de los distintos usos de los espacios públicos:

-Cancha, parque y plaza: Estos tres tipos de espacios públicos son altamente favorables para la gestión de emergencias debido a sus características comunes de ser amplios, abiertos y accesibles. Las canchas, al ser espacios planos y de gran capacidad, son ideales para albergar a un gran

número de personas de forma rápida y eficiente, facilitando la evacuación y el movimiento. Los parques, por su parte, aunque también amplios, cuentan con una vegetación menos densa que los sitios eriazos, lo que reduce el riesgo de propagación del fuego. Finalmente, las plazas, al estar generalmente ubicadas en áreas urbanas con fácil acceso, no solo sirven como refugios, sino también como puntos de reunión y coordinación, convirtiéndolas en espacios clave durante situaciones de desastre.



Figura 41. Cancha en Achupallas.

Fuente: Google street view.

-Cumbre de cerro y Terreno con máquinas de ejercicio: Ambos espacios presentan ventajas y limitaciones en el contexto de la gestión de emergencias. Las cumbres de cerros, aunque no ideales por su inaccesibilidad y la falta de infraestructura,

podrían ser útiles para evacuar personas alejándose del fuego, siempre que se incluyan en los planes de evacuación. Sin embargo, su falta de infraestructura las hace menos favorables en términos de refugio. Por otro lado, los terrenos con máquinas de ejercicio, aunque no están diseñados para refugio, son espacios amplios y accesibles que pueden ofrecer una opción en situaciones críticas, aunque no son completamente seguros debido al riesgo de incendio.



Figura 42. Terreno con máquinas de ejercicio en El Olivar.

Fuente: Google street view.

-Escalera, Terreno frente a casas, y Estacionamiento de micros: Estos tres espacios presentan algunas limitaciones como refugios temporales durante emergencias. Las escaleras, aunque no ideales, pueden ofrecer algo de refugio en situaciones críticas, pero su capacidad para albergar

personas es limitada y carecen de la accesibilidad que otros espacios como parques o canchas pueden proporcionar. El terreno frente a casas puede ser útil para evacuar a los residentes cercanos, pero depende de su tamaño y cercanía al riesgo de incendio. Finalmente, los estacionamientos de micros, aunque tienen cierto potencial como refugio, carecen de infraestructura grandes cantidades de personas y la acumulación de buses podría dificultar la evacuación.



Figura 43. Escalera en el Campamento Manuel Bustos.

Fuente: Google street view.

-Sitio eriazo, Quebrada, Sitio entre vereda y calle, Subida de cerro, Estacionamiento, Terreno entre edificios, y Triángulo acceso autopista: Tienen limitaciones significativas en emergencias. Los sitios eriazos suelen estar desatendidos, con vegetación descontrolada que puede aumentar

el riesgo de propagación del fuego, aunque pueden servir para evacuaciones rápidas. Las quebradas, por su vegetación densa y difícil acceso, son malas opciones para refugio, pero pueden ofrecer protección en zonas de evacuación. Los sitios entre veredas y calles tienen un tamaño limitado y carecen de infraestructura adecuada para refugiar a grandes cantidades de personas. Las subidas de cerro, aunque complicadas de acceder, pueden ser útiles como rutas de evacuación. Los estacionamientos, aunque amplios, no tienen la infraestructura necesaria para refugiar a personas de manera segura. Los terrenos entre edificios, cercanos al peligro, y los triángulos de acceso a autopistas, aunque útiles para evacuación, presentan riesgos debido a la proximidad al tráfico y el fuego.



Figura 44. Sitio eriazo en El Olivar.

Fuente: Google street view.

No se asignó un valor de 1 a ninguna categoría en la clasificación porque, en términos de la gestión de riesgos de incendios y la capacidad de respuesta ante emergencias, todos los espacios identificados tienen alguna forma de utilidad, aunque con distintos grados de efectividad. En este caso, el valor de 1 se asignaría a un uso realmente inadecuado o muy peligroso, que no solo carezca de infraestructura adecuada para refugiar a la población, sino que también presente un riesgo muy alto por su ubicación, condiciones de acceso, o vulnerabilidad a incendios.

3. Superficie: Se mide el área de cada espacio público en hectáreas (hás), con un rango que comienza desde 0 (hás) hasta el máximo identificado dentro del área de estudio. Una mayor superficie es considerada favorable, ya que ofrece más posibilidades de distanciamiento del fuego y mayor capacidad para la gestión de emergencias. Por el contrario, los espacios de menor tamaño son menos favorables, ya que limitan el movimiento de personas y aumentan la exposición a riesgos.



Figura 45. Plaza con superficie pequeña en Villa Independencia.

Fuente: Google Earth.



Figura 46. Cancha con superficie grande en Achupallas.

Fuente: Google Earth.

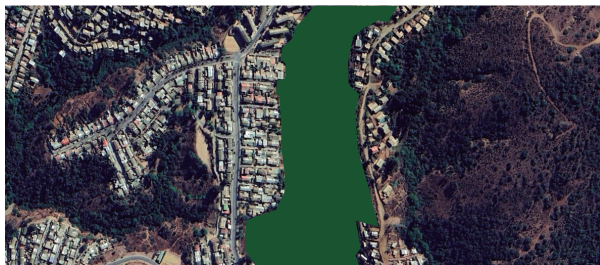


Figura 47. Quebrada extremadamente grande en El Olivar

Fuente: Google Earth.

4. Cantidad de edificaciones cercanas: Se contabiliza el número de edificaciones cercanas en un radio de 400 metros, medida estándar de distancia a plazas públicas definida por el INE (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile), que equivale a 5 minutos de caminata aproximadamente. El rango de medición va desde 0 hasta el máximo que corresponda según el área de estudio. Una mayor cantidad de edificaciones cercanas se considera más favorable, ya que facilita el acceso de más personas al espacio público en caso de emergencia, aumentando su utilidad como punto de reunión o refugio temporal. Por el contrario, un número



Figura 48. Radio de influencia de 400 mts de un espacio público en Villa Independencia.

Fuente: Elaboración propia.

reducido de edificaciones cercanas es menos favorable, ya que limita la cantidad de personas que podrían beneficiarse de dicho espacio, reduciendo su impacto en la gestión de riesgos ante desastres.

No obstante, es relevante considerar que otros factores, como el tamaño del espacio público y la disposición de las edificaciones cercanas, podrían influir en su eficacia. Por ejemplo, si las edificaciones están demasiado juntas, podrían dificultar las vías de evacuación o aumentar la densidad poblacional en la zona, lo que podría generar problemas adicionales. Sin embargo, para los propósitos de esta tesis, se optó por una evaluación simplificada basada únicamente en el número de edificaciones cercanas, priorizando un análisis manejable y enfocado en las variables principales.

5. Vegetación: Se evalúa la presencia o ausencia de vegetación en los espacios públicos, ya que esta juega un papel crucial en la seguridad y funcionalidad de estos durante y después de los incendios. La vegetación puede actuar como combustible,

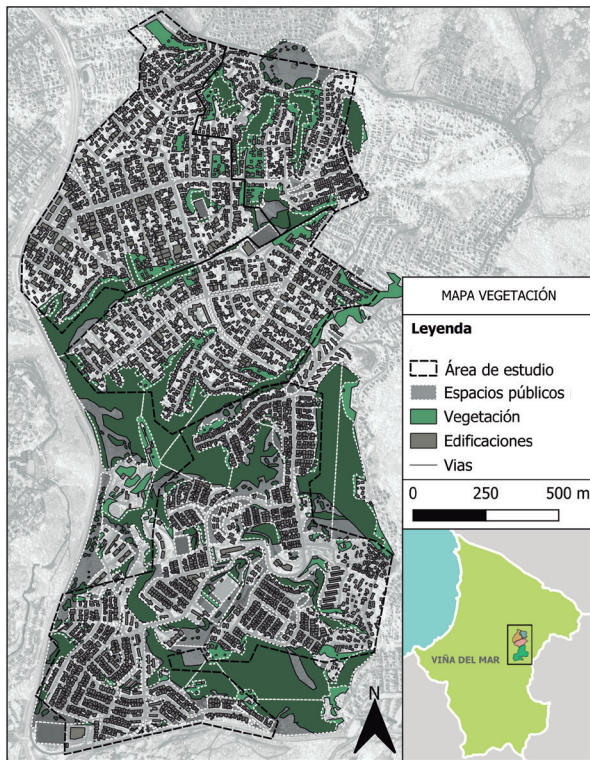


Figura 49. Mapa Vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

aumentando la velocidad y alcance de la propagación del fuego, lo que la convierte en un factor crítico en la gestión de riesgos. El rango de evaluación se define por la cantidad de vegetación, desde espacios sin vegetación, siendo los más favorables hasta aquellos con abundante vegetación, siendo estos los más críticos.

A continuación, sintetiza el método de medición empleado para cada variable, mostrando los valores en la escala de Likert desde el mínimo hasta el máximo. Siendo la ponderación de estos el índice de Exposición.

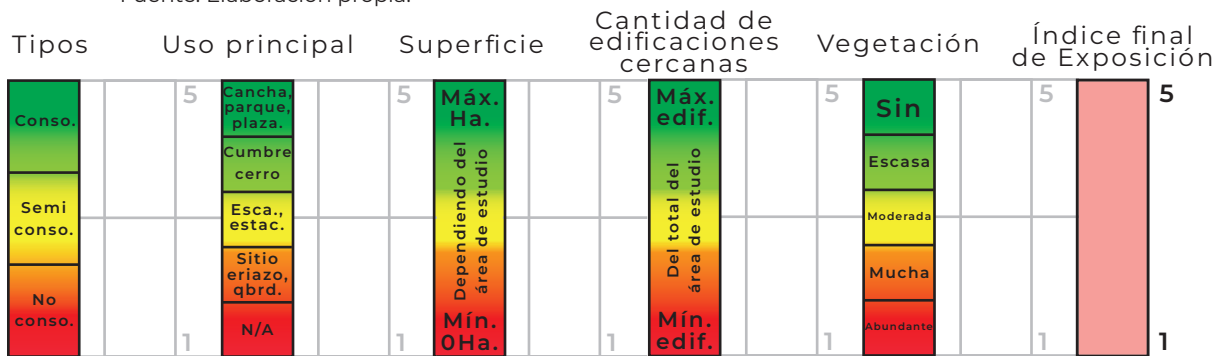


Figura 50. Diagrama medición de variables de Exposición

Fuente: Elaboración propia a partir de Román (2021)

5.2.4.3 Variables de Capacidad de respuesta

Estas variables reflejan qué tan preparada está la comunidad o el espacio para responder o mitigar los efectos de un evento peligroso.

1. Mantenición: Evaluación del estado de cuidado y conservación de los espacios públicos, con clasificación de sí o no (si posee o no mantención). Lo cual puede influir tanto en su funcionalidad como en su capacidad para servir como refugios.



Figura 51. Plaza con mantención en El Olivar.

Fuente: Google street view.



Figura 52. Quebrada sin mantención en El Olivar.

Fuente: Google street view.

2. Accesibilidad: Se determina si los espacios públicos son fácilmente accesibles para la comunidad. La accesibilidad se evalúa con una respuesta binaria (sí o no) y considera factores como tipos de cierres, límites espaciales, entre otros.



Figura 53. Plaza accesible en Achupallas.

Fuente: Google street view.



Figura 54. Cumbre de cerro no accesible en Campamento Manuel Bustos.

Fuente: Google street view.

3. Tipo de cierre: Esta variable identifica el tipo de cierre o delimitación que tienen los espacios públicos, como rejas, cierre hecho con límite de casas, o sin cierre. Definiendo la

clasificación entre cierre total, cierre parcial y sin cierre ni límites. La forma en que los espacios están cerrados puede influir en su seguridad y accesibilidad. Al considerarse públicos, lo ideal es que sean abiertos o de libre acceso.

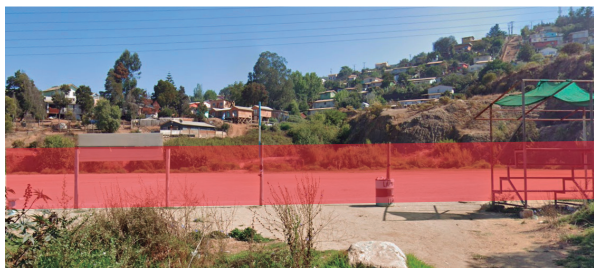


Figura 55. Cancha con cierre total en Achupallas.

Fuente: Google street view.



Figura 56. Plaza con cierre parcial en Villa Independencia.

Fuente: Google street view.



Figura 57. Plaza sin cierre en Achupallas.

Fuente: Google street view.

4. Capacidad máxima de personas:

Se calcula la capacidad máxima de personas que pueden refugiarse en cada espacio público, basado en la superficie disponible. Este cálculo se hace considerando 0,93 m² por persona de acuerdo a las recomendaciones FEMA (2008). La medición se realiza multiplicando la superficie total del espacio por esta tasa. El rango de medición se considera desde el valor más alto, siendo este el más favorable, ya que permite acomodar a más personas, hasta el más bajo del área de estudio, siendo este el más desfavorable. Esta variable es crucial para planificar la utilización de los espacios durante emergencias.

A continuación, sintetiza el método de medición empleado para cada variable, mostrando los valores en la escala de Likert desde el mínimo hasta el máximo. Siendo la ponderación de estos el índice de Capacidad de respuesta.

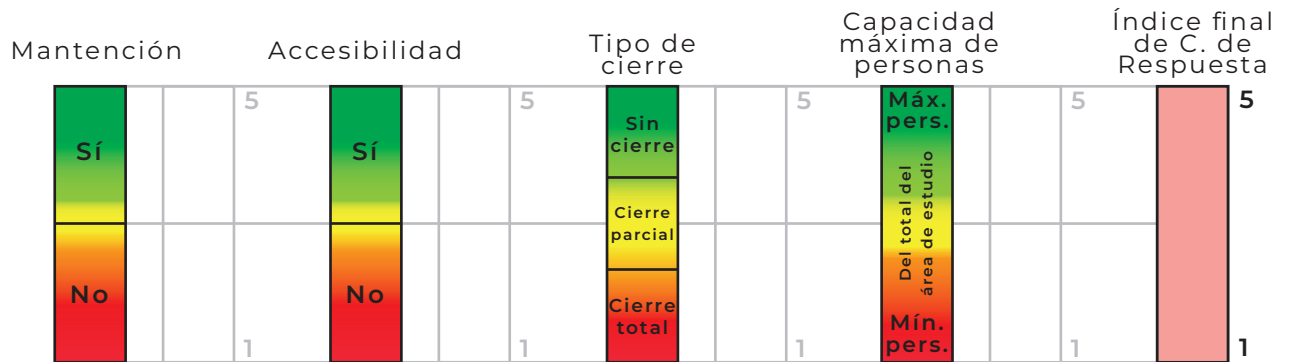


Figura 58. Diagrama medición de variables de Capacidad de respuesta

Fuente: Elaboración propia a partir de Román (2021)

Esta clasificación de las 12 variables evaluadas, agrupa las variables según su contribución a cada uno de los aspectos clave en el análisis de riesgo: la **amenaza** que representa el entorno físico, la **exposición** de los espacios y elementos al riesgo, y la **capacidad de respuesta** para mitigar y gestionar dicho riesgo.

5.2.5 Ponderación para la generación del índice

Para este estudio, se evaluaron diferentes métodos de ponderación, considerando sus ventajas y limitaciones. Uno de ellos es el modelo de proceso analítico jerárquico (AHP), revisado en el capítulo 3 (Estado del arte) en la tesis Metodología para el estudio de factibilidad para nuevas estructuras de evacuación vertical por peligro de tsunami (Brito et al., 2020). Este modelo es una herramienta útil en la asignación de ponderaciones, donde se comparan pares de variables para determinar su importancia relativa. El AHP permite obtener un peso específico para cada variable en función de su relevancia relativa y, además, requiere la participación de expertos para establecer la importancia de cada variable, dada la variabilidad en sus percepciones. Sin embargo, se descartó este método en el presente estudio debido a la complejidad de aplicarlo a un gran número de variables, lo que implicaría un proceso extenso y demandante en términos de tiempo y recursos.

Para este trabajo, se decidió utilizar una ponderación simple, asignando

un peso igual a cada variable dentro de su dimensión. Esta elección también se basa en la metodología empleada en la tesis Asentamientos informales y su influencia en el riesgo de incendios forestales: Caso de Viña del Mar (Román, 2021). La ponderación simple asegura que ninguna variable sea considerada más relevante que otra, eliminando las diferencias de percepción y permitiendo una comparación uniforme.

Variable	Pond.	Grupo	Pond.	Resultado
Orientación	33,33%	Amenaza	33,33%	índice final de riesgo
Elevación	33,33%			
Pendiente	33,33%			
Tipos	20%	Exposición	33,33%	
Uso principal	20%			
Superficie	20%			
Cantidad de edificaciones cercanas	20%			
Vegetación	20%			
Mantenimiento	25%	Capacidad de respuesta	33,33%	
Accesibilidad	25%			
Tipo de cierre	25%			
Capacidad máxima de personas	25%			

Tabla 02. Ponderaciones de variables.
Fuente: Elaboración propia en base a Román (2021).



Capítulo 6: Resultados

6.1 Análisis

6.1.1 Análisis de resultados individuales

Primero se presentan los resultados individuales de cada variable evaluada, agrupados en tres categorías principales como se estableció en el capítulo anterior: **Amenaza, Exposición y Capacidad de respuesta.**

6.1.1.1 Grupo 1: Amenaza

1) Orientación del terreno: Los resultados indican que el 42% de los espacios tienen una orientación sureste/suroeste, el 31% están orientados hacia el sur, el 21% hacia el este y oeste, el 6% noreste/noroeste, y no se encontraron espacios con orientación norte.

La predominancia de orientaciones hacia el sureste/suroeste y sur es

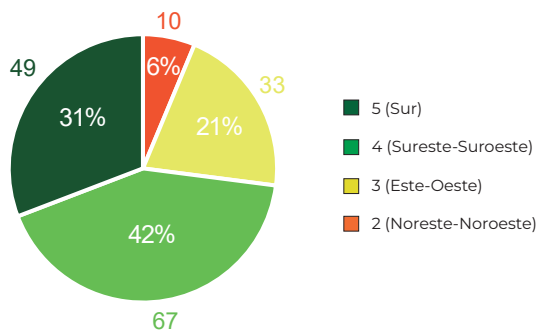


Figura 59. Gráfico circular resultados Orientación.

Fuente: Elaboración propia.

positiva, ya que moderan la exposición solar, reduciendo el sobrecalentamiento y promoviendo un ambiente térmico estable. Las orientaciones este y oeste, aunque menos frecuentes, permiten aprovechar temperaturas más frescas en las mañanas y tardes, mejorando la comodidad térmica adicional. La ausencia de orien-

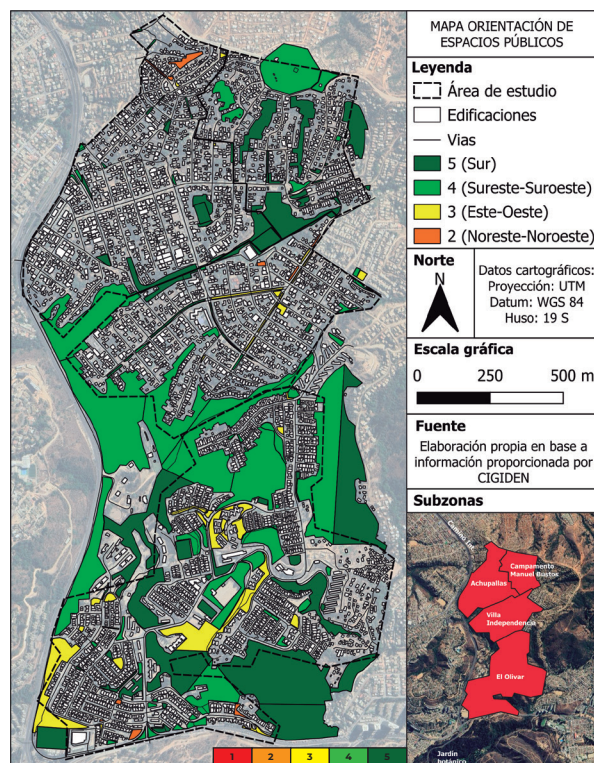


Figura 60. Mapa variable de Orientación respecto al sol de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

taciones hacia el norte, donde la radiación solar es más intensa, disminuye el riesgo de sobrecalentamiento y vulnerabilidad ante incendios, favoreciendo la gestión de riesgos en contextos de desastres.

2) Elevación: Los resultados muestran que el 59% de los espacios públicos se encuentran en un rango de 200 a 400 metros sobre el nivel del mar, el 40% están por debajo de los 200 metros, y solo el 1% supera los 800 metros. No se registraron espacios en elevaciones en los rangos de 400-600 mts y 600-800 mts.

Las elevaciones más bajas (<200 metros) son las más favorables. Esto se debe a que las áreas de menor altitud tienden a tener condiciones

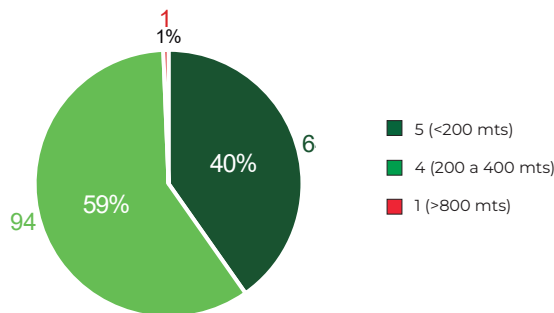


Figura 61. Gráfico circular resultados Elevación.
Fuente: Elaboración propia.

climáticas más moderadas, lo que puede reducir el comportamiento extremo del fuego, facilitando la evacuación y el control de emergencias. En cambio, las áreas más elevadas (>800 metros) se consideran críticas. Las elevaciones altas suelen estar asociadas con condiciones climáticas extremas, como vientos fuertes y

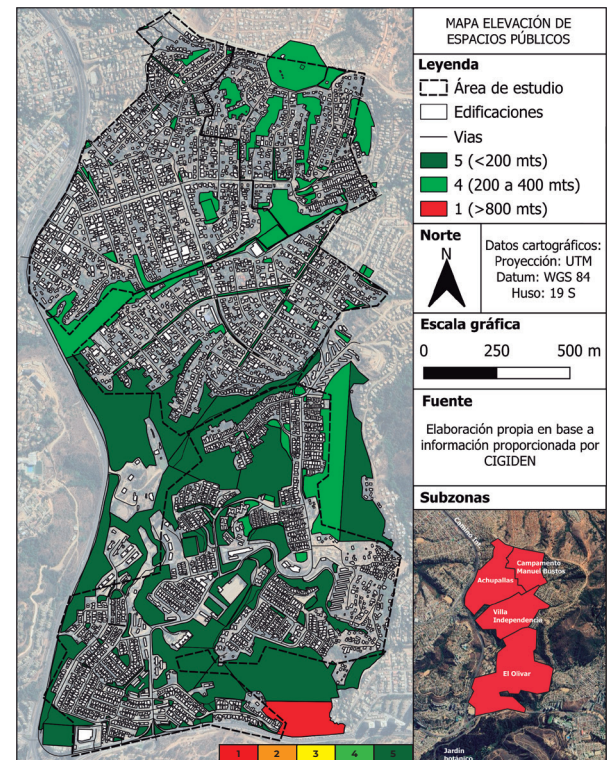


Figura 62. Mapa variable de Elevación de espacios públicos.
Fuente: Elaboración propia.

menor disponibilidad de recursos, lo que puede agravar la propagación del fuego y complicar las tareas de evacuación. Aunque las zonas de mayor elevación son escasas en el área de estudio, su presencia representa un factor de mayor riesgo en la gestión de emergencias. Las zonas situadas entre 200 y 400 metros se consideran de riesgo moderado, pues si bien presentan menos dificultades para la gestión de incendios que las áreas más altas, las condiciones climáticas aún pueden favorecer ciertos comportamientos del fuego.

3) Pendiente: Los resultados muestran que el 94% de los espacios públicos tienen pendientes promedios inferiores a 8°, mientras que el 6% se encuentra en el rango de 8-15°. No se

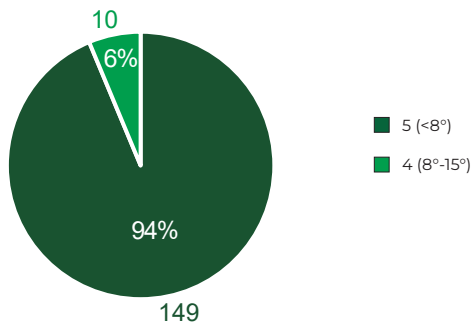


Figura 63. Gráfico circular resultados Pendiente.

Fuente: Elaboración propia.

registraron espacios con pendientes promedios mayores a 15°.

La predominancia de pendientes menores a 8° es favorable, ya que estas superficies con poca pendiente limitan la propagación del fuego (8°, mejoran la transitabilidad y facilitan las evacuaciones en caso de emergencia.

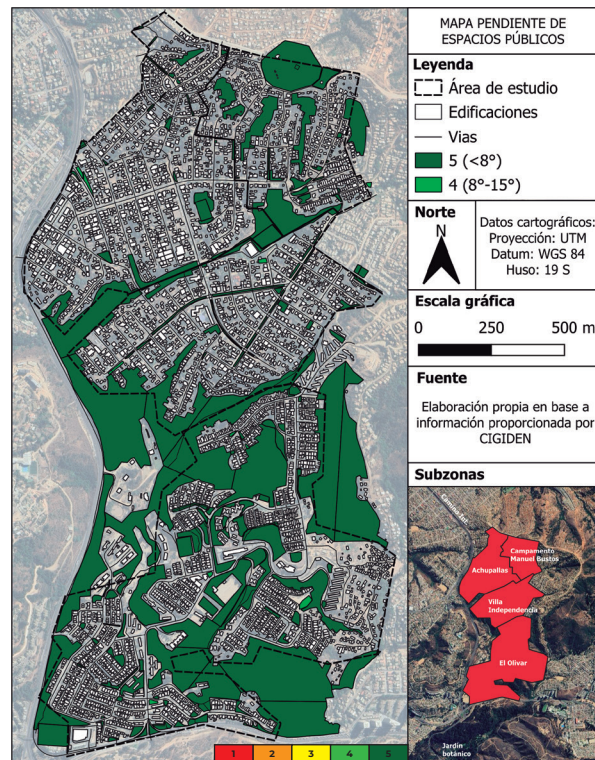


Figura 64. Mapa de variable de Pendiente de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, aunque las pendientes entre 8° y 15° representan una minoría, estas comienzan a introducir desafíos adicionales, como mayor esfuerzo para el desplazamiento y potencial dificultad en las labores de control de incendios. La ausencia de terrenos con pendientes críticas (>15°) reduce significativamente el riesgo de propagación acelerada del fuego, contribuyendo a un entorno más seguro para la población en el contexto de incendios forestales.

6.1.1.2 Grupo 2: Exposición

1) Tipos de espacios públicos: Los resultados muestran que el 68% de los espacios son no consolidados, un 17% son semi-consolidados y solo un 15% están consolidados.

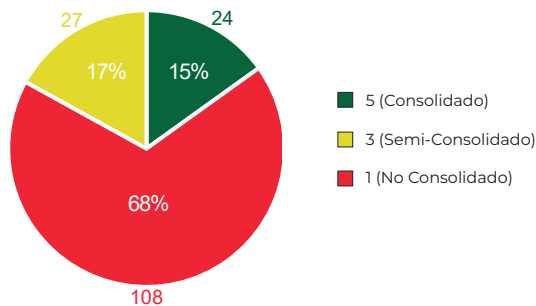


Figura 65. Gráfico circular resultados Tipos.

Fuente: Elaboración propia.

La predominancia de espacios informales implica un reto significativo para la gestión de riesgos y el desarrollo urbano en esta área. Estos espacios, al no estar oficialmente reconocidos como públicos ni contar con infraestructura formal, son más vulnerables frente a incendios forestales y otros eventos climáticos. La

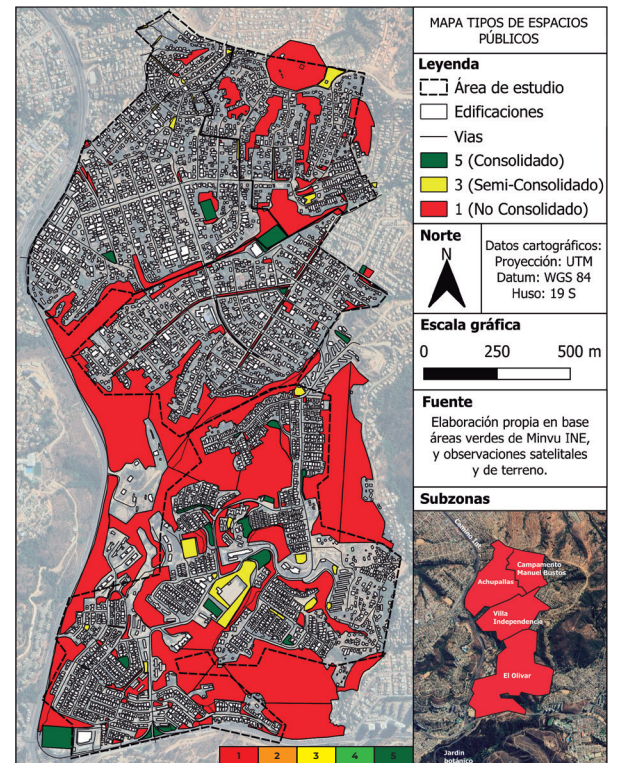


Figura 66. Mapa de variable Tipos de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

baja consolidación en estos espacios dificulta la implementación de medidas de seguridad y adaptación, limitando su efectividad como refugios ante emergencias. La proporción reducida de espacios consolidados (15%) destaca la necesidad de mejorar y consolidar infraestructura en áreas críticas, lo que podría potenciar su capacidad de respuesta y resiliencia frente a futuras amenazas ambientales.

2) Uso principal: Los resultados muestran una alta diversidad de usos en los espacios públicos del área de estudio. El 45% corresponde a sitios eriazos, seguido por quebradas (14%), plazas (13%), escaleras (8%) y canchas (5%). Otros usos representan porcentajes menores, como subida de cerro

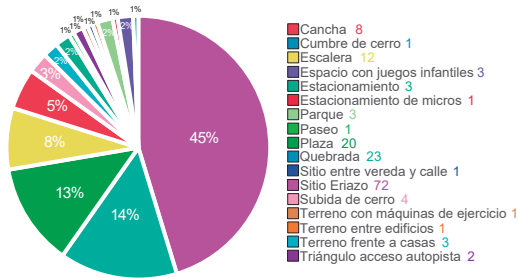


Figura 67. Gráfico circular resultados Uso principal preliminar.

Fuente: Elaboración propia.

(3%), espacios con juegos infantiles (2%), estacionamientos (2%), terrenos frente a casas (2%), y una variedad de usos individuales (1%) que incluyen cumbres de cerro, paseos, estacionamientos de micros, terrenos con máquinas de ejercicio y triángulos de acceso a autopistas. Esta variabilidad refleja un alto porcentaje de terrenos

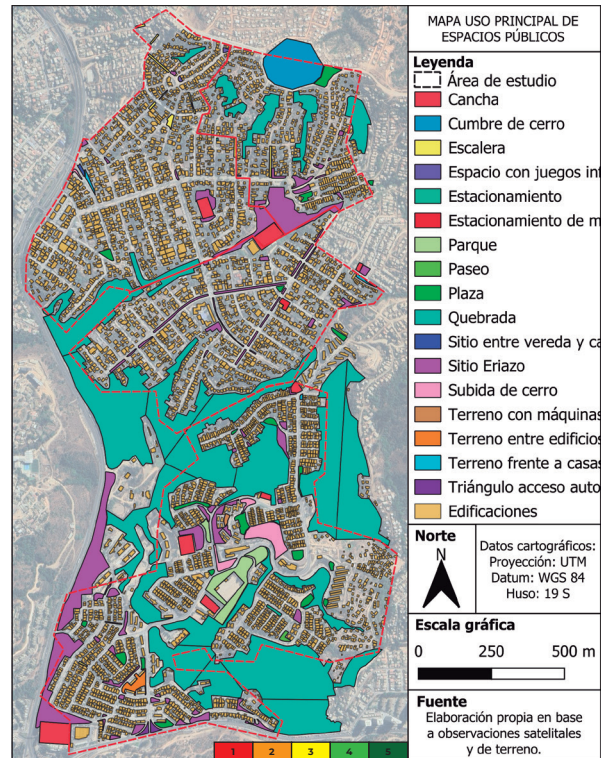


Figura 68. Mapa preliminar variable de Uso principal de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

desaprovechados, como sitios eriazos y quebradas, lo que plantea desafíos en el contexto de incendios forestales. Estos espacios, si bien son un riesgo por su abandono, también representan una oportunidad para rediseñarlos y convertirlos en áreas funcionales que reduzcan el riesgo de incendios y ofrezcan valor agregado a las comunidades cercanas.

Agrupando los usos según su favorabilidad, el 67% corresponde a terrenos menos funcionales, como sitios eriazos y quebradas (clasificación 2). Un 19% incluye plazas y canchas (clasificación 5), destacadas por su utilidad para la recreación y potencial uso como refugios temporales. El 11% corresponde a escaleras y otros usos moderadamente favorables (clasifica-

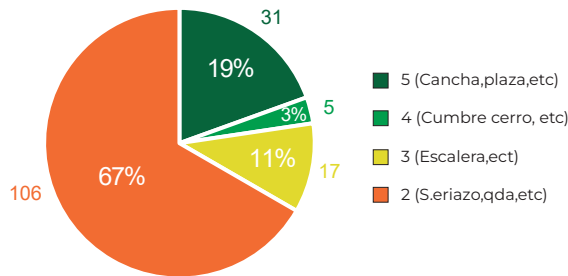


Figura 69. Gráfico circular resultados Uso principal.
Fuente: Elaboración propia.

ción 3), mientras que el 3% pertenece a usos menos habituales, como cumbres de cerros (clasificación 4). No hay espacios en la categoría más desfavorable (clasificación 1). Se resalta la necesidad de intervenir en terrenos desaprovechados, transformándolos en espacios seguros y funcionales para emergencias.

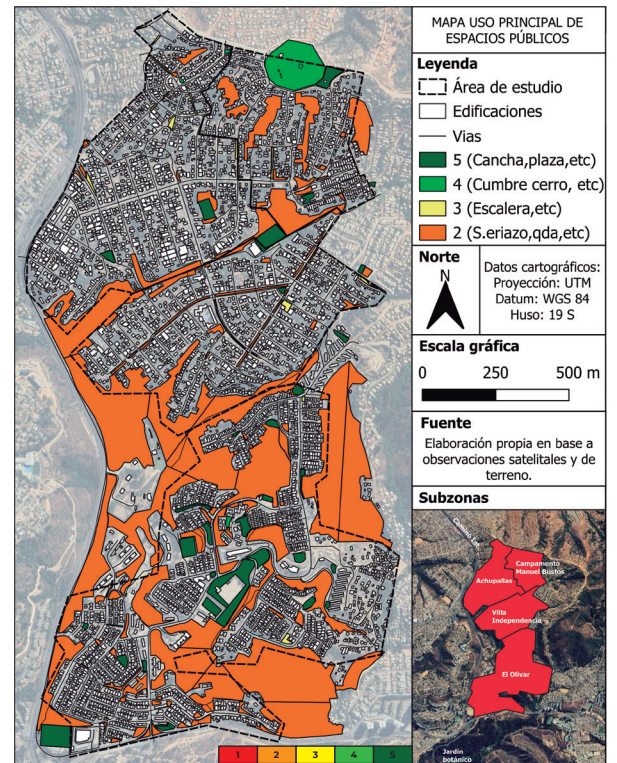


Figura 70. Mapa variable de Uso principal de espacios públicos.
Fuente: Elaboración propia.

3) Superficie: Los resultados de la variable de superficie revelan que el 88% de los espacios públicos en el área de estudio tienen una superficie menor a 1,2 hectáreas (hás), lo que indica que la mayoría de los espacios son pequeños. El 5% se encuentran en el rango de 2,4-3,5 hás, un 4% en el rango de 1,2-2,4 hás, y un 2% en superficies superiores a 4,7 hás. Solo el 1% de los espacios tiene una superficie entre 3,5-4,7 hás.

La predominancia de espacios pequeños limita su potencial para ofrecer una gran flexibilidad en su uso. Los espacios de mayor superficie, como los sitios eriazos y quebradas, aunque extensos, presentan retos en cuanto a su aprovechamiento, debido a su falta de infraestructura o accesi-

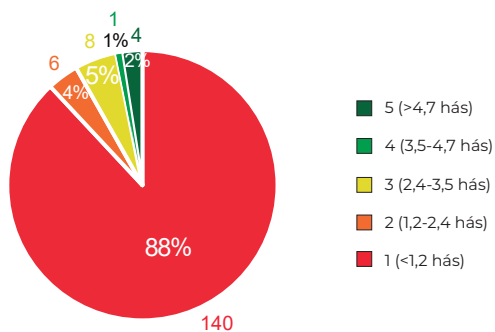


Figura 71. Gráfico circular resultados Superficies.
Fuente: Elaboración propia.

bilidad. Por lo tanto, es importante explorar maneras de optimizar el uso de estos terrenos más grandes, así como mejorar la funcionalidad de los espacios más pequeños para que puedan ser más útiles en diversas situaciones.

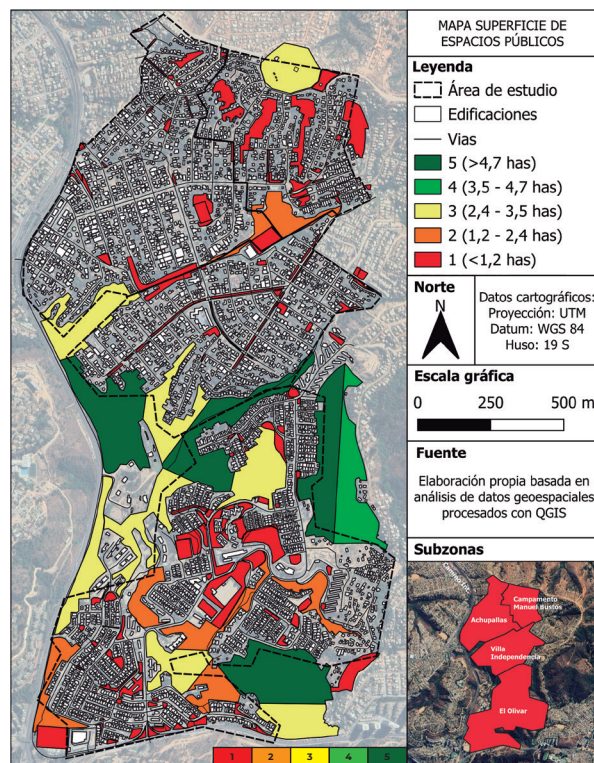


Figura 72. Mapa variable de Superficies de espacios públicos.
Fuente: Elaboración propia.

4) Cantidad de edificaciones cercanas: Los resultados muestran que el 30% de los espacios están rodeados por menos de 543 edificaciones, el 29% tienen entre 978 y 1.195 edificaciones cercanas, el 18% entre 543 y 760 edificaciones, el 13% entre 760 y 978 edificaciones, y el 10% cuentan con más de 1.195 edificaciones en un radio de 400 metros.

En las zonas altas del área de estudio, como Achupallas, Campamento Manuel Bustos y Villa Independencia, se concentran más edificaciones, pero los espacios públicos son menos y más pequeños. En cambio, en la parte baja, como El Olivar, hay menos edificaciones cercanas, pero más espacios públicos y de mayor tamaño. Estas diferencias muestran

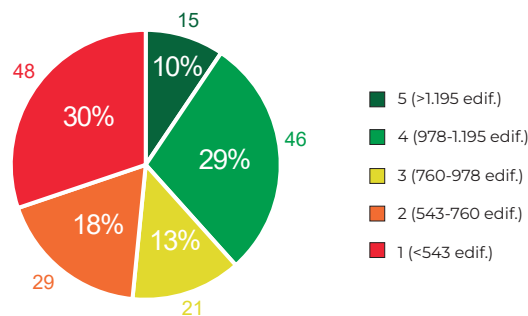


Figura 73. Gráfico circular resultados Cantidad de edificaciones cercanas.

Fuente: Elaboración propia.

cómo la densidad de edificaciones y la disponibilidad de espacios públicos varían según las características de cada sector. En las zonas altas, con mayor densidad de edificaciones, enfrenta el desafío de contar con espacios públicos más pequeños y escasos. En cambio, las zonas bajas, con menor densidad poblacional,

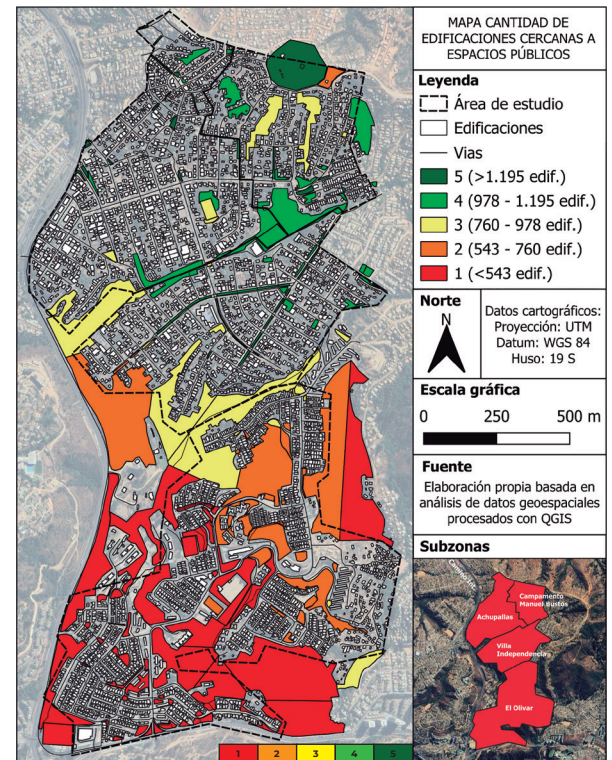


Figura 74. Mapa variable de Cantidad de edificaciones cercanas a espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

pueden aprovechar mejor los espacios públicos más amplios. Esto resalta la necesidad de estrategias adaptadas a las características específicas de cada área.

5) Vegetación: Los resultados muestran que el 32% de los espacios públicos presentan vegetación escasa, el 23% no poseen vegetación, el 18% cuentan con vegetación abundante, el 11% con mucha vegetación, y el 16% una cobertura moderada.

La predominancia de espacios con poca o ninguna vegetación (55%) es favorable en términos de seguridad ante incendios, ya que estos espacios ofrecen menor carga combustible y, por lo tanto, un riesgo reducido de propagación en caso de fuego. Sin

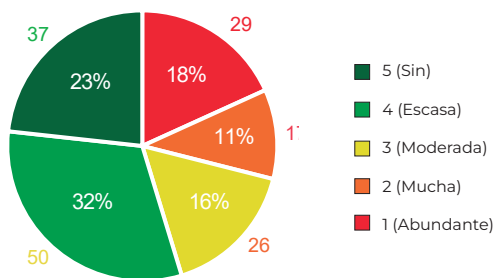


Figura 75. Gráfico circular resultados Vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

embargo, el 29% de los espacios que cuentan con vegetación abundante o mucha representan una vulnerabilidad debido al riesgo de combustión, especialmente si la vegetación no cuenta con un mantenimiento adecuado.

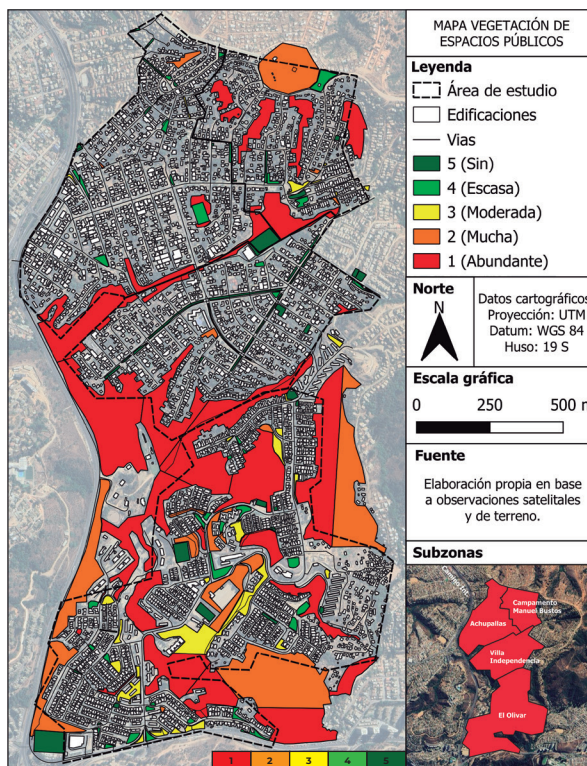


Figura 76. Mapa de variable Vegetación de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.1.3 Grupo 3: Capacidad de respuesta

1) **Mantenición:** Los resultados muestran que el 75% de los espacios públicos no contaban con mantención, mientras que el 25% sí presentaban algún grado de mantenimiento.

La falta de mantención en la mayoría de estos espacios evidencia una vulnerabilidad relevante, especialmente en contextos de riesgo como los incendios forestales. La ausencia de intervenciones regulares aumenta la acumulación de material inflamable, como vegetación seca, que eleva el riesgo de propagación del fuego y dificulta su contención. Además, los espacios sin mantención pueden resultar menos seguros y menos

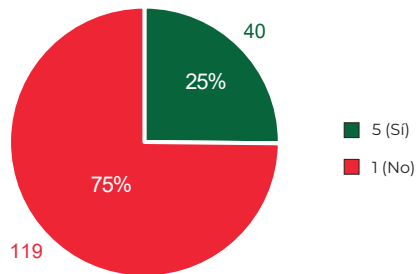


Figura 77. Gráfico circular resultados Mantención.
Fuente: Elaboración propia.

atractivos para la comunidad, limitando su funcionalidad y capacidad de uso.

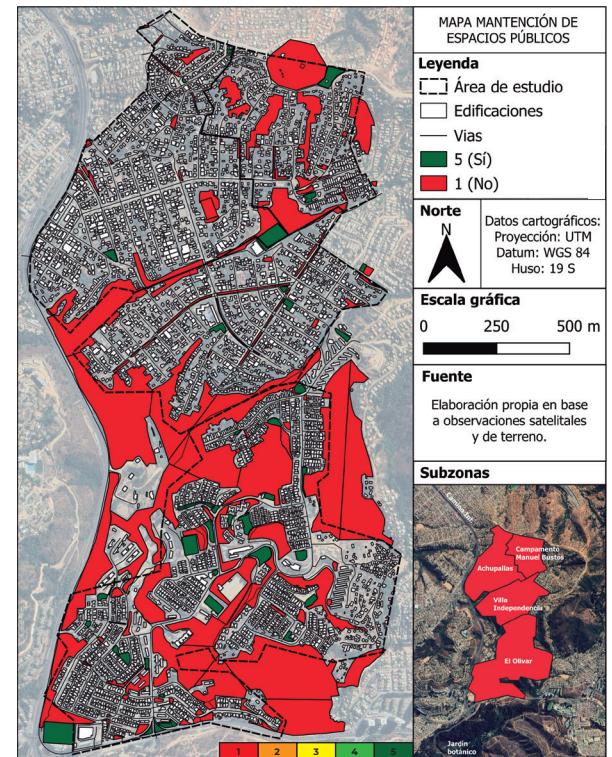


Figura 78. Mapa de variable Mantención de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

2) Accesibilidad: Los resultados indican que el 94% de los espacios públicos son accesibles, mientras que un 6% presenta dificultades de acceso.

Esta alta proporción de espacios accesibles representa una ventaja significativa para su uso como refugios temporales durante emergencias, ya que facilita la entrada rápida y segura de personas. La accesibilidad en estos espacios puede ser un factor decisivo en situaciones de evacuación y asistencia inmediata. Sin embargo, el pequeño porcentaje de espacios con acceso limitado resalta una necesidad crítica de intervención, especialmente en áreas vulnerables a incendios forestales, donde una evacuación ágil es esencial. Mejorar la accesibilidad en estos esp-

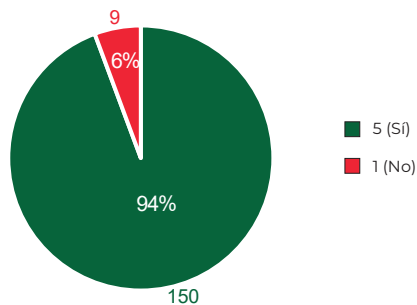


Figura 79. Gráfico circular resultados Accesibilidad.
Fuente: Elaboración propia.

cios contribuiría a fortalecer la resiliencia de la comunidad, asegurando que todos los refugios potenciales sean funcionales y estén disponibles en caso de emergencia.

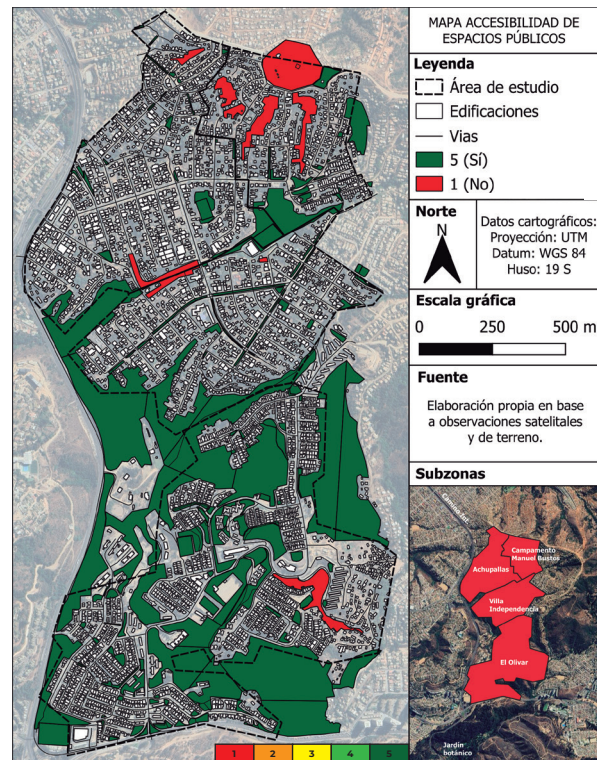


Figura 80. Mapa de variable Accesibilidad de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

3) Tipo de cierre: Los resultados indican que el 76% de los espacios públicos no cuentan con ningún tipo de cierre, el 14% tiene un cierre total, y el 10% presenta un cierre parcial.

La predominancia de espacios abiertos (sin cierre) favorece la accesibilidad inmediata, lo que es ideal para su uso público, ya que permite el ingreso libre y rápido de la comunidad. Estos espacios son especialmente valiosos en contextos que requieren movilización ágil y acceso sin restricciones. Por otro lado, los espacios con cierre total, aunque menos comunes, podrían brindar mayor seguridad y control de acceso, pero limitan su funcionalidad como puntos de reunión inmediata. El porcentaje menor de cierres parciales refleja una menor

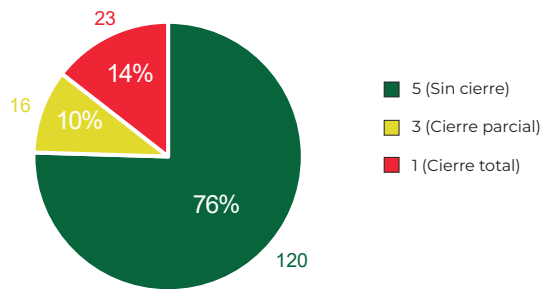


Figura 81. Gráfico circular resultados Tipo de cierre.
Fuente: Elaboración propia.

tendencia a delimitar parcialmente los espacios, lo que puede ser beneficioso para mantener la conexión visual y la percepción de apertura, pero con una ligera barrera que podría restringir el movimiento en situaciones de urgencia.

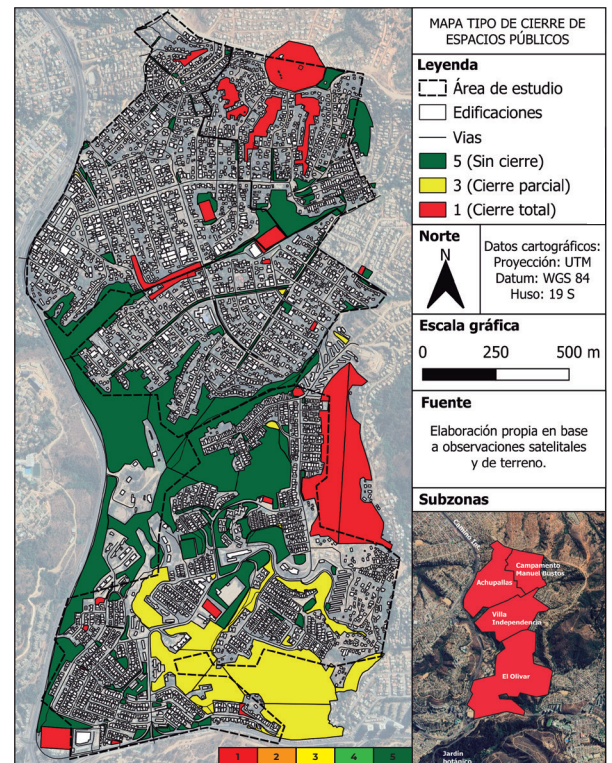
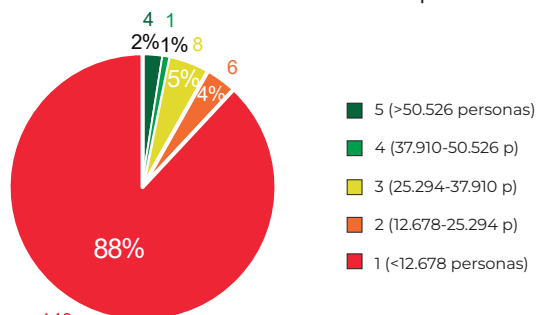


Figura 82. Mapa de variable Tipo de cierre de espacios públicos.
Fuente: Elaboración propia.

4) Capacidad máxima de personas:

Los resultados revelan que el 88% de los espacios públicos tienen capacidad para menos de 12.678 personas, el 5% pueden albergar entre 25.294 y 37.910 personas, el 4% entre 12.678 y 25.294 personas, el 2% más de 50.526 personas y solo el 1% entre 37.910 y 50.526 personas.

La alta proporción de espacios con menor capacidad refleja las limitaciones de los espacios públicos más pequeños, los cuales pueden no ser suficientes en contextos de alta demanda, como emergencias. En contraste, los pocos espacios con mayor capacidad destacan como recursos clave para acoger a grandes grupos de personas en situaciones críticas. Esto enfatiza la importancia



140
Figura 83. Gráfico circular resultados Capacidad máxima de personas.

Fuente: Elaboración propia.

de priorizar mejoras en los espacios más pequeños y asegurar que aquellos con mayor capacidad sean plenamente accesibles y adecuados para cumplir su rol en la gestión de emergencias.

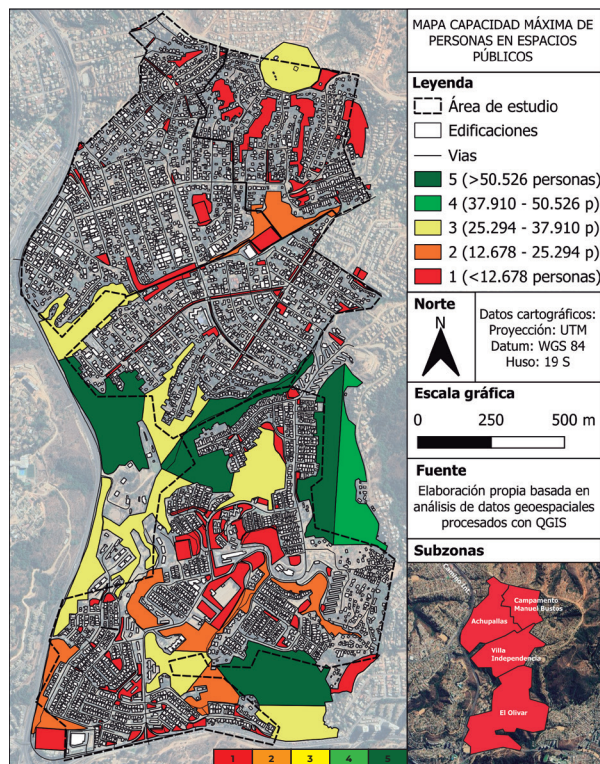


Figura 84. Mapa de variable Vegetación de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Análisis de resultados del índice de riesgo

El análisis del índice de riesgo de los espacios públicos, medido en una escala de 1 a 5 donde 1 representa condiciones menos favorables y 5 las más favorables, muestra que la mayoría de los espacios se concentra en el rango intermedio (84% con valores de 3,00 a 3,96). Solo un pequeño porcentaje (3%) alcanza las condiciones más favorables (4,00 a 4,09), mientras que un 13% presenta valores en el rango menos favorable (2,22 a 2,98).

Estos resultados destacan una red de espacios públicos mayoritariamente aceptable para su utilización como refugios temporales, aunque con importantes áreas de mejora. Los espacios clasificados en los rangos menos favorables podrían enfrentar

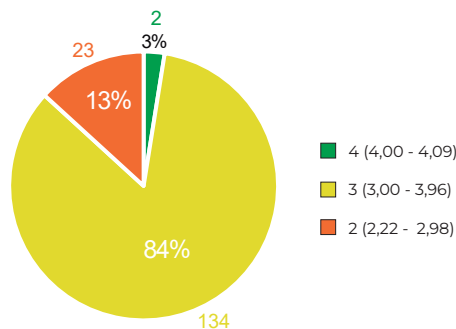


Figura 85. Gráfico circular resultados índice de riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

desafíos significativos, como menor capacidad de respuesta o condiciones físicas limitadas. Por otro lado, los espacios más favorables representan puntos clave para la gestión de emergencias, pero su escasez subraya la necesidad de fortalecer las condiciones de los espacios en los rangos intermedios y bajos.

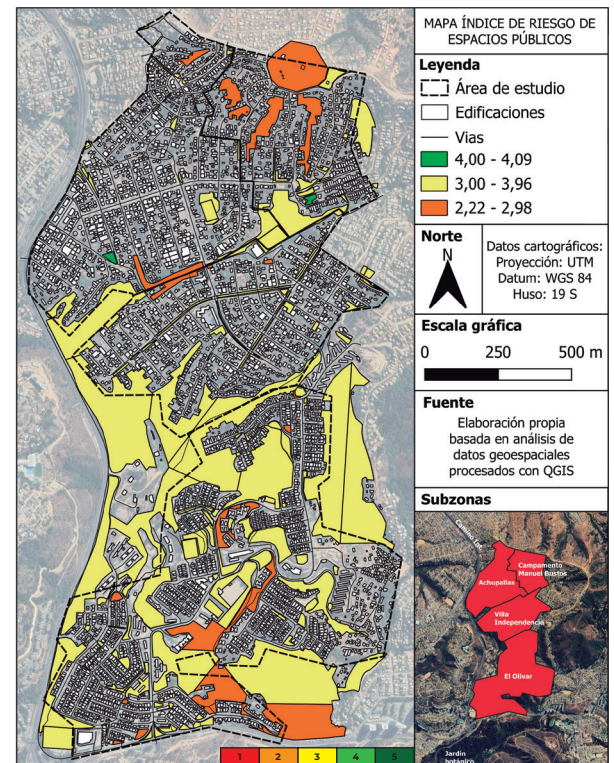


Figura 86. Mapa de índice de riesgo de espacios públicos.
Fuente: Elaboración propia.



Capítulo 7: Discusión

7.1. Interpretación de los resultados

La presente tesis presenta importantes hallazgos acerca de la capacidad de los espacios públicos como instrumentos de respuesta ante emergencias en el contexto de los incendios forestales ocurridos en Vina del Mar en febrero de 2024. A través de un análisis multicriterio, se identificaron 12 variables fundamentales que incluyen características físicas, accesibilidad, capacidad de refugio y condiciones ambientales. Este análisis permitió detectar tanto fortalezas como limitaciones en los espacios públicos estudiados.

Este análisis permitió identificar 2 espacios públicos que se clasifican en el rango 4 del índice de riesgo, siendo estos los mejores preparados para responder ante una emergencia en el área de estudio. A continuación, se presenta un desglose de los resultados individuales de cada variable evaluada para comprender qué características los hacen más adecuados en comparación con el resto.

Ubicación: Achupallas

Resultados por variable:

Amenaza:

1. Orientación: 5 (Sur)
2. Elevación: 4 (245 mts)
3. Pendiente: 5 (3,4°)

Total: 4,7

Exposición:

1. Tipos: 5 (Consolidado)
2. Uso principal: 5 (Plaza)
3. Superficie: 1 (0,1 hás/1.015 m2)
4. Cant. edif. cercanas: 3 (807 edif.)
5. Vegetación: 4 (Escasa)

Total: 3,6

Capacidad de respuesta:

1. Mantenimiento: 5 (Sí)
2. Accesibilidad: 5 (Sí)
3. Tipo de cierre: 5 (Sin cierre)
4. Cap. de personas: 1 (1.091 personas)

Total: 4

Índice de riesgo: 4,2



Figura 87. Plaza en Achupallas en categoría 4.

Fuente: Google Street View.

Revisando los resultados por variable, en el grupo de **Amenaza**, los resultados son sobresalientes, lo cual es crucial dado que las variables de este grupo, si son desfavorables, pueden aumentar la probabilidad de un evento peligroso.

En cuanto al grupo de **Exposición**, los resultados se encuentran en un punto intermedio. Las variables de superficie y cantidad de edificaciones cercanas obtuvieron valores algo bajos, lo cual se explica porque no son editables, ya que dependen de factores externos no modificables. Además, estos fueron bajos porque en el análisis se está haciendo una comparación entre todos los espacios públicos del área de estudio, muchos de los cuales son significativamente más grandes o tienen un mayor número de edificaciones cercanas.

Por último, en el grupo de **Capacidad de respuesta**, solo 1 variable presentó un valor muy bajo. Sin embargo, al igual que el caso anterior, esta variable no es editable, por lo que no se puede mejorar ya que depende de factores externos. Su puntuación más

baja se debe también a la comparación relativa con otros espacios públicos del área. A pesar de ello, el hecho de que pueda albergar mil personas sigue siendo una capacidad destacable y valiosa.

El resultado del índice de riesgo, calculado a partir del promedio de los 3 grupos de variables, es de 4,1. Este resultado destaca al espacio público como una opción altamente favorable y adecuado para responder ante emergencias.

En el caso del segundo espacio público, que también se clasifica en la categoría 4 del índice de riesgo, los resultados son los siguientes:

Ubicación: Campamento Manuel Bustos

Resultados por variable:

Amenaza:

1. Orientación: 5 (Sur)
2. Elevación: 4 (277 mts)
3. Pendiente: 5 (1,2°)

Total: 4,7

Exposición:

1. Tipos: 3 (Semi-consolidado)
2. Uso principal: 5 (Plaza)
3. Superficie: 1 (0,09 hás/866,9 m²)
4. Cant. edif. cercanas: 4 (1.093 edif.)
5. Vegetación: 4 (Escasa)

Total: 3,4

Capacidad de respuesta:

1. Mantenimiento: 5 (Sí)
2. Accesibilidad: 5 (Sí)
3. Tipo de cierre: 5 (Sin cierre)
4. Cap. de personas: 1 (932 personas)

Total: 4

Índice de riesgo: 4,0



Figura 88. Plaza en el Campamento Manuel Bustos en categoría 4.

Fuente: Google Street View.

Al igual que en el caso anterior, los resultados del grupo de **Amenaza** son sobresalientes, por lo que este espacio es una opción altamente favorable para enfrentar incendios

forestales. Su configuración incluso podría permitir que funcione como un cortafuego natural, ayudando a limitar la propagación del fuego en situaciones de emergencia.

En el grupo de **Exposición**, aunque este espacio se clasifica como semi-consolidado, o sea no es totalmente oficial, logra un puntaje intermedio gracias a resultados favorables en variables como vegetación y cantidad de edificaciones cercanas. Sin embargo, presenta valores bajos en superficie, pero esta no es posible modificarla para mejorarla, ya que no es posible ampliar el tamaño físico del espacio.

Finalmente, en el grupo de **Capacidad de respuesta**, al igual que en el caso anterior, solo 1 variable presenta un valor bajo. Sin embargo, la capacidad de albergar hasta 932 personas es significativa y destaca como un punto positivo.

El resultado del índice de riesgo, es de 4. Este resultado, y los resultados individuales de cada variable, refuerza que el espacio está adecuadamen-

te preparado para responder ante un evento peligroso, demostrando su utilidad en situaciones de emergencia.

En cuanto a el resto de espacios públicos, un hallazgo relevante es que la mayoría de los espacios se clasifica en el rango medio del índice de riesgo, con valores entre 3,00 y 3,96. Esto sugiere que, aunque estos espacios tienen características aceptables, no logran alcanzar el nivel más óptimo para responder a emergencias. Esto demuestra la necesidad de intervenir en estos espacios para mejorar su capacidad de respuesta, especialmente en zonas densamente pobladas como Achupallas y el Campamento Manuel Bustos, donde la escasez de espacios públicos grandes plantea un desafío adicional.

Por eso es importante identificar los factores que puedan ser editables y mejorables para mejorar las variables que presentaron resultados desfavorables, permitiendo que los espacios clasificados en estado intermedio puedan mejorar.

Entre estas variables destaca la de **Tipos**, donde la mayoría de los espacios se clasifican como no consolidados, es decir, no oficiales. Solo el 15% corresponde a espacios consolidado u oficiales, distribuidos de manera desigual: 3 en Achupallas (2 canchas y 1 plaza), 0 en el Campamento Manuel Bustos, 3 en Villa Independencia (1 cancha y 2 plazas) y 16 en El Olivar (incluyendo 3 canchas, 7 plazas y parques, entre otros).

Otra variable crítica es la de **Uso principal**, ya que la mayoría de los espacios se identifican con usos informales, como sitios eriazos y quebradas. Estos, al no tener un uso definido, suelen estar descuidados y son especialmente vulnerables a incendios. Es importante intervenir en estos espacios desaprovechados, transformándolos en lugares seguros y funcionales para reducir riesgos.

En cuanto a la **Vegetación**, aunque más de la mitad de los espacios (55%) tiene poca o ninguna vegetación, aún existe un porcentaje considerable con vegetación abundante que aumenta el riesgo como material

combustible. Esto es especialmente preocupante en las quebradas, que, debido a su tamaño, inclinación y vegetación densa, son vulnerables ante incendios. El trabajo adecuado de la vegetación en estos espacios es determinante.

La **Mantención** también es importante de considerar, ya que la mayoría de los espacios carecían de mantenimiento antes del incendio, presentando vegetación descontrolada y basura acumulada, ambos potenciales como material combustible al fuego. Aplicar planes de mantenimiento regular puede mejorar significativamente la seguridad y utilidad a estos espacios.

Por último, la variable de **Tipo de cierre** merece atención. Aunque predominan los espacios sin cierre perimetral, una cantidad considerable presenta barreras que dificultan el libre acceso, como canchas o quebradas. Dado que la accesibilidad es esencial para la comunidad en emergencias, es necesario trabajar en la eliminación de obstáculos en estos espacios.

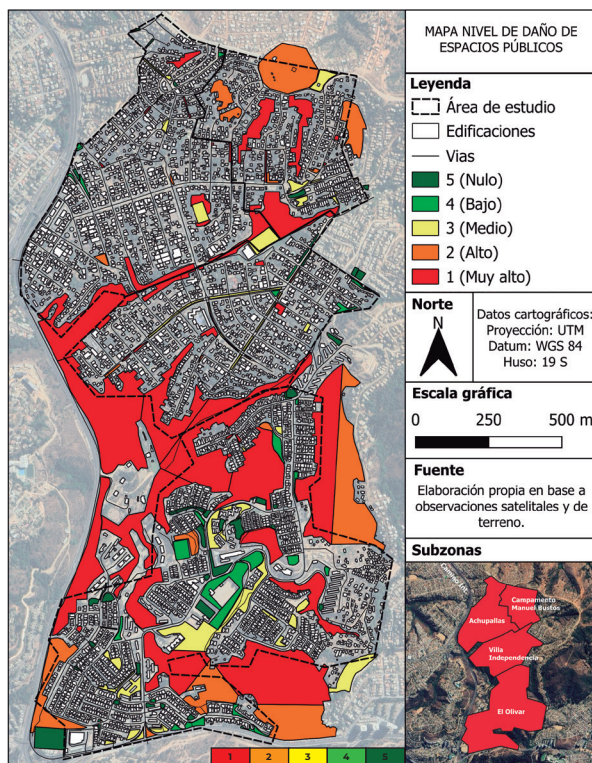


Figura 89. Mapa de Nivel de daño de espacios públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Revisando el nivel de daño de los espacios públicos después del incendio, se puede observar una predominancia de niveles alto (2) y muy alto (1), especialmente en los espacios de mayor tamaño como las quebradas. Estas zonas, debido a su vegetación densa y gran tamaño, probablemente aportaron a la propagación del incen

dio forestal. Esto fortalece la necesidad de gestionar adecuadamente estos espacios, implementando medidas para mitigar su vulneración y aumentar su capacidad para actuar como un instrumento de respuesta ante emergencias. Además, en el mapa de concentración de daño elaborado por CIGIDEN, se identificó que la mayor cantidad de víctimas se

registró en el centro, rodeado por quebradas, quedando “encerrado” por el avance del fuego, lo que complicó la evacuación y la capacidad de respuesta de los espacios públicos en esa zona. Este hallazgo recalca la importancia de no solo mejorar la gestión de espacios públicos individuales, sino también de considerar su interacción con el entorno adyacente.

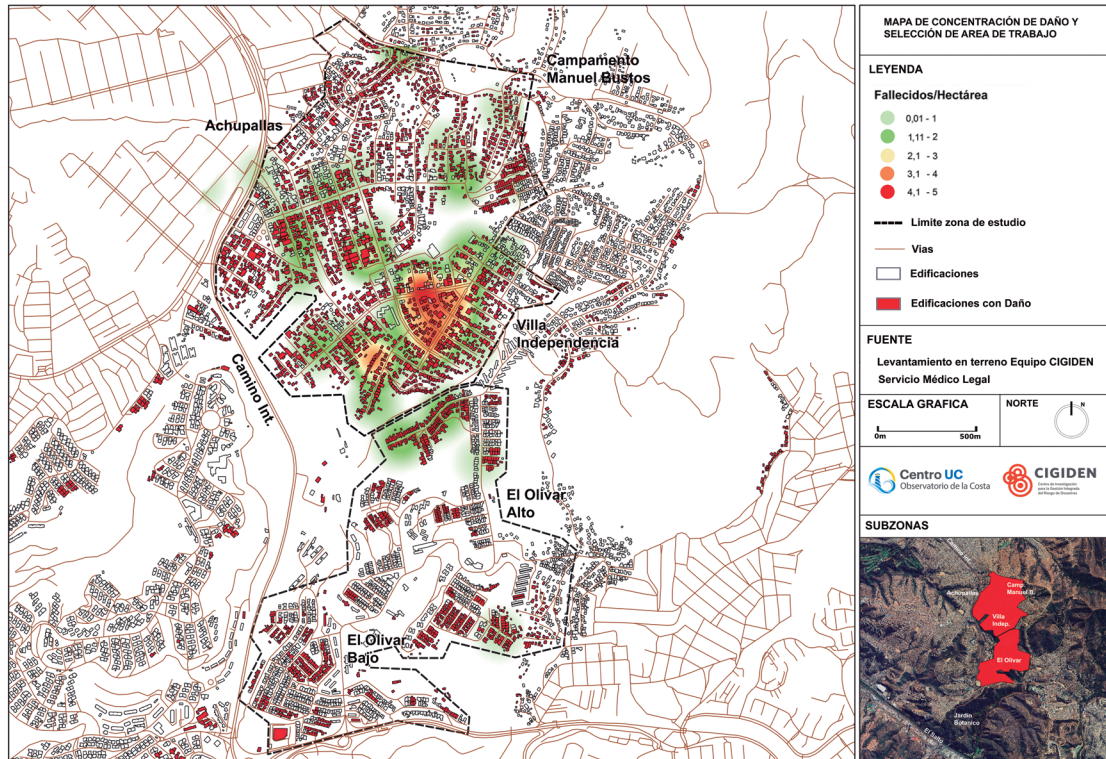


Figura 90. Mapa de concentración de daño área de estudio.

Fuente: 2° informe de daños de CIGIDEN.

7.2 Propuesta de estándar

Es necesario establecer un estándar claro y replicable para poder evaluar la capacidad de respuesta de los espacios públicos en situaciones de emergencia.

La metodología propuesta en esta investigación busca ser un aporte innovador que permita identificar fortalezas y debilidades en estos espacios, con el objetivo de optimizarlos. Este enfoque está diseñado para ser útil y accesible a las entidades responsables de la gestión de los espacios públicos, como municipalidades, organismos estatales y otros actores encargados de planificar y mantener estos lugares. Idealmente, su implementación contribuirá a fortalecer la capacidad de respuesta ante desastres en contextos urbanos.

7.3 Limitaciones del estudio

-Factores externos no considerados directamente: Aunque se analizaron variables relacionadas con las características físicas y funcionales de los espacios públicos, no se incluyeron en detalle otros factores externos, como la dirección y velocidad del viento, la humedad relativa, o las condiciones meteorológicas específicas durante el incendio, que pudieron influir significativamente en el avance del fuego y en el nivel de daño registrado.

-Disponibilidad y precisión de los datos: La información utilizada para evaluar ciertas variables, como los tipos y usos principales de los espacios públicos, proviene de fuentes secundarias o recopilaciones visuales, lo que podría no reflejar completamente las condiciones actuales o históricas de estos espacios.

-Escala de análisis: La investigación se centra en un área específica de Viña del Mar, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos urbanos o regiones con diferentes características socioambientales. Esto restringe la aplicabilidad

directa de las conclusiones fuera del área de estudio.

-Simplificación metodológica: Algunas variables, como la cantidad de edificaciones cercanas, se evaluaron mediante un enfoque simplificado basado únicamente en números absolutos, sin considerar factores adicionales como la densidad poblacional o la conexión de las vías, que también podrían influir en la capacidad de respuesta de los espacios públicos.

-Acciones propuestas no evaluadas: Aunque se sugieren intervenciones y mejoras para fortalecer los espacios públicos, la viabilidad y efectividad de estas acciones no fueron validadas en esta investigación, dejando espacio para exploraciones futuras.



Capítulo 8: Conclusiones

8.1 Resumen de los hallazgos principales

El análisis evidenció que la mayoría de los espacios públicos en el área de estudio se encuentran en un rango de riesgo intermedio, lo que refleja tanto fortalezas como limitaciones. Solo 2 de los 159 espacios evaluados presentaron condiciones óptimas para su uso como refugios temporales. Las principales debilidades detectadas se relacionaron con variables editables como Tipos, Uso principal y Mantenimiento, y variables no editables por depender de factores externos como la Superficie, Cantidad de edificaciones cercanas y la Capacidad máxima de personas. Mientras que factores como la accesibilidad y la ausencia de cierres, entre otros, destacaron como fortalezas importantes.

Estos resultados explican en parte la vulnerabilidad observada en las áreas afectadas por los incendios de febrero de 2024, destacando la necesidad de fortalecer las variables críticas. El número bajo de espacios realmente aptos pone en evidencia que las características evaluadas deben ser optimizadas para reducir el impacto de futuros eventos similares.

8.2 Contribución al campo de estudio

Esta investigación contribuye con un enfoque metodológico replicable, utilizando el análisis multicriterio para evaluar la capacidad de los espacios públicos como refugios temporales frente a incendios forestales. Al integrar variables físicas, de exposición y capacidad de respuesta, se logró un índice de riesgo que permite priorizar acciones y planificación. Este enfoque no solo contribuye al análisis de vulnerabilidad, sino que también ofrece una herramienta práctica para mejorar la resiliencia de áreas urbanas vulnerables en contextos de desastres.

8.3 Recomendaciones para futuras investigaciones

Para poder comprender y mejorar los espacios públicos para que puedan responder de mejor manera ante emergencias, es fundamental profundizar en las variables críticas identificadas en este estudio, como la mantención y tipos junto con el uso principal, ya que estas variables se pueden trabajar y mejorar a futuro. Estudios futuros podrían concentrar-

se en diseñar intervenciones específicas en estas áreas, evaluando, por ejemplo, cómo mejoras en infraestructura, equipamiento básico o cambios en el diseño espacial pueden incrementar significativamente la efectividad de estos espacios en situaciones de emergencia. Asimismo, sería relevante explorar el rol de la vegetación manejada en estos lugares, investigando cómo se puede reducir el riesgo de propagación de incendios sin comprometer los beneficios ambientales que estos espacios ofrecen.

Otra línea de investigación valiosa sería incorporar la percepción comunitaria en los análisis. Comprender cómo las personas perciben y utilizan estos espacios durante emergencias puede ofrecer una perspectiva más completa y permitir la implementación de soluciones que sean tanto funcionales como socialmente aceptadas. Esto podría lograrse mediante encuestas o talleres participativos que identifiquen las preferencias, necesidades y barreras sociales asociadas con el uso de estos espacios como refugios.

Bibliografía

24 Horas - TVN Chile. (2021, Enero 16). El historial de incendio en la región de Valparaíso. Disponible en: Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=D-QlytOHCaJs>

Adam Voiland. (2024, Febrero 13). Incendios descontrolados queman Valparaíso. Ciencia Nasa. Disponible en: <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/incendios-descontrolados-queman-valparaiso/>

Áreas Verdes Minvu INE. Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Centro de Estudios. (2023, Agosto 23). Disponible en: <https://ide.minvu.cl/data-sets/864ec380054143228818c6a4ccb-bf570/explore?location=-33.024557%2C-71.491805%2C14.70>

Brito, A., Poblete, C., Ruz, J. (2020). Metodología para el estudio de factibilidad para nuevas estructuras de evacuación vertical por peligro de tsunami. Universidad central de Chile

CDT. (2024, Marzo 6). Reconstrucción sector El Olivar en Valparaíso: incorporación de vivienda industrializada. CDT. Disponible en: <https://www.cdt.cl/re-construccion-sector-el-olivar-en-valparaiso-incorporacion-de-vivienda-industrializada/>

Decreto Supremo 100, Prohíbe el empleo del fuego para destruir la vegetación en las provincias que se indican durante el periodo que se señala y la quema de neumáticos u otros elementos contaminantes. (1990). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=9216&idVersion=2019-10-04&idParte=>

Decreto Supremo 276, Reglamento sobre roce a fuego. (1980). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=147733&buscar=decreto%2Bsupremo%2B276%2B1980>

Decreto 733, Ministerio del Interior. (1982). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=199611>

Decreto 4363, Ley de Bosques. (1931). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=19422&id-Version=2023-09-06&idParte=>

División de evaluación social de inversiones. (2022, Marzo). Metodología complementaria para la evaluación de riesgo de desastres en proyectos de infraestructura pública. Sistema nacional de inversiones, Gobierno de Chile

El Olivar (Viña del Mar). (2024). Wikipedia. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/El_Olivar_\(Vi%C3%B1a_del_Mar\)](https://es.wikipedia.org/wiki/El_Olivar_(Vi%C3%B1a_del_Mar))

FEMA, F. (2008). Guidelines for design of structures for vertical evacuation from tsunamis. Federal Emergency Management Agency, Washington, DC

Fire Danger Ratings have changed. (2022, Septiembre 23). Department of Fire & Emergency Services. Disponible en: <https://news.dfes.wa.gov.au/media-releases-feature-stories/fire-danger-ratings-have-changed/>

Gabriela Azócar. (2023, Enero 30). Análisis (CR)2 | Riesgo de incendios forestales: factores asociados. CR2. Disponible en: <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-riesgo-de-incendios-forestales-factores-asociados/>

González, E., Estrada, M., Narváez, C. (2024, Febrero 11). La huida infernal de los habitantes de Villa Independencia. Latercera. Disponible en: <https://www.latercera.com/la-tercera-domingo/noticia/la-huida-infernal-de-los-habitantes-de-villa-independencia/PQHN6YNHVZF7VCN4TDKTALETXY/#>

IberCultura. (2017). Centro Cultural y Colectivo Teatral La Mandrágora: una ventana a otro mundo. IBERCULTURAVIVA. Disponible en: https://ibercultura-viva.org/portfolio/centro-cultural-y-colectivo-teatral-la-mandragora-una-ventana-a-otro-mundo/?lang=es&fbclid=IwY2xjawGbg4hleHRuA2FlbQIxMQABHQqr4ouDjhEtTWZecz4hi_BU9lCJLeIsBEmQRiWBBBvCB1hoMSAzZKuuVg_aem_QCjPKGjsWvrCCIh70T1LdA

Incendios forestales en California de noviembre de 2008. (2024, Junio 19). Wikipedia. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Incendios_forestales_en_California_de_noviembre_de_2008

INE. (2019). Catastro de áreas verdes. Mejor acceso a servicios y equipamientos públicos básicos. Disponible en: <https://insights.arcgis.com/#/embed/0f6ca3d-dcba347b999042e8231d0a901>

Javiera Toro, Ministra de Desarrollo Social y Familia. (2024). Plan de reconstrucción incendios Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana, Región de Valparaíso. Gobierno de Chile.

José Ignacio Araya. (2024, Febrero 9). Las medidas que se han tomado en el mundo luego de catastróficos incendios forestales. La Tercera. Disponible en: <https://www.latercera.com/la-tercera-sabado/noticia/las-medidas-que-se-han-tomado-en-el-mundo-luego-de-catastroficos-incendios-forestales/C6SQU3OEJZB3ZNJU5WST7LRVQI/#>

Julie Cart. (2021, Julio 30). California bajo fuego en 2020: Las cifras de los incendios forestales. CalMatters. Disponible en: <https://calmatters.org/cal-matters-en-espanol/2021/07/california-bajo-fuego-en-2020-las-cifras-de-los-incendios-forestales/#:~:text=15%20y%2031,de%2015%20de%20esas%20personas.>

Kimutai, J., Carrasco-Escaff, T., Garreaud, R. D., Zachariah, M., Barnes, C., Libonati, R., Keeping, T., Villarroel Jiménez, C., Muñoz Bravo, F., Boisier, J. P., Santos Vega, M., Vahlberg, M., Sengupta, S., Otto, F., Clarke, B., Munoz, A., Rojas Corradi, M., Mistry, M., Philip, S., & Kew, S. (2024, Febrero 21). Despite known coastal cooling trend, risk of deadly wildfires in central Chile increasing with changing land management in a warming climate. World Weather Attribution. Disponible en: <https://www.worldweatherattribution.org/despite-known-coastal-cooling-trend-risk-of-deadly-wildfires-in-central-chile-increasing-with-changing-land-management-in-a-warming-climate/>

León, J., Zamora, N., Castro, S., Jünemann, R., Gubler, A., Cienfuegos, R. (2019, Julio). Evacuación vertical como medida de mitigación del riesgo de tsunamis en Chile. CIGIDEN

Ley 20.283, Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. (2008, Julio 11). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894>

Ley 20.564, Establece ley marco de los bomberos de Chile. (2012, Enero 28). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1036936>

Ley 20.653, Aumenta las sanciones a responsables de incendios forestales. (2013, Enero 29). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1048554>

Ley 20.908, Modifica ley de Concesiones de obras públicas, para eximir del pago de peaje a los vehículos de emergencia durante el ejercicio de sus funciones. (2016, Abril 8). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1089564>

Ley 21.364, Establece el sistema nacional de prevención y respuesta ante desastres, sustituye la oficina nacional de emergencia por el servicio nacional de prevención y respuesta ante desastres. (2021, Julio 27). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163423>

Marcelo Contreras. (2024, Febrero 10). Megaincendio en Viña del Mar: historia, fuego y resurrección de la población El Olivar. The Clinic. Disponible en: <https://www.theclinic.cl/2024/02/10/megaincendio-en-vi-na-del-mar-historia-fuego-y-resurreccion-de-la-poblacion-el-olivar/>

Mardones, M., Vidal, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción.

María José Herмосilla. (2019, Diciembre 25). Los siete incendios forestales que han asolado a Valparaíso desde 2013 a la fecha. Emol. Disponible en: <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2019/12/25/971464/Incendios-Forestales-Valparaiso.html><https://www.emol.com/noticias/Nacional/2019/12/25/971464/Incendios-Forestales-Valparaiso.html>

Marín, J., Vildósola, L. (2013). APRENDIENDO CON NUESTRA HISTORIA. Disponible en: <https://www.cidpa.cl/wp-content/uploads/2013/05/2.4-Jorge.pdf>

NSW Rural Fire Service. (n.d.). Neighbourhood Safer Places. Disponible en: <https://www.rfs.nsw.gov.au/plan-and-prepare/neighbourhood-safer-places>

Ocurrencia nacional de incendios forestales según mes, 1985 - 2024. (2024). CONAF. Disponible en: <https://www.conaf.cl/centro-documental/ocurrencia-nacional-de-incendios-forestales-segun-mes-1985-2023/>

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, EBP, Universidad de Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María y Universidad de Playa Ancha. (2019, Septiembre 10). "PROGRAMA DE RESILIENCIA CLIMÁTICA PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE VALPARAÍSO" Estudios del índice de vulnerabilidad y riesgo de territorio del área metropolitana de Valparaíso al cambio climático e identificación de las respectivas medidas de adaptación. PUCV Sostenible. Disponible en: <https://sosteniblepucv.cl/noticias/estudio-interuniversitario-informa-sobre-amenazas-del-cambio-climatico-para-el-area-metropolitana-de-valparaiso/>

Randy Román. (2021, Diciembre 23). Asentamientos informales y su influencia en el riesgo de incendios forestales: Caso de Viña del Mar. Tesis de máster en Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1_YlonLhyc_4vxXTdI8jdrHdXXpdYGtCU/view

Real Academia Española. (n.d.). Espacio. En Diccionario de la lengua española (23.ª ed.). Disponible en: <https://dle.rae.es/espacio?m=form>

Real Academia Española. (n.d.). Público. En Diccionario de la lengua española (23.ª ed.). Disponible en: <https://dle.rae.es/p%C3%BAblico?m=form>

Riotinto 2004: Dieciséis años de un incendio que empobreció a toda una comarca. (2020, Julio 27). Diario de huelva. Disponible en: <https://www.diario-dehuelva.es/articulo/provincia/incendio-riotinto-fuegosnuncamas/20200727134014193356.html>

Salazar, Á., Thatcher, M., Goubanova, K., Bernal, P., Gutiérrez, J., & Squeo, F. (2023, Junio 1). CMIP6 precipitation and temperature projections for Chile. IEB Chile. Disponible en: <https://ieb-chile.cl/wp-content/uploads/2024/01/s00382-023-07034-9-1.pdf>

Servicio de vivienda y urbanización de Valparaíso. (2016). Campamento Manuel Bustos Situación Territorial y Urbanística. SERVIU. Disponible en: https://serviuvalparaiso.minvu.gob.cl/wp-content/files_mf/1519396319AnalisisTerritorialCampamentoManuelBustos.pdf

Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2011, Abril). Plan de Ordenamiento Territorial: Contenido y Procedimientos. Subdere. Disponible en: https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/articulos-83896_recurso_1_1.pdf

Temporada de incendios forestales de Australia 2019-2020. (2024, Enero 27). Wikipedia. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Temporada_de_incendios_forestales_de_Australia_2019-2020

Tom Burton. (2022, Julio 18). National fire warning overhaul highlights dangers. Financial Review. Disponible en: <https://www.afr.com/politics/federal/national-fire-warning-overhaul-highlights-dangers-20220718-p5b2f5>