

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



Análisis del riesgo de incendio forestal en San Juan Bautista, Archipiélago de Juan Fernández

Memoria de título

Para optar al título de geógrafo

Esta memoria de título se realizó en el marco del FONDECYT Regular N° 1230837. Environmental History Of The Juan 2 Fernández Archipiélago, XVII-XX Centuries

Estudiante: Alexander Arturo Davidovich Barra

Profesora Guía: Edilia Jaque Castillo

Dr. © Francisco Castro Venegas

Ciudad Universitaria, Concepción, marzo 2025



AGRADECIMIENTOS

Aprovecho esta instancia para agradecer profundamente a quienes estuvieron presentes de una u otra forma a lo largo de estos 5 años de carrera universitaria.

A mis padres y mis hermanos, quienes estuvieron a mi lado y me apoyaron incondicionalmente desde el primer día en el que decidí estudiar Geografía.

A mi pareja Giuliana, siendo mi principal sostén emocional, apañándome en cada uno de mis buenos y malos momentos, dándome ánimos y no dejando que me rindiera cuando las cosas se ponían difíciles.

A mi tío Rodrigo, por ser mi referente en la geografía y ayudarme cuándo lo he necesitado.

A mis amigos Tomás, Isidora, Florencia y Matías, quienes creyeron en mí y estuvieron a mi lado desde el principio.

A mis amigos de la universidad, con los que vivimos gran parte de este proceso universitario con tantas risas y anécdotas.

A Danilo, por ser mi partner número uno en la carrera

A mi profe guía y cada uno de los docentes y funcionarios de la facultad.

A mi querida y hermosa isla de Robinson Crusoe y sus habitantes, los que me recibieron con los brazos abiertos y fueron de gran ayuda para mi investigación. En especial Hilda, quien me abrió las puertas de su hogar y me ayudó desde que nos conocimos en el barco camino a la isla hasta meses después de mi viaje.

Volveré.



Índice

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:.....	14
1.3 HIPÓTESIS.....	15
1.4 OBJETIVOS:.....	15
1.4.1 <i>Objetivo general:</i>	15
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 RIESGO	16
2.2 RIESGO DE DESASTRE	17
2.3 AMENAZAS	19
2.4 VULNERABILIDAD	20
2.5 EXPOSICIÓN	21
2.6 CAMBIO CLIMÁTICO.....	22
2.7 RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES	23
2.8 GOBERNANZA DEL RIESGO.....	26
2.9 INTERFAZ URBANO-FORESTAL	27
2.10 ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	29
3. METODOLOGÍA.....	30
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	30
3.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	30
3.3 <i>Materiales y métodos.</i>	38
3.3.1 <i>Amenaza de incendios forestales.</i>	38
3.3.2 <i>Susceptibilidad de la cobertura vegetal.</i>	39
3.3.3 <i>Factores climáticos</i>	44
3.3.4 <i>Factor relieve</i>	47
3.3.5 <i>Factor histórico</i>	47
3.3.6 <i>Factor accesibilidad</i>	48
3.3.7 <i>Ponderación final amenaza de incendios forestales</i>	49
3.4 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ANTE EL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES.....	49
3.5 RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES	52
3.6 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.....	52
3.7 ENTREVISTAS.....	53
4. RESULTADOS	55
4.1 AMENAZA DE INCENDIOS FORESTALES.....	55
4.1.1 <i>Factor susceptibilidad de la cobertura vegetal</i>	55
4.1.2 <i>Factor clima</i>	63
4.1.3 <i>Factor Relieve</i>	66
4.1.4 <i>Factor Histórico</i>	68
4.1.5 <i>Factor Accesibilidad</i>	69
4.1.6 <i>Mapa de amenaza de incendios forestales</i>	70
4.2 VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN.....	73
4.2.1 <i>Vulnerabilidad final ante incendios forestales</i>	83
4.3 RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES	85
4.4 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.....	87
4.4.1 <i>Plan regulador comunal (PRC)</i>	87
4.4.2 <i>Evaluación ambiental estratégica (EAE)</i>	92
4.4.3 <i>Plan regional de ordenamiento territorial (PROT)</i>	96



4.4.4 Plan de desarrollo comunal (PLADECO)	106
4.5 OTROS DOCUMENTOS CON RELEVANCIA EN INCENDIOS	110
4.5.1 Informe final medición de la capacidad de carga del Archipiélago Juan Fernández	110
4.5.2 Plan de protección contra incendios forestales	114
4.6 ENTREVISTAS	124
5 CONCLUSIONES	131
6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	134
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

Índice de figuras

Figura 1: Relación entre cantidad de incendios y superficie afectada.....	10
Figura 2: Total de incendios forestales en Chile por temporada	11
Figura 3: Porcentaje de vegetación nativa v/s plantaciones forestales por región.	12
Figura 4: a) Número de incendios por región (1965–2014); b) Hectáreas quemadas (1965–2014).....	13
Figura 5: Riesgo como producto de la amenaza, exposición y vulnerabilidad.....	18
Figura 6: Área de Interfaz Urbano-Forestal isla Robinson Crusoe.....	33
Figura 7: Crecimiento demográfico Juan Fernández.....	35
Figura 8: Registro de incendios forestales en la comuna de Juan Fernández.....	36
Figura 9: Registro y proyección de temperatura en Juan Fernández.....	38
Figura 10: Diseño metodológico para la evaluación de amenaza de incendios Forestales.	39
Figura 11: Cálculo de vulnerabilidad por exposición.....	51
Figura 12: Cobertura vegetal en área de estudio.....	56
Figura 13: Susceptibilidad por tipo de combustible.....	58
Figura 14: Cartografía de Susceptibilidad por duración del combustible	60
Figura 15: Cartografía de susceptibilidad por carga del combustible.....	61
Figura 16: Cartografía susceptibilidad de la cobertura vegetal.....	62
Figura 17: Cartografía clasificación por temperatura promedio anual para el área de interfaz urbano-forestal en un período de 31 años (1993-2023).	63
Figura 18: Cartografía clasificación por precipitación media anual para el área de interfaz urbano-forestal en un período de 31 años (1993-2023).	64
Figura 19: Cartografía clasificación por velocidad del viento.....	65
Figura 20: Cartografía clasificación de pendientes en porcentaje.....	67
Figura 21: Mapa de calor ocurrencia de incendios forestales históricos.....	68
Figura 22: Mapa de accesibilidad red vial.....	69
Figura 23: Mapa final amenaza de incendios forestales.....	71
Figura 24: Distribución porcentual de amenaza de incendios forestales.	72
Figura 25: Mapa vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.	74
Figura 26: Mapa vulnerabilidad por exposición de infraestructura.	77
Figura 27: Mapa de vulnerabilidad por exposición de población según superficie de las entidades.....	79
Figura 28: Mapa vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.	81
Figura 29: Mapa vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos por variable.	82
Figura 30: Mapa final vulnerabilidad por exposición.....	84
Figura 31: Riesgo de incendios forestales para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.....	85
Figura 32: Gráfico distribución porcentual del riesgo de incendios forestales.	86
Figura 33: Estructura metodológica Plan Regional de Ordenamiento Territorial Insular.	97
Figura 34: Clasificación grupos de interés	98
Figura 35: Restricción: Zona transición cortafuego.....	101



Figura 36: Zona transición recreativa con manejo.....	103
Figura 37: Amenazas naturales y antrópicas comuna de Juan Fernández.	105
Figura 38: Riesgo de incendios forestales, isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.....	115
Figura 39: Peligro de incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.....	116
Figura 40: Daño potencial por incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.....	117
Figura 41: Áreas prioritarias para la preservación de incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.....	118
Figura 42: Mapa de vías de evacuación contra posibles incendios forestales.....	121
Figura 43: Plano de camino de Circunvalación.....	122
Figura 44: Pregunta 1: ¿Sabe usted la diferencia entre riesgo natural y riesgo antrópico? ...	125
Figura 45: Pregunta 2: ¿Sabe usted si Juan Fernández cuenta con un plan regulador comunal?	125
Figura 46: ¿De qué año es el plan regulador?.....	126
Figura 47: Pregunta 3: ¿Sabe si Juan Fernández cuenta con un estudio de riesgos?.....	126
Figura 48: ¿Sabe si este contempla los incendios forestales?.....	127
Figura 49: Pregunta 4: ¿Las autoridades los han capacitado ante posibles desastres naturales?	128
Figura 50: Pregunta 5: ¿Sabe usted como debería de evacuar ante un posible incendio forestal?	129

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación según tipo de combustible	41
Tabla 2: Clasificación según duración del combustible.	41
Tabla 3: Calificación según duración del combustible.	42
Tabla 4: Valores de amenaza para NVDI.....	43
Tabla 5: Clasificación por factor temperatura.	45
Tabla 6: Clasificación por factor precipitación.....	46
Tabla 7: Clasificación por factor velocidad del viento	46
Tabla 8: Clasificación por factor relieve.	47
Tabla 9: Clasificación por factor accesibilidad.	48
Tabla 10: Evaluación de vulnerabilidad por exposición.	51
Tabla 11: Distribución de usos de suelo en el área de estudio.	57
Tabla 12: Distribución de categorías por tipo de combustible	59
Tabla 13: Distribución por tiempo del combustible.	60
Tabla 14: Distribución clasificación por velocidad del viento	66
Tabla 15: Distribución clasificación por factor accesibilidad.	70
Tabla 16: Ponderación vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.	73
Tabla 17: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.	74
Tabla 18: Ponderación vulnerabilidad por exposición de infraestructuras.	76
Tabla 19: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de infraestructura	77
Tabla 20: Ponderación vulnerabilidad por exposición de la población.	78
Tabla 21: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de la población.	78
Tabla 22: Ponderación vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.	80
Tabla 23: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.....	80
Tabla 24: Ponderación final vulnerabilidad por exposición para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.	83
Tabla 25: Distribución riesgo de incendio forestal para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.	86



Tabla 26: Criterios de sustentabilidad de los riesgos naturales y causados por el hombre.....	90
Tabla 27: Iniciativas del PLADECO.....	109
Tabla 28: Capacitaciones recibidas por parte de las autoridades.	128



Resumen

Durante las últimas décadas, los incendios forestales se han vuelto más frecuentes y han aumentado sus niveles de riesgo tanto a escala mundial como nacional, complejizándose en cuanto al manejo en territorios insulares como en el caso de la isla de Robinson Crusoe. Es por esto que surge la necesidad de esta investigación, la cual tiene como uno de sus principales objetivos evaluar el riesgo de incendios forestales considerando la amenaza y la vulnerabilidad, en la interfaz urbano-forestal de la aldea de San Juan Bautista, isla Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández, a través de metodologías cualitativas y cuantitativas de análisis espacial, con el fin de entregar herramientas técnicas claves para la gestión del riesgo de desastre a los gestores y tomadores de decisiones locales.

En cuanto a la evaluación de los niveles de amenaza se empleó una investigación cuantitativa en base a la metodología propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2011. Por otro lado, la vulnerabilidad por exposición fue analizada en base a la metodología propuesta por Albarracín & Vera (2017). Finalmente se complementó la investigación empleando el análisis de datos cuantitativos mediante la implementación de encuestas a los residentes del área de estudio.

En la presente investigación fue posible identificar que para el área de estudio de la interfaz urbano-forestal de la aldea de San Juan Bautista existe un alto riesgo de incendios forestales (47,05%) asociado a una multiplicidad de factores como la densa vegetación con especies de rápida propagación, condiciones climáticas, relieve, accesibilidad e infraestructura. A esto se suma la vulnerabilidad aportada por los instrumentos de planificación territorial y por el desconocimiento general de la población en materia de incendios lo cual vuelve a la comuna de Juan Fernández una comuna altamente susceptible ante un eventual incendio forestal.

Palabras clave: Incendios forestales, Vulnerabilidad, Exposición, Amenaza, Riesgo, Interfaz urbano-forestal



Abstract

Over the last decades, forest fires have become more frequent and their risk levels have increased both globally and nationally, becoming more complex in terms of management in island territories such as Robinson Crusoe Island. This is why the need for this research arises, which has as one of its main objectives to evaluate the risk of forest fires considering the threat and vulnerability, in the urban-forest interface of the village of San Juan Bautista, Robinson Crusoe Island of the Juan Fernández Archipelago, through qualitative and quantitative methodologies of spatial analysis, in order to provide key technical tools for disaster risk management to local managers and decision makers.

Regarding the evaluation of threat levels, a quantitative research was used based on the methodology proposed by the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), 2011. On the other hand, vulnerability due to exposure was analyzed based on the methodology proposed by Albarracín & Vera (2017). Finally, the research was complemented by using quantitative data analysis through the implementation of surveys to the residents of the study area.

In this research it was possible to identify that for the study area of the urban-forest interface of the village of San Juan Bautista there is a high risk of forest fires (47.05%) associated with a multiplicity of factors such as dense vegetation with species that spread rapidly, climatic conditions, relief, accessibility and infrastructure. Added to this is the vulnerability provided by the territorial planning instruments and by the general lack of knowledge of the population regarding fires, which makes the commune of Juan Fernández a highly susceptible commune to a possible forest fire.

Keywords: Forest fires, Vulnerability, Exposure, Threat, Risk, Urban-forest interface



1. Introducción

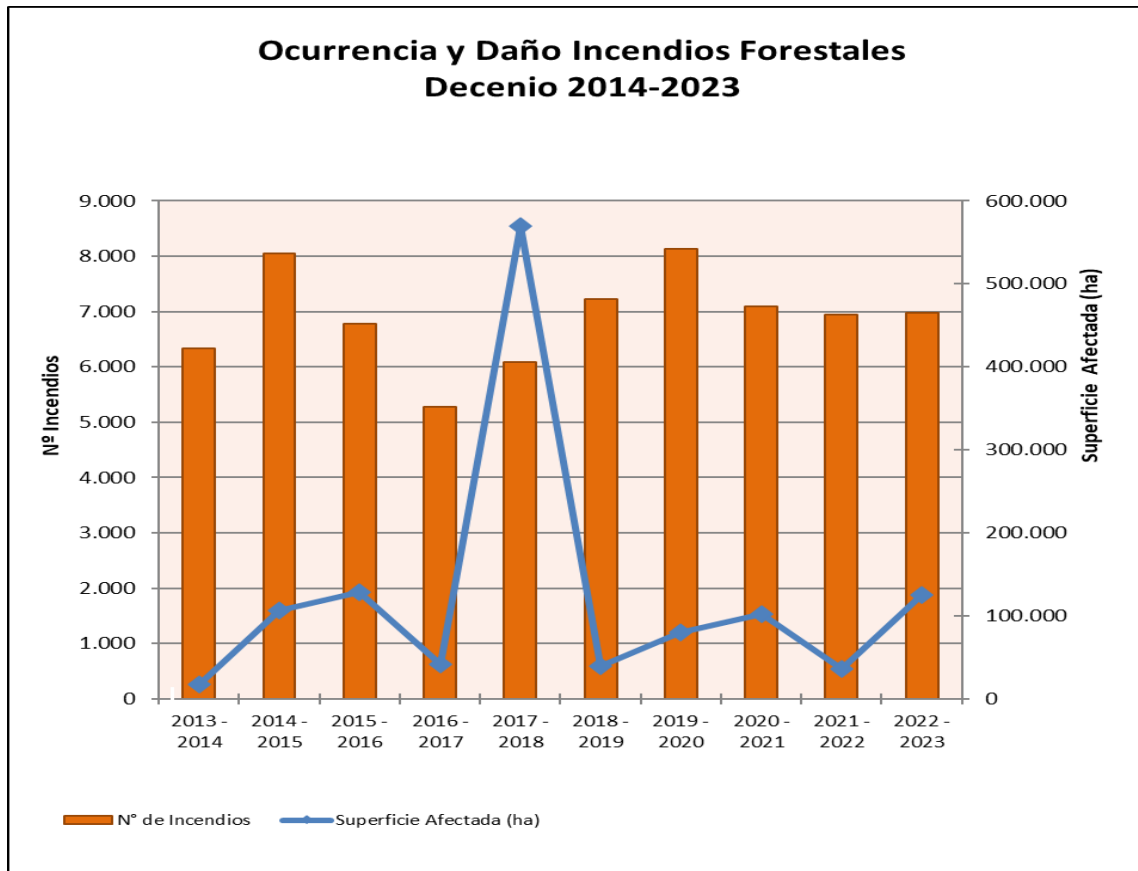
En la actualidad los incendios forestales tienen cada vez más relevancia en nuestro planeta (UNEP & GRID-Arendal, 2022), provocan altas tasas de mortalidad y pérdidas de propiedades, especialmente en la interfaz urbano-forestal. Año tras año se producen emergencias relacionadas a los incendios forestales y se han convertido en una gran preocupación debido al significativo aumento en su ocurrencia y severidad (Westerling et al., 2006). Los riesgos de incendio no son perjudiciales exclusivamente para la sociedad, sino también para los ecosistemas presentes, dañados directamente por el desarrollo de estos siniestros. Durante las últimas décadas los cambios producidos en los regímenes de fuego han generado fuertes impactos ecológicos y sociales provocando la degradación de los servicios ecosistémicos, pérdidas económicas y de vidas humanas (Pausas et al., 2008), (Syphard *et al.*, 2012) y afectando a millones de personas con consecuencias globales devastadoras para la biodiversidad y los ecosistemas (GAR, 2019).

Para el caso del territorio chileno, con la llegada de los colonizadores europeos, los incendios forestales se volvieron cada vez más frecuentes, especialmente en el centro-sur de Chile, donde se utilizaron para despejar bosques y establecer praderas y campos agrícolas (Camus 2006, Urzúa & Cáceres 2011). Desde el año 1964, la corporación nacional forestal (CONAF) se hace cargo de registrar los incendios forestales ocurridos en Chile. Actualmente, se registran más de 6mil incendios al año y al estudiar la información con detalle es evidenciable el aumento en cuanto a la frecuencia de los eventos y la magnitud de estos. En la última década, los incendios forestales en Chile han consumido cerca de 1,7 millones de hectáreas. Esta cifra triplica la cantidad de territorio afectado por estos desastres durante la década anterior. Desde la década del 2010 en adelante los incendios forestales se han transformado en un tema recurrente y de relevancia absoluta a nivel nacional, ocurriendo grandes catástrofes sin precedentes como lo ocurrido en el año 2017 en que se registró la mayor catástrofe en cuanto a incendios forestales del último siglo, este importante mega incendios abarcó desde la región de O'higgins hasta la región del Biobío y consumió un total de 467.000 hectáreas de bosque. Durante el verano



de 2023 un gran incendio azotó a la región del Biobío, resultando en más de 200 mil hectáreas consumidas. En 2024, un gran incendio en Valparaíso consumió 9.429 hectáreas (PUCV, 2024) y dejó 131 muertes, siendo el quinto incendio más mortífero mundialmente desde 1900, según la base de datos internacional sobre desastres de EM-DAT.

Figura 1: Relación entre cantidad de incendios y superficie afectada

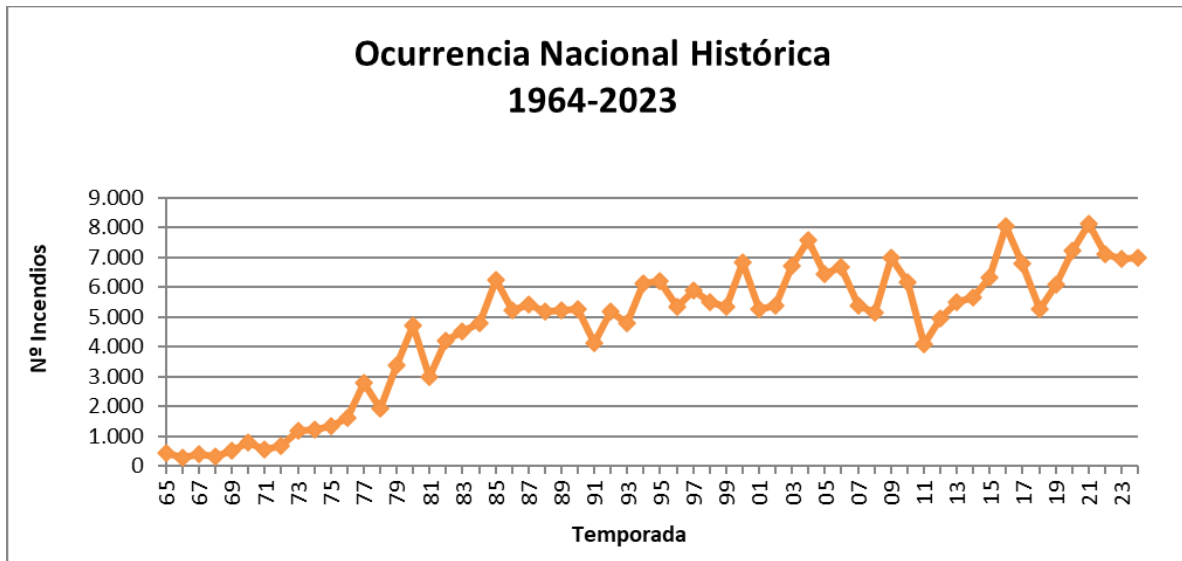


Fuente: CONAF (Nov, 2023).

Por otro lado, el crecimiento demográfico está directamente relacionado con el aumento de los incendios ya que en Chile un 99,7% de los incendios forestales son provocados por la acción antrópica, muchos de ellos provocados de manera intencional. En promedio 52.000 hectáreas son afectadas en cada período (comprende desde el inicio de la primavera hasta el inicio del otoño) (Plaza, N. 2022).



Figura 2: Total de incendios forestales en Chile por temporada



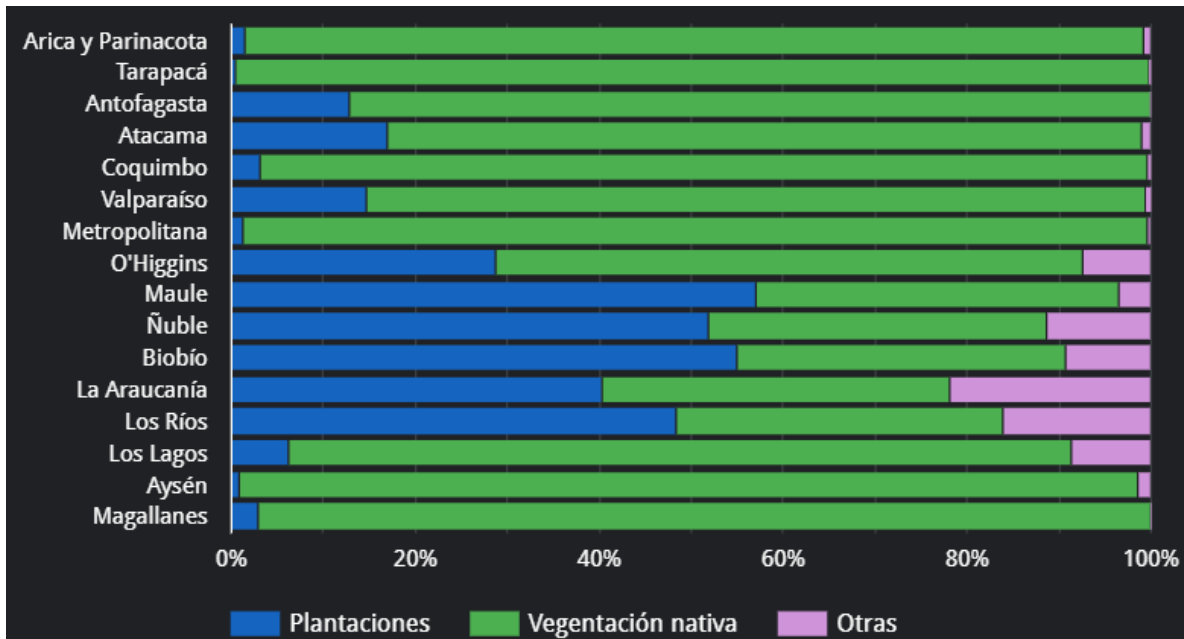
Fuente: CONAF (Nov, 2023)

1.1 Planteamiento del problema

Casi la totalidad de los incendios forestales ocurridos en el país son de origen antrópico y esto se debe en gran medida a la cercanía de las plantaciones y/o zona de producción forestal con centros poblados, esto involucra la conformación de una amenaza que a su vez conlleva cierto grado de peligrosidad, convirtiéndose en un riesgo. Dentro de este influyen tres factores principales: la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad (García, 2016).

Otro de los factores importantes a considerar es el uso de los suelos y la degradación de estos. En Chile, el centro-sur del país es una zona forestal productiva por definición, concentra 7,2 millones de hectáreas de bosque nativo (50% del total) y 2,9 millones de hectáreas de plantaciones forestales exóticas, casi la totalidad, ya que a nivel nacional contempla 3,08 millones de hectáreas (Astorga y Burschel, 2019). Según la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF, 2015), alrededor de 40 millones de hectáreas de territorio nacional (equivalentes a 50% de la superficie terrestre) tiene un uso de suelo agropastoril-forestal.

Figura 3: Porcentaje de vegetación nativa v/s plantaciones forestales por región.



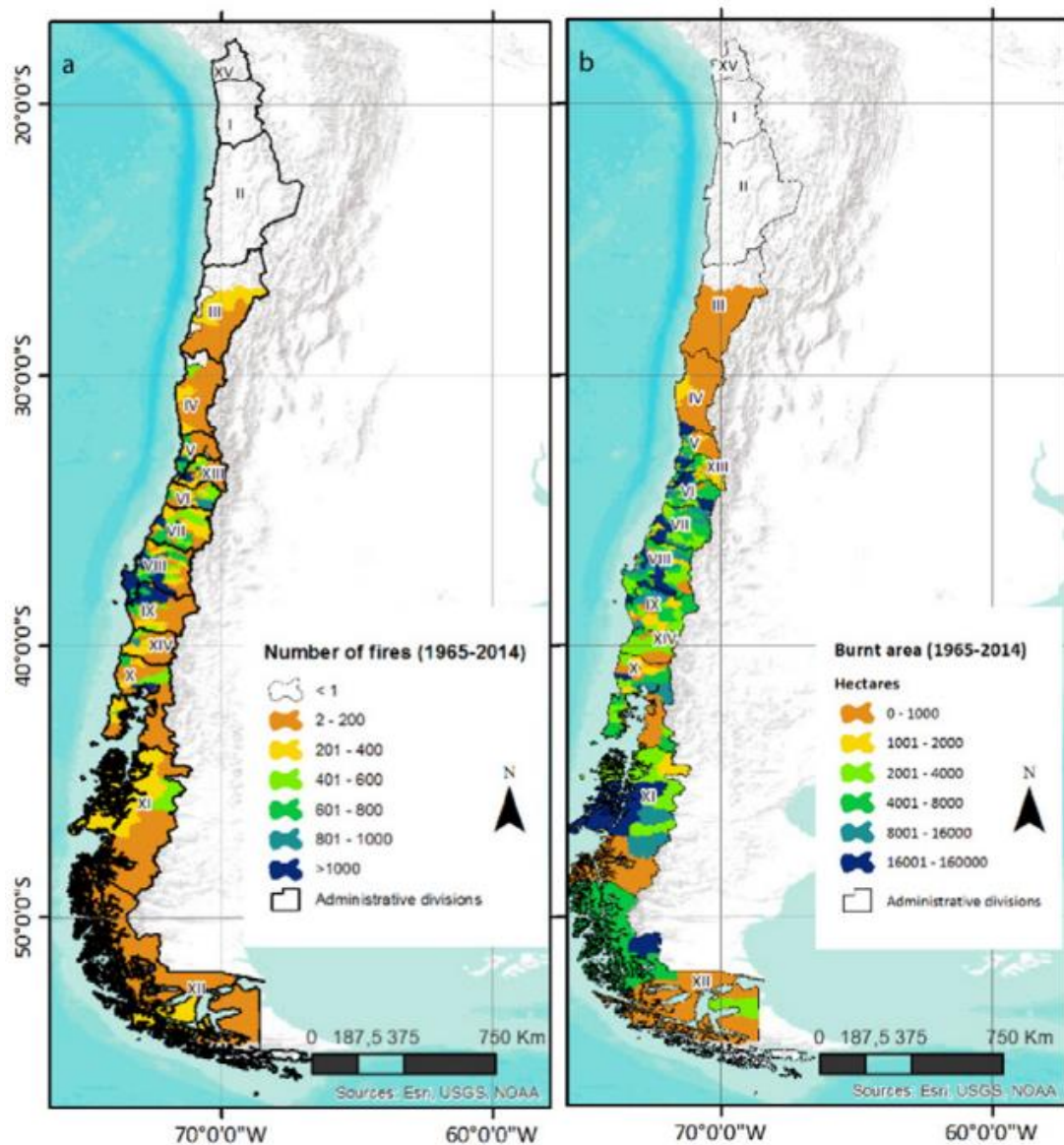
Fuente: CONAF, (2024).

La figura N°3 ejemplifica de qué manera el modelo económico forestal opera en Chile y como este repercute en la ocurrencia y daños por incendios forestales. Es posible observar cómo principalmente las regiones de la zona centro-sur del país (Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía y Los Ríos) concentran gran parte de las plantaciones forestales del país, incluso superando el área que ocupan por sobre la vegetación nativa.

La expansión urbana y la falta de regulación o en muchos casos la inexistencia de una planificación territorial son factores fundamentales en el aumento del riesgo de amenaza de incendios forestales (Jaque et al., 2021), ya que no solo existe el riesgo en población rural, sino que en la actualidad las urbes han crecido de forma tan acelerada hacia la periferia que se intensifica lo que se denomina como la interfaz urbano-forestal, que suele estar altamente expuesta ante este tipo de eventos.

Ante esto, se proyecta que a futuro se debe contemplar un manejo integral de todo el espacio urbano y rural donde conviven vegetación e interfaz de población. “Hay que tomar medidas preventivas del tipo de construcción y también de reacción, o sea, tener medios de respuesta para evacuar, medios de respuesta para sofocar el fuego, piscina para carguillos de aeronaves” (Acevedo, F. 2024)

Figura 4: a) Número de incendios por región (1965–2014); b) Hectáreas quemadas (1965–2014).



Fuente: CONAF, 2015

Por el gran porcentaje de incendios forestales del Chile continental, la mayoría de los registros y estudios se centran en el territorio continental. Debido a esto es que hay una falta de información para los territorios insulares.

En este contexto el archipiélago de Juan Fernández (AJF), más específicamente la isla Robinson Crusoe, ha tenido un importante crecimiento demográfico y urbano.



Según datos del Instituto nacional de estadísticas (INE), para el censo de 1992 Juan Fernández contaba con una población de 503 personas, para el censo del año 2002 asciende a 621 y para el censo del año 2017 la población aumenta significativamente a 926 habitantes. San Juan Bautista es una localidad inserta en un contexto de interfaz urbano forestal donde se percibe un alto peligro de incendios forestales y una alta vulnerabilidad de su población frente a él, con una limitada capacidad de evacuación, ya que esta aldea se encuentra rodeada de plantaciones forestales por un lado y el borde costero por el otro.

Es un centro poblado que ha aumentado su número de habitantes y ha redirigido su expansión hacia las laderas de los cordones montañosos, sobre todo tras el tsunami de 2010. Hoy, se encuentra sin estudios que evalúen el peligro ni el riesgo de incendios forestales, que sirvan de apoyo para una gestión preventiva de las autoridades locales.

1.2 Preguntas de investigación:

- 1) ¿Cuáles son los niveles de amenaza frente a incendios forestales de la localidad urbana de San Juan Bautista en la Isla Robinson Crusoe del archipiélago de Juan Fernández?
- 2) ¿Cuál sería el aporte real en la gestión del riesgo el contar con mapas de amenaza y vulnerabilidad ante incendios forestales en la localidad de San Juan Bautista?
- 3) ¿Desde el enfoque de la construcción social del riesgo, cómo las políticas públicas aumentan el riesgo de incendios en las localidades insulares chilenas?



1.3 Hipótesis

Los niveles de amenaza frente a incendios forestales en San Juan Bautista son moderados debido a las características geográficas y climáticas de la isla, que limitan la propagación de incendios, pero aún presentan riesgos estacionales relacionados con el viento y las temperaturas altas.

1.4 Objetivos:

1.4.1 Objetivo general:

Evaluar el riesgo de incendios forestales, considerando la amenaza y la vulnerabilidad, en San Juan Bautista, isla Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández, a través de metodologías cualitativas y cuantitativas de análisis espacial, con el fin de entregar herramientas técnicas claves para la gestión del riesgo de desastre a los gestores y tomadores de decisiones locales.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar los factores que contribuyen a la amenaza de incendios forestales para la localidad de San Juan Bautista y generar mapas de amenaza de incendios forestales.
2. Evaluar la vulnerabilidad de la población local de San Juan Bautista ante incendios forestales, a partir de los análisis de exposición de la población y la infraestructura en zonas de amenaza.
3. Analizar los instrumentos de planificación urbanos y su contribución a la generación de vulnerabilidades frente a incendios en San Juan Bautista, isla Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández.



2. Marco Teórico

Esta investigación está orientada al análisis del riesgo de incendios forestales, entendidos como riesgos socio-naturales y el enfoque teórico de esta investigación será el de la construcción social del riesgo.

2.1 Riesgo

Según el centro de ciencia del clima y la resiliencia (CR2, 2023), el riesgo se ha definido como la probabilidad de ocurrencia de un evento que puede generar potenciales daños. Esto se debe a una combinación de tres factores: a) la amenaza (probabilidad e intensidad esperada del incendio), b) la exposición (presencia de ecosistemas, personas, bienes o servicios en la zona potencialmente afectada por el incendio) y c) vulnerabilidad (predisposición a sufrir daños o pérdidas graves por culpa del incendio). En el caso de los incendios forestales el riesgo más marcado suele producirse en los entornos ecológicos y comunitarios que configuran las zonas de interfaz urbano-forestal. En estas áreas interactúan una serie de variables geográficas, topográficas, climáticas, de cobertura de suelo y sociales, determinando la probabilidad y magnitud de posibles daños generados por el fuego. Es justamente la interacción entre las condiciones naturales y sociales lo que determina la probabilidad de daño. De ello se deduce que el riesgo es contextual, es decir, depende de las características particulares de la zona en análisis.

Por otro lado, el CR2 define el concepto de riesgo según la percepción de los distintos actores involucrados. "Para la esfera científica, el riesgo se entiende como una probabilidad de daño factible de ser calculada y proyectada, mientras que los actores técnicos y políticos lo ven como un problema social asociado a un bajo nivel de compromiso de las comunidades y personas con la prevención. Por otra parte, para las comunidades el riesgo se asocia a estar preparados ante la ocurrencia de un incendio, es decir, saber qué hacer para resguardarse de sus daños."



Para Echemendía (2011), el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento dado, el concepto también se asocia a variedad de medidas de probabilidad de un resultado generalmente no favorable, al número esperado de pérdidas humanas, personas heridas, propiedad dañada e interrupción de actividades económicas, producto de fenómenos naturales particulares y, por consiguiente, de riesgos específicos y elementos de riesgo.

Para Calderón y Frey (2017), específicamente en América Latina y el sudoeste asiático, el riesgo empieza a ser analizado como un producto de procesos sociales particulares, donde influye de manera directa o indirecta el modelo de desarrollo de cada sociedad. De esta manera, la identificación de la vulnerabilidad social empieza a ser una pieza esencial en el análisis del riesgo donde la pobreza, la desigualdad social, el analfabetismo, la corrupción y la estructura de gobierno son variables sociales que necesitan ser tenidas en cuenta con el objetivo de generar resiliencia y adaptación territorial, conceptos que empiezan a ser asociados a fenómenos como el cambio climático.

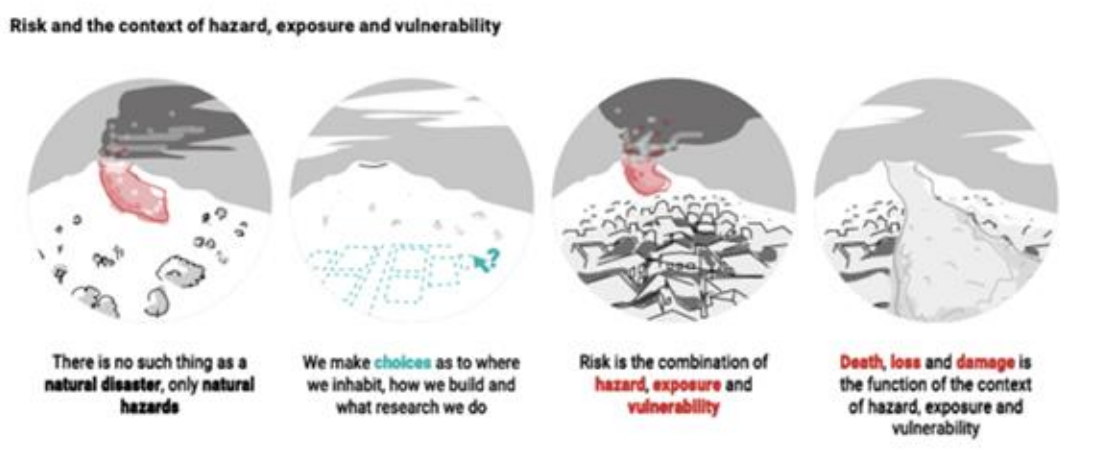
2.2 Riesgo de desastre

Los desastres se refieren a un evento identificable en el tiempo y en el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad (Wilches-Chaux, 1993), Asimismo Alcántara-Ayala et al., (2019) fundamentan que los desastres no son naturales, sino socialmente contruidos; éstos reflejan la materialización del riesgo, el cual resulta del impacto potencial de diversas amenazas en una sociedad vulnerable y expuesta a las mismas. Por ello, más allá del entendimiento de la potencial distribución y dinámica espacial y/o temporal de las amenazas, cuya relevancia es incuestionable, son precisamente la vulnerabilidad y la exposición los ingredientes del binomio que expresa fehacientemente los procesos de construcción social del riesgo que se deben atender con la finalidad de disminuir el riesgo de desastres.

En la misma línea, Vera y Albarracín (2017), señalan que “el riesgo de desastres es una construcción social, relacionada con el potencial de pérdidas o daños que pueden ocurrir a una comunidad, los ecosistemas que le sustentan o sus medios de vida, como resultado de la convolución o mutuo condicionamiento entre amenaza y vulnerabilidad. Estos constituyen lo que se denominan factores de riesgo (1,2,3,4,5,6,7,8), y que en el caso de la vulnerabilidad están fuertemente ligados al modelo de desarrollo.”

Para estos autores, un desastre se entiende como la materialización de un riesgo a tal escala que sus impactos superan la capacidad de respuesta o recuperación del sistema ambiental afectado, y por ello requiere apoyo externo. En este sentido, no todo es un riesgo de desastre, ya que pueden ocurrir eventos en los que los niveles de daños y pérdidas generados no comprometan de manera seria el funcionamiento del sistema; de allí que uno de los objetivos principales de los procesos de gestión de riesgos de desastres consista en la disminución de los niveles de daños o pérdidas probables a niveles aceptables (prevención y mitigación).

Figura 5: Riesgo como producto de la amenaza, exposición y vulnerabilidad



Fuente: UNDRR, 2019



2.3 Amenazas

Las amenazas constituyen uno de los factores fundamentales del análisis de riesgo, Soares et al., (2014) conciben las amenazas como fenómenos extremos, de origen natural o no, que actúan en un determinado espacio geográfico en un tiempo definido, con el potencial de causar daño a una población. Las amenazas "naturales" se refieren a fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos o incendios, los cuales por su ubicación, intensidad y frecuencia tienen elevada probabilidad de afectar adversamente a grupos sociales determinados, a sus actividades y a la infraestructura existente. Si bien le damos el apellido "natural" a algunas de éstas, el término "amenaza" contiene elementos sociales, dado que en regiones deshabitadas los fenómenos naturales no constituyen amenazas y tampoco conducen a desastres. Así, es justamente el componente humano el que convierte un fenómeno natural, como un huracán, en una amenaza natural (OEA, 1991).

una amenaza es un “proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, al igual que daños a la propiedad, trastornos sociales y económicos o degradación del medio ambiente” (UNDRR, 2022)

Por otro lado, las amenazas pueden tener un origen natural o antrópico (dentro de las amenazas de tipo antrópicas destacan los incendios forestales). Estas abarcan una amplia gama de amenazas ambientales, tecnológicas y biológicas, entre las que se incluyen factores meteorológicos, hidrológicos, extraterrestres, geológicos, químicos, biológicos y sociales. La UNDRR y el Consejo Científico Internacional realizaron recientemente un ejercicio de gran alcance impulsado por expertos, la Revisión de la definición y clasificación de peligros, que esbozó más de 300 tipos de amenazas que pueden contribuir a los desastres. Allí se incluyen fenómenos comunes, como las tormentas y las inundaciones, y también otros menos frecuentes como las pandemias y los accidentes químicos. (UNDRR, 2022).



2.4 Vulnerabilidad

Una amenaza no afecta de igual manera a los grupos sociales, es decir, aquellos con elevado poder económico residentes en regiones peligrosas no son igual de vulnerables que los pobres que habitan las zonas de peligro. Mientras los primeros tienen acceso a tecnologías anti-riesgos y disponen de una elevada capacidad de recuperación, los segundos no cuentan con tecnología ni tienen capacidad de respuesta, esto es a lo que se le denomina vulnerabilidad.

Para Alcántara-Ayala et al., (2019) la vulnerabilidad está constituida por la combinación de aspectos de índole social, económico, cultural, político e institucional, conformados a través del desarrollo histórico, y puede definirse como la propensión de la población a ser afectada por el impacto potencial de alguna amenaza, ya sea de origen natural, socio-natural o tecnológico. Esto refiere indirectamente al concepto de exposición como el sitio de ubicación de personas, propiedades, sistemas u otro tipo de bienes en relación con dichas amenazas.

Por otro lado, Macías (1992), plantea que la noción de vulnerabilidad no es estática sino dinámica, en tanto lleva implícito un contenido temporal y espacial que remite a procesos causantes de la condición de susceptibilidad, toda vez que opera el cambio de una determinada condición (de vulnerabilidad) a otra (después de recibir el daño). Por tanto, la vulnerabilidad no es una condición autocontenida, sino definida por las amenazas que determinan su grado de exposición.

Barriga (2004) plantea que la vulnerabilidad social está determinada por múltiples factores, algunos de los cuales se relacionan con políticas, instituciones y carencia de activos, y se expresa en condiciones de fragilidad o falta de resiliencia que predisponen a una comunidad o a un grupo o grupos de individuos por sus condiciones políticas, sociales, económicas, de edad, género y etnia a sufrir daño diferencial por estar expuestos ante una amenaza que genera un desastre. En cuanto a la relación entre exposición e incendios, Miller y Ager (2013) plantean que la exposición no contempla los efectos del fuego y se obtiene a partir de la intensidad y probabilidad de quema.



Con estos dos factores del riesgo podremos construir el mapa de riesgo como el producto entre amenaza y vulnerabilidad.

2.5 Exposición

La exposición se presenta como un punto fundamental en la contribución de la generación de vulnerabilidad.

Albarracín y Vera, (2017) mencionan que la exposición como factor de vulnerabilidad se refiere al nivel donde ecosistemas, población, infraestructuras y sistemas de producción se encuentran en zonas de incidencia potencial de las amenazas consideradas en el análisis.

“El vocablo *“vulnerabilidad”* expresa tanto la exposición al riesgo como la medida de la capacidad de cada unidad para enfrentarlo a través de una respuesta. La *exposición a los riesgos* de distinta naturaleza se entiende como los acontecimientos que generan adversidades o secuelas negativas para las personas, hogares, comunidades u organizaciones. La *incapacidad de respuesta* se vincula con tres aspectos: a) la disponibilidad de recursos con que se cuentan, b) las estrategias para hacer frente a las variaciones, c) los apoyos de organizaciones. (IGUNNE, S.F)

Para la red interagencial para la educación en situaciones de emergencia (INEE, 2024), la exposición se refiere a las personas, la propiedad, los sistemas u otros elementos presentes en zonas de riesgo que los hacen proclives a pérdidas potenciales. Para medir la exposición se puede utilizar el número de personas o tipos de activos en una zona. Estos se pueden combinar con la vulnerabilidad específica de los elementos expuestos a un peligro en particular para estimar los riesgos cuantitativos relacionados con el peligro en la zona de interés.



2.6 Cambio climático

El cambio climático es un factor importante para considerar, ya que, es un componente primordial para el aumento de los incendios forestales en la actualidad y a futuro.

Principalmente durante el último decenio y se proyecta que, a futuro, seguirán aumentando las temperaturas a nivel global, aumentarán y se intensificarán las sequías y habrá escasez hídrica. A principios del 2022, el programa para el medioambiente de la organización de naciones unidas emitió el informe, “Spreading like Wildfire: The rising threat of extraordinary landscape fires”, donde evidencia que el cambio climático y las modificaciones en el uso del suelo están empeorando los incendios forestales, y además anticipa un aumento de incendios extremos a nivel mundial, incluso en áreas previamente no afectadas. Junto a eso, especifica que los incendios del futuro pueden ser incontrolables y devastadores para las personas, la biodiversidad y los ecosistemas (La tercera, 2024).

En el ámbito nacional, es inminente la influencia del cambio climático.

Según las simulaciones climáticas realizadas por el ministerio del medio ambiente (MMA), se espera un aumento gradual de la temperatura para todo el territorio nacional, que iría de mayor a menor en sentido norte a sur y de cordillera a océano. Al año 2030 el aumento en la temperatura fluctuaría entre los 0,5°C para la zona sur y los 1,5 °C para la zona norte grande y el altiplano.

En cuanto a las precipitaciones, se proyecta una disminución anual del 20% para el período 2021-2050.

Recientes estudios dendroclimáticos desarrollados en la zona central de Chile (33°-37° S) han dado cuenta de un incremento significativo en la recurrencia de las sequías y disminución de las precipitaciones, así como de una mayor recurrencia de caudales menores a la media durante el siglo XX, comparado con siglos previos (Le Quesne *et al.* 2006, Christie *et al.* 2010, Urrutia *et al.* 2011). Esto contribuiría, dadas las condiciones ambientales más favorables, a incendios más frecuentes y de mayor extensión.



En la región centro-sur de Chile, las estadísticas muestran un aumento consistente y significativo en el número de incendios forestales durante las últimas tres décadas. Por otra parte, en la zona central de Chile se ha registrado un área quemada particularmente alta asociada a la ocurrencia de fenómenos severos de El Niño. A esta latitud (32-35° S), donde predomina una vegetación arborescente y abierta (tipo esclerófila), inviernos y primaveras más lluviosos en años Niño promoverían la acumulación de combustible generando condiciones para la ignición y propagación de incendios, no en la temporada inmediata de incendio sino en la temporada siguiente. En algunos casos, esta acumulación de combustible durante años Niño estaría acompañada al año siguiente de la ocurrencia de condiciones más secas de lo normal asociadas al fenómeno de La Niña, lo que resultaría en una mayor superficie quemada durante la temporada de incendios. (González et al., 2011). En este contexto, es importante señalar que el fenómeno del Niño ha aumentado su variabilidad en términos de frecuencia y amplitud durante las últimas décadas (Yang y Zhang 2008). Por lo tanto, en general, se puede realizar una estrecha relación entre el cambio climático y algunos de los efectos relacionados con fenómenos meteorológicos extremos los cuales potencian y generan las condiciones propicias para la propagación y masificación de incendios forestales.

2.7 Riesgo de incendios forestales

Para Pausas (2012), el término “incendio forestal” se refiere a los fuegos no controlados (sean de origen natural o antrópico) que ocurren en los ecosistemas terrestres, y que se propagan por la vegetación, sea esta del tipo que sea (bosque, sabana, matorral, pastizal, humedal, turbera, etc.)

Para Ager et al., (2010); Finney, (2005); Scott et al., (2013), El riesgo de incendios se define como la expectativa de pérdida o beneficio en un bien o servicio que es afectado por el fuego, es espacialmente explícito y se puede evaluar cuantitativamente. Está integrado por la probabilidad de quema y sus consecuencias, siendo las consecuencias el resultado de la susceptibilidad del bien o servicio afectado por el fuego a una determinada intensidad.



Según la definición de CONAF (2015), un incendio forestal es “Un incendio que, Independientemente de su origen y tamaño, se propaga sin control en bosques/rurales, terrenos e interfaces rural-urbanas, a través de arbustos leñosos y vegetación herbácea, viva o muerta”.

El fuego no sólo debe ser visto como un gran herbívoro como apuntan Bond y Keeley (2005). Es un agente fundamental en los procesos de sedimentación como demuestra el caso del Carbonífero, y por lo tanto en el ciclo geológico de las rocas. Así, el fuego debe de ser entendido sobre todo como uno de los procesos planetarios clave, junto al clima, que ha condicionado la evolución y la dispersión de plantas y el desarrollo de los biomas, la formación de suelos y los ciclos hidrológico y erosivo. El fuego elimina temporalmente la parte aérea de la vegetación y altera la parte superficial de los suelos. Con ello condiciona los procesos erosivos e hidrológicos, y por lo tanto influye en el ciclo del agua y en las formas terrestres, y estos cambios a su vez terminarán por condicionar la evolución de los ecosistemas. En concreto, el fuego altera el proceso de infiltración (Cerdà y Robichaud, 2009) y modifica el comportamiento hidrofílico/ hidrofóbico de los suelos (Doerr et al., 2000), con lo que la generación de escorrentía se verá alterada. Las formas de las laderas, las terrazas y llanos aluviales, los deltas, y otras formas terrestres son dependientes de los cambios en los procesos erosivos. El fuego acelera la remoción, transporte y sedimentación de los materiales, y sin ellos, la actividad geomorfológica sería reducida en muchos ecosistemas terrestres (Mataix-Solera y Cerdá, SF).

En cuanto a los antecedentes para analizar el riesgo de incendios forestales, hay que destacar como ejemplo comparativo los principales estudios realizados en Chile y el mundo, los cuales abarcan temáticas de riesgo, amenaza, exposición y vulnerabilidad, mapas de riesgo, entre otros. Se revisarán investigaciones que van desde lo más general hasta lo más específico, abarcando desde el ámbito internacional hasta lo más concreto en la realidad nacional.



I) Índices de riesgo de incendios forestales aplicados a los espacios protegidos de la comunidad de Madrid (Mascaraque et al., Sf.).

En esta investigación los autores plantean el desarrollo de una metodología para confeccionar una cartografía de riesgo de incendios forestales, a partir de un índice de riesgo, la metodología se basa en modelos de riesgo frecuenciales y causales. Esto con el objetivo de implementarse en la planificación territorial de Madrid.

II) Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas (Albarracín y Vera, 2017).

Los autores plantean cuales son los principales factores que influyen en el riesgo de desastres, el cual se da en la medida en que coinciden las condiciones de amenaza y vulnerabilidad las cuales conforman el riesgo. Dentro de las amenazas se destacan las de origen natural, sociales o socio-naturales. Por otra parte, las variables que conforman la vulnerabilidad son principalmente la exposición, fragilidad y resiliencia.

Se hace énfasis en la vulnerabilidad y sus factores, los autores plantean una metodología para calcular la vulnerabilidad global en función de la exposición, fragilidad y resiliencia.

Además, definen los componentes, variables y criterios de evaluación para determinar la vulnerabilidad por exposición según cada tipo de exposición, la vulnerabilidad por fragilidad según cada tipo de fragilidad y la vulnerabilidad por capacidad y respuesta según cada tipo.

Como resultado generan mapas de amenaza, definen porcentajes de vulnerabilidad por tipo de exposición del área de estudio, de vulnerabilidad por tipo de fragilidad y grado de vulnerabilidad por tipo de adaptación y respuesta.



III) Riesgo de incendios forestales en comunidades campesinas y mapuche de la comuna de Collipulli (Huentecol, S. 2022).

En esta investigación el autor plantea la necesidad de ilustrar los niveles de riesgo de incendio forestal en la comuna de Collipulli y evaluar la vulnerabilidad con respecto a incendios forestales y si existe una diferenciación con respecto al nivel de vulnerabilidad de las comunidades campesinas y mapuches.

Con el fin de conocer los niveles de riesgo existentes y generar una herramienta que permita apoyar la planificación territorial, para lograr esto el autor lleva a cabo la metodología propuesta por IDEAM (2011) para el modelamiento de la amenaza. Esta última considera algunos factores como la susceptibilidad de la cobertura vegetal, el clima, el relieve, el factor histórico y la accesibilidad. Además, se emplea la metodología propuesta por Albarracín y Vera (2017) para evaluar la vulnerabilidad por exposición. Esta considera factores como la infraestructura, los ecosistemas, la población y los sistemas productivos.

2.8 Gobernanza del riesgo

La antigua visión técnica y burocrática de la gestión del desastre, centralizada y dirigida por especialistas que intentaban actuar bajo la incertidumbre, la complejidad y la ambigüedad del riesgo, pretende ser reemplazada por sistemas de gestión donde la sociedad civil tiene una mayor participación y protagonismo en procesos de prevención y reducción del riesgo. Mediante la organización comunitaria, la sociedad civil pasó a tener un papel preponderante en los sistemas de alerta, la detección y reconocimiento de amenazas, la actuación durante la emergencia, la educación ambiental y la participación en sistemas de seguridad alimentaria, resultado de diferentes aproximaciones dentro del paradigma de la gobernanza del riesgo. (Calderón & Frey, 2017)



Según Klinké et al (2013), la gobernanza del riesgo debe enfocarse a la planificación territorial a través de cinco fases:

- 1) Pre-evaluación del riesgo, donde se busca determinar la percepción del riesgo de la sociedad; indagar sobre los tipos de vulnerabilidad social, ambiental, política y económica; así como establecer las posibles amenazas y el grado de afectación que pudiera existir.
- 2) Evaluación interdisciplinar del riesgo, busca caracterizar a la sociedad tratando de establecer los diferentes tipos de actores y organizaciones sociales relacionadas con la gestión del riesgo, identificando posibles aliados, conflictos, intereses comunes, interdependencias y potenciales interacciones, tratando de establecer conexiones entre la comunidad científica, el sector de la tecnología, el sector público y el sector privado.
- 3) Evaluación del riesgo, enfocado a determinar la probabilidad de las amenazas y el nivel de impacto que tendrían sobre el estado de vulnerabilidad y el grado de exposición de la sociedad.
- 4) Gestión del Riesgo donde se ponen en práctica las anteriores fases descritas incluyendo un plan de acción que permita enfocar la gestión del riesgo bajo el conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de la emergencia.
- 5) Comunicación del riesgo, pretende encontrar espacios y canales de comunicación efectivos con la finalidad de producir participación y consenso de la sociedad civil en la toma de decisiones.

2.9 Interfaz urbano-forestal

El concepto de interfaz urbano-forestal (IUF) se expone a lo largo de la investigación como una de las principales zonas amenazadas por incendios forestales en la aldea de San Juan Bautista, es por esto por lo que cobra relevancia comprenderlo.



La primera constancia de la utilización del término se produce en California a mediados de los años 70 en relación con la especificidad de un tipo de incendio cada vez más frecuente (the urban/ wildland fire interface) (Butler, 1976).

En España, «interface» se ha traducido por «interfaz», voz que está incluida en el diccionario de la RAE, con el significado de «conexión o frontera común entre dos aparatos o sistemas independientes». Por su parte, el Diccionario Forestal español recoge como correcta la expresión «interfaz urbano forestal», que define como «zona donde se encuentran o mezclan viviendas y otras estructuras antrópicas con vegetación forestal y otros tipos de combustibles vegetales, lo que requiere un modelo de protección contra el incendio distinto del que se aplica en el terreno forestal» (Sociedad española de ciencias forestales, 2005:610); (Pérez-Soba & Jiménez, 2019).

Según Castillo, (2016). En el pasado, al planificar el territorio, se consideraban únicamente dos dimensiones: la rural y la urbana. No obstante, en la actualidad se ha identificado la existencia de una tercera dimensión: la interfaz (urbana forestal o urbana rural). En esta, “se combinan usos residenciales, productivos y recreativos, en un entorno con características rurales y con una vegetación forestal a su alrededor”.

Para Pérez-Soba & Jiménez (2019), las zonas edificadas son también un riesgo de inicio o de agravamiento de incendios forestales. Ya que, las actividades que se desarrollan en zonas habitadas con frecuencia pueden causar un incendio (barbacoas, circulación de vehículos a motor, cortocircuitos, trabajos con herramientas, etc.) y de agravamiento, por la presencia de combustibles que no son propios de la naturaleza y conllevan riesgos de explosión (gases licuados, gasolina, aparatos eléctricos), o por la existencia frecuente de setos de vegetación en los linderos de las parcelas.

Según CONAF (2018), es el área donde los combustibles vegetacionales se encuentran adyacentes a las casas, construcciones y otras dependencias.



“Se entenderá como zona de interfaz urbano-rural, a aquella zona de transición donde un bosque entra en contacto con sectores edificados, habitados y áreas urbanas, considerando estas últimas desde el concepto de villorrio, es decir, más de 20 viviendas y más de 100 habitantes”.

En el contexto nacional en cuanto a la aparición y relevancia de las áreas de interfaz urbano-forestal, Jaque et al (2019), destacan la implementación del modelo forestal en Chile (1974), este modelo extractivista dominaría los paisajes especialmente en las dos conurbaciones metropolitanas más grandes del país: el Área metropolitana de Concepción y el Gran Valparaíso, difuminando los límites entre las plantaciones de especies exóticas, las unidades habitacionales y las industrias creando situaciones de riesgo constante ante los incendios forestales especialmente en los meses estivales, lo cuál sería un componente de gran relevancia en la generación de riesgo de incendio forestal en las zonas de interfaz urbano-forestal.

2.10 Ordenamiento territorial

Para Calderón & frey (2017), el ordenamiento territorial es fundamental para resolver los conflictos del uso del suelo, que han transformado las condiciones naturales del territorio, afectando principalmente la biodiversidad, la cual se ha visto disminuida por el inadecuado uso y ocupación del suelo, generando graves impactos ambientales como la alteración de la dinámica de las cuencas hidrográficas. A esto se suma la pérdida de cobertura vegetal producto de la deforestación, que junto con el cambio de la dinámica hidrológica y meteorológica han conllevado al aumento de riesgo de desastres naturales. Así mismo, el ordenamiento territorial debe buscar soluciones al crecimiento demográfico, la concentración urbana y al aumento de los niveles de exposición de la población, así como los niveles de vulnerabilidad social generados principalmente por la pobreza.



En Chile, según González et al. (2011), se necesitan políticas que impulsen el ordenamiento territorial de los paisajes rurales y la diversificación del sector forestal para enfrentar los desafíos del cambio climático a futuro y promover bosques más sanos, en cuanto a productividad a largo plazo, diversidad y resiliencia.

3. Metodología

3.1 Enfoque metodológico

El análisis del riesgo de incendios forestales requiere modelos cuantitativos que permitan dilucidar los reales niveles de riesgo, por ende, es fundamental el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en el tratamiento y visualización de los datos mediante un proceso estadístico que muestre el contexto actual de amenaza y vulnerabilidad de las comunidades en evaluación (Huentecol, S. 2022). Por otro lado, se complementará la investigación a través de un enfoque cualitativo mediante la implementación de entrevistas semi estructuradas a los residentes con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad en cuanto a infraestructura, conocimiento y precauciones ante el inminente riesgo de incendios forestales por parte de los habitantes del área de estudio.

3.2 Área de estudio

El archipiélago de Juan Fernández es un conjunto de islas situado a aproximadamente 670 km de las costas chilenas. La isla principal es Robinson Crusoe y es la única del archipiélago que se encuentra poblada durante todo el año. Situada en las coordenadas 33°44' latitud sur y 78°40' longitud oeste, cuenta con una superficie de 4794 hectáreas (PLADECO, 2015). El centro poblado principal es San Juan Bautista con una población de 926 habitantes (INE, 2017) y según la clasificación propuesta por parte del INE, es denominada como Aldea "(Al): entidad rural, cuya población fluctúa entre 301 y 2.000 habitantes, o entre 1.001 o 2.000 habitantes, con más del 50% de su población dedicada a actividades primarias. Presenta generalmente amanzanamiento y/o continuidad de viviendas en torno a



una vía de comunicación estructurante. De acuerdo con lo anterior, las *aldeas se clasifican en concentradas y semiconcentradas.*” (INE, marzo 2019).

La comuna de Juan Fernández fue creada a partir del decreto Supremo N° 2.868 con fecha 21 de septiembre de 1979 y establece el municipio a través del Decreto con fuerza de Ley 1 - 2.868 del 5 de junio de 1980 y fija limite comunal Decreto Supremo N°1325 del 13 de febrero de 1980. La comuna fue conformada con todo el archipiélago y territorio insular constituido como zona fronteriza. Se ubica en la región de Valparaíso, en la provincia del mismo nombre, y su territorio corresponde al del archipiélago del mismo nombre que está constituido por tres islas: Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk, siendo parte del llamado Chile Insular. (PLADECO, 2015).

El 16 de enero de 1935 a través del Decreto Supremo N° 103 del Ministerio de Tierras y Colonización, se crea el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández conjuntamente con los terrenos de Isla de Pascua. Dicho cuerpo legal no establecía la superficie ni los límites de esta unidad.

Con fecha 16 de agosto de 1989 a través del D.S. N° 606 del Ministerio de Bienes Nacionales se desafecta de su calidad de Parque Nacional una superficie de 112,32 ha, correspondiente a la zona urbana del poblado San Juan Bautista, y otra área en la zona de la pista de aterrizaje, de 176,54 ha. Esta superficie se adicionó a las 107,5 ha desafectadas anteriormente, quedando definitivamente la isla Robinson Crusoe con una superficie total de 4.397,44 hectáreas afecta como Parque Nacional, según lo expresa dicho decreto.

Por último, 27 de septiembre de 1989 el D.S. N° 399 y N° 799 del Ministerio de Bienes Nacionales se excluyen del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, el área correspondiente a la zona urbana del poblado San Juan Bautista y la zona de la pista de aterrizaje. (CONAF, 2023).



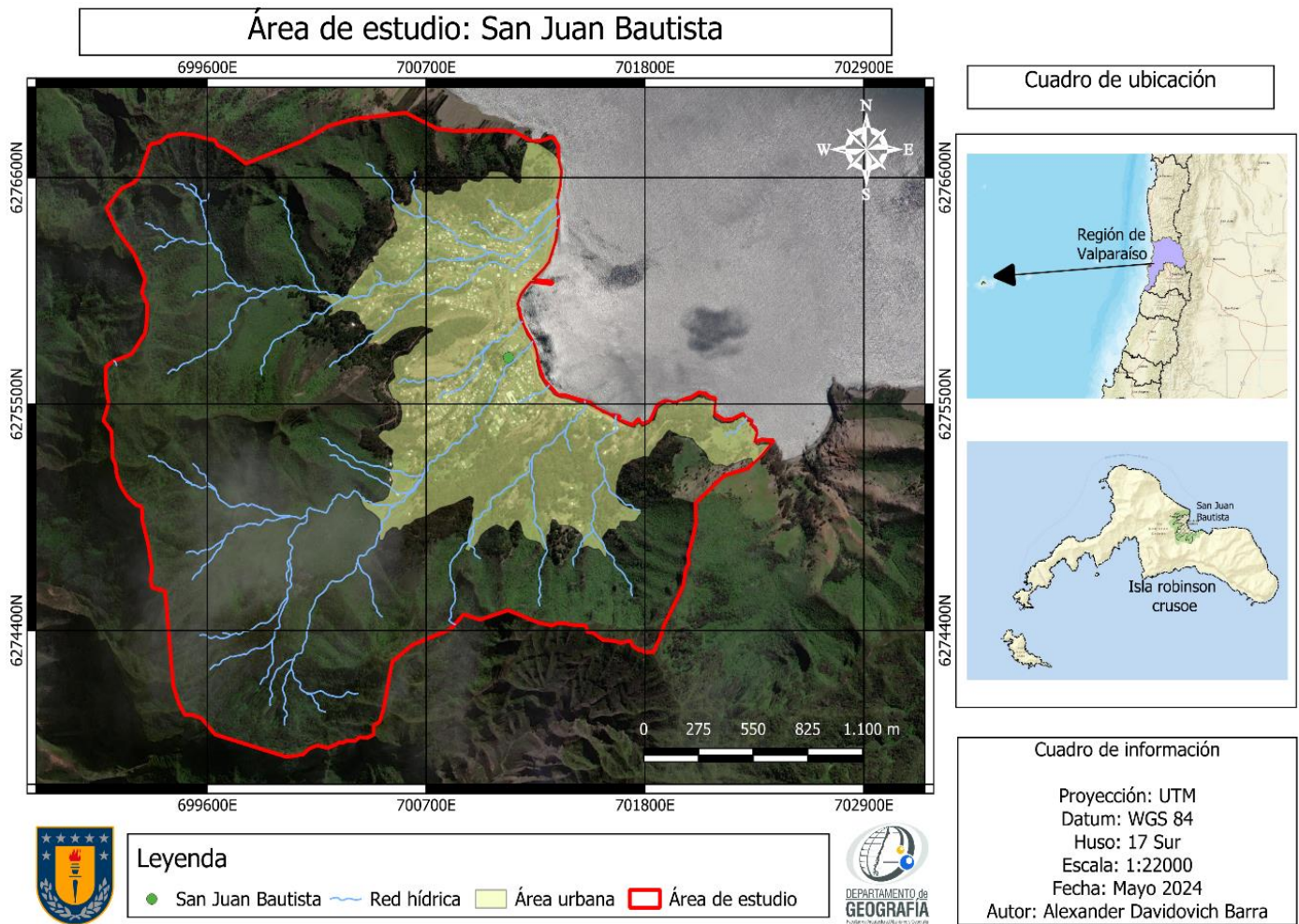
Los límites actuales del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández han sido fijados por el Decreto Supremo N° 399 y el N° 799 de 1983, ambos del Ministerio de Bienes Nacionales, que excluyen terrenos del Parque Nacional en el área correspondiente a la zona urbana del poblado San Juan Bautista y el sector de la pista de aterrizaje. Posteriormente, el Decreto Supremo N° 606, del 16 de agosto de 1989, del Ministerio de Bienes Nacionales, modifica los dos últimos decretos anteriores y establece los nuevos límites de la zona urbana y sector Punta de Isla en isla Robinson Crusoe, cuya descripción es la siguiente:

En la zona urbana del poblado San Juan Bautista:

- **NORTE:** Desde la intersección de la Quebrada Colonial (La Pólvora) con la curva de nivel de 150 msnm, siguiendo por ésta, hasta interceptar la Quebrada Punta San Carlos, siguiendo por ésta hasta la Punta San Carlos: que lo separa del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.
- **ESTE:** Mar Chileno, desde la Punta San Carlos hasta el punto D, y desde el punto F, hasta la Punta Lobería.
- **SUR:** Desde la Punta Lobería, en dirección Sur, hasta la curva de nivel 100 msnm, continuando por esta hasta interceptar la Quebrada El Minero: siguiendo por ésta hasta interceptar la curva de nivel 150 msnm, continuando por ésta hasta interceptar la bifurcación sur, de la Quebrada de Lord Anson, que lo separa (en parte) del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.
- **OESTE:** Curva de nivel de 150 msnm, desde el punto de intersección con bifurcación sur de la Quebrada Lord Anson, hasta la intersección con Quebrada Colonial (La Pólvora), que lo separa del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández. (CONAF, 2023)



Figura 6: Área de Interfaz Urbano-Forestal isla Robinson Crusoe.



Fuente: Imagen Esri Satellite, Elaboración propia.

En el año 1574, Juan Fernández, explorador y navegante español, en uno de sus viajes del puerto el Callao al puerto de Penco se desvía hacia el oeste de la costa descubriendo así el archipiélago de islas desconocidas para aquél entonces. Durante el siglo XVII y la primera mitad del siglo XVIII las islas de Juan Fernández fueron esporádicamente ocupadas por piratas y corsarios holandeses, ingleses y franceses para abastecerse, refugiarse y reponer fuerzas.

Por orden de la corona española, con el objetivo de poblar y defender Juan Fernández, en 1750 llega la primera población a la isla Robinson Crusoe (entonces conocida como “Más a tierra”), conformada por 171 colonos entre hombres y mujeres, al mando del gobernador Juan Navarro de Santaella. Se inicia la



construcción del fuerte Santa Bárbara y el poblado de San Juan Bautista. Durante la guerra de independencia, entre 1814 y 1817, tras el desastre de Rancagua, cerca de 300 patriotas fueron desterrados a la isla Juan Fernández. (Discover JF)

El año 1877 se entrega en arriendo el archipiélago por parte del gobierno chileno a un joven aristocrático de nacionalidad suiza llamado Alfred Von Rodt, quien tenía por objetivo la explotación de Robinson en el ámbito ganadero, forestal y pesquero. La llegada de este "nuevo dueño" provocó cierto malestar en los en ese momento 64 habitantes de la isla, quienes ya tenían sus rubros y estilos de vida (Municipalidad de Juan Fernández, 2023).

En 1895, el gobierno chileno dictó un decreto que declaraba colonia a las islas Juan Fernández. Un año más tarde se aprobó el plano de una población en San Juan Bautista y la concesión de sitios para los pescadores. En 1935 el estado de Chile crea el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, el segundo más antiguo del país, y estableció la protección de las islas Santa Clara, Alejandro Selkirk y la mayor parte de la isla Robinson Crusoe (Discover JF).

En cuanto a la morfología de Robinson Crusoe, la isla es principalmente montañosa y presenta pequeños valles y quebradas de fuertes pendientes.

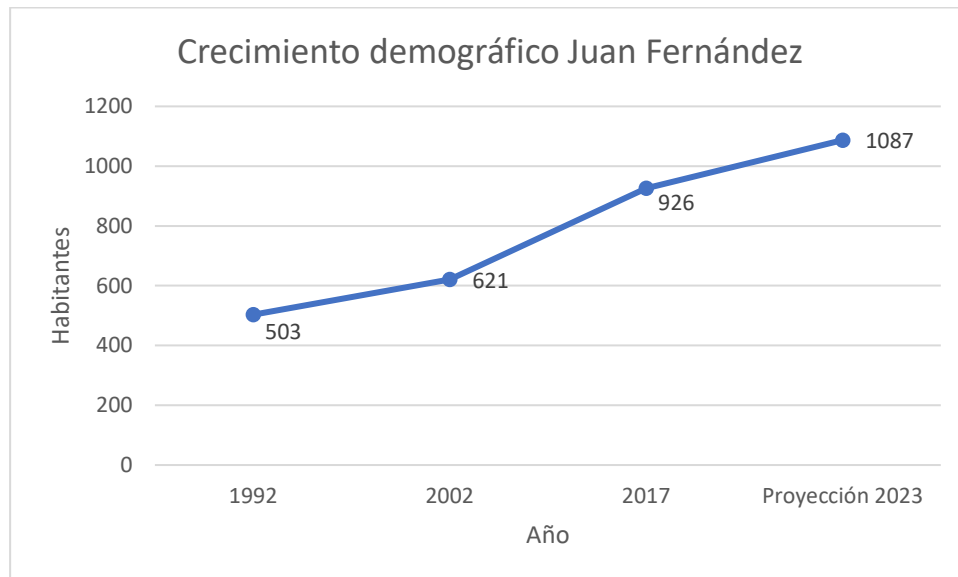
La máxima altura la representa El Yunque con 915 m.s.n.m. El contorno de la isla se caracteriza por la presencia de acantilados activos en permanente retroceso por erosión del mar. Según estudios realizados por Cirén (1982), la isla tiene una superficie del 39 % del total, afectada por erosión severa y muy severa, esto significa que está afectada por procesos erosivos irreversibles, motivados principalmente por la intervención humana a partir de la práctica de la ganadería intensiva y tala de los bosques ubicadas en los sectores de Villagra, Puerto Francés, Vaquería y Aeródromo (PLADECO, 2015).



En cuanto al ámbito económico y productivo, la pesca de langostas es la principal fuente de ingresos de las familias del Archipiélago, desde hace más de un siglo. A pesar de que la explotación de la langosta ha sido el producto principal de la isla, los últimos años se ha incrementado el énfasis en la extracción de recursos alternativos como el cangrejo dorado y especies ícticas (breca y vidriola, principalmente), con el fin de diversificar las oportunidades productivas y de comercialización. Por otro lado, la artesanía y el turismo aparecen como actividades económicas en segundo plano.

En cuanto a la población, se puede observar en la figura N°7 que la comuna de Juan Fernández ha experimentado un crecimiento de población sostenido a lo largo del tiempo, el cuál se ha intensificado principalmente durante las últimas dos décadas.

Figura 7: Crecimiento demográfico Juan Fernández.

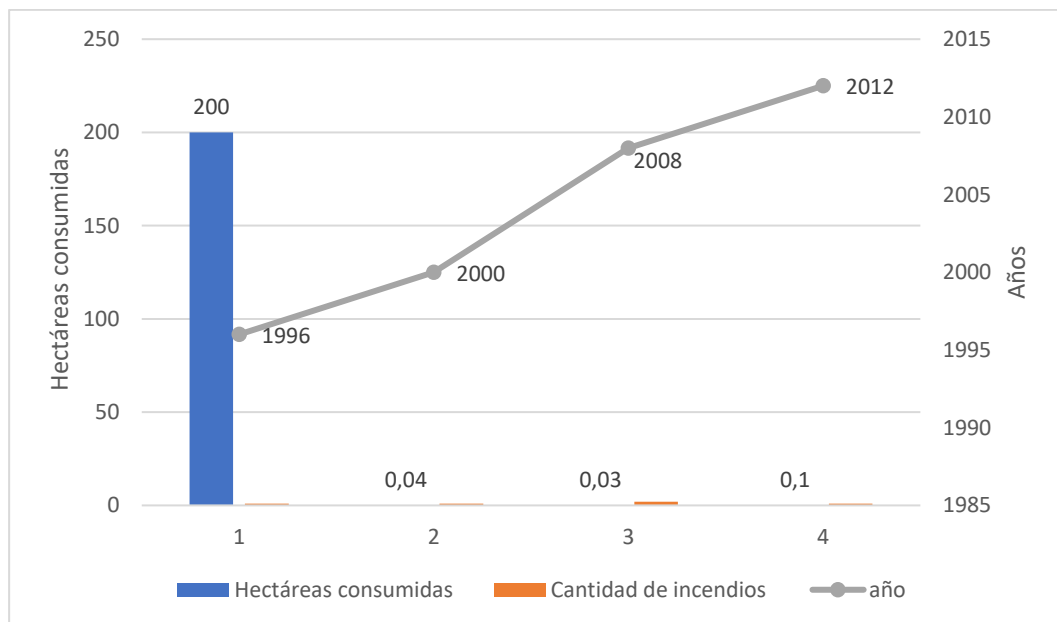


Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE.



Con respecto al registro histórico de incendios forestales ocurridos en Juan Fernández, CONAF ha registrado apenas 5 incendios forestales en los últimos 29 años, lo cual no necesariamente se relaciona con el nivel de riesgo de incendios existente, ya que es importante considerar que como se expuso anteriormente, la gran mayoría de los incendios forestales son por causas antrópicas y la isla de Robinson Crusoe tiene un flujo ingreso y salida controlada debido al difícil acceso a la isla. A continuación, se exponen los principales incendios forestales para la comuna. Cabe destacar que el gran incendio de 200 hectáreas expuesto corresponde a un incendio ocurrido en la isla de Alejandro Selkirk en el año 1996, el resto corresponden a incendios de menor envergadura ocurridos en la isla de Robinson Crusoe y dentro del área de estudio, el primero de ellos en el año 2000 y se vieron afectadas 0,04 hectáreas, para la temporada 2008-2009 hubieron dos incendios en los cuales se vieron afectadas 0,03 hectáreas y el último en el año 2012 y se vieron afectadas 0,10 hectáreas.

Figura 8: Registro de incendios forestales en la comuna de Juan Fernández.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAF (2024).



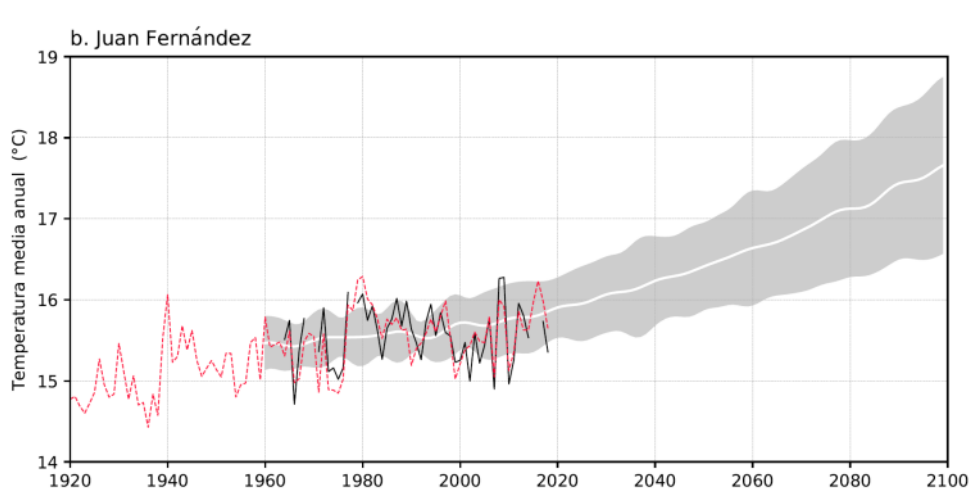
En cuanto al clima de la isla se encuentran bajo un régimen de tipo oceánico, pero más asociado con los climas continentales similares a los de latitud 38°S. También está presente un clima templado cálido, con una estación seca de cuatro a cinco meses. Existe una estación lluviosa de abril-mayo a septiembre-octubre, con un valor promedio anual de 956mm. La temperatura media anual es de 15 °C, en verano alcanzan un promedio de 18,7 °C y en invierno a 7,3°C. Las precipitaciones son de carácter frontal en invierno y convectivas en verano. Esto es que en verano puede llover cada tres días por acumulación de humedad. (PLADECO, 2015)

Juan Fernández tendría un aumento medio de la temperatura, que alcanzará 1 °C hacia mediados de este siglo, y 2 °C hacia el 2100. Este aumento afectaría tanto las temperaturas mínimas como máximas diurnas. En tanto, en el escenario de bajas emisiones de GEI (RCP2.6), habría un aumento de temperatura de 0.5 °C, el cual se alcanza a mediados de siglo y se mantiene constante hacia 2100. Bajo este escenario, también hay un aumento en las temperaturas diurnas mínimas y máximas.

El gráfico a continuación expone la serie de temperatura media anual para Juan Fernández. Se muestra la evolución de la temperatura media cerca de la superficie (curva negra), calculados como el promedio de las temperaturas diurnas mínimas y máximas. Las líneas rojas son la temperatura superficial del mar (TSM) estimadas del producto global ERSSTv5, así como las simulaciones de 35 modelos de clima hacia 2100 con el escenario de emisiones globales de GEI RCP 8.5. Los datos de modelos tienen un filtro que considera periodos de variabilidad mayores a 10 años. Los datos simulados y de TSM tienen una corrección de sesgo respecto de la observación en el período 1980-2010. (Ministerio medio ambiente, 2020).



Figura 9: Registro y proyección de temperatura en Juan Fernández.



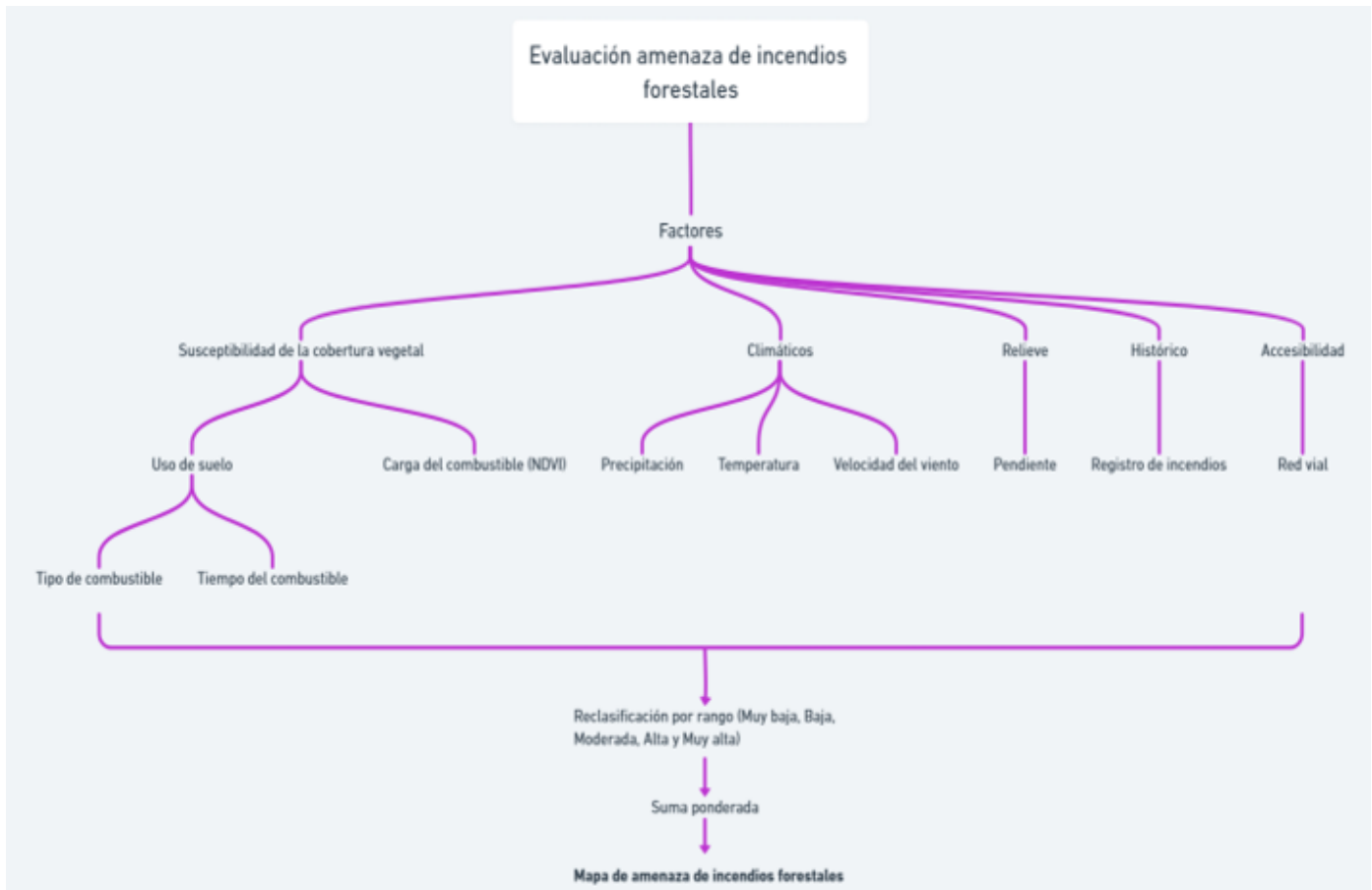
Fuente: Ministerio del medio ambiente, 2020.

3.3 Materiales y métodos.

3.3.1 Amenaza de incendios forestales

Para analizar los factores que contribuyen a la amenaza de incendios forestales en San Juan Bautista y generar mapas de amenaza se utilizará como base la metodología desarrollada por IDEAM (2011), la cual se basa en un modelo paramétrico para evaluar la amenaza de incendios forestales. Esta metodología implica la evaluación y asignación de valores a los factores que influyen en los incendios, utilizando los Sistemas de información geográfica (SIG) para el análisis espacial y resultados. El diseño metodológico del IDEAM se compone de cinco factores principales: la susceptibilidad de la cobertura vegetal, el clima, el relieve, el factor histórico y la accesibilidad.

Figura 10: Diseño metodológico para la evaluación de amenaza de incendios Forestales.



Fuente: Elaboración propia en base a IDEAM (2011).

3.3.2 Susceptibilidad de la cobertura vegetal.

En esta investigación se abordará el estudio de la susceptibilidad de la cobertura vegetal para evaluar de qué manera se comportan los incendios forestales en San Juan Bautista.



El IDEAM (2011) trabaja con metodología Corine Land Cover correspondiente a un inventario homogéneo de la cobertura biofísica de la superficie obtenido a través de la interpretación de imágenes satelitales (IDEAM, 2010). En el caso de esta investigación, con respecto a la susceptibilidad de la cobertura vegetal, específicamente en el tipo y tiempo del combustible, se trabaja con la cobertura de usos de suelo desarrollado por CONAF (2019) y se realiza una actualización propia de la cobertura vegetal del área de estudio con apoyo de imágenes satelitales con fecha de enero de 2024. A continuación, en la tabla N°1 se detallan las diferentes coberturas presentes para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista. La susceptibilidad de la cobertura vegetal se relaciona a la condición pirogénica que influye en el comportamiento de los incendios. Para evaluar este factor, se lleva a cabo una clasificación jerárquica de las siguientes variables:

a) Tipo de combustible vegetal

Corresponde a la cobertura vegetal o ecosistema predominante que podría ser afectado por las llamas (IDEAM, 2011).

La metodología del IDEAM propone una calificación para cada uso de suelo, sin embargo, el contexto de las áreas de estudio es diferencial. Datos de CONAF del período 2017-2021 indican que los principales tipos de vegetación quemados fueron las plantaciones forestales (42,53%), matorrales (21,33%), bosque nativo (16,15%) y pastizales (12,19%), por ello la calificación de los tipos de combustible se modifica y adecua al contexto del área del estudio.

Esta variable se evalúa en base a los usos de suelo, donde las coberturas se clasifican de acuerdo con su nivel de inflamabilidad según la siguiente tabla:



Tabla 1: Clasificación según tipo de combustible

Tipo de cobertura	Categoría	Clasificación
Tierras desnudas	Muy baja	1
Área urbana	Muy baja	1
Cultivos	Baja	2
Bosque nativo	Moderada	3
Matorrales	Alta	4
Pastizales	Alta	4
Bosque mixto	Alta	4
Plantaciones forestales	Muy alta	5

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2011).

b) Duración del combustible

Hace referencia a la cantidad de horas que puede permanecer incendiándose cada tipo de combustible. Al igual que la variable anterior, se utilizan los usos de suelo generados a partir de CONAF y una actualización propia, y este se clasifica y califica según la duración de cada combustible en cuatro categorías.

Tabla 2: Clasificación según duración del combustible.

Tipo de cobertura	Duración del combustible
Tierras desnudas	No combustible
Pastizales	1 Hora
Área urbana	10 Horas
Matorrales	10 Horas
Bosque nativo	100 Horas
Bosque mixto	100 Horas
Plantaciones forestales	100 Horas

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, (2011).



Tabla 3: Calificación según duración del combustible.

Duración	Categoría	Calificación
No combustibles	Muy baja	1
100 Horas (Árboles)	Baja	2
10 Horas (Matorrales y área urbana)	Moderada	3
1 Hora (Pastizales)	Alta	4

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, (2011)

c) Carga del combustible

Para poder evaluar la carga del combustible se hace necesario abordar y calcular la biomasa, la cual se refiere a la cantidad de combustible disponible para la combustión, y se expresa en toneladas por hectárea (IDEAM,2011). Para determinar la biomasa, se utiliza el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), que mide la existencia y salud de las plantas (biomasa relativa) en valores que van de -1 a 1 (Castro, 2013). Para calcular el NDVI, se comienza descargando la última imagen disponible Landsat 8 desde la plataforma USGS (1 de febrero de 2024) y posteriormente se aplica la siguiente ecuación:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Dónde:

NIR: Luz infrarroja cercana (banda 5)

RED: Luz roja visible (banda 4)

Calculado el NDVI el resultado se clasifica (Reclassify) por cortes naturales (Natural Breaks) realizando las respectivas categorías y calificaciones según el IDEAM (2011).



Tabla 4: Valores de amenaza para NVDI.

Rangos	Categoría	Calificación
-0,022 – 0,284	Muy bajo	1
0,284 – 0,351	Bajo	2
0,351 – 0,412	Moderado	3
0,412 – 0,465	Alto	4
0,465 – 0,596	Muy alto	5

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se procede a calcular la carga total del combustible de acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a las 3 variables recién expuestas mediante la siguiente ecuación la cual clasifica la carga del combustible en cinco categorías: Muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

Calculo final susceptibilidad de la cobertura vegetal

Una vez realizadas las calificaciones correspondientes, se aplica la ecuación de susceptibilidad total. A continuación, se realiza una distribución de frecuencia que tiene en cuenta las cinco categorías de amenaza: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

$$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)$$

Dónde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación.

CAL (tc): Calificación por tipo de combustible.

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

CAL (ct): Calificación de la carga total de combustibles



3.3.3 Factores climáticos

El clima corresponde a un factor importante en la generación y propagación de los incendios. En estaciones secas y calurosas la duración y severidad de este fenómeno se ve ampliado, pues la humedad y cantidad de combustible influye en que la vegetación sea más o menos resistente al fuego, la ausencia de humedad implica mayor disponibilidad de combustible con mayor probabilidad de ser afectado por las llamas (IDEAM, 2011); (Huentecol, S. 2022).

Para evaluar el efecto de los factores climáticos sobre la propagación de los incendios forestales en San Juan Bautista se tomarán en cuenta los siguientes 4 factores.

Es importante destacar que los valores utilizados para cada uno de los factores se recopilaron directamente desde la estación meteorológica Juan Fernández, a través del explorador climático del Centro de ciencia del clima y la resiliencia (CR2). Se trabajó con una muestra de datos de un período de 31 años (1993-2023), sin embargo, en el año 2017 hay ausencia de datos para el caso de la temperatura media anual.

Además, cabe destacar que la estación meteorológica se encuentra ubicada dentro del área de estudio de esta investigación la cual abarca apenas 646 hectáreas, por lo que no se realizarán interpolaciones con otras estaciones meteorológicas al encontrarnos en un territorio insular en el que la única estación meteorológica es la que se encuentra en esta área de estudio.



a) Temperatura

Un aumento de la temperatura durante las estaciones cálidas provoca una disminución en la humedad relativa del aire, lo cual afecta la hidratación de los combustibles y aumenta su inflamabilidad (Mora, 2022). Esta variable se evalúa calculando las medias del promedio anual para el período señalado anteriormente, calculado con la información disponible de la estación meteorológica Juan Fernández. A continuación, se clasifica el promedio anual de temperatura según el nivel de amenaza.

Tabla 5: Clasificación por factor temperatura.

Temperatura promedio anual	Categoría	Calificación
Nival (<1.5)	Muy baja	1
Extremadamente frío (1.5-6)	Muy baja	1
Muy frío (6-12)	Moderada	2
Frijo (12-18)	Moderada	3
Templado (18-24)	Alta	4
Cálido (>24)	Muy alta	5

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, (2011).

b) Precipitación

La humedad y la cantidad de combustible son factores que influyen en la resistencia de la vegetación al fuego. La falta de humedad aumenta la disponibilidad de combustible inflamable, lo que a su vez aumenta la probabilidad de que las llamas afecten la vegetación (IDEAM, 2011). Para evaluar la amenaza de incendios forestales en San Juan Bautista debido a la precipitación, se calcula la media del promedio anual de precipitaciones en el período de tiempo antes señalado, utilizando los datos brindados por la estación meteorológica Juan Fernández. A continuación, se clasifica la precipitación promedio anual según los criterios establecidos por el IDEAM.



Tabla 6: Clasificación por factor precipitación.

Precipitación promedio anual	Categoría	Calificación
Árido (0-500)	Muy baja	1
Pluvial (>7000)	Muy baja	1
Muy húmedo (3000-7000)	Moderada	2
Húmedo (2000-3000)	Moderada	3
Seco (1000-2000)	Alta	4
Muy seco (500-1000)	Muy alta	5

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2011).

c) Velocidad del viento

Uno de los principales factores que influyen en la propagación del fuego es el viento, el cual según explica Moscovich (2014), es generado por diferencias de temperatura y de presión entre distintos puntos de la superficie terrestre. Este último interviene directamente en la dirección, intensidad y velocidad con la que se propaga el fuego. Además, aporta oxígeno a la combustión, el viento tuerce las llamas, calentando los materiales inflamables ubicados frente a ellas y acelerando así la expansión del incendio. Asimismo, facilita el transporte de las chispas, lo que puede generar nuevos focos de fuego más allá del perímetro original del incendio. Se trabajó con los datos de velocidad del viento a 10 metros sobre la superficie obtenidos del Global Wind Atlas (2024). Estos datos se clasifican según la escala de Beaufort representada en la tabla N°10.

Tabla 7: Clasificación por factor velocidad del viento

Grado beaufort	Velocidad Beaufort (m/s)	Descripción	Calificación
0 a 1	0 – 1,5	Calma y ventolina	1
2	1,5 – 3,4	Leve	2
3	3,4 – 5,4	Flojo	3
4	5,4 – 7,9	Moderado	4
Mayor a 5	>7,9	Molesto a fuerte	5

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



3.3.4 Factor relieve

La propagación del fuego se acelera en pendientes pronunciadas, ya que el ángulo de la superficie influye en su avance, generando una propagación rápida y peligrosa (Julio, 2005). Para calcular la pendiente en la isla de Robinson Crusoe se generará un Modelo Digital de Terreno (MDT). Una vez obtenida la información, se clasifica según el grado de amenaza establecido por el IDEAM.

Tabla 8: Clasificación por factor relieve.

Pendiente media	Categoría	Calificación
0-7%	Muy baja	1
7-12%	Baja	1
12-25%	Moderada	2
25-75%	Alta	3
>75%	Muy alta	4

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2011).

3.3.5 Factor histórico

En base al registro histórico de CONAF, el cuál registra los incendios forestales en Juan Fernández (Fecha y hectáreas consumidas) y la ubicación de cada uno de estos siniestros obtenida con apoyo de un funcionario de CONAF durante la visita a la isla Robinson Crusoe se puede obtener la frecuencia de incendios mediante un mapa de calor. Cabe destacar que, según el registro histórico de CONAF, solo ha habido 3 “incendios forestales” en el área de estudio desde que se tiene registro 2000, 2008 y 2012, siendo el de 2012 el más significativo con apenas 0,10 hectáreas. Se genera un área de influencia de 0,1 hectáreas la cual se divide en 5 categorías equitativas que van desde muy alta (lugar de ocurrencia del evento) a muy baja.



3.3.6 Factor accesibilidad

El factor de accesibilidad está relacionado con la densidad de la red vial, ya que, a mayor densidad, mayor es la probabilidad de que la población pueda llegar a zonas forestales y generar focos de incendios (IDEAM, 2011). Se propone la conformación de 5 zonas buffer, cada una con un grosor de 100m alrededor de la red vial primaria y secundaria. Podemos categorizar la accesibilidad según la siguiente tabla.

Tabla 9: Clasificación por factor accesibilidad.

Distancia a la vía (Buffer mts)	Categoría	Calificación
>500	Muy baja	1
300-500	Baja	2
200-300	Moderada	3
100-200	Alta	4
0-100	Muy alta	5

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM (2011).

Es importante recalcar que para este caso se adaptó la tabla recién descrita con respecto a la metodología original propuesta por el IDEAM, esto debido a que al tratarse de un área de estudio insular en el que el polígono analizado tan solo abarca 646 hectáreas y la accesibilidad para este centro urbano es suficientemente acotada. Es por esto que se adecuaron los valores de los buffers los cuales originalmente eran propuestos en intervalos cada 500 metros quedando así cada 100 metros.



3.3.7 Ponderación final amenaza de incendios forestales

Una vez obtenida toda la información correspondiente a los factores previamente mencionados, se aplica una suma ponderada para calcular la amenaza a través de un algebra de mapas en la calculadora ráster de QGIS v.3.30.1, según la metodología propuesta por IDEAM (2011). Se puede observar a continuación la ecuación en cuestión con el porcentaje de ponderación de cada variable.

AMENAZA= Susceptibilidad de la vegetación x (0,20) + Precipitación x (0,25) + Temperatura x (0,25) + Pendientes x (0,10) + Histórico x (0,05) + Accesibilidad x (0,05) + Vientos x (0,10)

Cabe destacar que se realizó una modificación con respecto a los valores de las ponderaciones de algunos valores con respecto a los valores originales propuestos por el IDEAM. Esto con el objetivo de contar con una mejor representatividad de acuerdo con el área de estudio de la interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista y además se incorpora la variable de “Vientos” la cual no es desarrollada originalmente por el IDEAM, sin embargo, la mencionan dejando esta variable como una variable optativa de acuerdo con el criterio propio.

3.4 Evaluación de vulnerabilidad ante el riesgo de incendios forestales

Para evaluar la vulnerabilidad por exposición de la población de San Juan Bautista ante incendios forestales se implementará un sistema de evaluación propuesto por Albarracín & Vera (2017).

La Exposición como factor de vulnerabilidad se refiere al nivel donde ecosistemas, población, infraestructuras y sistemas de producción se encuentran en zonas de incidencia potencial de las amenazas consideradas en el análisis. (Albarracín & Vera, 2017)



A continuación, se presentan los 4 factores descritos anteriormente los cuales tienen incidencia para la ponderación final de la vulnerabilidad por exposición.

A) Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)

Evalúa la localización de ecosistemas en zonas de amenaza de incendios forestales, como bosque nativo, humedales, páramos y reservas naturales.

B) Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)

Evalúa la vulnerabilidad que presentan las infraestructuras en cuanto a su localización sobre áreas de amenaza de incendios forestales, tales como vías de comunicación, líneas vitales (energía eléctrica, combustibles, distribución de agua), hospitales, escuelas, grifos, etc.

C) Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)

Evalúa la vulnerabilidad que presenta la población en cuanto a la localización de las viviendas o complejos habitacionales en zonas de amenaza de incendios forestales. Cabe recalcar que se realizó una modificación con respecto a la metodología original propuesta por Albarracín y Vera (2017) para poder integrar esta variable. Originalmente se habrían obtenido las manzanas censales para determinar la cantidad específica de habitantes que habita en zonas de niveles de amenaza baja, moderada o alta. Sin embargo, los datos del censo del año 2017 realizado por el Instituto nacional de estadísticas (INE) no contemplan manzanas censales para el área de estudio en cuestión, de hecho, solo se considera 1 distrito censal para la isla de Robinson Crusoe y este se divide en 2 entidades, una llamada "San Juan Bautista" la cual considera gran parte del área urbana y la otra llamada "Indeterminada", la cual considera todo el resto del área de estudio y contempla 12 viviendas. Por lo tanto, se decidió calcular el nivel de vulnerabilidad según los niveles de amenaza en base a la superficie de las entidades delimitadas por el INE.



D) Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP)

Evalúa la vulnerabilidad de los sistemas de producción pecuaria, plantaciones forestales, comercial o recreativa localizados en área de amenaza de incendios forestales. En la tabla n°12 los autores plantean los criterios a utilizar para categorizar los niveles de vulnerabilidad por exposición para su posterior cálculo.

Tabla 10: Evaluación de vulnerabilidad por exposición.

Porcentaje de exposición	Calificación	Categoría
Menos del 20% de los elementos de amenaza alta y más del 60% del total en zonas de baja amenaza.	1	Baja
Menos del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de amenaza alta y más del 30% en amenaza media.	2	Media
Más del 20% del total de los elementos expuestos en zonas de amenaza alta.	3	Alta

Fuente: Elaboración propia a partir de Parra, B (2024), Albarracín & Vera (2017).

Finalmente, para calcular la vulnerabilidad por exposición se realiza una función simple la cual promedia los 4 valores expuestos previamente y se resume en la siguiente tabla:

Figura 11: Cálculo de vulnerabilidad por exposición.

Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$
	Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE) Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI) Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP) Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP).

Fuente: Albarracín & Vera (2017).



3.5 Riesgo de incendios forestales

El proceso de evaluación del riesgo de incendios forestales se basa en la combinación de dos aspectos fundamentales: la amenaza y la vulnerabilidad. Después de realizar los respectivos mapeos para cada componente, se procede a reclasificar los datos en tres categorías (bajo, medio y alto), utilizando el software ArcGIS para procesar los archivos ráster. Una vez completada la reclasificación se integran las variables mediante la aplicación del siguiente calculo simple a través de un algebra de mapas entre el mapa final de amenaza X el mapa final de vulnerabilidad por exposición en QGIS V.3.30.1, con el objetivo de obtener los niveles de riesgo para el área de estudio en cuestión (San Juan Bautista).

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

3.6 Instrumentos de planificación territorial

Se analizarán los instrumentos de planificación territorial existentes para la comuna de Juan Fernández con el objetivo de visualizar cuales son las principales vulnerabilidades existentes en cuanto a la materia de riesgo de incendios forestales en estos documentos. Se revisará el plan regulador comunal (PRC) 15 de diciembre de 2011, actualizado por última vez en 2013, estudio de riesgos para el plan regulador comunal del 2011 (septiembre 2011), el plan de desarrollo comunal (PLADECO) 2015-2020, evaluación ambiental estratégica (EAE) de septiembre de 2015, plan regulador de ordenamiento territorial (PROT) 2015. Por otro lado, se revisarán otros documentos elaborados por o para CONAF, los cuales tienen igualmente incidencia en el área de estudio. En este caso se revisará el plan de manejo Parque nacional Archipiélago Juan Fernández 2014, plan de protección contra incendios forestales parque nacional Juan Fernández 2021, Medición de la capacidad de carga del Archipiélago Juan Fernández 2021.



3.7 Entrevistas

Se realizarán entrevistas semi-estructuradas a los residentes de la isla con el objetivo principal de evaluar el conocimiento de estos últimos con respecto a los instrumentos de planificación territorial de Juan Fernández y en particular el plan regulador comunal para evidenciar la vulnerabilidad que puede existir en conocimientos en materia de incendios.

Para esto se aplicó la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra buscado

N: Tamaño de la población o universo

Z: Nivel de confianza

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Para esta investigación se aproximará el tamaño de la población (N) a 1.000 (926 habitantes según censo 2017).

De acuerdo con el tiempo acotado con el que se dispondrá en terreno, se utilizará un nivel de confianza del 90% (Z), un error de estimación máximo aceptado (e) de un 10%, probabilidad de que ocurra el evento estudiado (p) 50% y probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (q) 50%.

Resultando así 63,42, lo cual se aproximará a una muestra de 63 personas.



Encuesta a la comunidad

1. ¿Sabe usted cual es la diferencia entre el riesgo natural y el riesgo antrópico
2. ¿Sabe usted si Juan Fernández cuenta con un plan regulador? ¿Cuál? ¿De qué año?
3. ¿Sabe si hay un estudio de riesgos? ¿Sabe si incluye los incendios forestales?
4. ¿Las autoridades los han capacitado ante posibles desastres naturales?
5. ¿Sabe usted como debería evacuar ante un posible incendio forestal?



4. Resultados

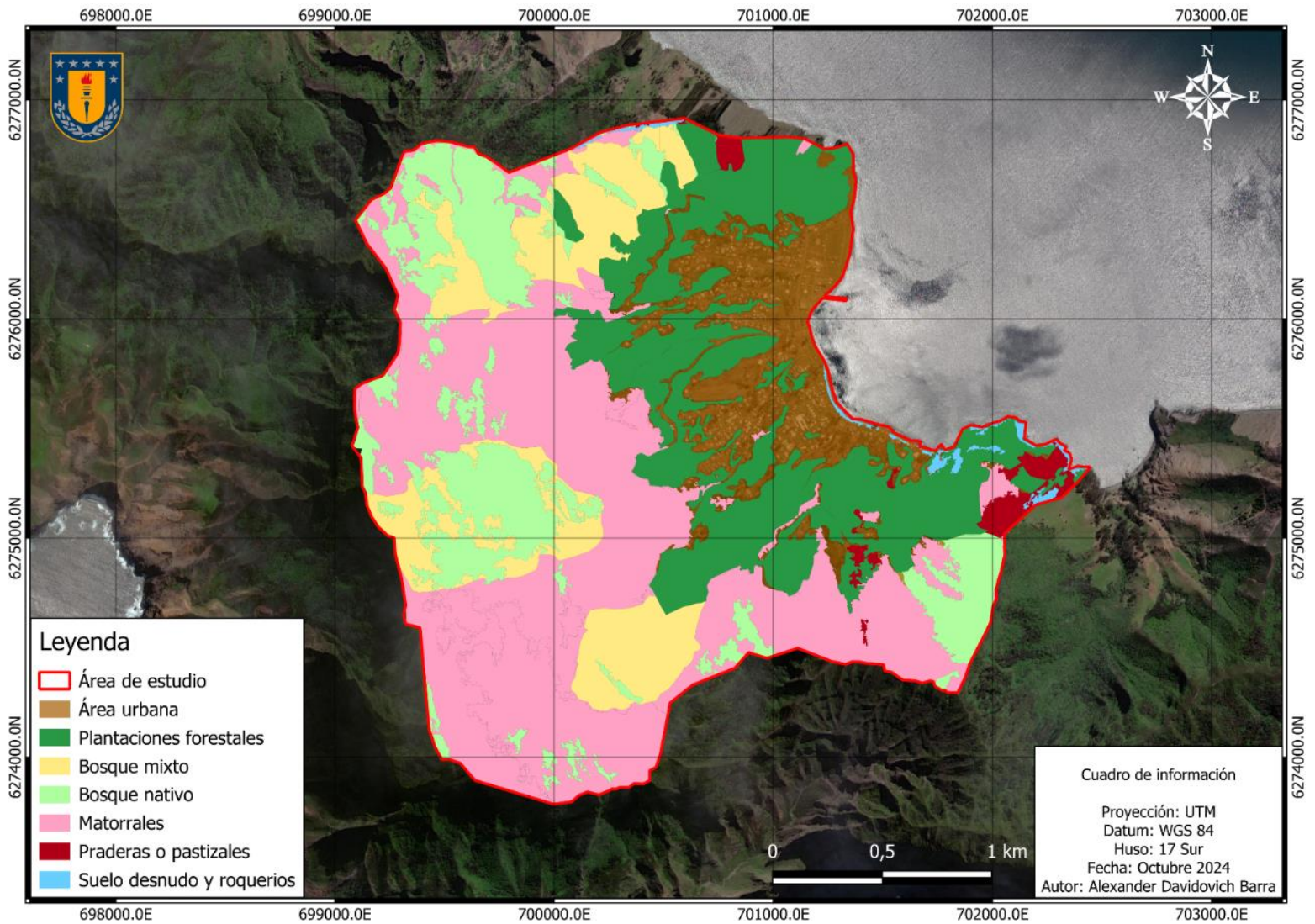
4.1 Amenaza de incendios forestales

4.1.1 Factor susceptibilidad de la cobertura vegetal

El área de estudio y sus usos de suelo presentados a continuación contempla una superficie total de 645,63 hectáreas, cabe destacar que el área urbana corresponde al estipulado según el plan regulador comunal de Juan Fernández, sin embargo, se ha disminuido considerablemente ya que se ha editado los bordes de este con el objetivo de visualizar la realidad de los usos de suelo que se encuentran insertos en el perímetro del área urbana. El resto de los usos de suelo corresponde a una actualización propia de los propuestos por CONAF 2019. De este modo, de las 645,63 hectáreas que contempla el área de estudio un 12,82% corresponde al área urbana, un 21,33% corresponde a las plantaciones forestales, un 36,59% corresponden a matorrales, un 14,95% corresponde a bosque nativo, un 11,88% corresponde a bosque mixto, un 1,79 corresponde a praderas o pastizales y un 0,64 corresponde a suelo desnudo y roqueríos.



Figura 12: Cobertura vegetal en área de estudio.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia en base a CONAF 2019 y visita a terreno.



Tabla 11: Distribución de usos de suelo en el área de estudio.

Cobertura	Superficie (ha)	Porcentaje
Área urbana	82,77	12,82%
Plantaciones Forestales	137,70	21,33%
Matorrales	236,24	36,59%
Bosque nativo	96,52	14,95%
Bosque mixto	76,72	11,88%
Praderas o pastizales	11,54	1,79%
Suelo desnudo y roqueros	4,14	0,64%
Total	645,63	100%

Fuente: Elaboración propia

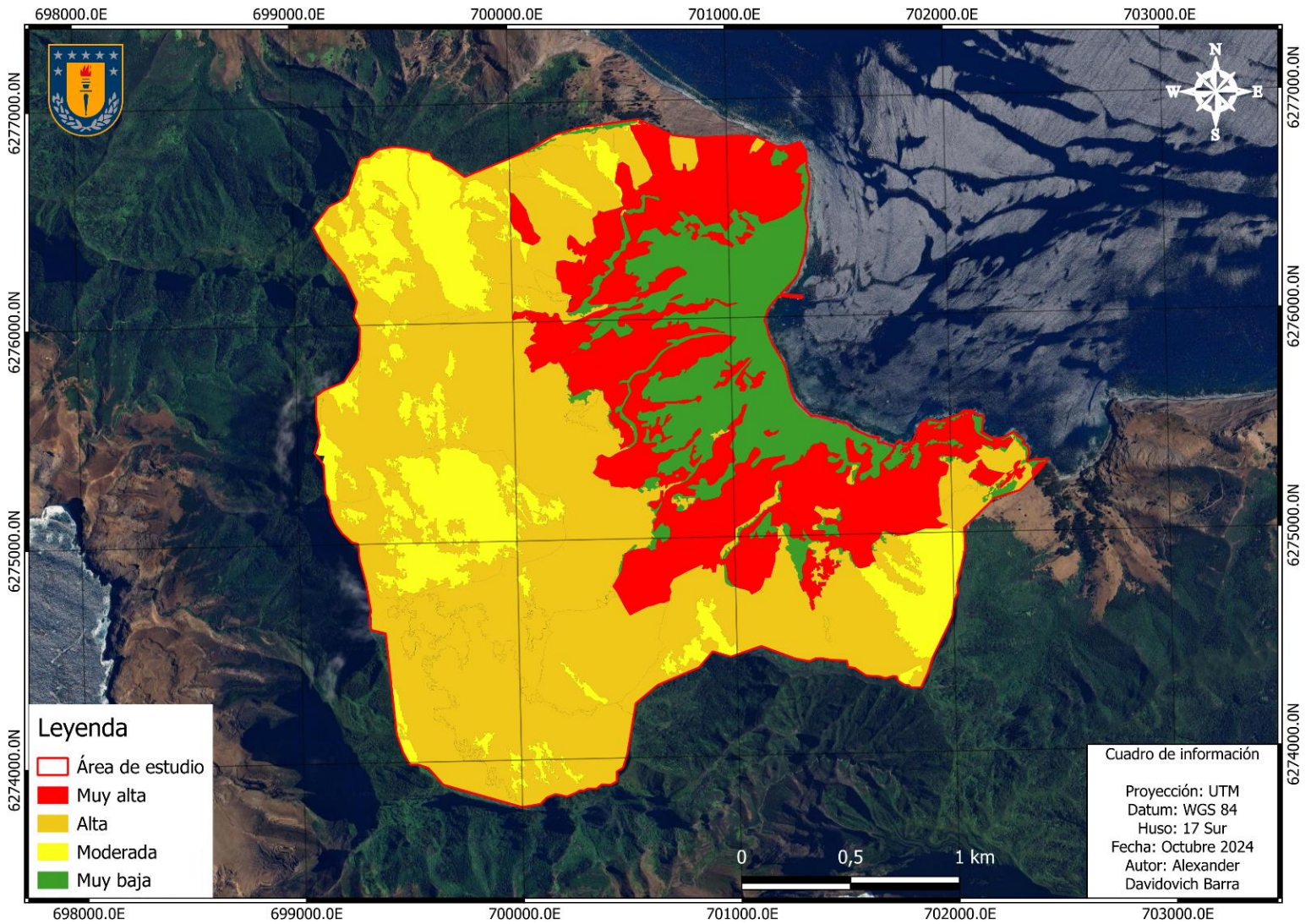
De acuerdo con la metodología propuesta por IDEAM (2011), existen tres variables que inciden directamente en la susceptibilidad de la cobertura vegetal: el tipo, el tiempo y la carga del combustible, los cuales posteriormente se utilizan dentro de una fórmula para obtener el valor final de susceptibilidad de la cobertura.

4.1.1.1 Susceptibilidad por tipo de combustible

La clasificación de la cobertura vegetal por tipo de combustible nos muestra que la categoría predominante es la denominada "Alta" la cual contempla un 50,26% del total asociado principalmente al uso de suelo de matorrales, bosque mixto y praderas o pastizales, sigue la categoría de muy alta con un 21,33% asociado con plantaciones forestales, luego le sigue la categoría de moderada con un 14,95% asociado a bosque nativo, luego le sigue la categoría de muy baja con un 13,46% asociado con el área urbana y suelos desnudos. Cabe destacar que la categoría de "Baja" no se encuentra presente ya que hay ausencia de este tipo de uso de suelo en el área de estudio.



Figura 13: Susceptibilidad por tipo de combustible.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.

A continuación, se exponen las categorías con su respectiva superficie que ocupan dentro del área de estudio y el porcentaje que representa del área total.

Cabe destacar que según la metodología propuesta por IDEAM (2011) la categoría de “baja” se asocia con los cultivos, cobertura la cual no se encuentra presente en el área de estudio por lo que simplemente se omitió esta categoría.



Tabla 12: Distribución de categorías por tipo de combustible

Categoría	Superficie (Ha)	Porcentaje
Muy alta	137,70	21,33%
Alta	324,5	50,26%
Moderada	96,52	14,95%
Baja	0	0
Muy baja	86,91	13,46%

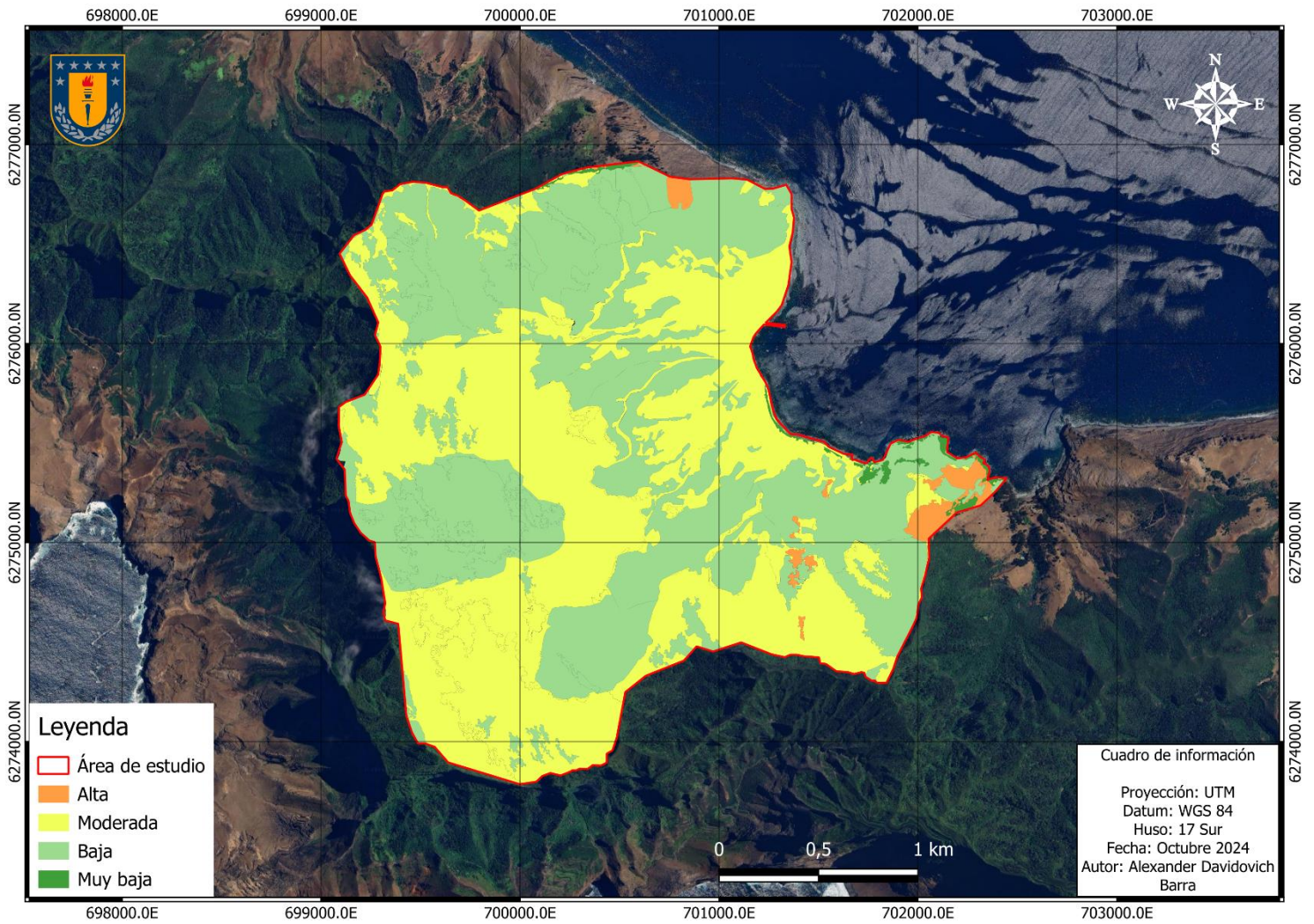
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2 Duración del combustible

En cuanto a la duración del combustible se realizó una reclasificación de las capas de acuerdo con los parámetros expuestos previamente en la metodología, obteniendo así 4 categorías, siendo la de “Moderada” la con mayor representación con un total de 319,01 hectáreas, seguida de “Baja” con 310,94 hectáreas, “Alta” con 11,54 hectáreas y por último “Muy baja” con 4,14 hectáreas.



Figura 14: Cartografía de Susceptibilidad por duración del combustible



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.

Tabla 13: Distribución por tiempo del combustible.

Categoría	Superficie (Ha)	Porcentaje%
Muy baja	4,14	0,64%
Baja	310,94	48,16%
Moderada	319,01	49,41%
Alta	11,54	1,79%

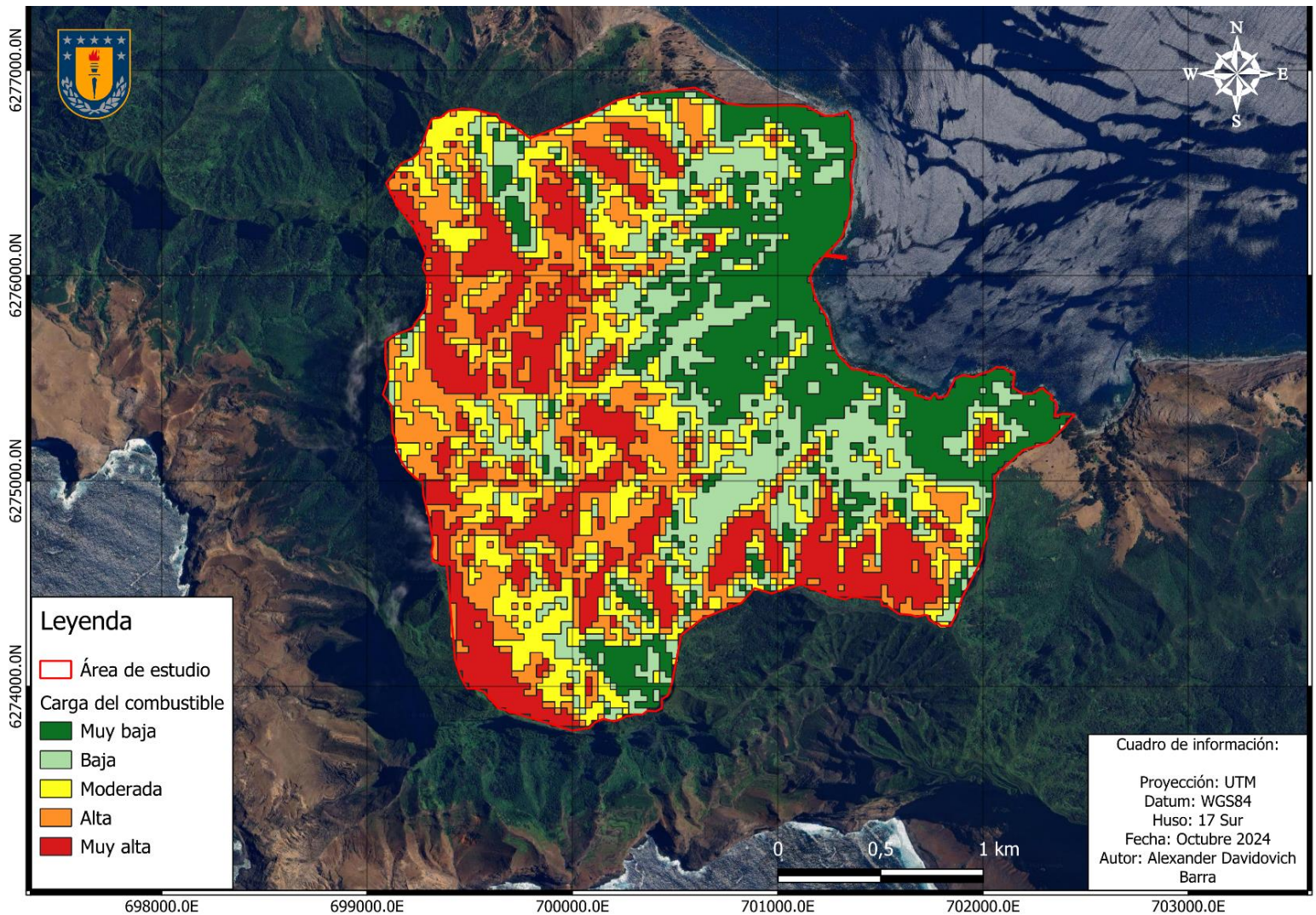
Fuente: Elaboración propia



4.1.1.3 Carga del combustible (NDVI)

En el mapa a continuación, se exponen los resultados obtenidos con respecto a la susceptibilidad por carga del combustible a través del cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

Figura 15: Cartografía de susceptibilidad por carga del combustible.



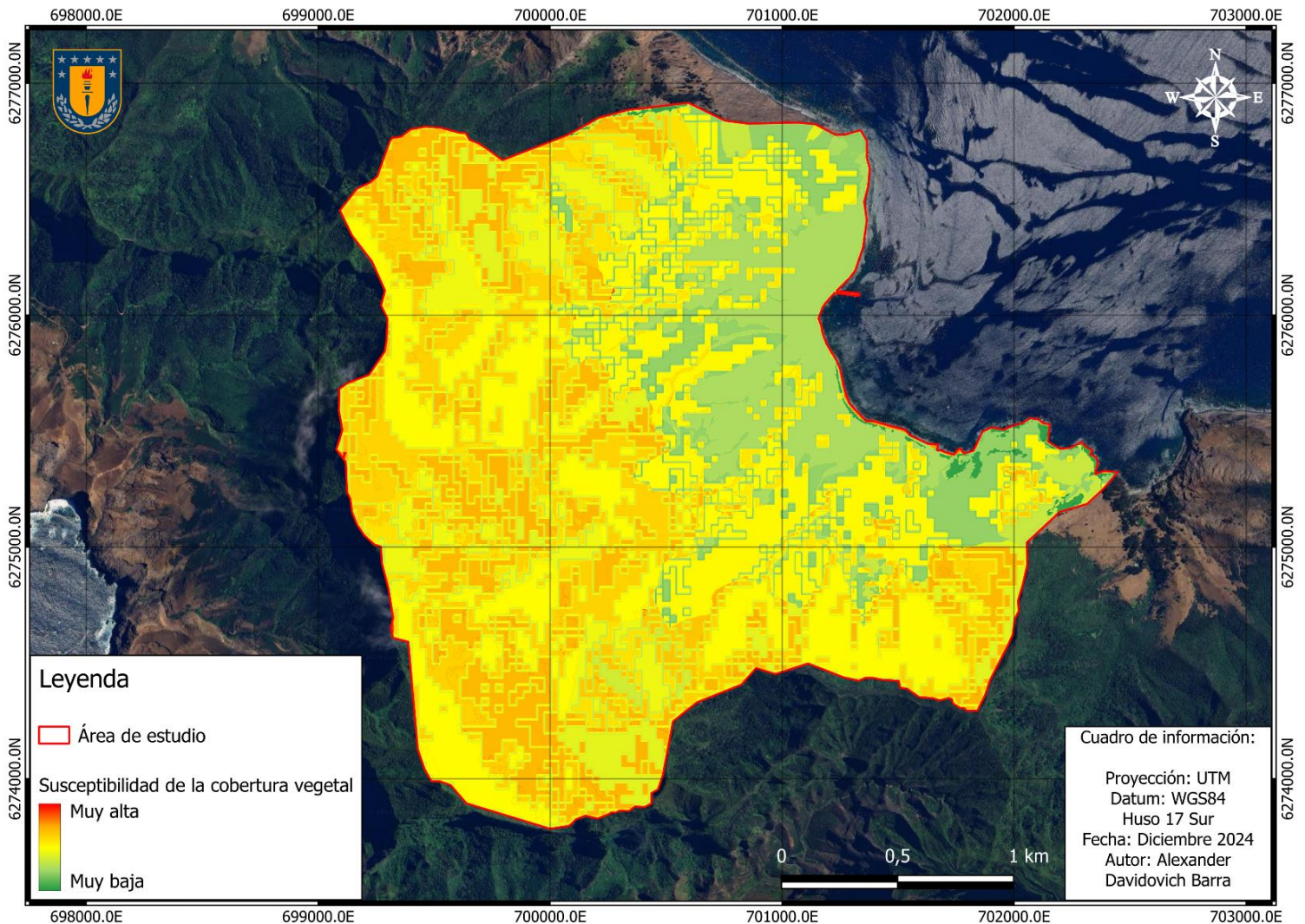
Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



4.1.1.4 Susceptibilidad final de la cobertura vegetal

Luego de realizar el procedimiento descrito previamente en el punto 4.3.2 correspondiente a un álgebra de mapas entre el mapa de tipo de cobertura vegetal, duración del combustible y el índice de vegetación de diferencia normalizada, se obtiene el mapa de susceptibilidad de la cobertura vegetal expuesto a continuación.

Figura 16: Cartografía susceptibilidad de la cobertura vegetal.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



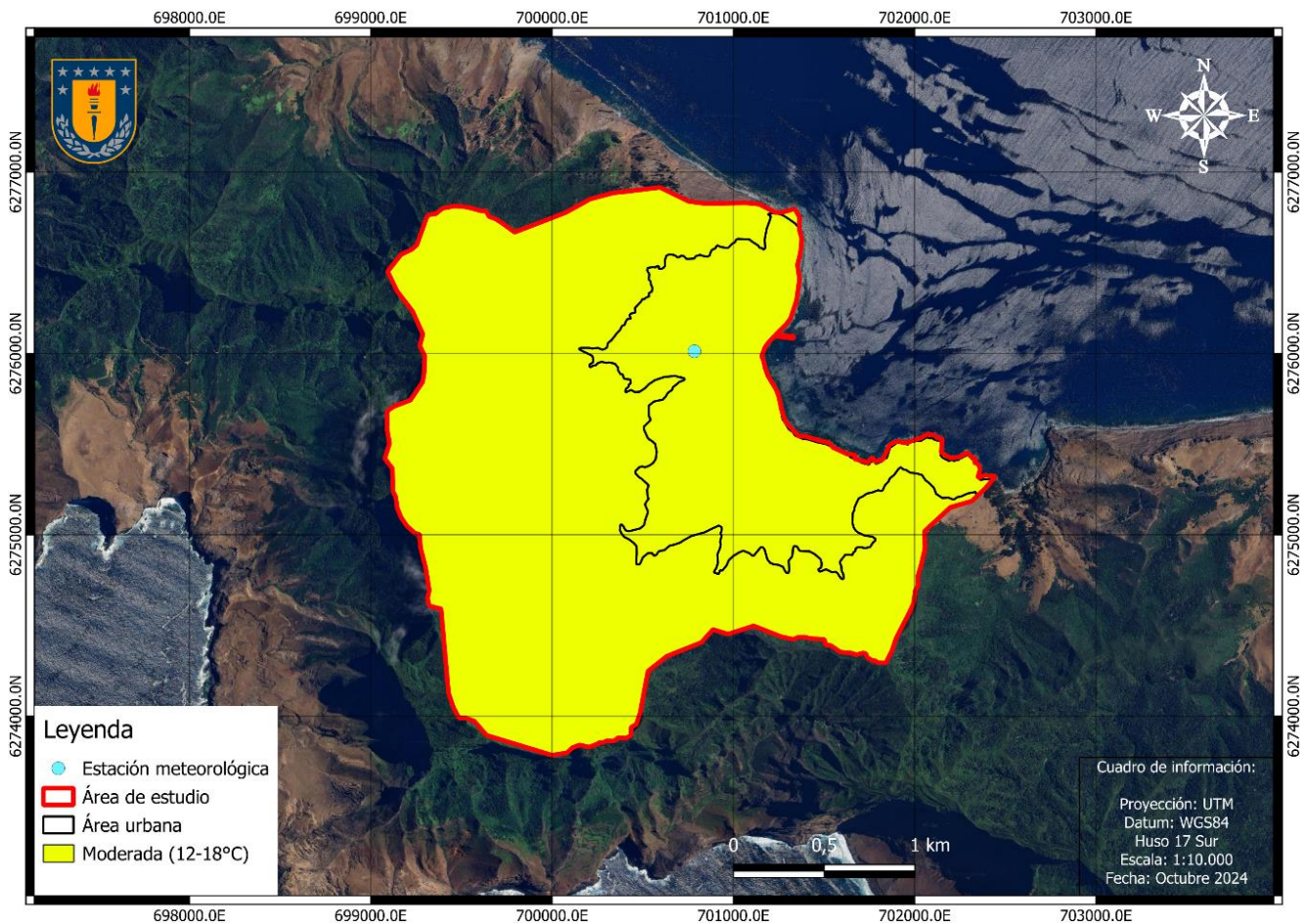
Cabe destacar la predominancia de una susceptibilidad baja para el área urbana y variaciones entre las categorías de moderada a alta para el resto del área de estudio donde predominan las plantaciones forestales, bosque mixto, bosque nativo y matorrales.

4.1.2 Factor clima

4.1.2.1 Temperatura

Se obtuvo la media de los promedios anuales de temperatura en un rango de 30 años (1993-2023) con ausencia de datos para el año 2017. Datos obtenidos del explorador climático del CR2. El resultado indica 15,08 °C de temperatura media anual para el área de estudio, lo cual lo deja en categoría 3 de “Moderada”

Figura 17: Cartografía clasificación por temperatura promedio anual para el área de interfaz urbano-forestal en un período de 31 años (1993-2023).



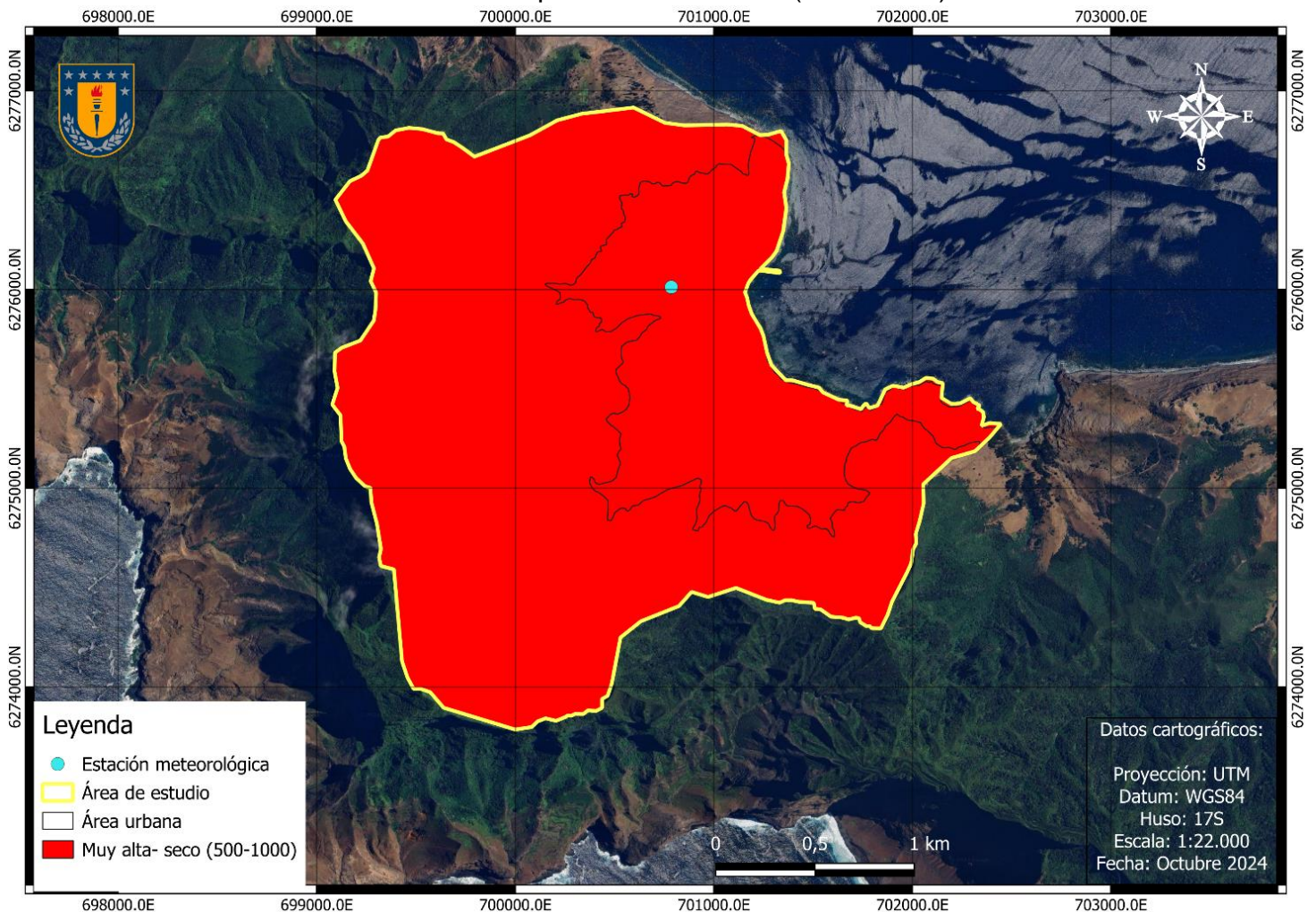
Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



4.1.2.2 Precipitación

Se obtuvo la media de los promedios anuales de precipitación en un rango de 31 años (1993-2023). Datos obtenidos del explorador climático del CR2. El resultado indica 932mm de media anual para el área de estudio, lo cual lo deja en categoría 5 de “Muy alta”

Figura 18: Cartografía clasificación por precipitación media anual para el área de interfaz urbano-forestal en un período de 31 años (1993-2023).



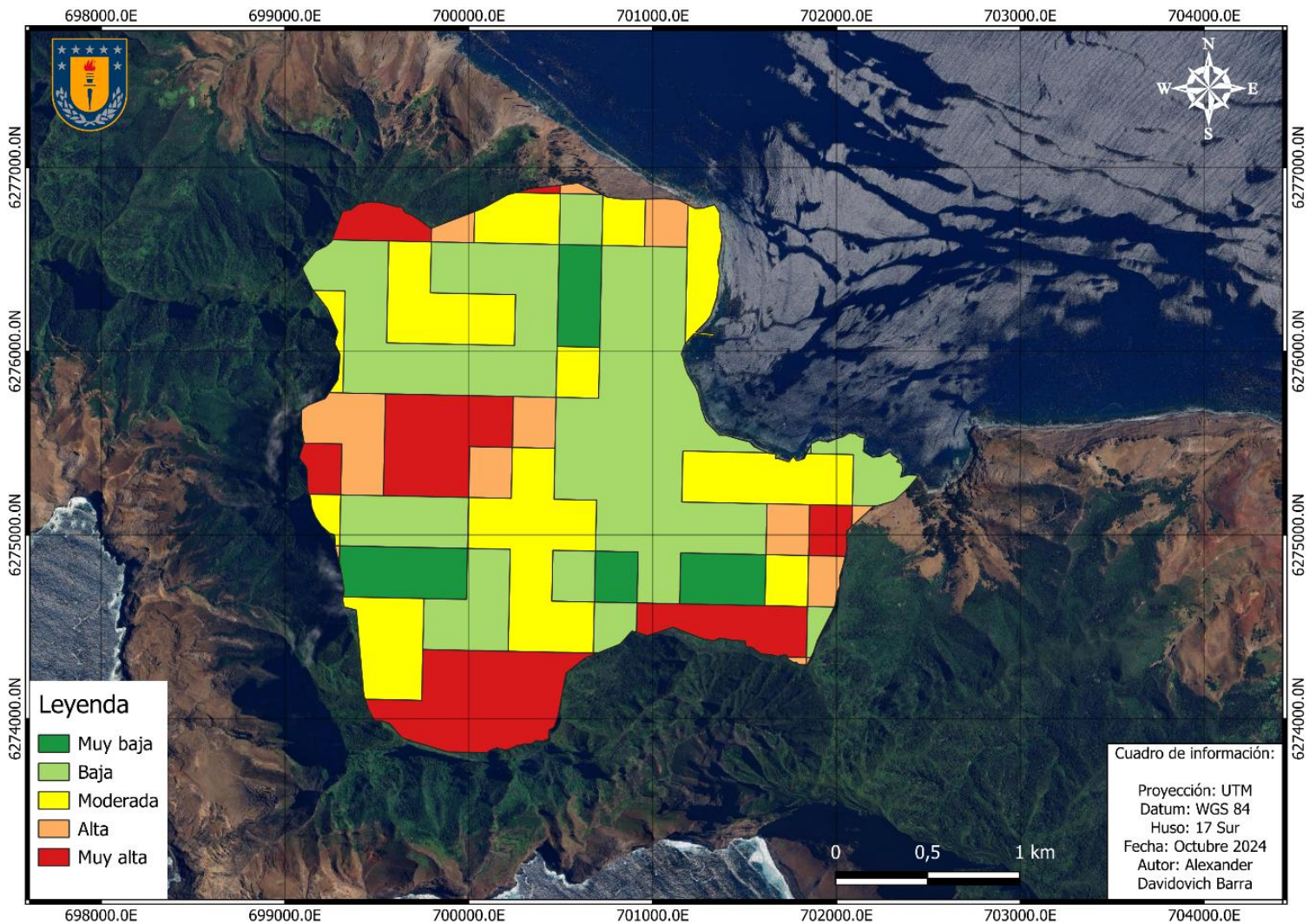
Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



4.1.2.3 Velocidad del viento

Obtenidos los datos del Global wind atlas, se realizó una reclasificación en QGIS para asignar los valores correspondientes a cada categoría según lo expuesto anteriormente en la metodología. A continuación, en el mapa N°8 se observan los resultados, obteniendo una predominancia de la categoría “baja” con un 40,36% del área total.

Figura 19: Cartografía clasificación por velocidad del viento.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia en base a Global Wind Atlas.



Tabla 14: Distribución clasificación por velocidad del viento

Categoría	Superficie	Porcentaje
Muy baja	51,12	7,92%
Baja	260,4	40,36%
Moderada	163,58	25,35%
Alta	53,05	8,22%
Muy alta	117,09	18,15%

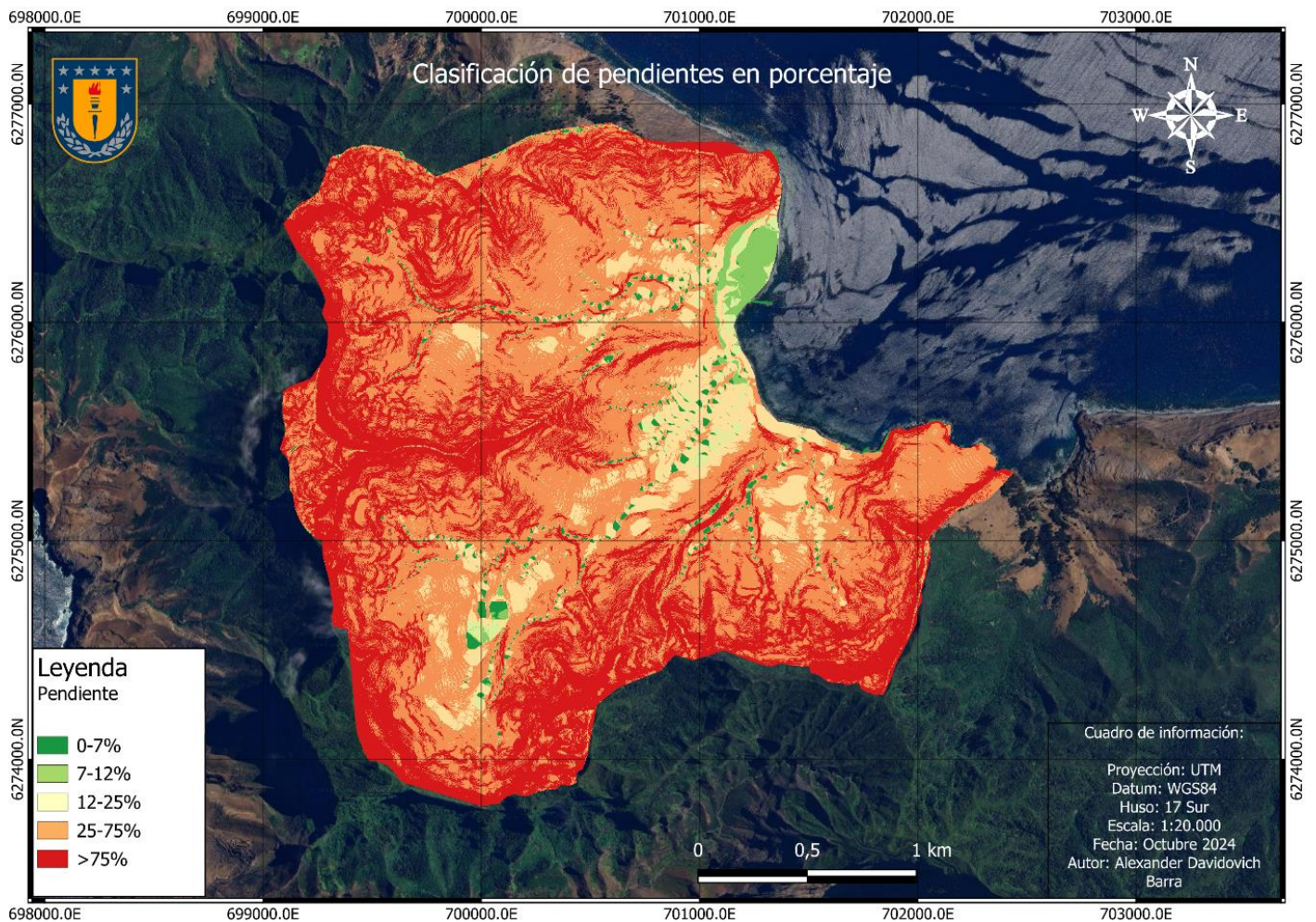
Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Factor Relieve

4.1.3.1 Pendiente

Se elabora una cartografía de pendientes mediante el SIG QGIS utilizando como base un modelo digital de elevación con precisión de 2 metros, facilitado por el grupo de estudios multiamenazas, vulnerabilidades y cambio climático. Se utiliza la herramienta de “Slope” para calcular las pendientes en porcentaje y posteriormente se reclasifican para obtener las 5 categorías propuestas por la metodología del IDEAM (2011).

Figura 20: Cartografía clasificación de pendientes en porcentaje.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.

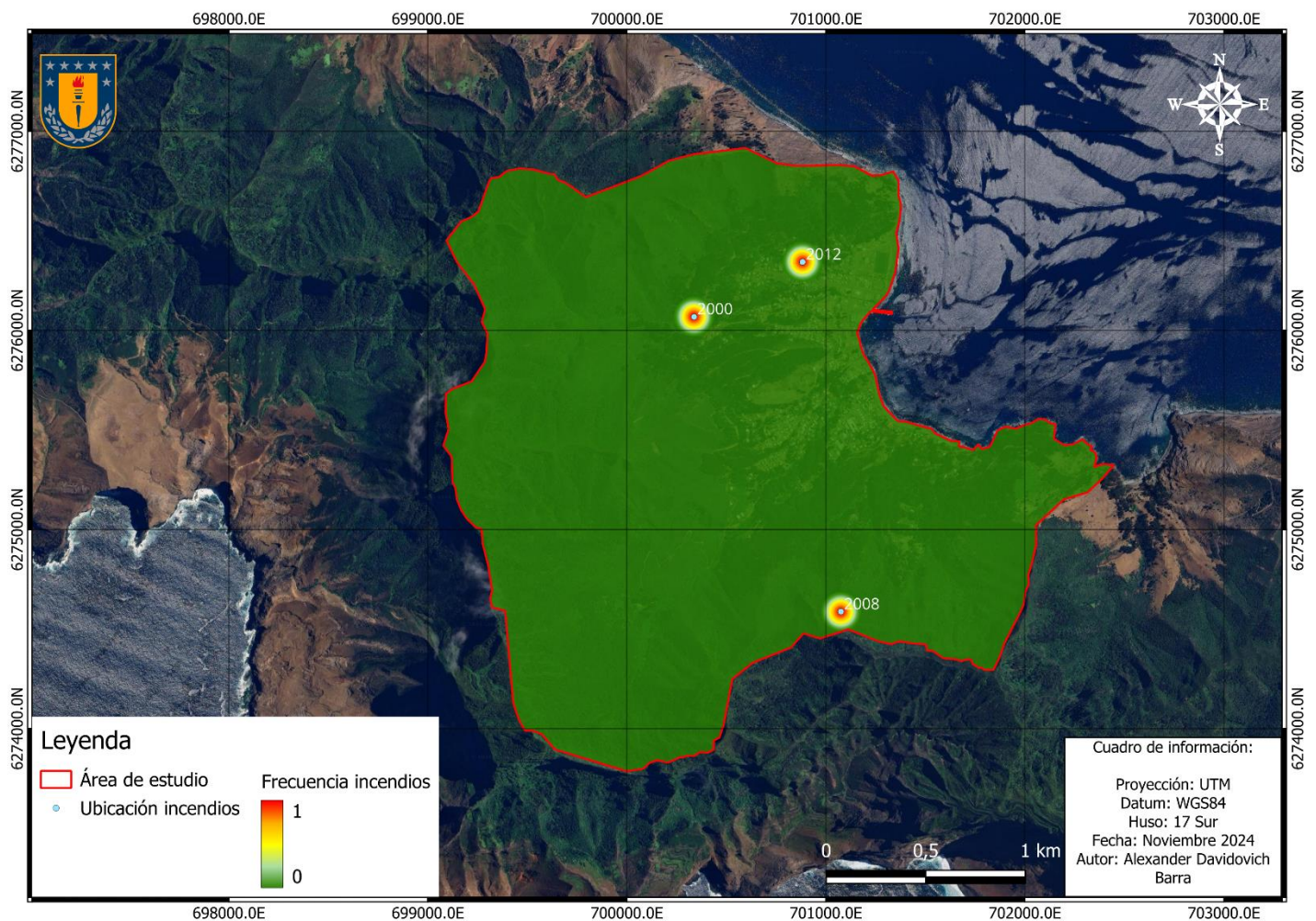
Se puede observar la predominancia de pendientes con un elevado grado de inclinación en el área de estudio, ya que en general la isla de Robinson Crusoe cuenta con un relieve muy montañoso con grandes cerros y fuertes pendientes representadas en la mayoría del mapa con las categorías 4 y 5 las cuales corresponden a “Alta” (25-75% de inclinación) y “Muy alta” (>75 de inclinación) respectivamente y se encuentran representadas de color naranja y rojo. Las superficies con menor porcentaje de inclinación corresponden a la costa del área urbana de San Juan Bautista.



4.1.4 Factor Histórico

A continuación, se observa el mapa de calor el cual muestra el registro de incendios forestales histórico y sus áreas de influencia, los datos fueron obtenidos a través de la base de datos de incendios forestales de CONAF y fueron geolocalizados mediante apoyo de funcionarios de CONAF durante visita a terreno al área de estudio. Se trabajó con el geoproceto “Mapa de calor” en QGIS V3.30.1. Se destaca la categoría de “Muy baja” al no haber influencia de eventos en gran parte del área de estudio.

Figura 21: Mapa de calor ocurrencia de incendios forestales históricos.



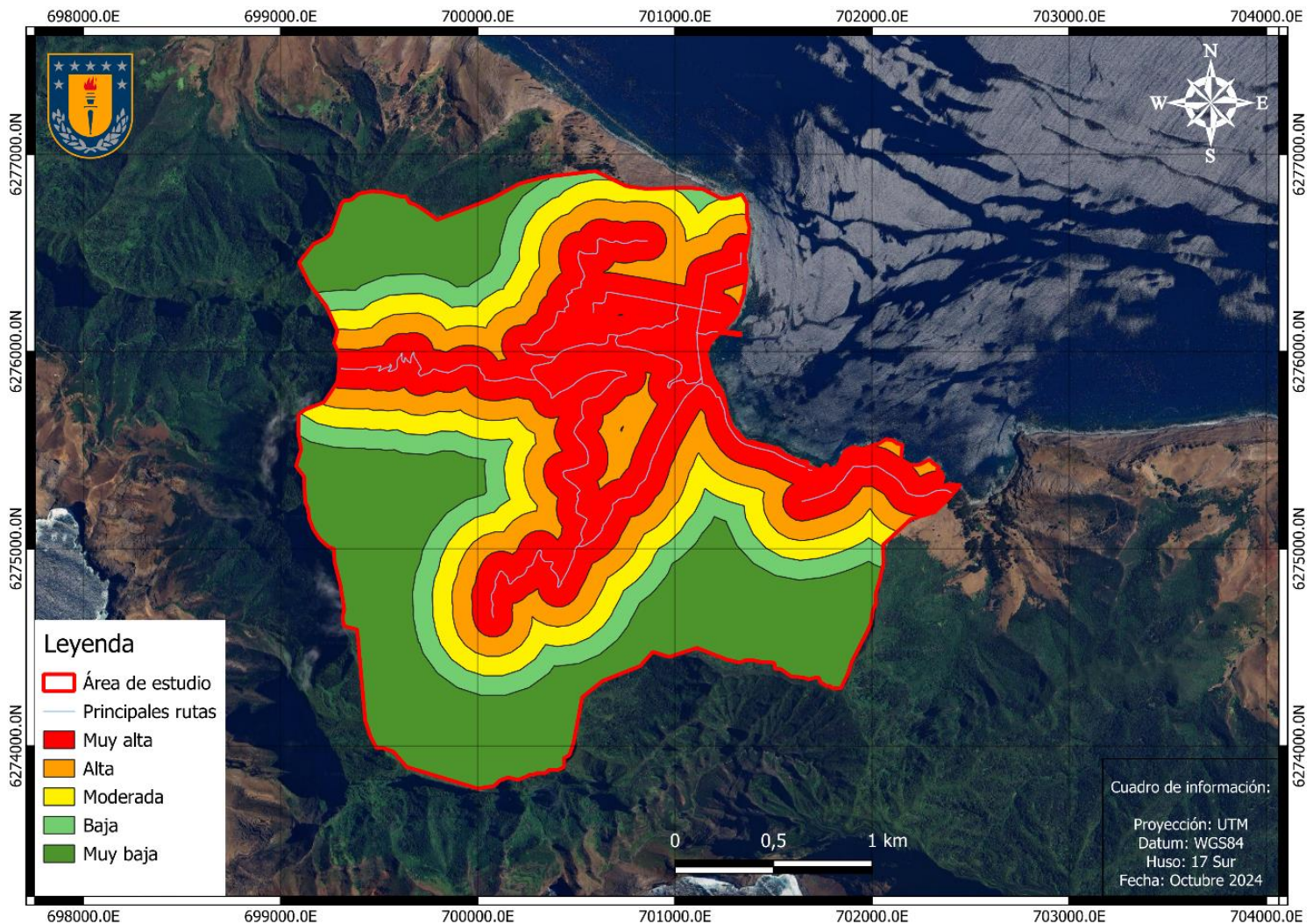
Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



4.1.5 Factor Accesibilidad

Para la realización de la cartografía de accesibilidad se trabajó en primera instancia trazando la red vial principal en QGIS y posteriormente se utiliza el geoproceso “Buffer” generando así 5 buffers con el objetivo de visualizar la facilidad de acceso que hay en el área de estudio para el desplazamiento de la población, aumentando así la amenaza de incendios forestales.

Figura 22: Mapa de accesibilidad red vial.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



Tabla 15: Distribución clasificación por factor accesibilidad.

Categoría	Superficie (Ha)	Porcentaje
Muy alta	180,85	28,01%
Alta	99,80	15,46%
Moderada	79,46	12,31%
Baja	69,79	10,81%
Muy baja	215,73	33,41%

Fuente: Elaboración propia.

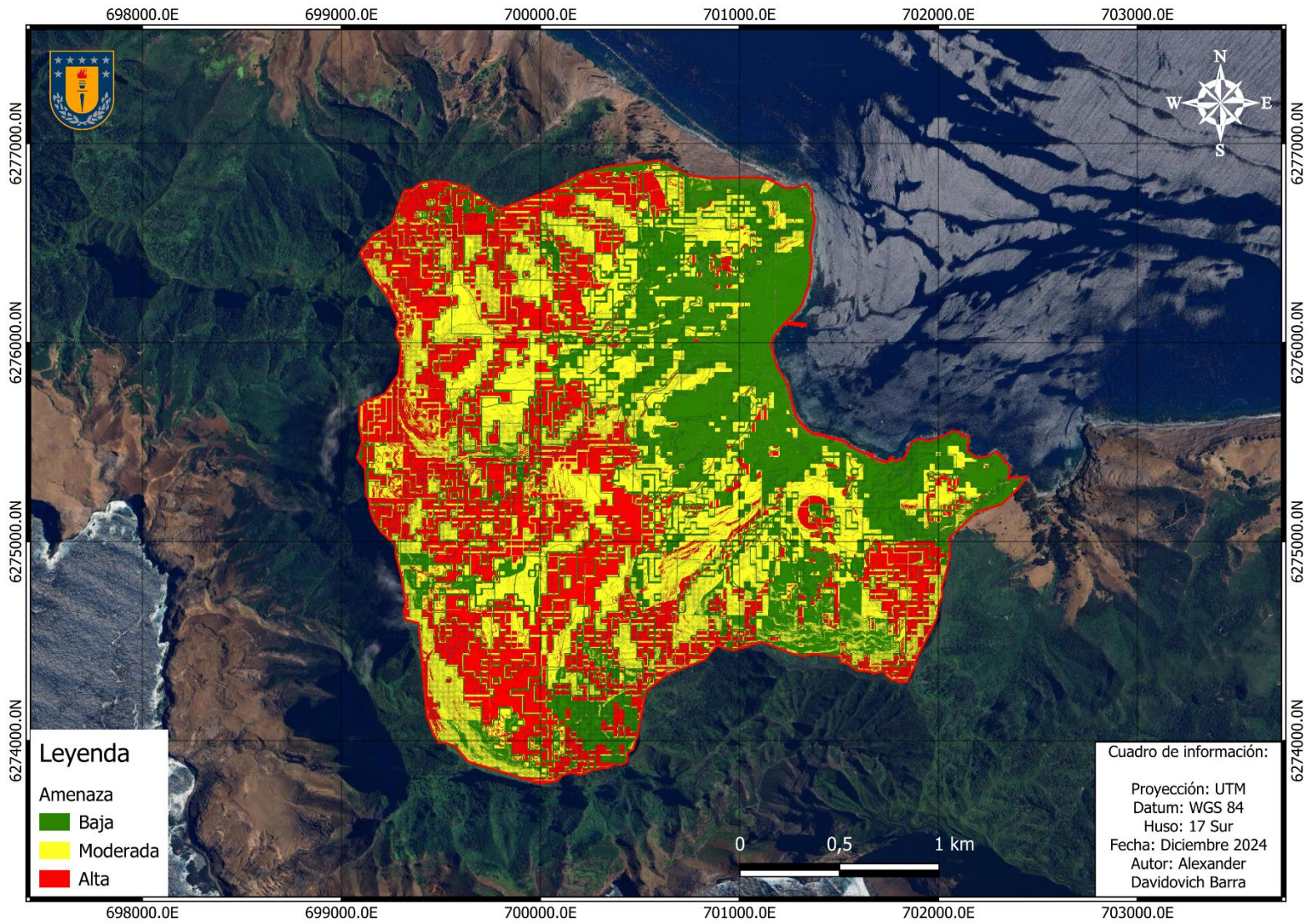
4.1.6 Mapa de amenaza de incendios forestales

De acuerdo con los resultados obtenidos luego de realizada la expresión para obtener la amenaza total según lo expuesto previamente en el punto 3.3.7. Se obtuvo un mapa único para representar los niveles de amenaza, posteriormente se realizó una reclasificación en 3 categorías, baja, moderada y alta.

A continuación, se presenta la distribución espacial de la amenaza de incendio forestal para el área de estudio.



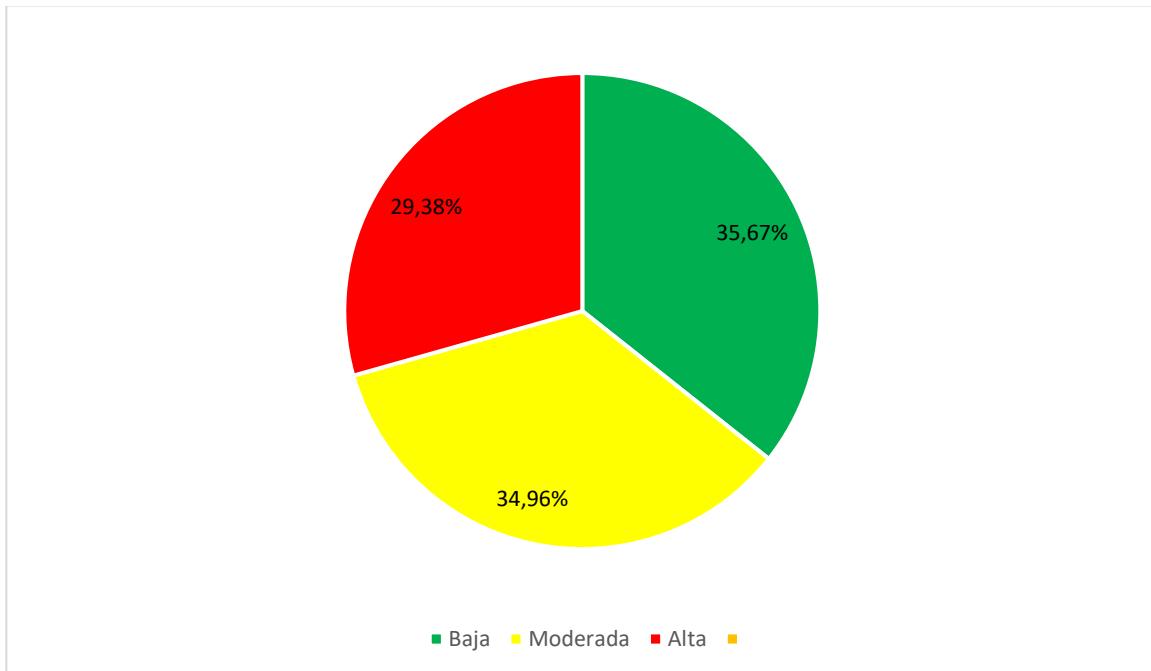
Figura 23: Mapa final amenaza de incendios forestales.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



Figura 24: Distribución porcentual de amenaza de incendios forestales.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede evidenciar la predominancia de una amenaza de incendios forestales baja para gran parte del área urbana de la localidad de San Juan Bautista, sin embargo, el resto del área de estudio el cual contempla diversos usos de suelo de predominancia arbórea considera diversas fluctuaciones entre las categorías de moderada y alta.

En un caso idóneo se habría realizado una validación de este mapa de amenaza superponiéndolo con un registro histórico de incendios forestales en el área de estudio con el objetivo de observar que estos se emplacen en los sectores que demarcan mayor amenaza, sin embargo, como se ha mencionado en otras oportunidades el área de estudio en cuestión cuenta con particularidades propias de un territorio insular que justifican el no funcionamiento de ciertos métodos como el recientemente descrito para realizar una validación.



4.2 Vulnerabilidad por exposición

Para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista se evaluó la vulnerabilidad por exposición mediante la metodología propuesta por Albarracín y Vera (2017) la cual contempla la infraestructura, ecosistemas, población y sistemas productivos.

A) Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas. (VEE)

Para la evaluación por exposición de ecosistemas se identificaron los ecosistemas de bosque nativo, matorrales, pastizales y suelos desnudos. Según lo observado en el mapa N°1 no se presentan usos de suelo relacionados a humedales. Además, también se excluyen los usos de suelo correspondientes al área urbana y plantaciones forestales los cuales no son considerados en la presente metodología.

Tabla 16: Ponderación vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Bosque nativo	Baja	14,44	96,52	14,96%	ALTA
	Moderada	25,57		26,49%	
	Alta	56,51		58,55%	
Matorrales	Baja	50,60	236,24	21,42%	ALTA
	Moderada	88,71		37,55%	
	Alta	96,93		41,03%	
Pastizales	Baja	8,82	11,54	77,16%	BAJA
	Moderada	1,55		13,05%	
	Alta	1,17		9,79%	
Suelo desnudo	Baja	3,99	4,14	96,38%	BAJA
	Moderada	0,10		2,42%	
	Alta	0,05		1,21%	
Bosque mixto	Baja	16,65	76,62	21,73%	ALTA
	Moderada	32,72		42,70%	
	Alta	27,25		35,57%	

Fuente: Elaboración propia.

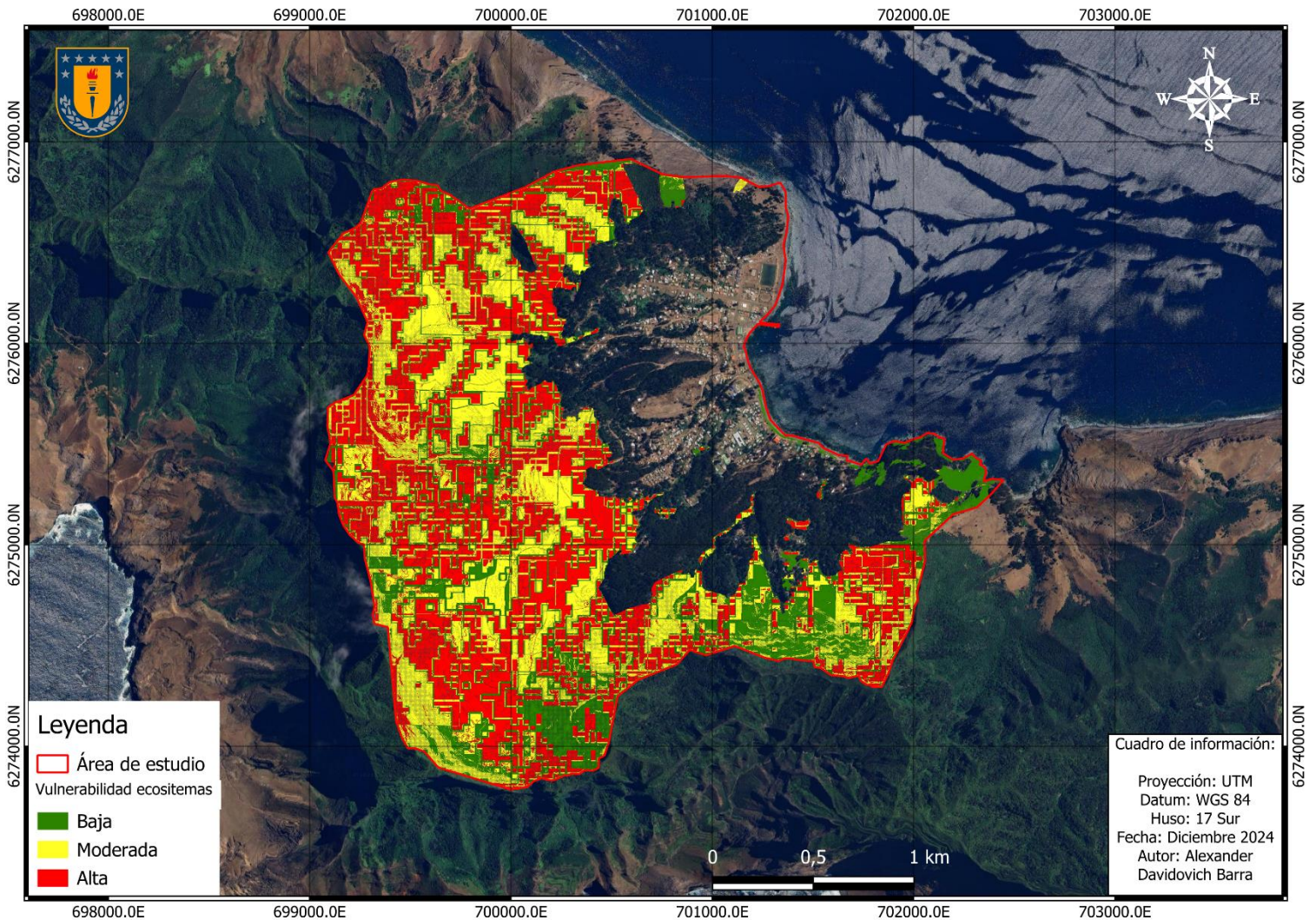


Tabla 17: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Ecosistemas	Baja	94,50	425,06	22,23%	ALTA
	Moderada	148,65		34,97%	
	Alta	181,91		42,80%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Mapa vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



B) Vulnerabilidad por exposición de infraestructura. (VEI)

Los criterios que se evaluarán en esta sección abarcan la infraestructura y los elementos fundamentales para la comunidad, especialmente pertinentes en situaciones de emergencia relacionadas con incendios forestales. Para evaluar la vulnerabilidad por exposición de la infraestructura, es necesario analizarla en el contexto de la amenaza de incendios forestales en la comuna. Para esto, se examinan los datos geoespaciales de cada variable en términos de su exposición al nivel de amenaza correspondiente. Las variables que serán evaluadas incluyen la red vial, líneas de transmisión eléctrica, redes de distribución de agua, planta eléctrica, el consultorio general rural Juan Fernández (CGR), establecimientos educacionales municipales (Colegio insular Robinson Crusoe y jardín infantil y sala cuna Sandalito), “Escuelita libre” particular, lugar de almacenamiento de combustible, casetas en caso de emergencia de incendio y los grifos que se encuentran dentro de la comuna. Cabe destacar que se realizó un buffer de 10m para las variables de red vial, líneas de transmisión eléctrica y red de distribución de agua para identificar el entorno inmediato de amenaza, para los grifos y casetas de incendios se consideró 1m² por cada uno.

En la tabla N°20 expuesta a continuación se observan los niveles de vulnerabilidad y superficie que se contempla para cada una de las variables. Cabe destacar que todas las variables se encuentran en su mayoría en niveles bajos de amenaza salvo la planta de tratamiento de agua la cual se encuentra en un nivel de vulnerabilidad por exposición alta con un 75,26% de su superficie en zonas de alta amenaza. La ponderación final de vulnerabilidad por exposición de infraestructura muestra una vulnerabilidad baja para la infraestructura del área de estudio en un eventual incendio forestal.



Tabla 18: Ponderación vulnerabilidad por exposición de infraestructuras.

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Red vial	Baja	16,922	27,16	62,30%	BAJA
	Moderada	6,324		23,28%	
	Alta	3,912		14,40%	
Líneas de transmisión eléctrica	Baja	21,101	27,41	76,98%	BAJA
	Moderada	5,202		18,98%	
	Alta	1,110		4,05%	
Red de distribución de agua	Baja	11,830	15,61	75,78%	BAJA
	Moderada	3,361		21,53%	
	Alta	0,423		2,71%	
Planta eléctrica	Baja	0,26	0,26	100%	BAJA
	Moderada	0		0%	
	Alta	0		0%	
Planta tratamiento de agua	Baja	0,006	0,097	6,19%	ALTA
	Moderada	0,018		18,56%	
	Alta	0,073		75,26%	
Consultorio general rural (CGR)	Baja	0,2	0,20	100%	BAJA
	Moderada	0		0%	
	Alta	0		0%	
Establecimientos educativos	Baja	0,31	0,31	100%	BAJA
	Moderada	0		0%	
	Alta	0		0%	
Casetas de emergencia	Baja	0,0017	0,002	85%	BAJA
	Moderada	0,0003		15%	
	Alta	0		0%	
Grifos	Baja	0,0015	0,0016	93,75%	BAJA
	Moderada	0,0001		6,25%	
	Alta	0		0%	
Almacenamiento combustible	Baja	0,13	0,13	100%	BAJA
	Moderada	0		0%	
	Alta	0		0%	

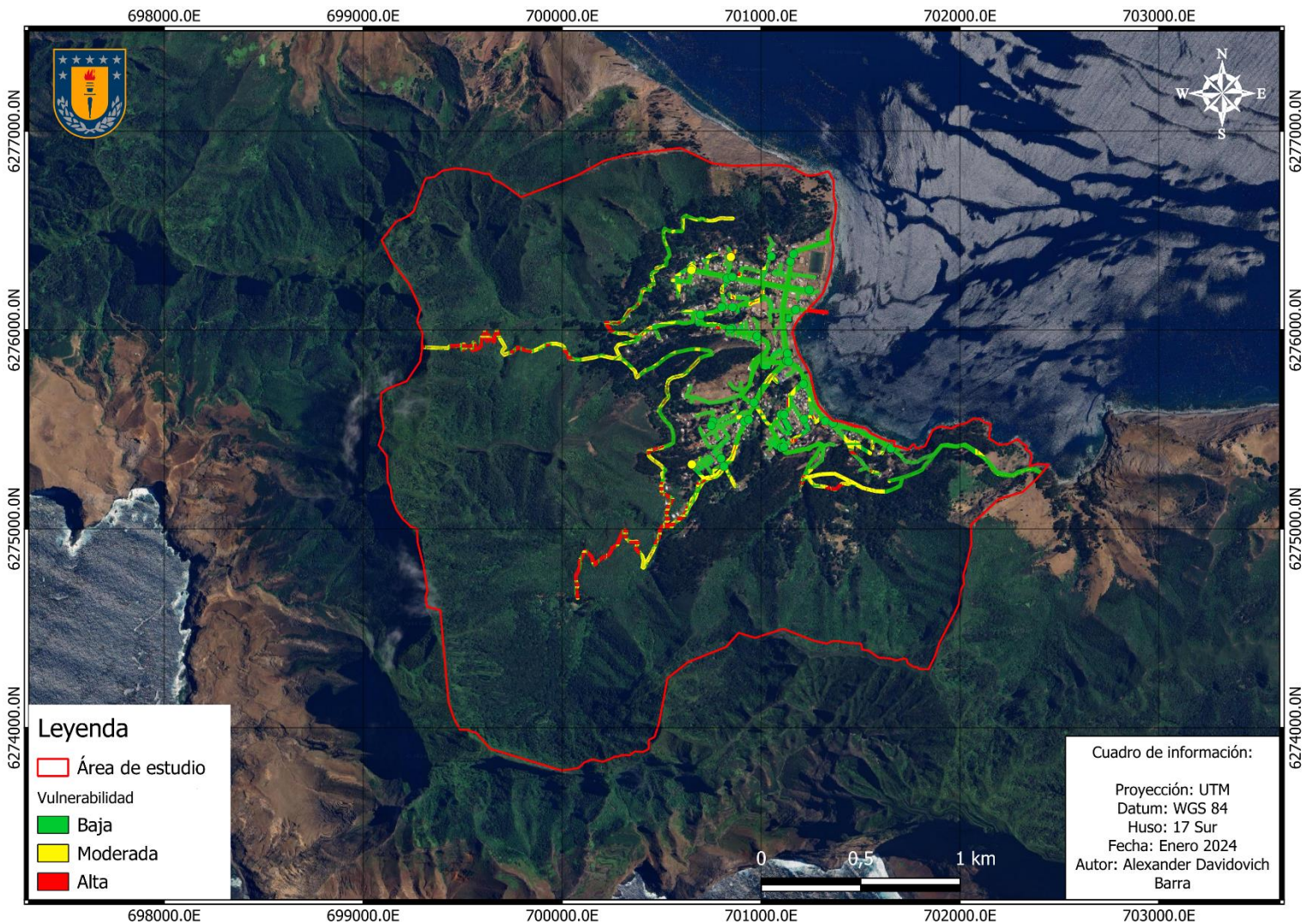
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de infraestructura

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Infraestructura	Baja	50,762	71,186	71,31%	BAJA
	Moderada	14,905		20,94%	
	Alta	5,518		7,75%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Mapa vulnerabilidad por exposición de infraestructura.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



C) Vulnerabilidad por exposición de población. (VEP)

Para calcular la vulnerabilidad por exposición de la población, se trabajó con los microdatos del CENSO 2017, específicamente con las entidades. Los datos fueron sectorizados según las dos entidades disponibles para el área de estudio, lo que permitió identificar una vulnerabilidad baja y alta en estos últimos. Cabe destacar que debido a ser un área de estudio muy acotada el instituto nacional de estadísticas (INE) solo identifica un único distrito censal para Robinson Crusoe, el cual se divide en dos entidades, San Juan Bautista e Indeterminada (abarca todo el resto de la isla). Por otro lado, no se presenta distribución de habitantes por manzana. Por lo tanto, se decidió calcular el nivel de vulnerabilidad según los niveles de amenaza en base a la superficie de las entidades delimitadas por el INE.

Tabla 20: Ponderación vulnerabilidad por exposición de la población.

Entidad	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
San Juan Bautista	Baja	77,33	119,28	64,89%	BAJA
	Moderada	34,62		28,96%	
	Alta	7,33		6,15%	
Indeterminada	Baja	151,69	526,36	28,83%	ALTA
	Moderada	191,38		36,35%	
	Alta	183,29		34,82%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de la población.

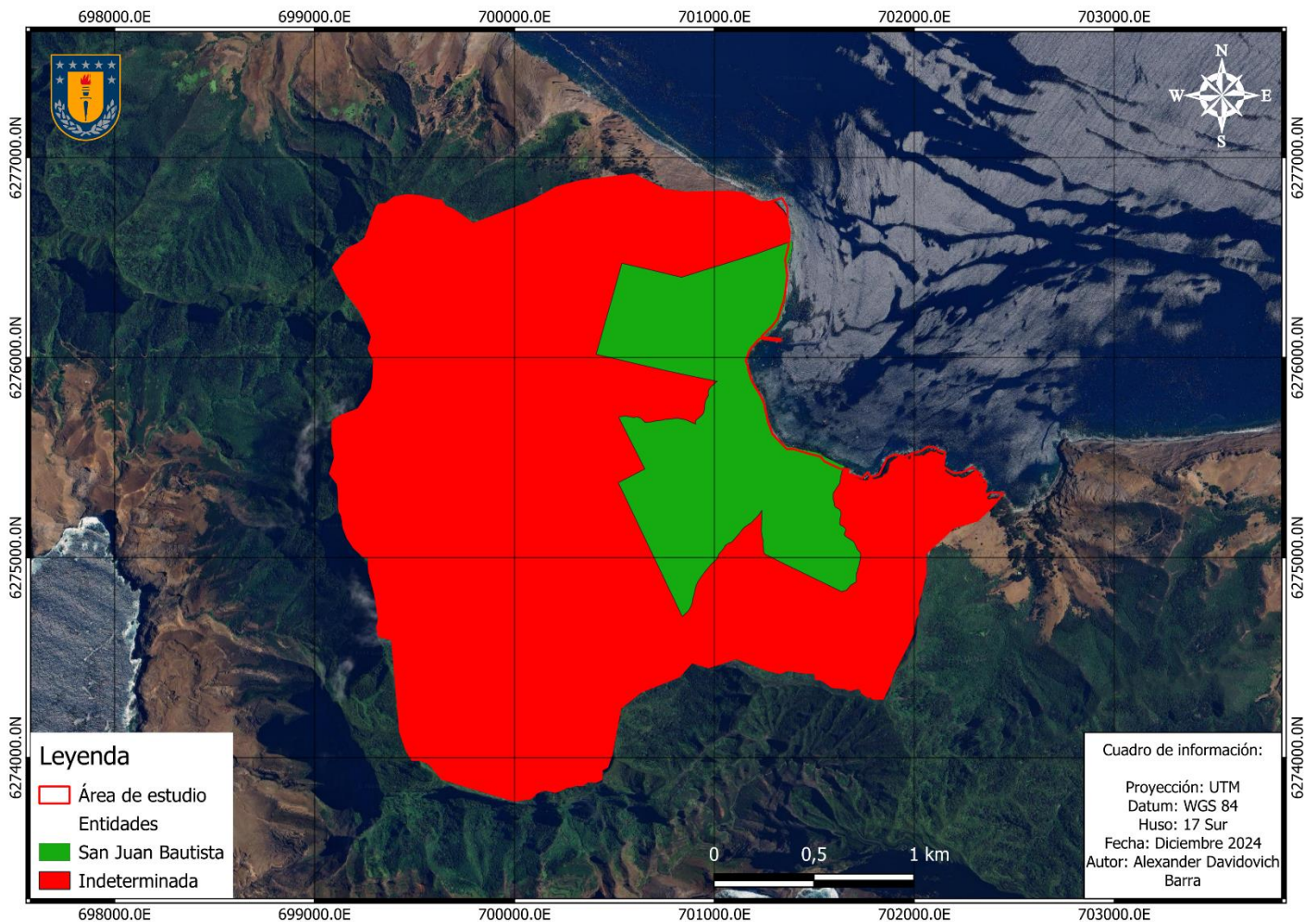
Entidad	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Todas	Baja	229,02	645,64	35,47%	ALTA
	Moderada	226		35%	
	Alta	190,62		29,52%	

Fuente: Elaboración propia.



Según los datos oficiales del censo 2017, en la entidad de San Juan Bautista habitan 839 personas en un total de 400 viviendas. En la entidad Indeterminada existen 12 viviendas y 3 habitantes. (Según el censo, la comuna de Juan Fernández tiene 926 habitantes, los restantes a los recién expuestos se encuentran en la isla Alejandro Selkirk). El 64,89% del área correspondiente a la entidad de San Juan Bautista considera niveles bajos de amenaza ante incendios forestales por lo que se puede deducir que gran parte de los 839 habitantes de la entidad se encuentra en un nivel bajo de vulnerabilidad por exposición.

Figura 27: Mapa de vulnerabilidad por exposición de población según superficie de las entidades.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia en base a INE, 2017.



D) Vulnerabilidad por exposición de sistemas de producción (VESP).

Los sistemas productivos identificados para el área de estudio corresponden a plantaciones forestales, áreas comerciales, turismo y recreación, pesca.

Tabla 22: Ponderación vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Plantaciones forestales	Baja	65,45	137,70	47,53%	MODERADA
	Moderada	67,93		49,33%	
	Alta	4,32		3,14%	
Área urbana (turismo, pesca, etc)	Baja	70,39	82,77	85,04%	BAJA
	Moderada	9,59		11,59%	
	Alta	2,79		3,37%	

Fuente: Elaboración propia

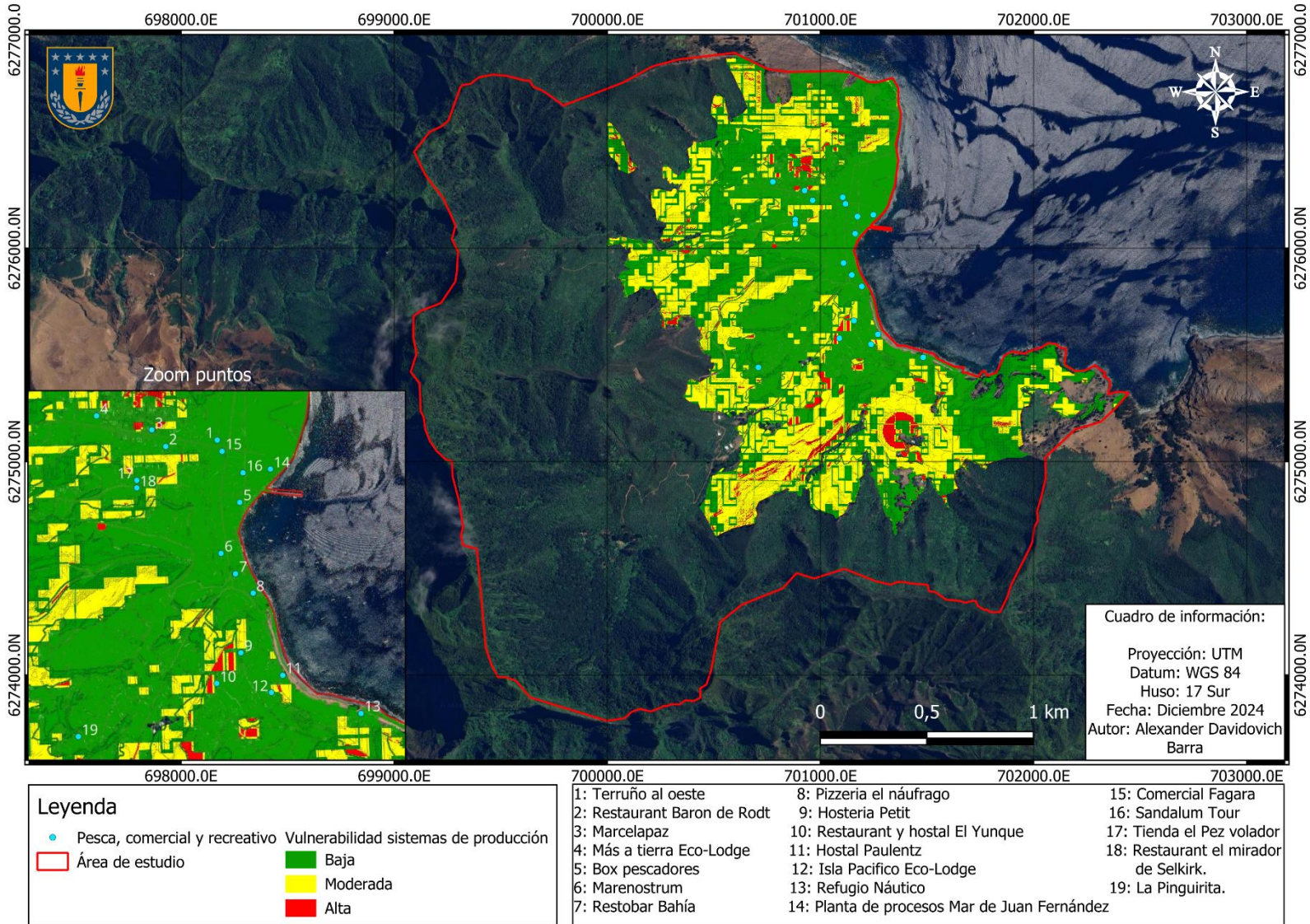
Tabla 23: Ponderación final vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.

Variable	Vulnerabilidad	Superficie variable (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje	Ponderación vulnerabilidad
Sistemas productivos	Baja	135,84	220,47	61,61%	MODERADA
	Moderada	77,52		35,16%	
	Alta	7,11		3,22%	

Fuente: Elaboración propia.



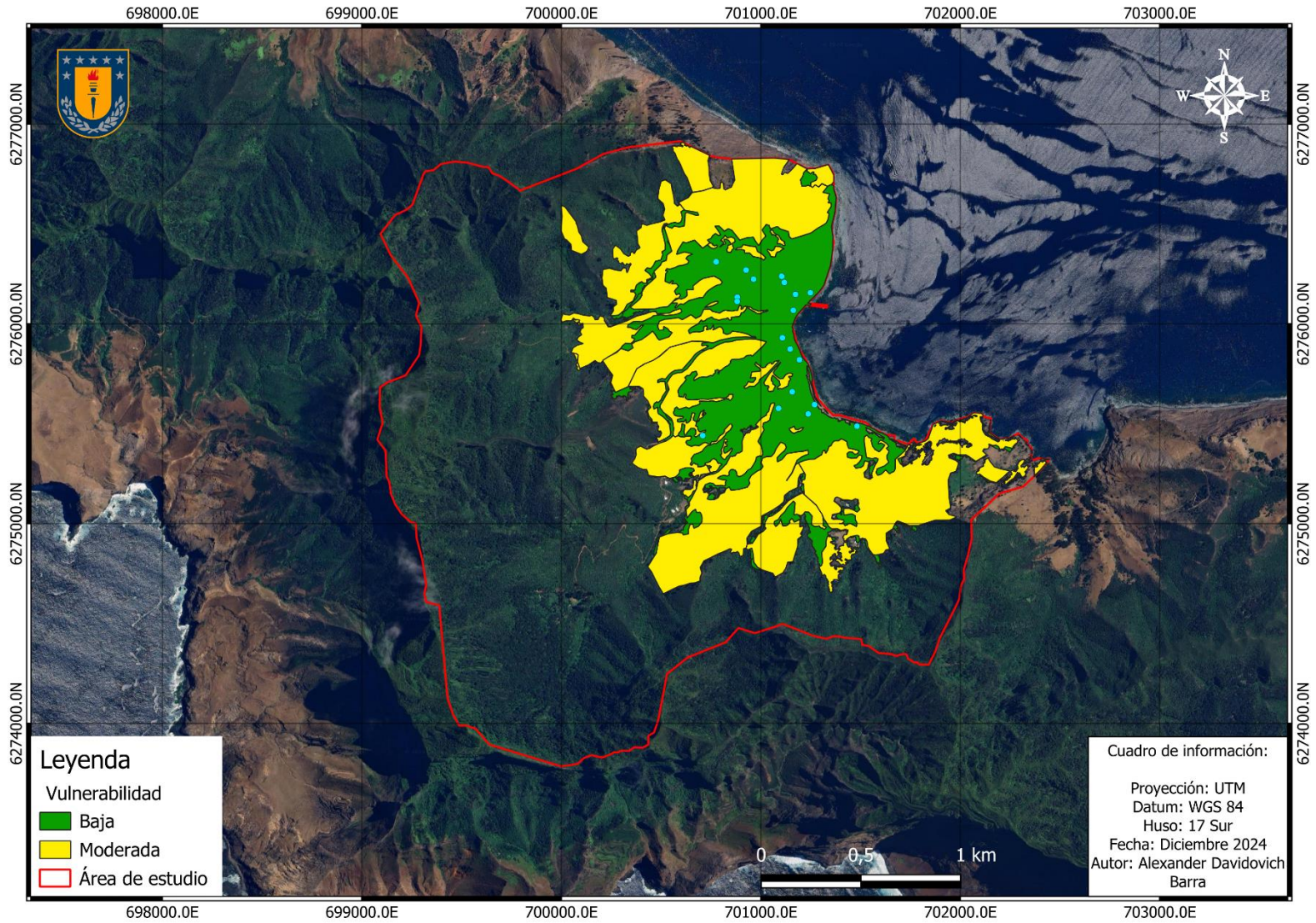
Figura 28: Mapa vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



Figura 29: Mapa vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos por variable.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



4.2.1 Vulnerabilidad final ante incendios forestales

Tras definir la vulnerabilidad para cada uno de los factores analizados y su correspondiente calificación se procede a realizar un promedio aritmético para obtener la vulnerabilidad total ante incendios forestales para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista. El resultado para el área de estudio es de 2,25 calificación que corresponde a una moderada vulnerabilidad por exposición.

Tabla 24: Ponderación final vulnerabilidad por exposición para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.

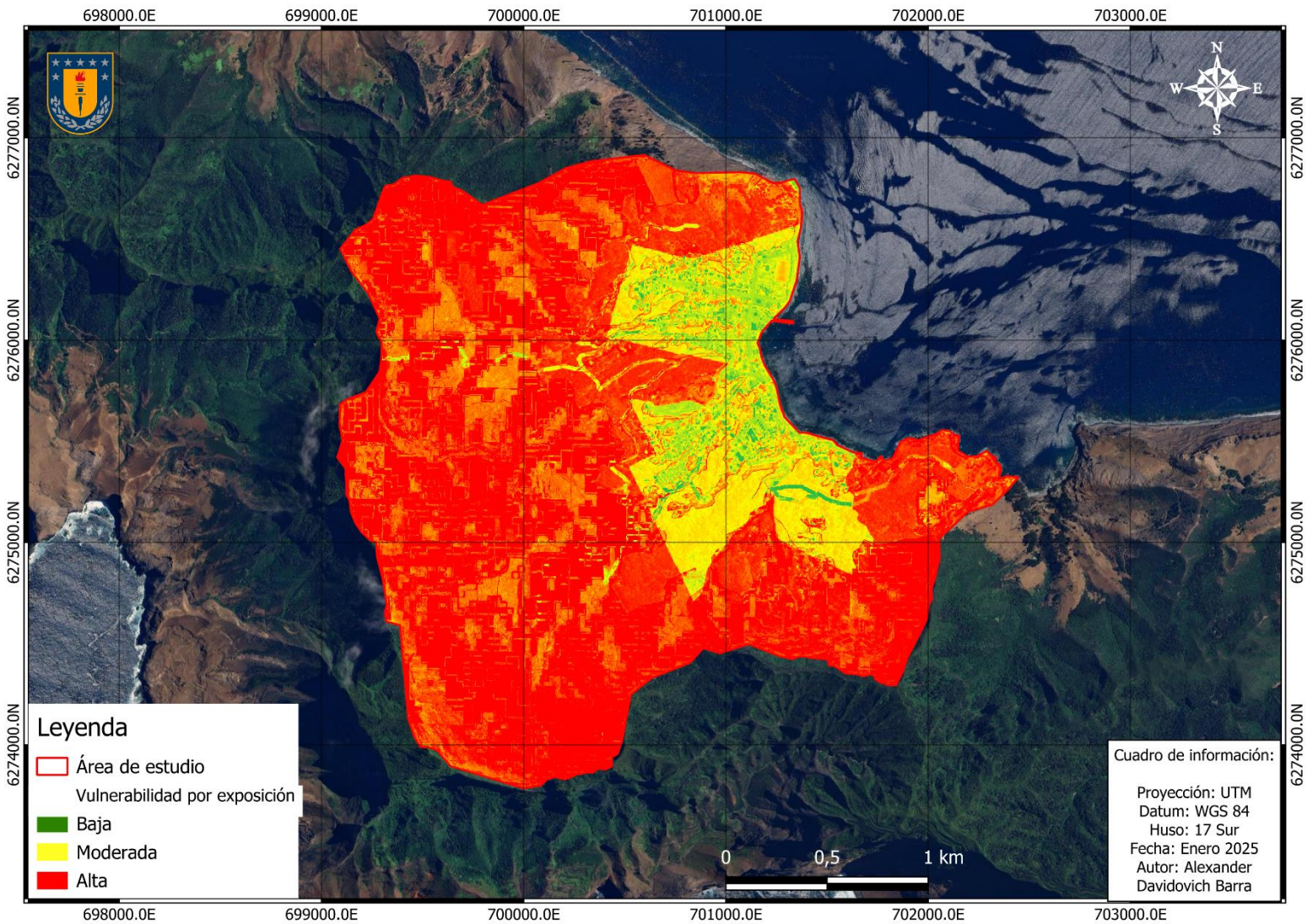
Variable	Ponderación vulnerabilidad	Calificación
Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas (VEE)	ALTA	3
Vulnerabilidad por exposición de infraestructura (VEI)	BAJA	1
Vulnerabilidad por exposición de población (VEP)	ALTA	3
Vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos (VESP)	MODERADA	2
	(VEE+VEI+VEP+VESP)/4	2,25

Fuente: Elaboración propia en base a Vera y Albarracín, (2017).

Finalmente, se realiza un algebra de mapas entre los 4 mapas de vulnerabilidad por exposición (VEE, VEI, VEP Y VESP) obteniendo el mapa final de vulnerabilidad por exposición para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista, presentado en la figura N°16.



Figura 30: Mapa final vulnerabilidad por exposición.



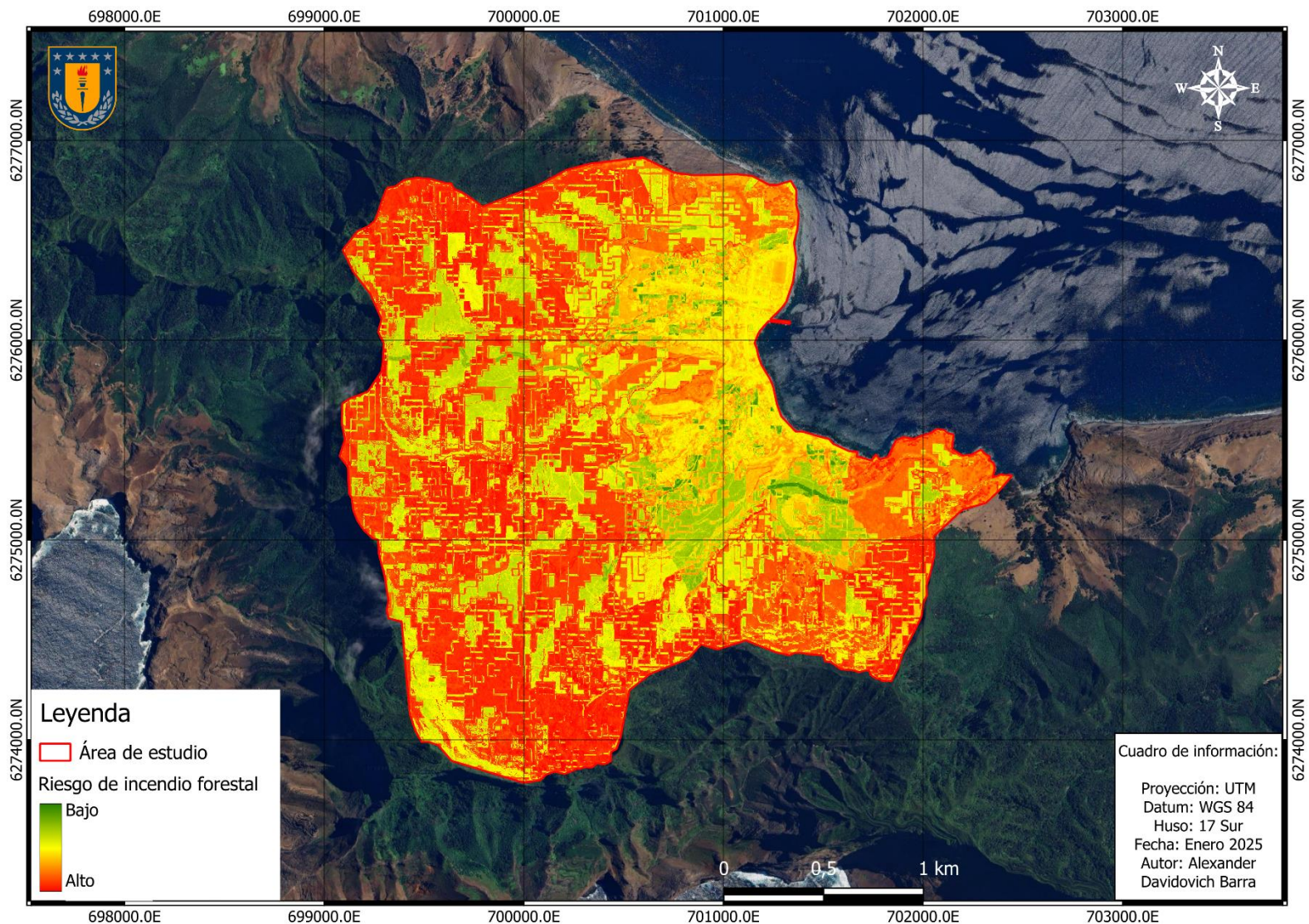
Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia



4.3 Riesgo de incendios forestales

Para la generación del mapa final de riesgo de incendios forestales se realizó un álgebra de mapas entre el mapa de amenazas y el mapa de vulnerabilidad y una posterior categorización en 3 niveles de riesgo (bajo, moderado y alto) resultado así el mapa representado a continuación en la figura N°17.

Figura 31: Riesgo de incendios forestales para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.



Fuente: Imagen Esri Satellite. Elaboración propia.



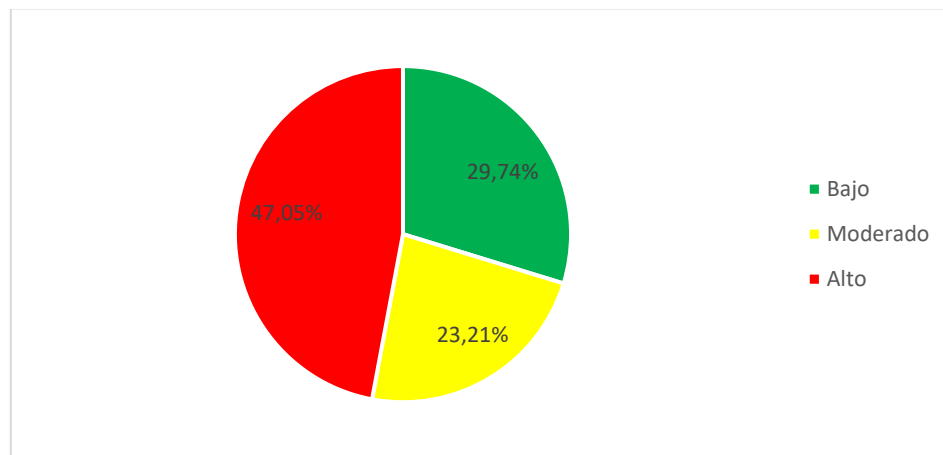
Se puede observar una fluctuación entre los niveles de riesgo moderado y principalmente alto para la mayoría del área de estudio. Cabe destacar que para el área urbana se presentan niveles de riesgo levemente más bajos en los que predomina principalmente el color amarillo asociado a niveles de amenaza moderados. En la tabla N°27 podemos observar la distribución del riesgo según cada categoría y la superficie ocupada.

Tabla 25: Distribución riesgo de incendio forestal para el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista.

Riesgo	Superficie (ha)	Porcentaje
Bajo	192,04	29,74%
Moderado	149,84	23,21%
Alto	303,75	47,05%
Total	645,63	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Gráfico distribución porcentual del riesgo de incendios forestales.



Fuente: Elaboración propia



4.4 Instrumentos de planificación territorial

Según lo expuesto previamente en el punto 4.6 se revisaron exhaustivamente los distintos Instrumentos de planificación territorial disponibles para el área de estudio con el objetivo de evaluar cual es el aporte de estos frente a la generación de vulnerabilidad ante posibles incendios forestales en la interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista. Los instrumentos revisados corresponden a:

- Plan regulador comunal (PRC)
- Evaluación ambiental estratégica (EAE)
- Plan regional de ordenamiento territorial insular (PROT)
- Plan de desarrollo comunal (PLADECO)

4.4.1 Plan regulador comunal (PRC)

El plan regulador comunal (PRC) vigente de la comuna de Juan Fernández fue aprobado el 15 de diciembre del año 2011 y cuenta con su última actualización promulgada el 06 de julio del 2013.

Como parte de la elaboración de este plan regulador se realizó un estudio de peligros geológicos por el Geólogo Andrés Fock Kunstmann (2007, segunda revisión y última en 2011), el cuál fue entregado a la empresa AMBAR S.A quienes realizan una zonificación urbana de los riesgos (2009).

El autor destaca 4 principales riesgos para San Juan Bautista:

- 1) Áreas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos: En el área de estudio se estudió y reconoció riesgo de inundación por tsunamis y área inundable de quebradas.
- 2) Áreas propensas a avalanchas, rodadas, aluviones o erosiones acentuadas: El estudio contempla el análisis y reconocimiento de peligro geológico de reptación lenta y deslizamientos traslacionales, flujos de barro y detritos.



- 3) Áreas con peligro de ser afectados por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas: Estos peligros fueron estudiados y no se registraron en el área de estudio.
- 4) Áreas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana: Estas materias fueron estudiadas y se encuentran analizadas en la memoria explicativa del estudio, por no tratarse de materias que involucran o desencadenan los peligros geológicos estudiados. (Fock, A. 2007)

El autor generó diversos mapas de susceptibilidad y vulnerabilidad ante estos riesgos zonificando las principales áreas expuestas para cada uno de ellos. No se presenta información con respecto a incendios forestales.

En la memoria explicativa del plan regulador comunal de 2011 se exponen en un principio las limitantes del primer plan regulador comunal de Juan Fernández (1983) con actualización en 1997.

Dentro de ellas destacan:

- La vialidad urbana en San Juan Bautista no constituye un referente de evacuación en caso de emergencias (alerta de tsunami, entre otros).
- En materia de riesgos naturales y restricciones antrópicas, el instrumento de planificación no define en detalle las áreas que poseen este tipo de limitaciones y no considera usos de suelo concordantes con la limitación del territorio.
- Atendiendo al impacto territorial que significó para el poblado de San Juan Bautista el tsunami ocurrido el 27 de febrero del 2010, es indispensable revisar y actualizar las áreas de riesgo existentes en el plan regulador vigente, así como también replantear los usos de suelo que permite el instrumento de planificación en estas áreas, de manera tal que se resguarde la integridad física de los habitantes de la isla, y se asegure la sostenibilidad de las inversión pública en vivienda, equipamiento e infraestructura en las áreas exentas de riesgos naturales. (PRC, 2011).

En cuanto a los objetivos específicos del estudio de actualización del plan regulador comunal se destaca:



- Proponer una zonificación coherente con el desarrollo de las actividades económicas-sociales que sustentan el sistema comunal, considerando las dimensiones geográficas físicas – ambientales del territorio, con fuerte ahínco en el establecimiento apropiado de usos de suelo en los sectores que presentan limitaciones para la habitabilidad por factores de riesgos de origen natural y restricciones de carácter antrópico.
- Realizar los estudios sobre el impacto ambiental y las zonas de riesgo a fin de asegurar que el desarrollo territorial urbano tenga factibilidad para su establecimiento. (PRC, 2011)

El documento además define algunos conceptos claves en cuanto a la futura zonificación del área urbana, sobre la que se desarrollará el poblado a partir del plan regulador propuesto. Dentro de ellos destaca el punto en relación con los riesgos naturales.

- Riesgos naturales: El Área urbana de San Juan Bautista se encuentra afectada por una serie de riesgos naturales que pueden eventualmente afectar las actividades urbanas y/o la seguridad de la población, por lo que deben ser contemplados en la zonificación: remoción en masa producto de composición de suelos y pendientes, flujos de detritos que pueden provocar inundaciones o aluviones y riesgo de inundaciones producto de ocurrencia de tsunamis o maremotos. (PRC, 2011)

Por otro lado, la memoria explicativa del plan regulador trabajó en la imagen deseada para San Juan Bautista con participación ciudadana, en cuanto al elemento de “Riesgos naturales y antrópicos” la población destaca:

-Se contemplan riesgos en crecimiento urbano especialmente en lo relacionado a los incendios, ante la ausencia de cuerpo de bomberos y cortafuegos en el pueblo (gestión), que protejan tanto al parque nacional como especialmente a la población. (De acuerdo a visita al área de estudio en noviembre de 2024 se pudo apreciar la fabricación de un cortafuegos, sin embargo, la población comenta que no cumple con las condiciones esperadas. Sigue sin haber un cuerpo de bomberos).



-Necesidad de hacerse cargo del riesgo del almacenamiento de combustibles. Debe haber un lugar especial para ello. (PRC, 2011)

(De acuerdo con visita al área de estudio en noviembre de 2024 se pudo apreciar un lugar de almacenaje de combustible cercano al muelle).

De acuerdo a la imagen deseada, la memoria explicativa del PRC elabora un cuadro en cuanto a los riesgos el cual se expone a continuación. (Solo se agregó la variable relacionada a incendios).

Tabla 26: Criterios de sustentabilidad de los riesgos naturales y causados por el hombre.

Condicionantes al desarrollo urbano	Criterios de sustentabilidad	Componentes de la imagen objetivo
Riesgo de incendios forestales pone en peligro área urbana y parque nacional.	De acuerdo con la recurrencia del riesgo y la extensión del área excluida	-
Riesgo por manejo de combustibles.		Establecer localización y condiciones para acopios de combustibles.

Fuente: Elaboración propia en base a PRC (2011).

En cuanto a la justificación de las medidas de planificación del plan regulador comunal expuesto en la memoria explicativa del PRC, destaca dentro de los criterios para la definición de zonificación del plan el último punto.

“Zonificar con usos exclusivos, en aquellas áreas que presentan limitaciones para el uso por medio de la definición de áreas de riesgo.” (No contempla incendios)

A destacar: En el punto de imagen objetivo se presenta el subtítulo de Alternativa desarrollada a nivel de anteproyecto, en este destaca el siguiente punto.

“Si bien los riesgos se consideran importantes, se asume que es la condición propia del poblado encontrarse inmerso en un área afecta a riesgos, por lo



que se ve a éstos como una condicionante a las construcciones y no como una amenaza.” (PRC, 2011)

En definitiva, el Plan Regulador Comunal (PRC) 2011 define como áreas de riesgo, por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, en conformidad a lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, a los terrenos comprendidos entre la línea de más baja marea y la cota 20 m.s.n.m de los territorios dentro de los límites urbanos del sector San Juan Bautista y Punta de Isla. Como así mismo los territorios potencialmente inundables por quebradas (por flujos de aguas o detritos); territorios propensos a avalanchas y con pendientes superiores a 40°, con las siguientes denominaciones.

«Área potencialmente inundable por tsunami»

«Área inundable por quebradas»

«Área potencialmente afectada por deslizamientos o desprendimientos»

Para autorizar proyectos que estén bajo estas áreas de riesgo, se requerirá dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 2.1.17. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Las normas urbanísticas aplicables serán las establecidas en las respectivas zonas de esta Ordenanza Local. (MINVU, 2013)

No se presenta a los incendios forestales como uno de los riesgos de la comuna ni se realiza una zonificación de las áreas expuestas.



4.4.2 Evaluación ambiental estratégica (EAE)

Se realiza una revisión del documento para identificar los puntos que pueden contribuir al aporte de la vulnerabilidad ante incendios forestales.

“La amenaza por incendio en Robinson Crusoe se presenta desde la cota 150 hacia arriba adyacente al poblado San Juan Bautista, ya que allí se encuentra una zona de bosque de eucaliptos, la que resulta ser especialmente pirógena. Respecto a ello, existe un agravante en el caso de ocurrir un siniestro, el cual consiste en el almacenamiento de combustible dentro de los hogares. Además, la extensión de coironal y los fuertes vientos predominantes en el sector Rada la Colonia, la hacen también propensa a la ocurrencia de un incendio.” (EAE, 2015)

En cuanto al punto 6.1 sobre Objetivos ambientales, se destaca el objetivo 5, el cual plantea:

“Contribuir a la protección del medio ambiente y la seguridad humana mediante la definición de restricciones territoriales derivadas de la identificación de áreas de riesgo natural y antrópico, que considere al menos aquellas **zonas habitadas de mayor vulnerabilidad natural y antrópica asociada a procesos de remoción en masa y deslizamientos, inundación, tsunami, sísmica, incendio forestal, volcánica y contaminación ambiental de tipo atmosférica, suelo y agua, a objeto de proponer la incorporación de medidas de mitigación, reparación, recuperación y adaptación específicas según corresponda para cada zona identificada**, de acuerdo a las competencias de los instrumentos con injerencia en el área comprendida por el Archipiélago Juan Fernández. ” (EAE, 2015)

Cabe destacar que no se presenta una identificación de estas zonas habitadas con mayor vulnerabilidad ante incendios forestales.

En el punto 9.6.1 se plantean los conflictos socio ambientales generados.



Al momento de plantear la problemática de la expansión urbana para el establecimiento de viviendas se reconoce a los incendios forestales como un riesgo para este desarrollo.

“Las características topográficas y morfológicas indicadas anteriormente que dominan el paisaje insular, representan también una condicionante al desarrollo de áreas para el establecimiento de viviendas, dado que existen importantes zonas excluidas para dicha función debido a los riesgos naturales potenciales identificados para estas zonas, que hacen inviable el establecimiento de soluciones habitacionales en ellas, obliga su proyección hacia otras zonas de menor riesgo, pero sin embargo, de no menores problemáticas, como aquellas asociadas a pendientes elevadas, relativa distancia a los centros de servicios, **proximidad a área forestal con el consecuente mayor riesgo de incendio forestal**, menores vías de comunicación, dificultad en la recolección de residuos domiciliarios, entre otras. Esto supone un futuro conflicto socio – territorial – ambiental, dada la implicancia de todos estos factores en la definición de nuevas áreas habitacionales dentro del área urbana existente, lo que tendría repercusiones sociales importantes derivadas de una posible segregación obligada y ambiental derivada de los factores indicados anteriormente.” (EAE, 2015).

En el punto recién expuesto se reconoce como una problemática a futuro para la definición de nuevas zonas residenciales, sin embargo, no se expone solución aparente.

En el punto 10.8.1 “Propuesta final plan regional de ordenamiento territorial insular archipiélago Juan Fernández” se presenta una tabla denominada “Efectos ambientales identificados en el proceso de evaluación ambiental”. En el apartado de “Normativa (plan) de gestión y seguimiento se plantea el siguiente punto:

“Dentro de la Normativa de gestión y seguimiento se proyecta Integrar la gestión de riesgos en la formulación de instrumentos de planificación, estrategias, planes, programas y proyectos con el fin de contribuir al desarrollo sostenible del territorio y



la seguridad humana, que contemple la prevención, mitigación y manejo del riesgo y la emergencia, con especial énfasis en el riesgo de tsunamis, incendio forestal, remoción en masa y deslizamientos, sísmico y volcánico. Además de Incorporar el diseño de instrumentos de planificación y ordenamiento territorial la gestión del riesgo como elemento fundamental del proceso de planificación. Por último definir áreas de restricción originadas por eventos de origen natural y antrópico en instrumentos de planificación y ordenamiento territorial.” (EAE, 2015)

En los anexos de la EAE, anexo N°20. Se presenta una tabla de interés privado de desarrollo futuro (10 años).

En el punto forestal se destaca:

“Necesidad de generar un ordenamiento forestal, ya que al no existir la tala es indiscriminada y en cualquier sector, generando residuos que se constituyen como un factor importante de riesgo de incendio forestal.

A futuro: reducir áreas y hacer buen manejo del área de bosques para actividades de tala. Será positivo que se localice alrededor del área urbana y que sea el municipio el que lo gestione.

El PRC posee zona de amortiguación, el próximo paso es desarrollar el cortafuego municipio tiene proyecto.

En el sector de Salsipuedes es necesario reducir el sector de plantación de eucaliptus.” (EAE, 2015)

Por otro lado, se revisó el informe ambiental complementario de la EAE de febrero del 2017. Este último complementa con respecto a los incendios forestales en el área de estudio lo siguiente:

“Respecto a los incendios forestales, si bien es cierto la ocurrencia de este evento hoy en día es bajísima y prácticamente las estadísticas sobre el tema no existen; el registro histórico da cuenta de la ocurrencia de incendios forestales con resultados catastróficos, incluso algunos de ellos con una duración de meses o tal vez años. Como referencia a lo precedente, el grave incendio ocurrido el año 1996, no solo



desde el punto de vista de las importantes pérdidas del recurso natural, sino que el operativo de combate del incendio, significó el despliegue de recursos humanos y materiales cuantiosos al movilizar brigadas desde el continente en buques de la armada a la Isla Alejandro Selkirk, operativo que tuvo una duración de casi 15 días. (CONAF, 2015) Dentro de la isla Robinson Crusoe existe un riesgo inminente de incendio forestal que está asociado al uso del recurso forestal por parte de la comunidad local, así como el riesgo que significa el uso de los senderos debido la visitación y en las zonas de camping. Otro foco de posible incendio es el almacenaje de combustible de tipo domiciliario, dado que no se cuenta con un área específica y con medidas de seguridad óptima para el almacenaje de este tipo de insumos. Este se almacena precariamente en los hogares sin contar con las medidas mínimas de seguridad que se requieren, con el consecuente riesgo que esto supone para la comunidad local.”

Se reconoce la necesidad de implementar la gestión del riesgo y particularmente los incendios forestales en el diseño de los instrumentos de planificación y definir áreas de restricción según estos riesgos, sin embargo, las zonas de restricción que se presentan posteriormente en el punto 5.4.3 de esta investigación demuestran que solo se contempla el cortafuegos como solución y se presenta cual es el área de interacción entre el área urbana y zona forestal. No se presentan los niveles de amenaza o riesgo sectorizadas.

La amenaza de incendios forestales solo se identifica a partir de la cota 150msnm en adelante. No se reconocen sectores mas o menos vulnerables.



4.4.3 Plan regional de ordenamiento territorial (PROT)

El plan regional de ordenamiento territorial fue presentado oficialmente en diciembre de 2015. Este se estructura con dos componentes: una memoria explicativa y una cartografía base.

Se desarrollaron 4 fases principales en las que la participación de los actores públicos y privados del territorio fueron primordiales:

- 1) Fase de caracterización (Agosto 2013)
- 2) Fase de elaboración (Diagnóstico analítico) (Noviembre 2013)
- 3) Fase de propuesta
- 4) Fase de validación (Agosto 2014)



Figura 33: Estructura metodológica Plan Regional de Ordenamiento Territorial Insular.



Fuente: PROT (2015).



Figura 34: Clasificación grupos de interés

Grupos de interés	
Público	Privado
<ul style="list-style-type: none">• Municipalidad de Juan Fernández• Armada de Chile• Ministerio de Medio Ambiente• Secretaría de Planificación (SECPLA), Municipalidad de Juan Fernández.• Servicio Nacional de Pesca y Agricultura• Asistencia técnica municipalidad de Juan Fernández.• Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)• Capitanía de Puerto Juan Fernández• Corporación Nacional Forestal (CONAF)• Servicio Agrícola y Ganadero• Dirección de Obras Municipales• Concejo Municipal, Municipalidad de Juan Fernández.• Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)• Consultorio General Rural Juan Fernández• Programa Senda Previene	<ul style="list-style-type: none">• Corporación Cultural Juan Fernández• Sindicato Trabajadores independientes de Pescadores Artesanales• Club deportivo Juan Fernández• Centro Cultural Juan Fernández• Universidad de Valparaíso• Crusoe Island Lodge• Presidente Grupo de Villagra Ganadero• Agrupación de Guías Archipiélago de Juan Fernández• Sindicato Selkirk• ONG Oikonos• AG. Artesanos• Proyecto BEF (Boletín Electrónico Forestal)

Fuente: PROT (2015)

Para la fase de caracterización se destaca que se realizó un levantamiento de información base en cuanto a la dimensión ambiental incluidos los eventos naturales con carácter de amenaza y el factor de vulnerabilidad para la determinación del riesgo asociado. Se generó una carta diagnóstico para esta dimensión que fue utilizada como insumo para las siguientes etapas. Se desarrollaron talleres participativos en los que se validaron los insumos correspondientes a la cartografía base, modelo de ocupación actual, temas estratégicos relevantes y evaluación ambiental estratégica.

En cuanto a la fase de elaboración el PROT destaca una de las actividades principales que se desarrolló durante todo el proceso la cual consiste en la identificación e incorporación de la variable amenazas naturales (amenazas, peligros, riesgos y vulnerabilidades), abordada en una primera instancia en la etapa de diagnóstico, a partir de la identificación de las principales amenazas/peligros asociados a la ocurrencia de eventos naturales para el territorio insular y la identificación y definición de criterios de compatibilidad territorial. (PROT 2015).



En cuanto a los lineamientos de ordenamiento territorial, el plan regional de ordenamiento territorial define cuatro ambitos de desarrollo en los cuales se definen funciones y objetivos, estos son: Crecimiento económico, Equidad social, Sustentabilidad ambiental y sustentabilidad territorial.

Para la presente investigación toma relevancia el punto de sustentabilidad ambiental, el cual destaca dentro de sus funciones la adopción de medidas necesarias de conservación y protección del medio ambiente, a objeto de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras, con especial énfasis en la gestión de los recursos naturales, la reducción de los riesgos para la salud y el medio ambiente, la seguridad humana y la preservación de la biodiversidad.

Se destaca el primer objetivo: "Integrar la gestión de los riesgos en la formulación de instrumentos de planificación, estrategias, planes, programas y proyectos con el fin de contribuir al desarrollo sostenible del territorio y la seguridad humana, que contemple la prevención, mitigación y manejo del riesgo y la emergencia, con especial énfasis en el riesgo de tsunami, incendio forestal, remoción en masa y deslizamientos, sísmico y volcánico." (PROT, 2015)

En el apartado de la propuesta de zonificación (punto 9.2 y 9.3 del PROT) se habla de las funciones preferentes de los usos (9.3). En el caso de las funciones terrestres se encuentra el punto de restricción, el cuál se divide en 4.

- 1) Zona transición, resguardo por quebradas: Corresponde a aquellas zonas terrestres representadas por aquellas áreas inundables por quebradas conforme al Plan Regulador Comunal vigente.
- 2) Zona transición, Potencialmente inundable por tsunami: Corresponde a aquellas zonas terrestres representadas como aquellas áreas potencialmente inundables por tsunami, establecidas a partir de la línea de costa hasta la cota 20.
- 3) Zona transición, Potencialmente afectada por deslizamientos: Corresponde a aquellas zonas terrestres representadas por aquellas áreas potencialmente



afectadas por deslizamientos o desprendimientos, caracterizada por pendientes sobre los 40°.

4) Zona transición, Cortafuegos:

“Corresponde a aquella faja de 8 metros de ancho, cuya finalidad, dada la cercanía de las zonas de habitabilidad con las zonas con presencia de vegetación exótica y endémica, se orienta como una zona de protección que evite la propagación del fuego hacia las zonas habitadas además de servir de vía de comunicación en situaciones de emergencia. Para ello se plantea como medidas complementarias, el manejo de esta zona con el objeto de evitar deslizamientos y desprendimientos de tierra producto del talado de árboles.” (PROT 2015)

Cabe destacar que los primeros 3 puntos corresponden a zonas específicas de amenaza que fueron consideradas, delimitadas y tomadas del plan regulador comunal vigente, el cuál no define áreas de amenaza para incendios forestales. El PROT tampoco distingue cuáles son las principales áreas de amenaza para Robinson Crusoe, sin embargo, propone a través del punto N°4 un futuro cortafuegos como medida de prevención.

A continuación, se puede observar en la figura N°18 la propuesta de cortafuegos.

Figura 35: Restricción: Zona transición cortafuego

Función Preferente Terrestre	ZONA TRANSICIÓN: CORTAFUEGO 34	
<p>Corresponde a aquella faja de 8 metros de ancho, cuya finalidad, dada la cercanía de las zonas de habitabilidad con las zonas con presencia de vegetación exótica y endémica, se orienta como una zona de protección que evite la propagación del fuego hacia las zonas habitadas además de servir de vía de comunicación en situaciones de emergencia. Para ello se plantea como medidas complementarias, el manejo de esta zona con el objeto de evitar deslizamientos y desprendimientos de tierra producto del talado de árboles.</p>		
	FUNCIONES	CRITERIOS DE COMPATIBILIDAD
COMPATIBLES	<p>Dado su carácter de resguardo del riesgo por incendio, para esta zona no se consideran usos compatibles.</p>	<p>No se identifican criterios de compatibilidad, sin embargo y a modo de actividad complementaria, dentro de la zona identificada como de cortafuego, es posible en caso de emergencia que esta sea utilizada como vía de comunicación para el desplazamiento de vehículos de emergencia.</p>
COMPATIBLES CON RESTRICCIÓN	<p>Dado su carácter de resguardo del riesgo por incendio, para esta zona no se consideran usos compatibles</p>	<p>Como recomendación se propone resguardar que esta franja se encuentre despejada de cualquier obstáculo. Además debe contar con servicio de conexión de agua para que bomberos pueda actuar en caso de emergencia. Por último, y en caso de ser estrictamente necesario, esta zona puede ser utilizada como vía de comunicación o vía de escape en caso de emergencias.</p>

INCOMPATIBLES	Todas las de la Matriz de Compatibilidad	Todos los descritos en la Matriz de Compatibilidad
CONSIDERACIONES JURÍDICAS	<p>Las siguientes consideraciones jurídicas están relacionadas con la normativa asociada a la zona transición cortafuego:</p> <p>1° Considerar Plan de Contingencia Contra Incendios Forestales Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández – CONAF.</p> <p>2° DDU 269 Definición de áreas de riesgo por amenaza de incendio en los instrumentos de Planificación Territorial. Esta circular tiene como propósito impartir instrucciones sobre la aplicación de las disposiciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza General.</p>	
OBSERVACIONES	No se establecen observaciones	

Fuente: PROT (2015).

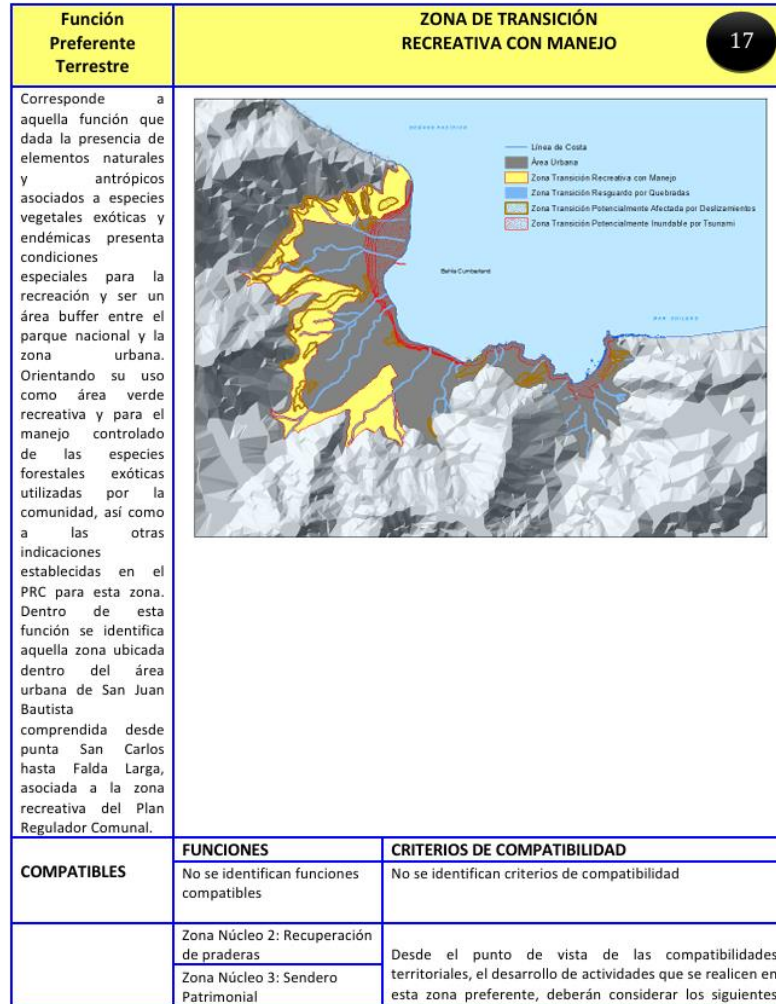


Por otro lado, la zona de transición recreativa con manejo se presenta como un área de interacción entre la población habitante en el área urbana de San Juan Bautista y el parque nacional.

Se destaca en este los criterios de compatibilidad en el que se recalca que las actividades desarrolladas en esta zona preferente, deberán considerar los siguientes criterios: “-Se debe establecer un plan de manejo que considere aquellas especies exóticas ubicadas dentro y fuera del parque nacional, de manera de tener un control en la tala y evitar que su desarrollo pueda generar efectos negativos al medio ambiente y zonas habitadas.” “-Dentro de esta zona se considera el desarrollo de un cortafuego y caminos de maderero que se requieran para ello, establecidos dentro de la normativa vigente. Como medidas complementarias se debe establecer un sistema de manejo de los residuos derivados de la tala forestal, de manera de evitar que estos puedan depositarse en cursos de agua y quebradas, así como el riesgo que significa como material combustible para la generación de un incendio.”

A continuación, en la figura N°19 se presenta esta zona de transición y criterios en cuestión.

Figura 36: Zona transición recreativa con manejo.





COMPATIBLES CON RESTRICCIÓN	Zona de Transición: Equipamiento Exclusivo	critérios: - Se debe establecer un plan de manejo que considere aquellas especies exóticas ubicadas dentro y fuera del parque nacional, de manera de tener un control en la tala y evitar que su desarrollo pueda generar efectos negativos al medio ambiente y zonas habitadas. - La actividad ganadera se puede generar sólo de manera acotada y con estricto control de su desarrollo respecto de las zonas en donde existe vegetación endémica. Las actividades relacionadas con el ámbito recreativo deberán cumplir con medidas de seguridad adecuadas para un óptimo funcionamiento de ésta en un área de topografía abrupta. - Dentro de esta zona se considera el desarrollo de un cortafuego y caminos de madero que se requieran para ello, establecidos dentro de la normativa vigente. Como medidas complementarias se debe establecer un sistema de manejo de los residuos derivados de la tala forestal, de manera de evitar que estos puedan depositarse en cursos de agua y quebradas, así como el riesgo que significa como material combustible para la generación de un incendio.
	Zona Transición: Recreativa Agro – Cultural	
	Zona de Transición: Productiva	
	Zona Transición: Infraestructura Sanitaria	
	Zona Núcleo 2 recuperación	
	Zona de Amortiguación 2	
INCOMPATIBLES	Zona de Amortiguación 3	No se identifican criterios para estas funciones, debido que es incompatible su desarrollo en la zona de transición recreativa con manejo
	Zona de Amortiguación 1	
	Zona transición	
	Conservación Patrimonio Cultural	

Fuente: PROT (2015).

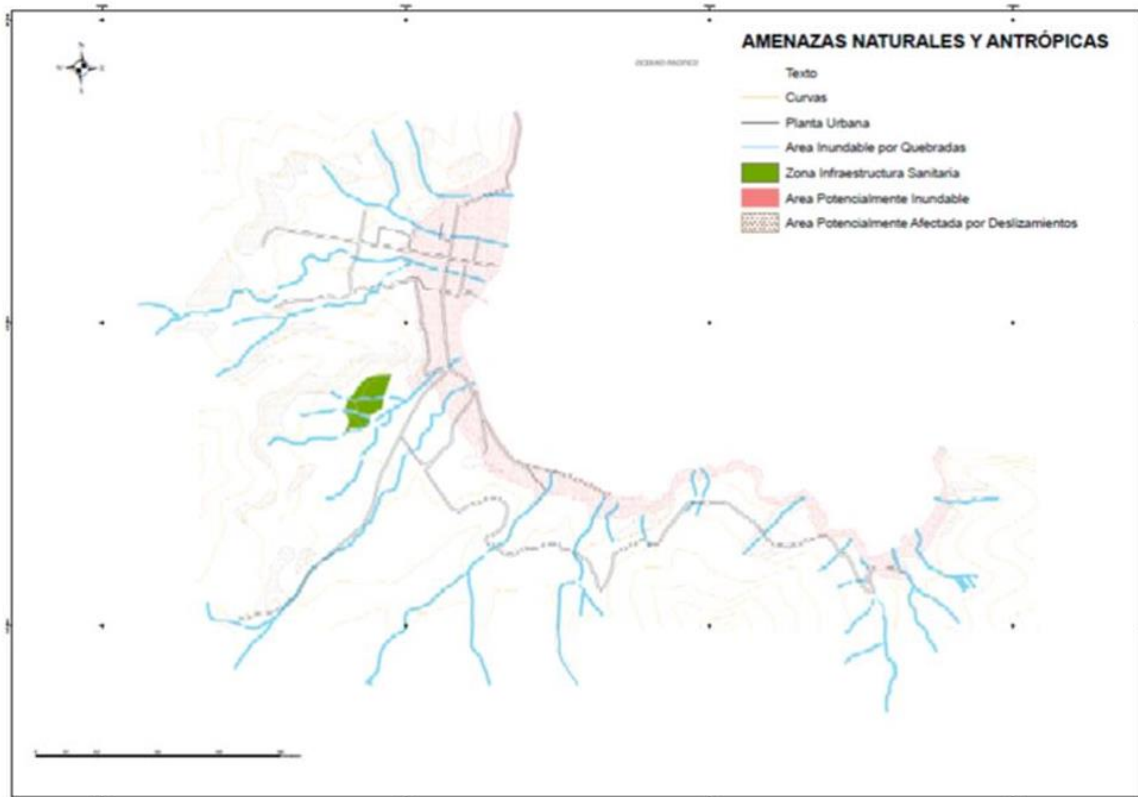
Por último, en el apartado de anexos se destaca el anexo 1 “ Anexo 1: Comité Técnico Regional (CTR), a través de Res. Ex. N° 1499 del 10 de octubre del 2012” En el cual se destaca que el comité técnico regional deberá cumplir y velar por las siguientes etapas del PROT, por desarrollar en el período de junio de 2011 a junio de 2013:

- A) Etapa I. Unidad territorial borde costero: Propuesta técnica de matriz de compatibilidad y zonificación de borde costero.
- B) Etapa II. Unidad funcional de riesgos naturales: Mapa de amenazas naturales prevalentes en el territorio y mapa de exposición de sistemas estratégicos.

A continuación, se presenta en la Figura N°20 el mapa de amenazas naturales y antrópicas utilizado en talleres de fase de caracterización del PROT. (Anexo 10 del PROT).



Figura 37: Amenazas naturales y antrópicas comuna de Juan Fernández.



Fuente: PROT (2015).

Se destaca la inexistencia de amenaza por incendios forestales.



4.4.4 Plan de desarrollo comunal (PLADECO)

El plan de desarrollo comunal (PLADECO) 2015-2020 “Comunidad viva” es la tercera versión que se elabora para la comuna de Juan Fernández y consta de dos partes, parte I “Caracterización y diagnóstico comunal” y parte II “Visión estratégica e iniciativas”.

El objetivo principal de este es: “actualizar el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de la comuna de Juan Fernández, generando un instrumento de planificación de carácter funcional e integral a la gestión de desarrollo local, que permita promover acciones concretas para un buen desarrollo de la comuna, y orientar estratégicamente un trabajo municipal para satisfacer las principales demandas sociales que acontecen, siendo un proceso permanente, ampliamente informado y participativo.” (PLADECO, 2015)

En el documento en el apartado de caracterización de la flora se presenta a los incendios como una potencial amenaza para esta.

“El hombre es la principal causa de la desaparición de especies endémicas, modificando la fisionomía original de estas islas, con acciones como: deforestación para abrir espacios, incendios, explotación de especies nativas, introducción de especies vegetales y animales exóticos, entre otros; perdiéndose el equilibrio a lo largo del tiempo.”

Para la elaboración del PLADECO se realizaron diversas reuniones sectorizadas con la ciudadanía para exponer las principales preocupaciones de la población en los diversos ámbitos.

A continuación, se presenta la preocupación de los habitantes del sector la cruz en cuanto a materias que pudieran tener relación con los incendios.

Sector la cruz: Sistema eléctrico de las casas ~ Problemas con la instalación del sistema eléctrico en las casas, sienten que corren riesgos mayores. Algunos problemas que se han presentado son la quema constante de ampollita y medidores con fuga de corriente.



Temas menores 7. Grifos: debiera hacerse mantención y revisar si es que hay mangueras operativas. 8. Hacer talleres de educación permanentes sobre el cuidado de la isla, en temas como: ¿cómo y cuándo quemar? Así se podrían evitar accidentes.

A continuación, se presenta la preocupación de los habitantes del sector el castillo doctor Johow en cuanto a materias que pudieran tener relación con los incendios.

Tala de árboles ~ Creen que es necesario que la CONAF supervise los lugares en los que se autoriza la tala de árboles, con el objetivo de evitar que queden árboles, ramas y palos tirados o en los esteros, ya que con las lluvias estos se vuelven peligrosos. ~ Creen es necesario que junto con el permiso de tala de árboles para hacer las trampas de las langostas es necesario que se exija que quede el sector limpio y ordenado. 6. Sistema Eléctrico ~ Preocupación por la cantidad de energía eléctrica que se consume en los hogares ya que creen que el voltaje disponible es poco. ~ Preocupación porque las instalaciones eléctricas de las casas no cumplen con las normativas, y eso podría generar problemas como la quema de las casas o pérdida de electrodomésticos.

A continuación, se presenta la preocupación de los habitantes del sector la Pólvora en cuanto a materias que pudieran tener relación con los incendios.

2. Pozos de agua e Incendios ~ Arreglar y llenar el Pozo La Reina, el cual está actualmente en desuso. Precaución para posibles incendios que puedan ocurrir.

4. Desconocimiento sobre protocolos de Incendio y Seguridad ~ Interés por la difusión del protocolo de quema realizado por la CONAF. Que se divulgue a través de la radio, Facebook y boletines.

9. Alarmas ~ Las alarmas, para incendios y tsunamis, no se escuchan hasta la Pólvora



A continuación, se presenta la preocupación de los habitantes del sector los cipreses en cuanto a materias que pudieran tener relación con los incendios.

3. Árboles secos ~ Preocupación por la presencia de mucha cantidad de árboles secos ya que éstos actúan como combustible en caso de incendio. ~ Hay árboles acumulados secos que fueron cortados por la municipalidad y que por el tamaño no son fáciles de sacar para los vecinos.

Posteriormente se presenta un cuadro que resume la participación ciudadana y presenta las necesidades a nivel comunal. A continuación, se expone el punto de seguridad ciudadana

“Mecanismos de prevención de incendios: Ausencia de grifos, estanque o tranque donde se puede sacar agua de manera fácil en caso de incendios, principalmente en zonas cercanas donde se realizan quemas de basura”. (PLADECO, 2015)

En el segundo documento en el punto 2.2 “Objetivos desarrollo territorial” se destaca el apartado e) en el que se habla de la seguridad ciudadana, en este se expone: “ es necesario evaluar los mecanismos de control y manejo del bosque exótico, incorporando la variable de instalaciones eléctricas inadecuadas, que tienen un riesgo potencial de incendios.” (PLADECO, 2015)

En este mismo punto se expone el “FODA” (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) con respecto a velar por la seguridad de los habitantes.

Fortalezas: conciencia del riesgo permanente e interés de contar con planes de acción ante los riesgos por parte de la comunidad; conocimiento de la conducta de las quebradas; existencia de estanques de aguas en algunos sectores para paliar un incendio; existencia de un cuerpo de bomberos.

Debilidades: falta de fiscalización de las talas de bosque exótico; falta de terreno para cuartel de bomberos.

Oportunidades: instalar al interior de la comunidad de herramientas de mantención de la infraestructura pública y fomento de las responsabilidades de la ciudadanía



como usuario y fiscalizador de conductas inadecuadas. Amenazas: ocupaciones irregulares en sectores de potencial riesgo y/o de difícil accesibilidad.

En el punto N°5 de iniciativas del PLADECO se expone el siguiente cuadro.

Tabla 27: Iniciativas del PLADECO

Velar por la seguridad de sus habitantes	Comuna segura	Programa de prevención de desastres naturales	Poda de sectores de riesgo potencial de incendios
			Implementación de estaciones de seguridad al interior del poblado
			Mejoramiento de estanques de emergencia en esteros
			Campaña un extintor en casa
			Diseño de canalización de esteros y cauces

Fuente: Elaboración propia en base a PLADECO (2015-2020).

Finalmente, es posible concluir que el PLADECO mediante la representación ciudadana reconoce la presencia de la amenaza de incendios forestales y no forestales y cuáles son los ámbitos de déficit en cuanto a prevención y mitigación de estos y los posibles factores que tienen incidencia directa en el aumento de los incendios. Sin embargo, este instrumento de planificación territorial simplemente cumple la función de identificar, pero no de ejecutar acciones concretas, las cuales quedan en manos de los principales actores que inciden en la toma de decisiones de la isla.



4.5 Otros documentos con relevancia en incendios

Para la presente investigación se analizaron dos documentos que tienen relevancia en el manejo de incendios forestales para el área de estudio los cuales fueron facilitados por personal de CONAF presentes en la oficina de administración del Parque Nacional Juan Fernández (PNAJF). Se analizaron:

- Informe final medición de la capacidad de carga del Archipiélago Juan Fernández, elaborado por consultora Capablanca LTDA. (mayo, 2021).
- Plan de protección contra incendios forestales Parque nacional Archipiélago Juan Fernández, Período 2022-2023. (2021)

4.5.1 Informe final medición de la capacidad de carga del Archipiélago Juan Fernández

El informe elaborado por la consultora Capablanca LTDA (mayo, 2021) tiene como principal objetivo

“presentar de manera resumida los principales productos, los resultados finales y propuestas desarrolladas durante los 30 meses de trabajo.”

El informe se desarrolla en cuatro grandes capítulos,

- 1) Generalidades: Se refiere a una mirada de la situación actual en el Archipiélago, sin entrar en el desarrollo de las variables.
- 2) Capacidad de Carga en el Archipiélago de Juan Fernández: Se muestra la metodología, las variables seleccionadas, y para cada una de ellas elementos de diagnóstico, tratamiento y resultados del modelo.
- 3) Plan de inversiones derivado de la estimación de la Capacidad de Carga, que se refiere fundamentalmente a los temas del informe.
- 4) Finalmente, se presenta un capítulo de conclusiones y recomendaciones. (Capablanca, 2021)

Los autores plantean algunos factores propicios para la formación de incendios forestales, dentro de ellos el factor climático asoma como uno de los fundamentales que justifican el alto riesgo de incendios forestales para la comuna.



“Tanto la manifestación de las precipitaciones en cortos periodos de tiempo como la baja de los promedios anuales de precipitaciones generan periodos de crecimiento de vegetación herbácea y posteriormente periodos prolongados con vegetación seca que entregan las condiciones adecuadas para la manifestación de incendios, lo que se suma a la acumulación de ramas y hojas y troncos secos de la zona de plantación forestal en el borde del núcleo urbano que son fuente importante de riesgo de incendio.” (Capablanca, 2021)

Siguiendo la línea de los factores climáticos, el viento también tiene gran relevancia en la propagación de incendios forestales, sobre todo en el caso de la presente área de estudio.

“Durante a lo menos la mitad de los días del mes el viento alcanza una velocidad superior a los 28 km/hr. En el poblado de Juan Bautista, los vientos provendrían más desde el oeste, con seguridad debido al relieve que perturba su ingreso desde el sur. Con todo esto, al poblado de Juan Bautista el viento proviene permanentemente desde los cerros hacia el mar. (Capablanca, 2021)

Por otro lado, se presenta como factor de riesgo la inseguridad de las conexiones eléctricas y el manejo de combustible.

“En opinión de profesionales del Ministerio de Energía, la seguridad de las conexiones eléctricas dentro de las viviendas es muy precaria, elemento que se presenta como un factor de riesgo de incendios. Así también, el manejo disperso de los combustibles, dado que cada pescador lo adquiere en el continente y lo almacenan individualmente, representa un riesgo difícil de controlar.” (Capablanca, 2021)

Además, se mencionan los residuos sólidos domiciliarios (RSD) como factor de riesgo. “A su vez, la acumulación de Residuos genera riesgos al medio terrestre: incendios, aumento de vectores, contaminación de suelo y aire.” (Capablanca, 2021)



Por otra parte, aparece el factor humano como generador de riesgo de posibles incendios. “Riesgo de incendio en zonas cercanas a núcleo urbano (viviendas, sitio de disposición de residuos). En las zonas de múltiples usos que colindan con el Parque y la zona urbana se están instalando casas que se encuentran rodeadas de áreas de alto riesgo de incendio. Otro riesgo potencial es el quemado de residuos domiciliarios en el sitio de disposición de residuos municipal, que se realiza en las zanjas que en caso de viento puede generar incendio en las plantaciones forestales aledañas. (Capablanca, 2021)

Por otro lado, en cuanto a posibles medidas de contención de incendios se presenta el almacenaje de estanques como un problema debido al déficit que estos poseen. “Para la cantidad de agua para consumo doméstico, el modelo muestra que en la para el año 2022 no se contaría con la capacidad de guarda suficiente para enfrentar eventuales incendios. Sin esos eventos. A la vez, para el año 2025 se requeriría mejorar la captación que provee el estanque de El Yunque, o alternativamente, conectar ambos estanques, ya que el estanque de la Pólvara atiende en la actualidad un menor número de usuarios y presenta holguras para mayor tiempo.” (Capablanca, 2021)

Por último, se presenta el problema de la expansión del área urbana de San Juan Bautista como un posible factor de generación de exposición ante posibles incendios forestales ya que la población ha ido creciendo en dirección a las plantaciones forestales.

“De acuerdo con el último Plan Regulador de la comuna y estimaciones en base a su cartografía, la superficie urbana de San Juan Bautista es de 208,5 ha., de las cuales, el 80,1 son aptas para la construcción de viviendas, estimándose que 47,5 ha ya se encuentran habitadas; por otro lado, de la zona urbana, 110,6 ha corresponden al área de bosque que rodea el pueblo para protección del Parque (Buffer); y un 17,8 ha corresponde a otros usos. Con estas cifras, y considerando la situación irregular de gran parte de los terrenos, se advierte que se enfrenta un problema de exceso de demanda de suelo de uso habitacional en San Juan Bautista, que reciba las viviendas necesarias para el aumento de población,



explicado por la imposibilidad de adquirir terreno, lo que resulta en la construcción y habitación de viviendas en la zona de bosque que protege el Parque (Buffer). (Capablanca, 2021)

“La complejidad de construir en los terrenos autorizados ha impulsado la construcción de viviendas en zonas no permitidas, como en la franja que hace de buffer para el Parque Nacional, en la que existen plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento que sirven para provisión de leña y materiales a la población. Las residencias en esas zonas representan un riesgo de incendios, hacia el poblado y el Parque Nacional que debe ser minimizada. La construcción en el buffer, entonces, se encuentra saturada en el modelo, por lo que se deberá fortalecer el cumplimiento de la normativa por parte de las autoridades locales. (Capablanca, 2021)

“En cuanto a riesgo de desastres, desde el tsunami de 2010 se ha puesto un acento relevante en la gestión de riesgos en Juan Fernández. Sin embargo, parecen ser necesarios mayores niveles de coordinación, especialmente entre las distintas instituciones públicas. El municipio se hace cargo de su parte a través de ordenanzas y el control ambiental que está asociado al tema urbano y a su vez CONAF se preocupa de lo que sucede desde el límite del poblado hacia adentro del Parque Nacional. No obstante, la carencia de un ente articulador de las instituciones Públicas dentro del archipiélago juega en contra de la coordinación en política de desarrollo en general, y particularmente en la Gestión de Desastres.” (Capablanca, 2021)

En conclusión, los autores exponen la gran relevancia que tienen los incendios forestales debido a múltiples factores que inciden tanto directamente como indirectamente en la generación o propagación de estos, lo cuál se acentuará con el paso del tiempo debido a factores como el cambio climático o la expansión urbana.



4.5.2 Plan de protección contra incendios forestales

El documento elaborado en 2021 por CONAF es un plan de protección contra incendios forestales para el período de 2022-2023 el cual establece algunas medidas preventivas, de pre-supresión y supresión consideradas técnicamente como las mínimas recomendables de realizar con los recursos humanos y materiales existentes en la unidad. Identifica los sectores prioritarios de protección y establece coordinaciones con otros organismos públicos y privados para la prevención y combate de incendios forestales.

Se presenta el registro histórico de incendios forestales para el período de 1998-2018 (4) y se muestra su ubicación y causalidad. Dos de estos se ubican en zona de interfaz urbano-forestal y son definidos como “incendios estructurales”, uno de ellos definido como “incendio por faenas agropecuarias no clasificado” y el último por “uso de fuego de transeúntes” y no fue posible ubicar en la cartografía correspondiente.

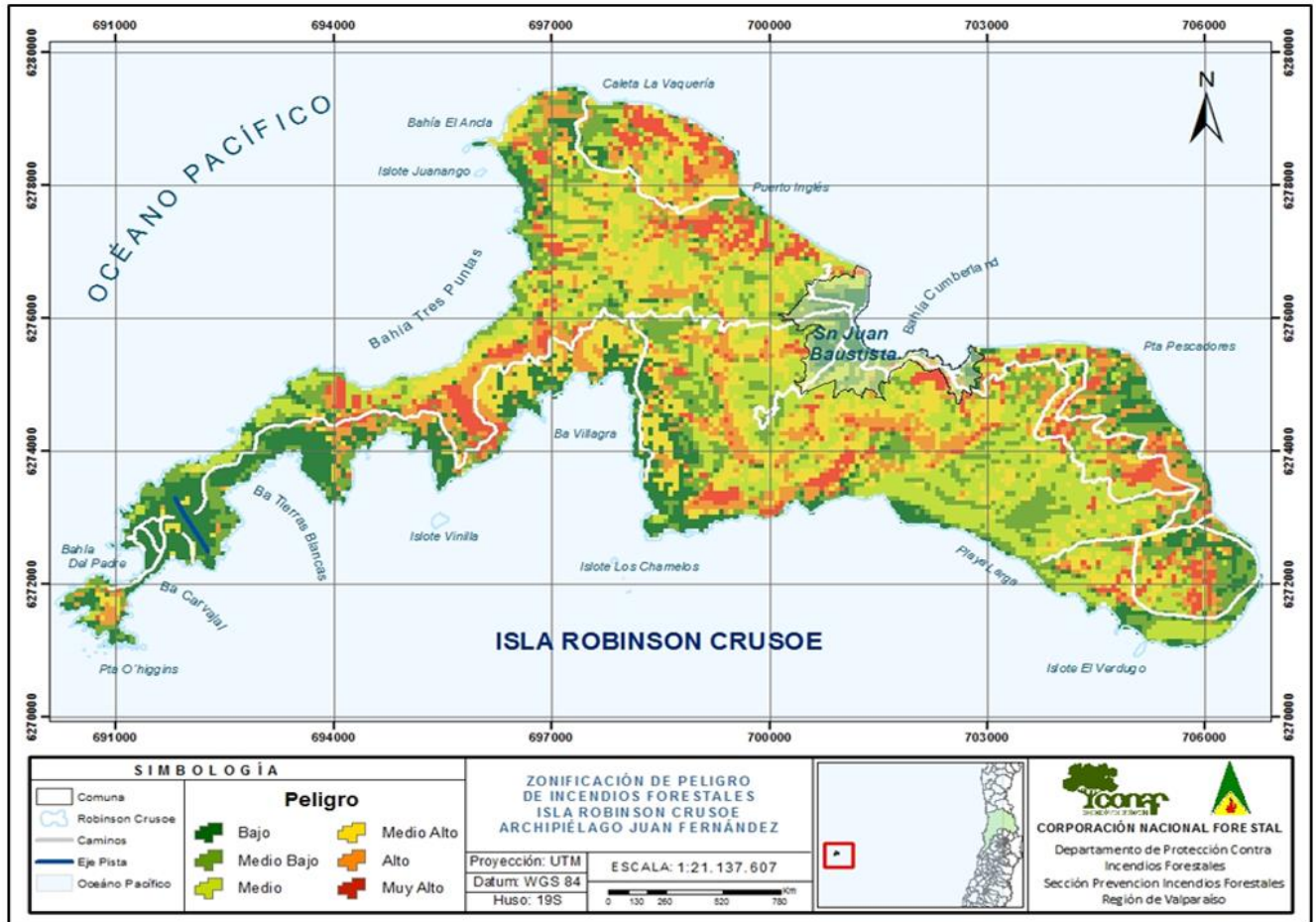
“Si bien la mayor superficie de los incendios corresponde al tipo “accidental”, donde se destacan los incendios de tipo estructurales que posteriormente afectan a la parte forestal y se propagan por la vegetación del entorno al no tener limpio.” (CONAF, 2021)

En cuanto al punto N°5 “Determinación de áreas prioritarias”.

Para poder determinar las áreas prioritarias, se realizó un análisis del riesgo en dónde se utilizaron las variables de ocurrencias históricas, población aledaña y caminos. Además, se analizó el peligro, utilizando las variables de pendiente y combustible. Por último, se categorizó el daño potencial existente en la isla, todo este estudio fue realizado por DEPRIF

A continuación, se presentan los resultados de dicho análisis.

Figura 39: Peligro de incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.

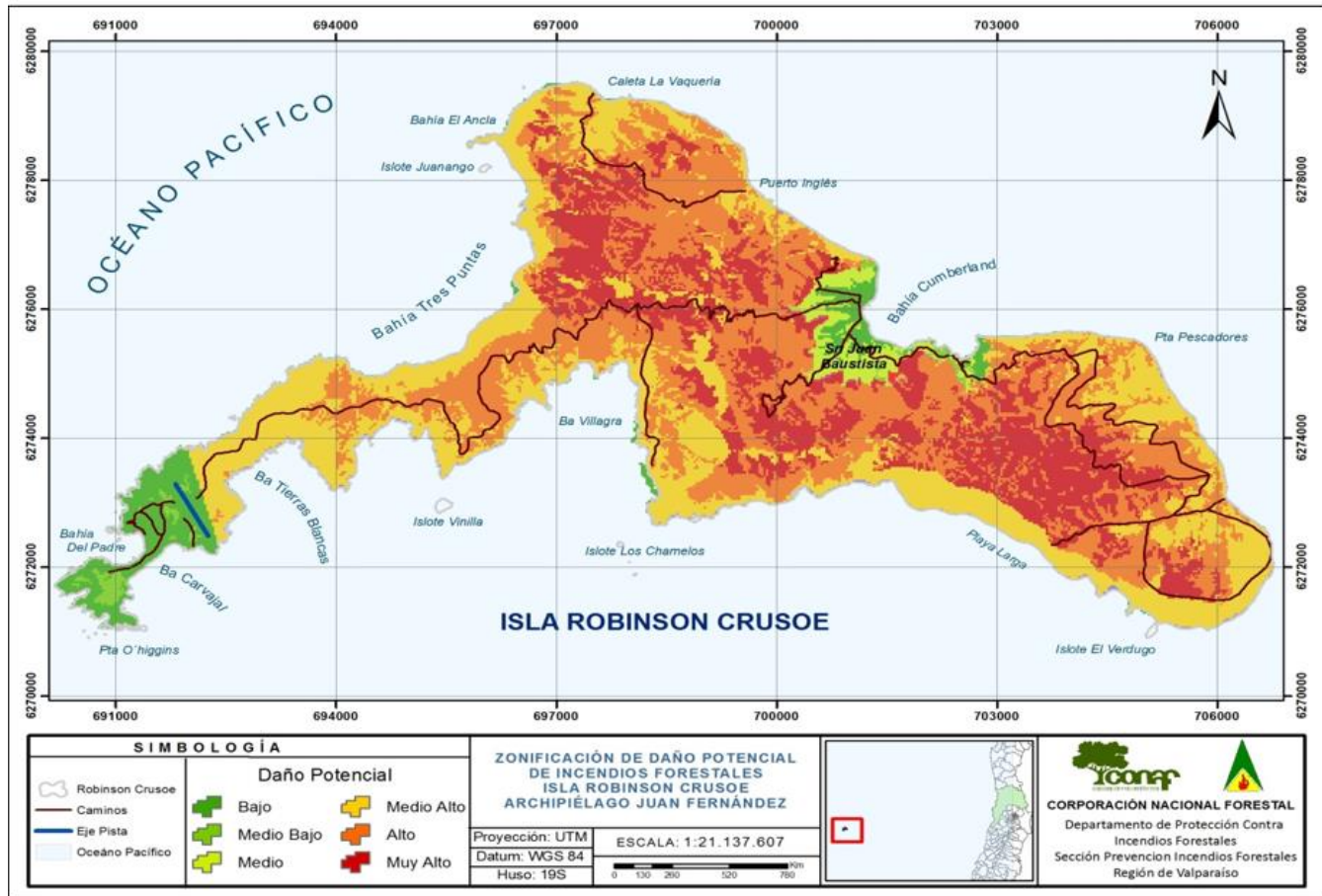


Fuente: CONAF (2021).

En cuanto a la cartografía de peligro de incendios recién expuesta, el documento de CONAF asocia los niveles de baja amenaza a aquellos sectores de acantilados que carecen de vegetación combustible y las áreas pobladas y pista de aterrizaje. Por otro lado, destacan que gran parte de la isla se encuentra en niveles de peligro que van de medio a alto y es dónde existe una combinación entre pendiente con presencia de combustibles y aquellas zonas de peligro muy alto predominan combustibles de rápida propagación como pastizal y matorral.



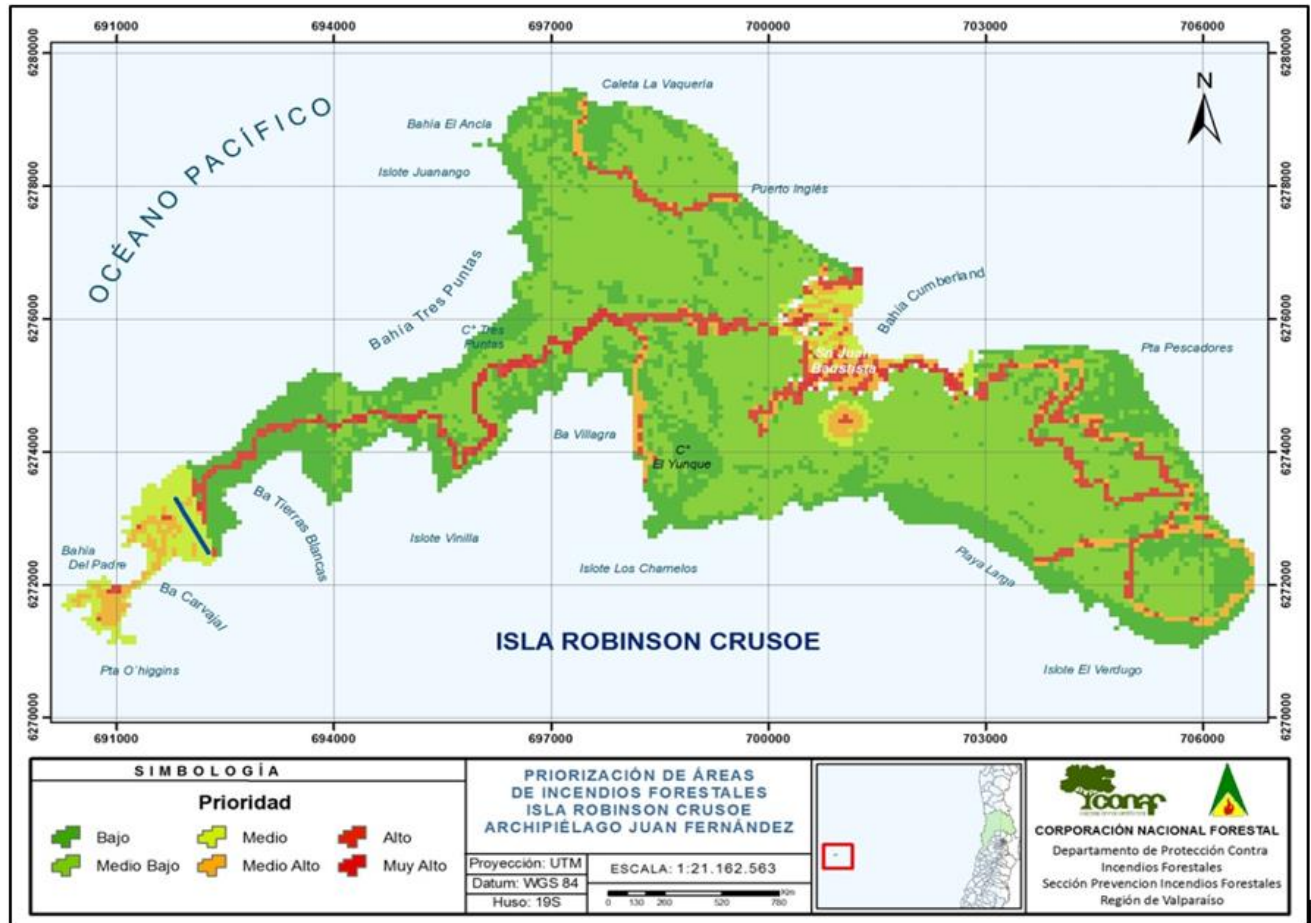
Figura 40: Daño potencial por incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.



Fuente: CONAF (2021).

A continuación, se expone el mapa de sectores prioritarios en la figura N°24.

Figura 41: Áreas prioritarias para la preservación de incendios forestales, Isla Robinson Crusoe Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández.



Fuente: CONAF (2021).

De esta manera, el plan de protección define las áreas prioritarias para la prevención de incendios forestales las cuales son:

A) Sector de prioridad Alta y Muy Alta:

Sector de interfaz del Poblado San Juan Bautista. Este sector concentra a lo menos 2 de los incendios registrados en el periodo de estudio y es en este poblado donde se concentra toda la población de la Isla y la llegada de visitantes y científicos, por lo tanto, es en este sector donde debe enfocarse las campañas de difusión y educación en prevención de incendios forestales.



- B) **Senderos de uso intensivos:** Estos son utilizados tanto por pobladores, turistas, científicos, ONG y tiene un tránsito constante de personas, en especial el camino que une la pista de aterrizaje y el poblado.
- C) **Sector Pista de Aterrizaje:** Presenta un tráfico de personas de forma esporádica, pero existe asentamientos de población asociada a las labores propias de una pista de aterrizaje.
- D) **Sector de ocurrencia histórica.**
- E) **Sector de Prioridad Baja y Media Baja:** Corresponde al sector urbano del poblado San Juan Bautista y al resto de la Isla Robinson Crusoe en donde no se registran incendios forestales históricos ni tránsito de personas.

En el punto 6.1 del plan de protección se mencionan las medidas de prevención. La primera de estas viene desde enero de 2018, cuando DASP y DEPRIF de la región de Valparaíso conformaron la primera unidad de prevención de incendios forestales para el Archipiélago de Juan Fernández. Esta estaba compuesta por 8 personas y un jefe de unidad y fueron capacitados correspondientemente. Realizaron actividades de prevención como “Silvicultura preventiva” en los espacios de interfaz y difusión con la comunidad. Para el año 2021 esta unidad de prevención de incendios forestales realizó algunas actividades entre enero a abril de 2021 dentro de las que destacan: Charlas a la comunidad, entrega de volantes, charlas puerta a puerta, práctica de silvicultura preventiva a infraestructura crítica, construcción de cortafuegos, disposición de desechos forestales, establecimiento de áreas de seguridad y vías de evacuación.

Para el momento de la elaboración de este plan se menciona que para el año 2022 no se tiene la certeza de contar con presupuesto para el funcionamiento de esta unidad.

En cuanto a la educación y difusión se propone:

- Realizar actividades en colegio insular Robinson Crusoe, incorporando al programa de educación ambiental tópicos sobre los incendios forestales.
- Entrega de folletos a través de las cuentas de servicios básicos.
- Informar a visitantes y a guías locales sobre los riesgos por el uso del fuego y las sanciones existentes para quienes hagan caso omiso de aquella normativa.



- Publicación del Reglamento que regula y norma el uso del fuego al interior del Parque, en la Administración, Centro de educación e información ambiental, oficina de informaciones y refugios en la Isla Robinson Crusoe.
- Instalación de letreros en lugares claves sobre el uso del fuego y la problemática de los incendios forestales.
- Alianzas para la prevención de incendios forestales con la Municipalidad, Carabineros, Capitanía de Puerto, Sindicato de Pescadores, Colegio, Radio local, etc., y mantener coordinación para dar aviso oportuno en caso de ocurrencia.
- Patrullajes y vigilancia por parte de Guardaparques en áreas prioritarias.

Se presentan las siguientes actividades en relación con el manejo de combustibles:

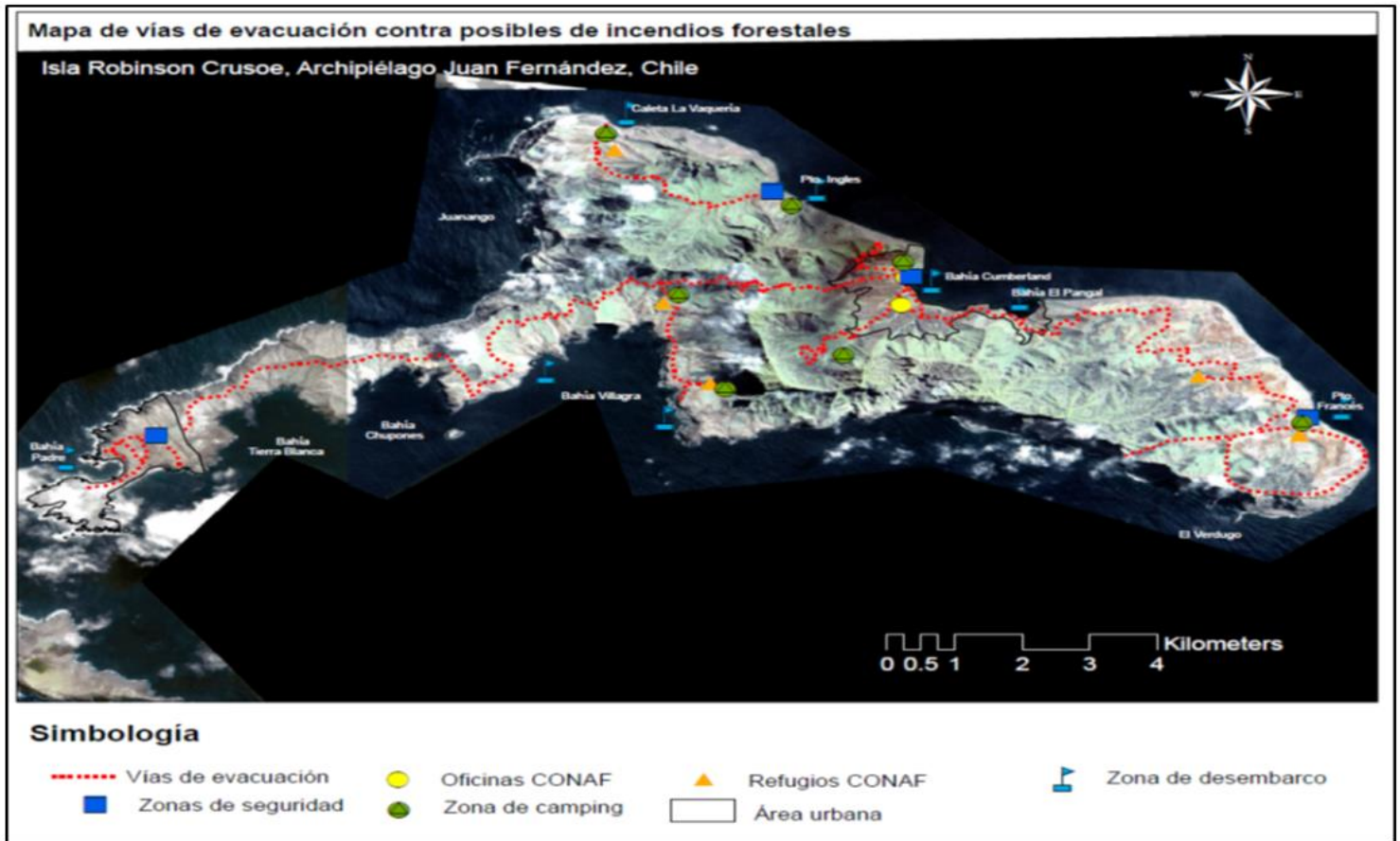
- Ordenamiento del bosque en la zona urbana, determinando puntos geo referenciados, para disponer material de desecho que resulte al momento de cortar árboles.
- Fortalecer y fiscalizar la corta de árboles exóticos en la zona urbana y disposición de los desechos de explotación del bosque por parte de la comunidad.

En cuanto a las vías de evacuación, el plan de protección menciona que:

“ El plano de evacuación y puntos de seguridad al interior del Parque, son por los caminos y senderos hacia sectores de playa donde se encuentran las zonas de seguridad, definidas en el plano del procedimiento de evacuación y que corresponde a Bahía Cumberland, Puerto Ingles, puerto francés y Bahía del Padre. Se identifican además los refugios de CONAF y zonas de desembarco.”

A continuación, en la figura N°25 se presenta el plano de rutas de evacuación presentado en el plan de protección contra incendios forestales.

Figura 42: Mapa de vías de evacuación contra posibles incendios forestales.



Fuente: CONAF (2021).

Por otro lado, se realizó un camino de circunvalación perimetral, el cual cumple la función de corta fuego. Tiene una extensión de 1,6 kilómetros de largo por 5 metros de ancho. A continuación, se observa en la figura N°26.



Figura 43: Plano de camino de Circunvalación



Fuente: CONAF (2021)

En cuanto a los estanques de almacenamiento de agua, el plan de protección contra incendios indica que “En el perímetro del poblado isla R. Crusoe, a orillas de caminos y senderos se cuenta con 6 estanques de 3.000 y 5.000 lts. En regular estado, pero operativos, distribuidos en 4 sitios, más un estanque de cemento. Éstos se abastecen con agua del estero en forma automática, se deben operar con motobomba.”

“ Los espacios donde se ubican los estanques de acumulación de agua, fueron despejados de vegetación, principalmente zarzamora, por la Unidad de Prevención el primer trimestre de este año, de manera que se puedan operar sin dificultades y además protegerlos de eventuales propagaciones de incendios forestales, sin embargo, en los meses de diciembre abril tienen problemas en la disminución en los cursos de agua.”

Por otro lado, se hace referencia a la dotación de personal de CONAF en el PNAJF, el cual no estaría correctamente capacitado.



“ dotación de 8 funcionarios, 1 Administrador y 7 Guardaparques, de los cuales 5 fueron capacitados en el mes de noviembre de 2018 por personal GEPRIF en materias de incendios forestales (módulo obligatorio) para que puedan entregar información clara y precisa al momento de dar aviso de alguna ocurrencia al interior del Parque o en zonas aledañas. Además, recibieron capacitación en ataque inicial, no obstante, su participación en esta actividad está supeditado a contar además con un equipo de protección personal adecuado, tener como mínimo cuatro Guardaparques permanentes dispuestos a cumplir con esta labor y aprobar los exámenes ocupacionales de ACHS.

“No es posible que realicen la actividad al no estar al día con los exámenes médicos.”

Se destaca la importancia del sistema de radiocomunicación para la ejecución de este plan de protección, el cuál no se encontraría operativo.

“Se mantiene comunicación con la Municipalidad de Juan Fernández, comunidad de la Isla, Servicios Públicos, Carabineros, Armada, para aplicación de Plan de Prevención y coordinación en caso de emergencia. Con el COE local (Comité emergencia). Para poder llevar a efecto el Plan de Protección, uno de los pilares básicos es el sistema de radiocomunicación que se encuentra inoperativo, ya que a través de éste se podrá contar con la información necesaria en el tiempo oportuno, para coordinar y realizar todas las actividades, antes, durante y después de ocurrido un incendio forestal.

La comunicación radial tanto al interior de la Isla Robinson Crusoe como entre islas es deficiente. Se requiere la antena de Huáscar y baterías en el repetidor ubicado en Cerro Alto de la Isla R. Crusoe y la instalación de uno nuevo en Isla Alejandro Selkirk.”

Por último, se menciona la función que cumple cada uno de los actores que tienen relevancia en la comuna en relación con un posible incendio forestal y la función específica que cumple cada uno de los guardaparques. Por otro lado, se mencionan algunos recursos adicionales específicos que se requieren.



4.6 Entrevistas

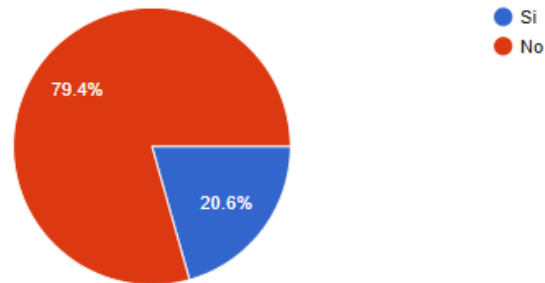
Según lo expuesto en el punto 4.7, para esta investigación se desarrollaron 63 entrevistas semiestructuradas durante salida a terreno en la isla de Robinson Crusoe durante los días 7 al 10 de noviembre de 2024 con el objetivo principal de evidenciar el desconocimiento de la población en relación con los instrumentos de planificación territorial y su incidencia en incendios forestales y formas de actuar ante posibles eventos y la posible contribución a su propia vulnerabilidad. En esta oportunidad se entrevistó a residentes de la comuna de Juan Fernández ocupando como únicos criterios ser mayor de 18 años y contar con al menos un mínimo de 1 año de residencia en la isla. Dentro de esta muestra se entrevistó de manera lo más aleatoria posible para obtener una muestra representativa de la población total, en este caso se entrevistó a personas que van desde 22 años hasta los 82 años. Dentro de estos se encuentran funcionarios municipales, Carabineros, pescadores, personal de CONAF y todo tipo de trabajadores, estudiantes y jubilados.

Durante las entrevistas se realizaron 5 preguntas base, en su mayoría preguntas cerradas, sin embargo, se le dio la libertad a los entrevistados para poder expresarse de acuerdo con su conocimiento en el área.

A continuación, se presentan los resultados para cada una de las preguntas base realizadas a los entrevistados.



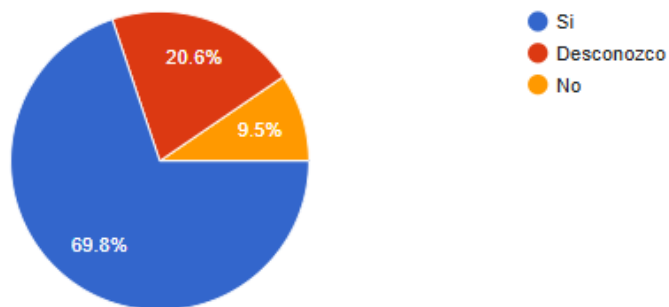
Figura 44: Pregunta 1: ¿Sabe usted la diferencia entre riesgo natural y riesgo antrópico?



Fuente: Elaboración propia.

Al consultar con respecto a la diferencia entre el riesgo natural y el riesgo antrópico 50 personas (79,4%) no estaban al tanto de esta, mientras que 13 personas (20,6%) tenían conocimiento al respecto.

Figura 45: Pregunta 2: ¿Sabe usted si Juan Fernández cuenta con un plan regulador comunal?



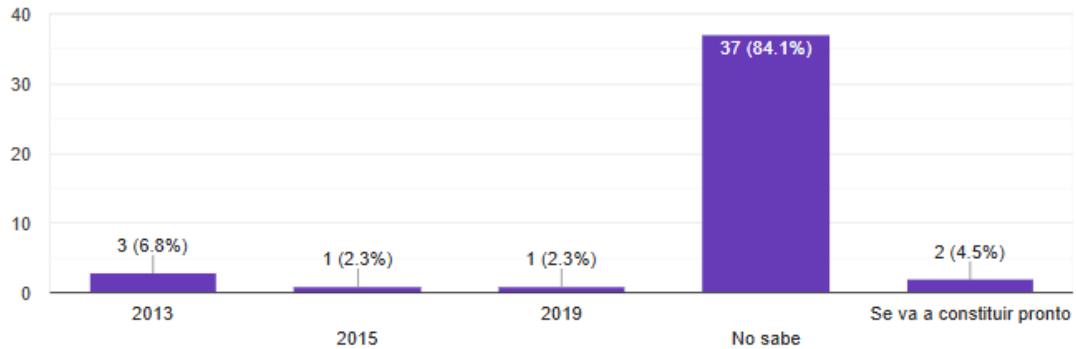
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al plan regulador comunal 44 personas (69,8%) aseguraron que Juan Fernández cuenta con un plan regulador, mientras que 13 personas (20,6%) aseguraron no estar al tanto de la existencia de este documento y 6 personas (9,5%) aseguraron que no existía un plan regulador.



Se realizó una pregunta adicional a los 44 entrevistados que aseguraron que si había un plan regulador en la cual se preguntaba por el año de este.

Figura 46: ¿De qué año es el plan regulador?

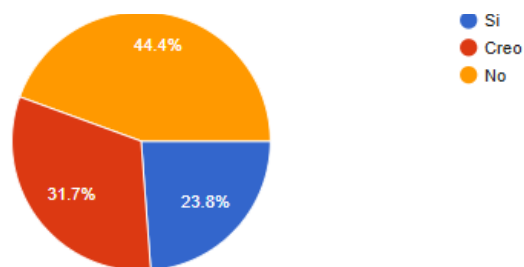


Fuente: Elaboración propia

De las 44 personas, 37 de ellas (84,1%) indicó no saber el año de este, 3

Personas (6,8%) indicaron el año 2013, 2 personas (4,5%) mencionaron que se va a constituir pronto, 1 persona (2,3%) mencionó el año 2015 y por último 1 persona (2,3%) mencionó el año 2019. En esta instancia además se consultó por el conocimiento de las áreas que abordaba el PRC y solo 5 personas supieron responder con cierto conocimiento, el resto de los 39 entrevistados no tenía conocimiento al respecto de las áreas que aborda el PRC, sin embargo, decían saber de su existencia.

Figura 47: Pregunta 3: ¿Sabe si Juan Fernández cuenta con un estudio de riesgos?

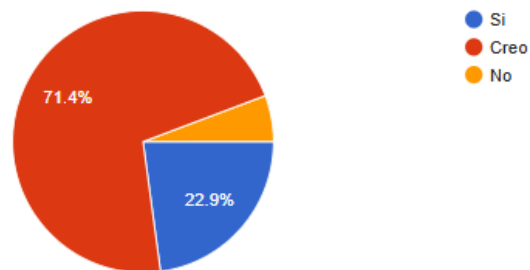


Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la tercera pregunta 28 personas (44,4%) indicaron que no existe un estudio de riesgos para Juan Fernández, mientras que 20 personas (31,7%) creen que debe existir un estudio de riesgos y 15 personas (23,8%) comentaron que si existe un estudio de riesgos para la comuna.

Se realizó una pregunta adicional a las 35 personas que mencionaron saber o estar medianamente seguros de la existencia de un estudio de riesgos con respecto a si este estudio incorporaría o no los incendios forestales.

Figura 48: ¿Sabe si este contempla los incendios forestales?

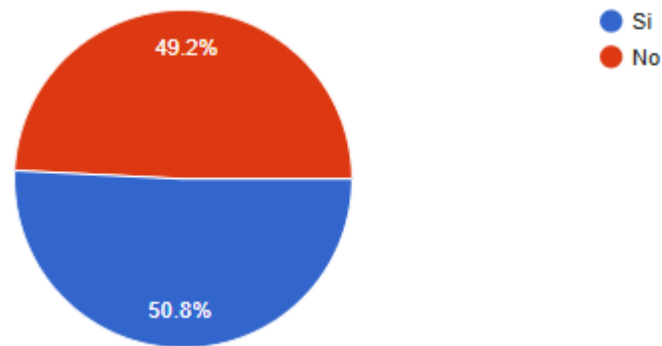


Fuente: Elaboración propia.

De los 35 entrevistados 25 de ellos (71,4%) dice pensar que los incendios forestales deben estar incluidos dentro de este estudio, 8 personas (22,9%) asegura que si se incluye a los incendios forestales y 2 personas (5,7%) comentan que no se incluye a los incendios forestales en el estudio de riesgos.

Cabe destacar que gran parte de los entrevistados asocia la existencia de CONAF en la administración del Parque Nacional Juan Fernández con la existencia de este tipo de estudios de riesgos sin tener en claro la existencia real de ellos o conocerlos.

Figura 49: Pregunta 4: ¿Las autoridades los han capacitado ante posibles desastres naturales?



Fuente: Elaboración propia.

32 personas (50,8%) aseguran haber sido capacitados ante posibles desastres naturales mientras que 31 (49,2%) aseguran no haber sido capacitados al respecto.

Se le consultó a los 32 entrevistados que aseguraron haber sido capacitados como población con respecto a de qué manera se realizan estas capacitaciones por parte de las autoridades locales. Se generaron múltiples respuestas las cuales se representan en la tabla N°30.

Tabla 28: Capacitaciones recibidas por parte de las autoridades.

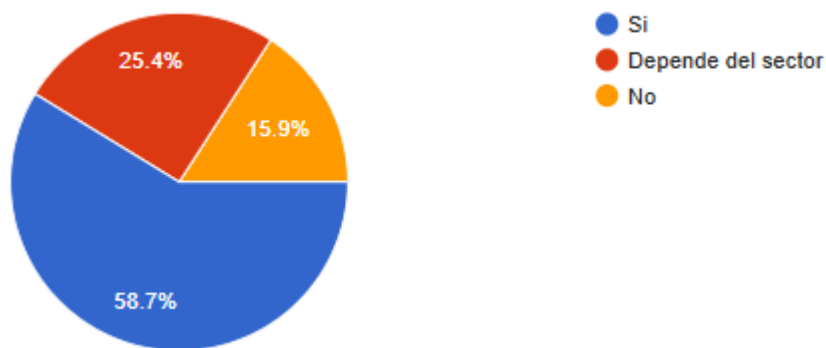
Capacitación	Número de personas que la mencionan
Charlas	9
Instalación de casetas para incendios	9
Simulacros / operación daisy	5
Capacitación de brigadistas	9
Difusión por redes sociales	7
Vendrá un carro bomba	1
Vino un carro bomba	1



Camioneta con agua	3
Nuevos grifos y capacitación de uso	7
Existencia de cortafuego	3
Estanques de agua en caso de incendio	2
Entrega de folletos	3
Plan de equipo de emergencia portátil para incendios	1
Afiches de CONAF con respecto a incendios	1
Carteles de tsunami (vías de evacuación y zona segura)	5
Alarmas de tsunami e incendios	4
Camiones aljibes	1
Camiones tipo Dakar	1
Uso de motosierra, motobomba, ataque inicial	3
Bombero isleño realiza capacitaciones	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 50: Pregunta 5: ¿Sabe usted como debería de evacuar ante un posible incendio forestal?



Fuente: Elaboración propia.



De los 63 entrevistados 37 (58,7%) de ellos aseguraron saber como deben evacuar ante un incendio forestal, 16 (25,4%) comentaron que depende del sector en el que se encuentren o en que se esté propagando el fuego según el viento y 10 (15,9%) de ellos mencionaron que no saben cómo deberían de evacuar.

Cabe destacar que gran parte de los 37 entrevistados que aseguraron saber como evacuar mencionan dirigirse hacia la costa y subirse a una embarcación como principal opción, sin embargo, en su gran mayoría reconocen que esto nace desde su conocimiento personal y no desde una directriz de los actores locales.



5 Conclusiones.

La presente investigación permitió realizar un análisis con respecto a la influencia de los incendios forestales en el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista, fueron analizados los niveles de amenaza para el área de estudio mediante los factores propuestos según la metodología del IDEAM (2011), los cuales son: Susceptibilidad de la cobertura vegetal, climáticos, relieve, histórico y accesibilidad. Para cada uno de los factores recién descritos se realizó una categorización según 5 niveles de amenaza, lo cual se presentó en una cartografía mostrando los niveles de amenaza. Posteriormente se realizó un álgebra de mapas entre cada uno de los factores analizados y se obtuvo un único mapa final de amenaza categorizado en niveles de amenaza Bajo, Moderado y Alto. Por otro lado se evaluó la vulnerabilidad por exposición según la metodología propuesta por Albarracín y Vera (2017), en la que se evaluaron 4 factores (Vulnerabilidad por exposición de población, vulnerabilidad por exposición de sistemas productivos, vulnerabilidad por exposición de infraestructura y vulnerabilidad por exposición de ecosistemas), al igual que para el caso de la amenaza se generaron mapas representando los niveles de vulnerabilidad de cada factor para finalmente generar un mapa final de vulnerabilidad por exposición.

En cuanto a la amenaza se determinó que 35,67% de la superficie del área de estudio se encuentra en niveles bajos de amenaza (principalmente asociado al uso del área urbana), la amenaza moderada contempla un 34,96%, mientras que un 29,38% del área de estudio se encuentra en niveles altos de amenaza de incendios forestales.

En cuanto a la vulnerabilidad por exposición se obtuvo una ponderación final de 2,25 sobre 3 en la que 1 correspondía a una vulnerabilidad baja, 2 a vulnerabilidad moderada y 3 vulnerabilidad alta, por lo que se determinó que el área de interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista contempla una vulnerabilidad por exposición moderadamente alta.



En lo que respecta al riesgo, se determinó que un 47,05% del área de estudio se encuentra en altos niveles de riesgo de incendio forestal, 23,21% moderado y 29,74% en niveles bajos de riesgo.

Con respecto a los instrumentos de planificación territorial de la comuna de Juan Fernández fue posible identificar una clara generación de riesgo institucional producto de la falta de identificación específica del riesgo de incendios forestales en San Juan Bautista en los principales instrumentos de planificación de la comuna. Estos debieran ser los encargados de caracterizar cada una de las amenazas existentes de toda índole dentro de la comuna y definir cuáles son las áreas de mayor impacto con el objetivo de planificar adecuadamente el territorio. Se evidencia claramente el énfasis que se le da a las amenazas de origen natural como las inundaciones producto de tsunamis (sobre todo después del 2010) y por quebradas, además de la amenaza por remociones en masa. Para estas se encuentran definidos las principales zonas de mayor riesgo y ciertamente limitada y zonificada el uso del área urbana de acuerdo con la presencia de estos riesgos, sin embargo, se evaden las amenazas de carácter antrópico como los incendios forestales, los cuáles se mencionan, pero sin ahondar en exceso con respecto a su área de influencia y medidas específicas.

Esta situación es una clara demostración de la importancia del rol de los instrumentos de planificación territorial y como una gestión deficiente de estos puede contribuir a la generación y aumento de la vulnerabilidad de la población. Por otro lado, el abandono sistemático de los territorios insulares chilenos por parte del estado ha incrementado el riesgo de incendios forestales en estas localidades, ya que la ausencia de políticas públicas adaptadas a sus particularidades y la falta de recursos para su gestión han aportado a una construcción social del riesgo, al subestimar la vulnerabilidad de estos territorios y limitando las medidas preventivas y de mitigación adecuadas.



En relación con las entrevistas realizadas durante el trabajo en terreno en el área de estudio es posible observar cómo existe un déficit de conocimiento en materia de riesgos y de IPT en la población residente de la comuna de Juan Fernández. Por ejemplo, para el caso de la segunda pregunta 44 de los 63 entrevistados (69,8%) afirmaron que Juan Fernández cuenta con un plan regulador comunal, sin embargo, al momento de consultar por el año de promulgación o por los temas tratados en este plan regulador 37 de estos 44 entrevistados no supieron dar alguna fecha tentativa o asociar correctamente los temas tratados en el plan.

Para el caso de la pregunta 3 en la que se le pregunta a los entrevistados si saben si la comuna cuenta con un estudio de riesgos 28 personas (44,4%) aseguran que no, 20 personas (31,7%) piensan que puede haber y 15 personas (23,8%) aseguran que si existe. Al momento de consultarle a estos 35 entrevistados que aseguran o creen saber de la existencia de este estudio de riesgos con respecto a si se incluyen los incendios forestales en este, 25 de ellos (71,4%) mencionan creer que si, 8 personas (22,9) aseguran que si se incluyen y 2 personas (5,7) comentan que no se incluye a los incendios forestales en el estudio de riesgos.

Cabe destacar que alrededor de un 14% de los 63 entrevistados fueron personas con cargos en relación directa y con conocimientos sólidos en materia de incendios forestales, sin embargo, el común de la población muestra el desconocimiento generalizado.

En general se destaca que la mayoría de los entrevistados no manejaba información específica con respecto a las múltiples preguntas que se desarrollaron durante las entrevistas y se asocia la existencia de los instrumentos de planificación territorial con las actividades desarrolladas ya sea por la Municipalidad o por CONAF, se observa una deficiencia con respecto a capacitación ante posibles desastres naturales principalmente debido a la baja participación y muestra de interés por parte de los residentes de la comuna, además de un conocimiento general popular con respecto a formas de evacuación ante incendios forestales.

Se concluye en esta investigación que para el área de estudio de la interfaz urbano-forestal de San Juan Bautista existe un alto riesgo de incendios forestales (47, 05%) asociado a una multiplicidad de factores como la densa vegetación con especies de



rápida propagación, las condiciones climáticas, relieve, accesibilidad e infraestructura. A esto se suma la vulnerabilidad aportada por los instrumentos de planificación territorial y por el desconocimiento general de la población en materia de incendios lo cual vuelve a la comuna de Juan Fernández una comuna altamente susceptible ante un eventual siniestro.

6. Limitaciones de la investigación

En el transcurso de este trabajo se presentaron una serie de limitaciones las cuales se asocian principalmente a la modificación de ciertas variables que fueron analizadas para obtener los valores de amenaza y vulnerabilidad los cuales tuvieron que ser adaptados para ser implementados en el contexto insular del área de estudio ya que las metodologías originales empleadas para estudiar estos factores fueron desarrolladas en otro tipo de territorios de carácter continental. En el caso del factor accesibilidad (utilizado para calcular los niveles de amenaza de incendios forestales) se modificó el tamaño de los buffers para el área de estudio, ya que la metodología original del IDEAM contemplaba 5 niveles de amenaza representados en 5 buffers (cada 500 metros), dejándolos en buffers cada 100 metros debido a que el área de estudio de esta investigación es considerablemente más pequeño que el utilizado en la metodología del IDEAM.

Por otro lado, se suma a esto la falta de información específica o la inexistencia de esta en plataformas de libre acceso en cuanto a múltiples insumos que fueron analizados durante esta investigación, como por ejemplo en el caso de los datos aportados por el instituto nacional de estadísticas (INE), a través del Censo del año 2017, el cuál aporta una información totalmente deficiente para la comuna de Juan Fernández en comparación con los datos que son generados para la mayoría de las comunas del territorio nacional. Esto último provocó nuevamente una adaptación en cuanto a la metodología propuesta originalmente, en este caso para analizar la variable de vulnerabilidad por exposición de la población.



En cuánto al registro histórico de incendios forestales dentro del área de estudio ocurrió una situación similar ya que en los registros de incendios por comuna publicados por CONAF solo se menciona el año de los siniestros y la cantidad de superficie afectada por cada incendio, sin embargo, no fue posible acceder a la ubicación específica de estos. Esta información fue finalmente adquirida durante la visita a terreno desarrollada en noviembre de 2024 junto a personal de CONAF del Parque nacional Juan Fernández.

Originalmente se contemplaba realizar una validación del mapa final de amenazas solapando este último con un mapa de registro histórico de incendios forestales con el objetivo de poder visualizar que la mayor ocurrencia de incendios forestales históricos coincidiera con las áreas de alta amenaza de incendios forestales, lo cuál no pudo realizarse al apenas haber 3 incendios registrados en los últimos 30 años y no presentar un patrón específico de ocurrencia.



7. Referencias bibliográficas

- Ager, A., Alcasena-Urdíroz, F., Castell, R., Mendizabal, F., Nauslar, N., Salis, M., Vega-García, C. (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de incendios forestales y priorización de tratamientos multifuncionales en paisajes mediterráneos. Cuadernos de investigación geográfica. Vol. 45, N°2. Págs. 571-600.*
- Albarracín, A y Vera, J. (2017). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 27, no. 2, p. 109-136.*
- Alcántara-Ayala et al., (2019). *Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. Investigaciones geográficas, (98), 00002.*
- AMBAR S.A. (2009). *Estudio de riesgos plan regulador de Juan Fernández.*
- Biblioteca del congreso nacional de Chile (Julio, 2013). *Ley Chile Decreto 17 aprueba modificación al plan regulador comunal de Juan Fernández de conformidad al artículo 27, del decreto 104 (interior), de 1977, ley N°16.282. Ministerio de vivienda y urbanismo.*
- Bond, W y Keeley, J. (2005). *El fuego como un “herbívoro” global: la ecología y la evolución de los ecosistemas inflamables. Trends in Ecology & Evolution, 20, 387-394.*
- Calderón Ramírez, D. R., & Frey, K. (2017). *El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Territorios, (36), 239–264.*
- Capablanca LTDA. (2021). *Informe final medición de la capacidad de carga del Archipiélago de Juan Fernández.*
- CENEPRED. (2021). *Escenario de Riesgo por incendios forestales de la Región Cusco.*
- Cerdá, A., Robichaud, P (2009). *Efectos del fuego en los suelos y estrategias de restauración.*
- Cerdá, A., Mataix-Solera, (S.f). *Incendios forestales en España. Ecosistemas terrestres y suelos.*
- CIREN (2021). *Características demográficas y socioeconómicas comuna de Juan Fernández.*



- CONAF. (2014). *Plan de manejo parque nacional Archipiélago Juan Fernández.*
- CONAF. (2021). *Plan de protección contra incendios forestales parque nacional Archipiélago Juan Fernández -región de Valparaíso.*
- CONAF. (2023). *Ocurrencia y daño histórico nacional de incendios forestales 1964-2023.*
- CONAF. (2024). *Estadísticas incendios forestales 2014-2024.*
- Corvalán, F. (2024). *Estos son los incendios forestales más devastadores en Chile desde que existe registro.*
- CR2, (2024). *Explorador climático*
- CR2, (2019). *Informe de síntesis: Simulaciones climáticas regionales para el territorio insular chileno.*
- CR2, (2023). *Riesgo de incendios forestales: factores asociados.*
- Discover Juan Fernández, (S.f). *Juan Fernández y desventuradas, nuestra historia.*
- Echemendía, B. *Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 2011;49(3):470-481*
- Fock, A. (septiembre, 2011). *Estudio de peligros geológicos en la isla de Juan Fernández.*
- Galiana, L. (2012). *Las interfaces urbano-forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 58 - 2012, págs. 205-226.*
- Global wind atlas, (2024).*
- Gobierno regional de Valparaíso, división de planificación y desarrollo, unidad de Ordenamiento territorial. (septiembre, 2015) Evaluación ambiental estratégica, Plan regional de ordenamiento territorial insular/ Archipiélago de Juan Fernández.*
- Gobierno regional de Valparaíso, división de planificación y desarrollo, unidad de Ordenamiento territorial. (diciembre, 2015). Plan regional de ordenamiento territorial insular Archipiélago Juan Fernández.*
- Gobierno regional de Valparaíso, división de planificación y desarrollo. (febrero, 2017) Evaluación ambiental estratégica, Plan de ordenamiento territorial insular Archipiélago Juan Fernández, Informe ambiental Complementario.*



- González, Mauro E, Lara, Antonio, Urrutia, Rocío, & Boschnich, Juvenal. (2011). *El cambio climático y su potencial impacto en la ocurrencia de incendios forestales en el centro sur de Chile (33° - 42° S)*. *Bosque (Valdivia)*, 32 (3), 215-219.
- Huentecol, S. (2022). *Riesgo de incendios forestales en comunidades campesinas y mapuche de la comuna de Collipulli*.
- Huentecol, S. (2024). *Modelamiento y estudio riesgo de incendio forestal comuna de Olmué*. Mapocho consultores.
- IDEAM, (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 9.
- IDEAM, (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- Instituto nacional de estadísticas (INE), (2017). *Censo de población*.
- Jaque Castillo, Edilia, Castillo, Claudia, Ojeda Leal, Carolina, & Díaz, Patricio. (2019). *Vulnerabilidad educativa ante incendios forestales en el área Metropolitana de Concepción: Caso de estudio: Penco, Chile*. *Estudios Socioterritoriales*, Vol 25.
- Jaque, E., Fernández, A., Fuentes, R., & Ojeda, C. (2021). *Data-based wildfire risk model for Mediterranean ecosystems. Study case of Concepcion Metropolitan Area in Central Chile*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*.
- Ministerio del medio ambiente (MMA), (2024). *Proyecciones climáticas: Principales proyecciones climáticas para Chile*.
- Moscovich et al., (2014). *Manual de combate de incendios forestales y manejo de fuego*. Instituto nacional de tecnología agropecuaria.
- Municipalidad de Juan Fernández, (diciembre 2011). *Memoria explicativa modificación plan regulador comunal Juan Fernández*.
- Municipalidad de Juan Fernández, (2023). *Historia*.
- Municipalidad de Juan Fernández, (2015). *Actualización plan de desarrollo comunal 2015-2020. Parte 1, Caracterización y diagnóstico comunal*.
- Oficina de las naciones unidas para la reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR), Capitulo 3: Riesgo*.



- Oficina de las naciones unidas para la reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), (2022). Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2022.*
- Páramo, G. (2011). Susceptibilidad de las coberturas vegetales de Colombia al fuego. Universidad Autónoma de Occidente.*
- Parra, B. (2024). Evaluación de la vulnerabilidad y resiliencia ante incendios forestales en la interfaz urbana forestal de la comuna de Chiguayante, área metropolitana de Concepción.*
- Pausas, J. (2012). Incendios forestales; una visión desde la ecología.*
- Pérez-Soba, C & Jiménez, I. (2019). Interfaz urbano-forestal e incendios forestales: regulación legal en España. Revista Aragonesa de Administración pública. (53), 158-219.*
- Plana, E., Font, M., & Serra, M. (2016). Los incendios forestales, guía para Comunicadores y periodistas. Proyecto eFIRECOM.*
- Plaza, N. (2022). Rol de la planificación territorial en la gestión del riesgo de incendio forestal en zonas de interfaz para la comuna de penco.*
- Red interagencial para la educación en situaciones de emergencia. (2024). Glosario de términos, exposición.*
- Soares et al., (2014). Amenazas y vulnerabilidades: las dos caras de los desastres en Celestún, Yucatán. Desacatos, (44), 159-177.*
- Úbeda, X & Sarricolea, P. (2016). Wildfires in Chile: A review. Global and planetary change, (146), 152-161.*
- UNEP & GRID-Arendal. (febrero, 2022). Spreading like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires.*
- Universidad Nacional del Nordeste. (S.F). Instituto de Geografía (IGUNNE). Facultad de Humanidades. Vulnerabilidad global y pobreza*