



UNIVERSIDAD DE CHILE

Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

SUBDIVISIÓN IRREGULAR DE LOTEOS EN LA COMUNA DE PUDAHUEL, REGIÓN METROPOLITANA Y SU ASOCIACIÓN CON LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO EN SANTIAGO

SANTIAGO-CHILE 2022

Memoria para optar al título de geógrafo

MIGUEL MEDEL ROMERO

Profesora guía: Carmen Paz Castro

Agradecimientos

Quiero agradecer a toda persona que me dio su apoyo y me alentó a terminar este proceso, empezando por mi núcleo familiar, el pilar fundamental de mi vida: a mi madre por su paciencia, por su profunda fe en mí y por brindarme ayuda en aspectos básicos pero relevantes en la elaboración de esta investigación; a mi padre por su apoyo en todo momento, por ser mi mejor amigo de toda la vida, por su compañía y por ayudarme en temas logísticos de este trabajo; y a mi hermana por su constante complicidad, iluminarme con su sabiduría en todo aspecto, por su significativo apoyo moral desde que entré a la universidad así como por darme soporte y contención en la vida misma.

A mis familiares y parientes; abuelas y abuelo, tías y tíos, primas y primos por creer en mi a ojos cerrados.

A la familia que he elegido, mis amigos de la vida: Emilio, Jaime y Nora, por toda la compañía y soporte que me han brindado desde que nos conocemos prácticamente, por aconsejarme muy sabiamente cuando me hallé con dificultades y por estar a mi lado tanto en momentos de risas como en momentos de angustia.

A mis amigos de la etapa escolar: Tomás, Valentina, Matías y Claudia, por técnicamente ser mi barra personal en todo este proceso, por todas sus palabras de aliento y por ser los primeros en celebrarme. Una mención honrosa para Francisca, que ha sido mi colega desde la básica hasta la etapa universitaria, ni más ni menos, siendo una gran amiga y estando en momentos muy importantes de mi vida.

Al tesoro más reciente: mis amigos de la universidad. A Cristóbal, por ser mi mejor amigo, principal apoyo moral y académico, y por el amparo que me brindó en todo momento de este complejo procedimiento. A Alfonso por su constancia y por hacer de este proceso algo mucho más ameno. A Jorge, en quien encontré un amigo muy valioso avanzada la carrera, quien también me ayudó con aspectos básicos e importantes. Y mencionar a amigos con quienes tuve el gusto de coincidir, compartir y empatizar en toda la etapa universitaria, especialmente a mi equipo el Rayo, destacando a: Sebastián, Jaime, Claudio, Claudia, Javiera y muchos/as más.

A una de mis amistades recientes: Elisa, por permitirme ensayar con ella (al igual que otros amigos) y por ser un soporte muy importante tanto en este proceso como en la vida en general. También agradecer profundamente a Araceli, en quién he conocido a una amiga genial y a una persona maravillosa que me acompañó de principio a fin.

A mis distintos grupos dentro de la FAU, la gente de los CEG del 2018 y 2019/20 y la selección de arquería.

A la profesora Carmen por su confianza, amabilidad y brindar su conocimiento, Pamela Smith y Pablo Sarricolea por el material y ayuda otorgada ocasionalmente, y a María Victoria Soto por sus buenas vibras y risas cada vez que coincidíamos, un gusto ser su doble de acción.

A personas que trabajan en la Municipalidad de Pudahuel: Max, Luis, María Elena, Hugo, Carolina y Dino por brindarme valiosos puntos de vista, material y aprendizaje, tanto en la práctica profesional como en la etapa de memoria de título, y a la buena gente representante de la comunidad rural de la comuna, el presidente de la Junta de Vecinos de El Noviciado y la presidenta del Comité de Emergencia Rural.

“Espérame al amanecer del quinto día. Al salir el sol, vigila el oriente.” Gandalf, el blanco

Resumen

Alrededor del 85% del territorio comunal de Pudahuel se cataloga como zona rural, y representa un área susceptible a inundaciones desde que existe registro histórico del asentamiento humano en el lugar. El modo de habitar de la zona rural de la comuna ha ido evolucionando con el paso del tiempo, no obstante, la amenaza de las inundaciones por desborde de cauce precede a toda forma de habitar la zona, ya sea formal o irregular, aunque esto último resulta una problemática mayor ya que es un potenciador del riesgo incipiente en la zona rural comunal, al aumentar el factor vulnerabilidad. Vasto territorio de la zona rural se encuentra bajo amenaza por inundación en distintos niveles, tanto por datos catastrados y estudiados, como por datos testimoniales. Para la determinación de la amenaza se utilizan metodologías multicriterio en base a estudios secundarios, fotografías aéreas, imágenes satelitales y procesamiento de información georreferenciada, mientras que para el análisis de la vulnerabilidad se aplican índices de información específica sobre desastres históricos. En la presente investigación también se incluye la consulta y entrevista a actores clave con el propósito de esclarecer acerca de experiencias vividas, el presente y la evolución de lo que sería el factor de vulnerabilidad, así como también recabar sobre medidas de la gestión del riesgo en el territorio y la evolución que esta ha tenido, además de desafíos que el municipio debe asumir debido a la explosión demográfica en el área de estudio y la baja comprensión de los habitantes nuevos acerca de las amenazas específicas históricas y nuevas.

Abstract

About 85% of the communal territory of Pudahuel is classified as a rural area, and represents an area susceptible to floods since there is a historical record of human settlement in the place. The way of inhabit in the rural area of the commune has evolved over time, however, the threat of flooding due to the overflow of the river precedes all forms of dwell, formal or irregular, although the latter is more of a problem since it is an enhancer of incipient risk in the communal rural area, by increasing the vulnerability factor. Vast territory of the rural area is under threat from flooding at different levels, both from registered and studied data, and from testimonial data. To determine the threat, multicriteria methodologies are used based on secondary studies, aerial photographs, satellite images and georeferenced information processing, while for vulnerability analysis, methods on indexes requiring specific information on historical disasters are applied. This research also includes the consultation and interview with key actors in order to clarify about lived experiences, the present and the evolution of what would be the vulnerability factor, as well as to gather information on risk management measures in the territory and the evolution that this has had, as well as challenges that the municipality must assume due to the demographic explosion in the study area and the low understanding of the new inhabitants about the specific historical and new threats.

Índice de contenidos

Contenido

Índice de figuras	6
Capítulo 1	7
Introducción.....	7
Planteamiento del problema.....	9
Área de estudio	11
Hipótesis	15
Objetivos	16
Capítulo 2	17
Metodología	17
Capítulo 3	23
Resultados	23
3.1.1 Contexto histórico del territorio rural de Pudahuel.....	23
3.1.2 Contexto actual de las subdivisiones irregulares en los deslindes prediales de Pudahuel	31
3.2 La amenaza natural histórica en Pudahuel	37
3.3 La vulnerabilidad resultante en el área más grande de Pudahuel	53
3.4 El rol de la Gestión de Riesgo de Desastres, hacia una gestión prospectiva y una planificación vinculante	64
Capítulo 4	69
Discusión	69
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	73
Bibliografía	76
Anexos	81

Índice de tablas

Capítulo 1	7
Tabla N°1: Cantidad de población de la Región Metropolitana de Santiago en los tres últimos Censos Nacionales	7
Tabla N°2: Cantidad de población de Pudahuel en los tres últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda.....	10
Tabla N°3: Localización del área de estudio según coordenadas y sus límites	11
Tabla N°4: Número de habitantes del área de estudio según el último Censo Nacional	12
Capítulo 2	17
Tabla N°5: Categorización de las condicionantes de vulnerabilidad	19
Tabla N°6: Fuentes de información de las componentes para el índice FVI	20
Tabla N°7: Variables agregadas en la evaluación del riesgo	21
Tabla N°8: Entidades pertinentes y preguntas	22
Tabla N°9: Resiliencia potencial según recursos.....	22
Capítulo 3	23
Tabla N°10: Principales desastres naturales en Chile desde 1906.....	37
Tabla N°11: Causas o factores detonantes de inundaciones fluviales en Chile	38
Tabla N°12: Resumen de registro de inundaciones históricas con respecto a precipitaciones	42
Tabla N°13: Resumen de efectos desencadenados según umbrales de precipitación.....	45
Tabla N°14: Criterios de zonificación según nivel de amenaza	50
Tabla N°15: Área comprometida por inundación según nivel de amenaza	53
Tabla N°16: Condicionantes de la vulnerabilidad al riesgo de desastres.....	54
Tabla N°17: Efectos económicos y sociales adversos según tipo de desastre .	56
Tabla N°18: Vulnerabilidad potencial, estimada según la mayor área en amenaza por inundación por desborde de cauce alta a muy alta, derivada de un evento de precipitación intensa con período de retorno de 100 años	57
Tabla N°19: Indicadores para el FVI, traducido y aplicado al área de estudio ..	58
Tabla N°20: Ecuaciones básicas de FVI y descripción de variables	59
Tabla N°21: Ecuación resultante para el FVI en impactos a escala humana, con datos disponibles aplicados al área de estudio.....	60
Tabla N°22: Ecuación resultante para el FVI en impactos a escala económica-material, con datos disponibles aplicados al área de estudio	60
Tabla N°23: Resiliencia potencial según los recursos municipales y comunitarios	65
Tabla N°24: Evolución de la percepción social sobre los peligros (amenazas) durante el siglo XX	66

Índice de figuras

Capítulo 1	7
Gráfico N°1: Porcentaje de superficies totales de las comunas del Gran Santiago	8
Figura N°1: Unidades geomorfológicas de Pudahuel, Región Metropolitana	13
Figura N°2: Área de estudio.....	14
Capítulo 2	17
Figura N°3: Índice de vulnerabilidad ante inundaciones, adaptado de Connor y Hiroki (2005)	20
Capítulo 3	23
Figura N°4: Comparación entre la antigua división comunal y los límites actuales	24
Gráfico N°2: Variación de la población de Las Barrancas durante el período entre 1875 y 1930.....	26
Figura N°5: Cronología resumen del historial territorial de Barrancas-Pudahuel	30
Figura N°6: Distribución territorial de los deslindes prediales rurales y de loteos irregulares en el área de estudio (desglose en base a imagen satelital año 2014)	32
Figura N°7: Evolución temporal del número de subdivisiones irregulares de loteos en sector de El Noviciado, vertiente oriental del estero Carén.....	33
Figura N°8: Distribución territorial de la totalidad de predios rurales y de subdivisiones irregulares en el área de estudio	36
Figura N°9: Cruce entre zonas de alta susceptibilidad a inundaciones, curvas de nivel y fotografías aéreas de zonas realmente inundadas relativas al sector de puente El Membrillo	46
Figura N°10: Primera fase de inundación hipotética según modelación en el área de estudio en saturación por altitudes, en base a fotointerpretación de fotografías aéreas de inundación de junio del 2002	47
Figura N°11: Segunda fase de inundación hipotética según modelación en el área de estudio en saturación por altitudes, en base a fotointerpretación de fotografías aéreas de inundación de junio del 2002	48
Figura N°12: Modelación de zonas inundables en el área de estudio con la aplicación de <i>ALOS DSM de Google Earth Engine</i>	49
Figura N°13: Cartografía de zonificación de amenaza según permanencia del agua desbordada en zonas saturadas	52
Capítulo 4	69
Figura N°1.1: Cartografía de divisiones internas de la comuna de Pudahuel	81
Figura N°14: Cartografía de pendientes menores o iguales a 2% o 1,15°	82
Figura N°15: Cartografía de riesgo por inundación en el área de estudio	83

Capítulo 1

Introducción

La expansión urbana en materia demográfica y de asentamientos no resulta algo difícil de evidenciar en la actualidad. La Región Metropolitana de Santiago ha tenido un continuo proceso de crecimiento que se expresa en distintas formas de establecerse y habitar. Esta tendencia se ha mantenido en el tiempo y, por el hecho de presentarse un crecimiento demográfico explosivo, la urbe ha ido acrecentando su tamaño de manera vertical y horizontal, expandiendo constantemente su periferia.

Tabla N°1: Cantidad de población de la Región Metropolitana de Santiago en los tres últimos Censos Nacionales

Censo	Población contabilizada
XVII Censo Nacional de Población 2002	6.061.185 habitantes
XVIII Censo Nacional de Población 2012	6.685.685 habitantes
XIX Censo Nacional de Población 2017	7.112.808 habitantes

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2002, 2012 y 2017).

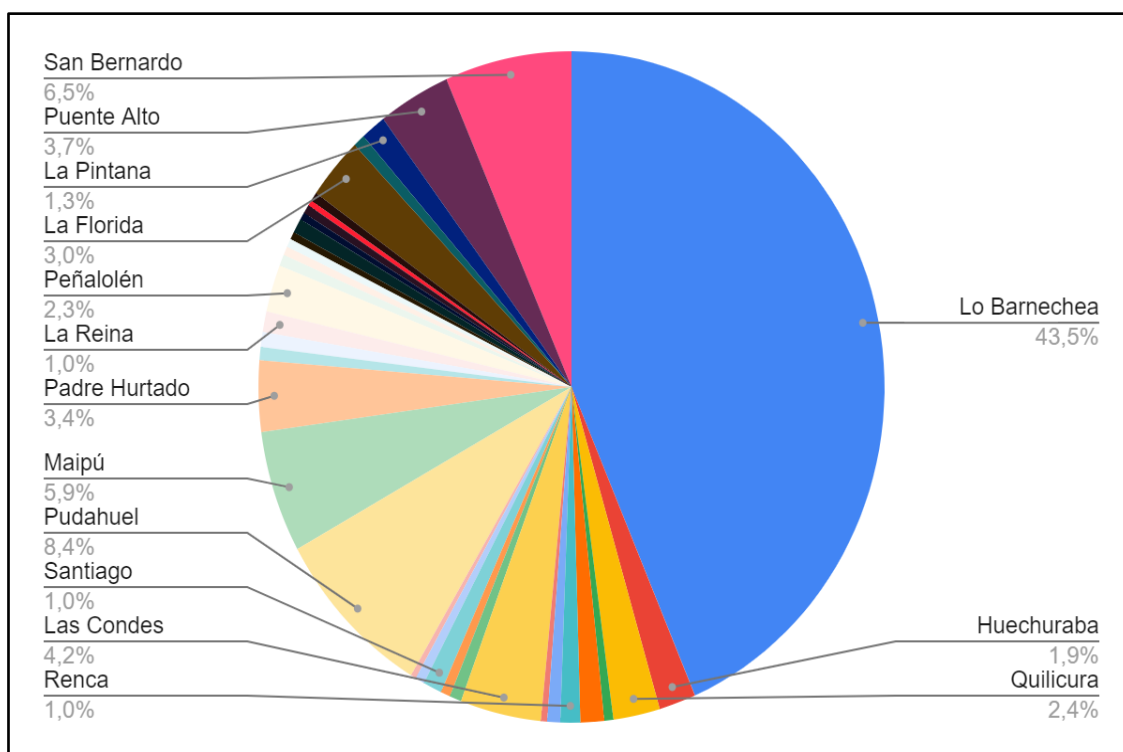
El crecimiento responde a la necesidad de la población en aspectos como el habitacional, laboral, de tránsito, o en el caso de Pudahuel, área de interés en este estudio por su potencial de ciudad aeroportuaria, se suma este servicio. Esto conlleva a consecuencias, como la incipiente pretensión de acceso a la ciudad de personas que buscan una mejor calidad de vida y, para ello, deciden adquirir en la periferia de la comuna, donde el valor del suelo es más bajo. Como menciona Ferrando (2008), la ciudad de Santiago se ha expandido sobre sectores rurales circundantes, así como en sitios altos en busca de mejores condiciones ambientales. Surge la interrogante de cuál es el impacto de este significativo crecimiento. En este sentido, el enfoque de esta investigación está referido a la asociación de la expansión urbana con la ocupación de áreas de amenaza, construyendo nuevas zonas de riesgo. Además, en la constante adaptación normativa que requiere este proceso, se generan nuevas disposiciones y acciones, como extender la red del metro de Santiago, la infraestructura vial, dar mayor cobertura de servicios, entre otras cosas.

La comuna de Pudahuel se ubica al norponiente de Santiago y en la zona periférica del Gran Santiago, por lo que gran parte de su territorio (alrededor de un 85% o 167,3 km²) no pertenece al denominado Gran Santiago, con lo que la comuna se encuentra desproporcionadamente dividida de este a oeste en dos sectores por el límite urbano establecido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS actualizado al año 2013). Al oriente del límite urbano se encuentra la zona urbana de Pudahuel, que abarca a las zonas definidas como Pudahuel Norte (unidades vecinales desde la 1 a la 27, más las unidades 36 y 37) y Pudahuel Sur (unidades vecinales desde la 28 a la 33); mientras

que al poniente de dicho límite se encuentra el denominado “Pudahuel Rural”, con dos unidades vecinales grandes que son la 34 y la 35 (Atlas Comunal de Pudahuel, 2015)¹.

La comuna cuenta con un vasto territorio en comparación a otras comunas de la Región Metropolitana, siendo la segunda de mayor superficie después de la comuna de Lo Barnechea, constituyendo un área que no está regulada integralmente por los Planes Reguladores Comunales, por ende, se habla de un área bastante grande que no se regula integralmente por Planes Reguladores Comunales (PRC de Pudahuel) o Intercomunales. Fuera del límite urbano se encuentran villorrios como la Villa Cousso y la Villa Campo Alegre; ciertos sitios urbanizados o en proceso de urbanización como Ciudad de los Valles, Lomas de Lo Aguirre y los Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC) Urbanya y Praderas; también loteos que pueden variar en parcelación, hijuelación y colonización² y, por último, en subdivisiones irregulares de loteos, que corresponden al foco de esta investigación. Los loteos, según el artículo 1.1.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, se definen como procesos de división del suelo, cualquiera sea el número de predios resultantes (y bajo ciertas condiciones), cada uno de estos proyectos contempla la construcción y apertura de nuevas vías públicas y de posterior urbanización.

Gráfico N°1: Porcentaje de superficies totales de las comunas del Gran Santiago



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)

¹ Ver Figura N°1.1 en Anexos.

² Aporte del Sr. Hernán Boettiger, Geógrafo de la Universidad de Chile. Jefe de Catastro de Dirección de Obras Municipales de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel.

Planteamiento del problema

Chile es un país con una geodinámica físico-natural muy activa, dada su localización en el Cinturón de Fuego del Pacífico, a esa condicionante se suma su vasta extensión latitudinal, lo que produce diferenciales hidrometeorológicas a lo largo del territorio y que, a su vez, influye en la generación de escenarios de multiamenaza, y dada su dinámica antrópica en el uso o mal uso del territorio, lo hace un escenario de riesgos particulares en cada sector determinado que se estudie.

La comuna de Pudahuel se localiza en un área influenciada por este contexto de riesgos, en especial su zona rural, la que ocupa al menos 4/5 de su territorio, esta área se sitúa en un escenario multiamenaza al igual que gran parte de comunas periféricas de Santiago, las que han sido principales testigos de procesos naturales en un sistema complejo, algunas donde los procesos inician, y otras donde van a parar, como las inundaciones, que tienen llegada en la zona rural de Pudahuel, por lo que son una consecuencia y no un origen.

La historia de los asentamientos en el área de estudio se remonta a tiempos precolombinos, y desde entonces es que existen relatos de “salidas de madre” de los cuerpos de agua, la problemática base, que es el objeto de estudio en esta investigación, surgió cuando en el siglo XX comenzaron a crecer los asentamientos humanos de manera explosiva, de modo la situación se tornó cuestionable por el surgimiento y multiplicación de subdivisiones irregulares de loteos, o poblaciones surgidas sin autorización del municipio de ese entonces, lo que sucedía a manos de pobladores con movimientos de comités de familias sin casa, o tomas de terrenos, donde los habitantes hacían vista gorda de un problema recurrente, las inundaciones por desbordes de cauce. En la actualidad la cantidad de deslindes prediales de la zona rural de la comuna se duplicó, en el período de los últimos seis años, lo que llegó a denominarse como “guetos rurales” según distintos medios de prensa. Los eventos de inundación son los de segunda mayor recurrencia en el país, al menos desde 1906, sólo detrás de la frecuencia mayor de los terremotos y tsunamis (eventos que están correlacionados), catalogándose como auténticos desastres debido a las pérdidas de vidas humanas, materiales y en damnificados. Hay un largo registro de los desastres de inundaciones en la zona rural de Pudahuel, existiendo factores condicionantes en el área de estudio que no se pueden modificar a gran escala, como la pendiente, los cauces naturales, altitud, etc. Y su sumatoria con los factores desencadenantes, como la precipitación extrema, es lo que genera dichos desastres. En base a un análisis multicriterio de los factores condicionantes, se tiene que una importante área en la zona rural de Pudahuel conlleva una amenaza por inundación zonificada, donde se concentra un número no menor de loteos, formales e irregulares, por lo que se debe actuar de manera responsable a la hora de hacer frente a la vulnerabilidad (ver figura N°15 en Anexos).

La densificación en la subdivisión irregular de los loteos en la comuna de Pudahuel, juega un rol importante en el incremento de la vulnerabilidad en el escenario de riesgo de desastres en el área fuera del límite urbano de la comuna.

Tabla N°2: Cantidad de población de Pudahuel en los tres últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda

Censo	Población contabilizada en zona urbana	Población contabilizada en zona rural³
XVII Censo Nacional de Población 2002	120.874 habitantes	3.395 habitantes
XVIII Censo Nacional de Población 2012	214.941 habitantes	6.674 habitantes
XIX Censo Nacional de Población 2017	226.138 habitantes	4.155 habitantes

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2002, 2012 y 2017).

Las unidades vecinales 34 y 35 de Pudahuel se localizan fuera del límite urbano y se determinan como rurales (ver Figura N° 1.1 en Anexos), pese a que una fracción menor de la unidad vecinal 34 se encuentra dentro del límite urbano comunal (según las unidades vecinales especificadas y espacializadas en el Atlas Comunal de Pudahuel, 2015). Toda el área de ambas unidades vecinales cubre alrededor del 85% del total de la comuna (Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago, 2018, p.5 M. Pudahuel de Santiago, 2002, p.17); en esa gran proporción territorial existen núcleos eminentemente rurales, las localidades son: Noviciado, Lo Aguirre, Carén, Campo Alegre, Aguas Claras, Lo Boza, Peralito, Las Lilas, Las Casas (Municipalidad de Pudahuel, 2015, p.124) donde, con el pasar de los años, se han masificado las subdivisiones irregulares de los loteos, así como asentamientos irregulares (es decir edificaciones construidas dentro de dichas subdivisiones), vale decir, subdivisiones de terreno que no cuentan con un permiso provisorio o definitivo por parte de la municipalidad de Pudahuel. Se les denomina a estos como irregulares debido a que en primer lugar se localizan en sectores de “alto riesgo por inundación”; en segundo lugar, los locatarios no cuentan con un título de dominio por lo que no son propietarios de sus terrenos; teniendo solo derechos de uso. Esto se traduce en la carencia de servicios básicos como luz, agua potable y acceso a subsidios para la vivienda. Otro factor que profundiza en la irregularidad de la zona rural de Pudahuel es la carencia de equipamientos básicos como cuarteles de bomberos, comisarías e instituciones de salud pública (Municipalidad de Pudahuel de Santiago, 2018, pp.6-7) por lo que la vulnerabilidad ante desastres puede verse potenciada ante la ocurrencia emergencias y/o desastres.

Los predios rústicos (loteos rurales) se definen como tal, al encontrarse fuera de los límites de los planes reguladores intercomunales de las regiones Metropolitana y de Valparaíso, su superficie no debe ser inferior a 5 mil metros cuadrados. Según el Ministerio de Bienes Nacionales, la subdivisión irregular de loteos consiste en la fragmentación de terrenos en zonas rurales; cuando dichos terrenos se subdividen internamente y, por ende, se delimitan lotes nuevos a modo de propiedades con un área

³ Se contabiliza como rural a las localidades fuera del límite urbano de Pudahuel, excluyendo sitios urbanizados y en proceso de urbanización como Ciudad de los Valles, Lomas de Lo Aguirre y los PDUC Urbanya y Praderas; las localidades rurales en cuestión son: Noviciado, Lo Aguirre, Carén, Las Casas, Las Lilas, Campo Alegre, Peralito, Aguas Claras y Lo Boza.

inferior a 5.000 m² se comienzan a denominar como loteos irregulares. La superficie mínima mencionada es exigida por la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y el Decreto Ley 3.516, donde se establecen normas de división de predios rústicos (Ministerio de Bienes Nacionales, 2018). En Pudahuel esta situación no está regularizada ni en el Plan Regulador Comunal ni con un Plan Seccional.

Bajo estas definiciones, el planteamiento inicial es que, con el aumento de población en estas zonas, aumenta la vulnerabilidad, y dado que esta es un componente del riesgo, este aumenta. Se hipotetiza que la subdivisión irregular de loteos responde a una necesidad de quien hace la oferta con el fin de tener ganancias, y quien las demanda logra acceder a una vivienda o ejercer una actividad económica o productiva. Es posible hipotetizar que los loteos han ido en aumento y desde el 2002 al 2012 la población rural de Pudahuel casi se duplicó (INE 2002, 2012).

Área de estudio

El área de estudio corresponde a las localidades rurales de la comuna de Pudahuel, fuera del límite urbano, excluyendo los sectores urbanizados y en proceso de urbanización que se pueden encontrar entre estos sectores. El área se extiende específicamente desde el límite urbano de Pudahuel, hacia el poniente llegando hasta la Cordillera de la Costa, al límite comunal con Curacaví, por el norte su límite es la comuna de Lampa y por el sur es la comuna de Maipú.

Tabla N°3: Localización del área de estudio según coordenadas y sus límites

Punto Cardinal	Coordenadas geográficas asociadas al límite	Coordenadas en estándar UTM	Límite
Norte	33°22'14.33"S 70°46'35.88"O (Noreste) - 33°22'53.53"S 70°56'26.95"O (Noroeste)	334743,8 E, 6306222,6 N (NE) - 319491,6 E, 6304748,7 N (NO)	Límite comunal con Lampa
Sur	33°27'52.37"S 70°48'12.04"O (Sureste) - 33°28'23.97"S 70°56'24.45"O (Suroeste)	332417,3 E, 6295768,3 N (SE) - 319733 E, 6294584,4 N (SO)	Límite comunal con Maipú
Este	33°22'14.33"S 70°46'35.88"O (Noreste) - 33°27'52.37"S 70°48'12.04"O (Sureste)	334743,8 E, 6306222,6 N (NE) - 332417,3 E, 6295768,3 N (SE)	Localidad rural de Aguas Claras en el noreste de la comuna, y sectores rurales de Las Mercedes y Lomas de lo Aguirre por el sur
Oeste	33°22'20.88"S 70°46'31.25"O (Noreste) - 33°28'23.97"S 70°56'24.45"O (Suroeste)	334850,3 E, 6306039,6 N (NO) - 319733 E, 6294584,4 N (SO)	Límite comunal con Curacaví

Fuente: Elaboración propia en base a localidades rurales delimitadas por Alarcón (2018), con digitalización de puntos en Google Earth (2019)

Esta área abarca un 87,3% del territorio comunal, es decir, alrededor de 172 km², cuya población total es de 17.874 habitantes (Censo 2017), lo que representa un 7,8% del total de población de la comuna (230.293 habitantes, según Censo 2017). El territorio

rural en el área de estudio se subdivide en ocho localidades rurales y dos villorrios, los primeros son: Noviciado, Lo Aguirre, Carén, Las Casas, Las Lilas, Campo Alegre, Peralito y Aguas Claras; y los dos villorrios son Villa Cousso y la Villa Campo Alegre (que se encuentran dentro de las localidades de Las Casas y Campo Alegre, respectivamente); en estas localidades la población según Censo 2017 es de 4.155 habitantes.

Tabla N°4: Número de habitantes del área de estudio según el último Censo Nacional

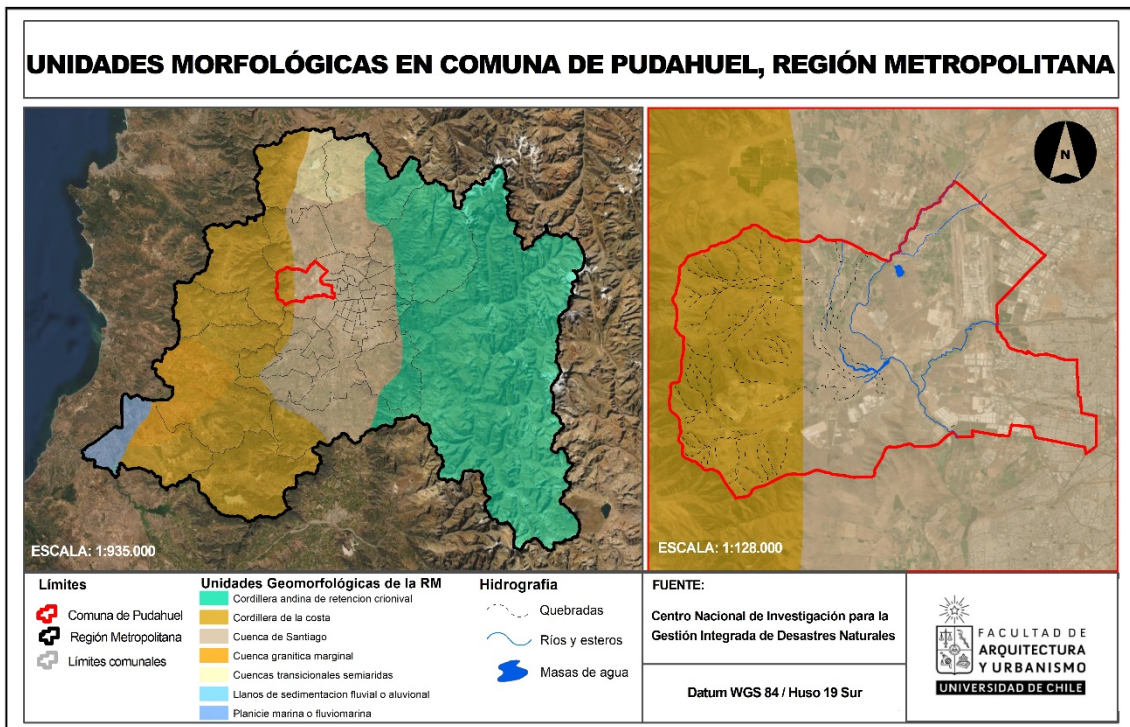
Sector asociado	Número de habitantes	Porcentaje con respecto a área de estudio (17.874 habitantes)	Porcentaje con respecto al total comunal (230.293 habitantes)
Localidades rurales ⁴	4.155	23,2	1,8
Sectores urbanizados (Lomas de lo Aguirre y Ciudad de los Valles)	13.719	76,8	6

Fuente: Observatorio Pudahuel Seguro (2019) en base a Censo 2017

En el aspecto geográfico-físico, el área se localiza en la Depresión Intermedia, que hacia el poniente confluye con la Cordillera de la Costa. Específicamente se localiza en un “llano aluvial” o “llanura de inundación” y se encuentra levemente inclinada hacia el oeste (Estudio de Riesgos PRC, 2014).

⁴ La problemática se limita a las localidades rurales, no a las zonas urbanizadas o en proceso de urbanización, la tabla es con fines comparativos de la población fuera del límite urbano de Pudahuel.

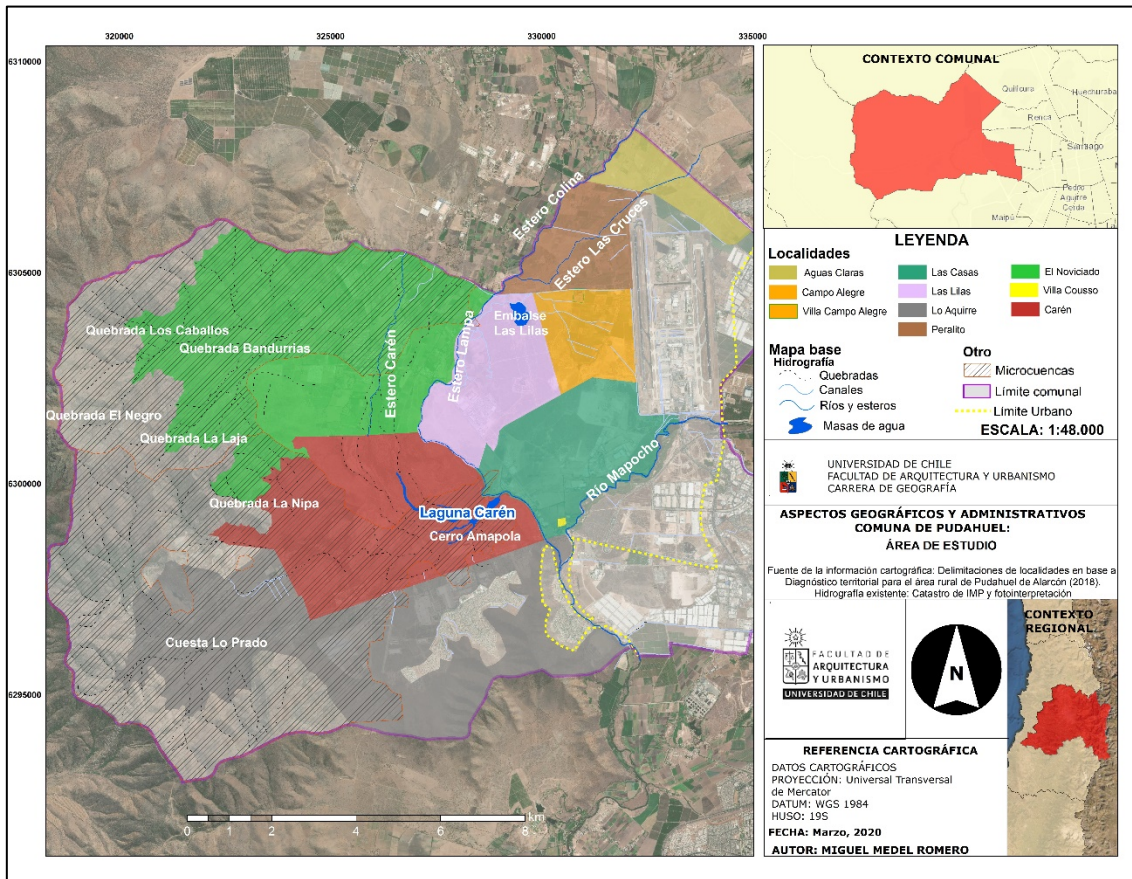
Figura N°1: Unidades geomorfológicas de Pudahuel, Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia, en base a información del Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN, 2019)

En la llanura de inundación confluyen los esteros Las Cruces, Colina y Lampa. Además, el sector posee otros cuerpos de agua como el río Mapocho, la laguna Carén y el estero Carén. Es posible inferir que estos dos últimos reciben caudales de microcuencas de la Cordillera de la Costa, en relación a su sistema de quebradas como: Bandurrias, La Laja y La Nipa donde interfieren procesos propios de estas cuencas.

Figura N°2: Área de estudio



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a información del Observatorio Pudahuel Seguro (2019), y delimitación de localidades rurales en base a Alarcón (2018)

Hipótesis

En la comuna de Pudahuel, fuera del límite urbano, se encuentran subdivisiones irregulares de loteos en predios rústicos preexistentes, lo que representa nuevas zonas de riesgo como un constructo social asociado a baja percepción de estos por parte de los habitantes, especialmente de aquellos más recientes.

La hipótesis que subyace a esta investigación es que la existencia de subdivisiones irregulares en sí, permite suponer la existencia de condiciones de riesgo donde es posible reconocer la relación existente entre sus factores de amenaza, vulnerabilidad y exposición; debido a que con el incremento de subdivisión irregular de loteos aumenta la vulnerabilidad y la exposición y, por consiguiente, el riesgo. Por ende, es que se construye socialmente el riesgo en la zona fuera del límite urbano de Pudahuel en áreas sujetas a amenazas.

Objetivos

Objetivo general

Analizar los factores subyacentes del riesgo de desastres existentes en la comuna de Pudahuel producto de la subdivisión irregular de loteos comprendiendo el riesgo asociado a zonas localizadas fuera del límite de la planificación territorial comunal.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la subdivisión irregular de loteos dentro de la comuna de Pudahuel entre los años 2013 y 2020.
2. Estudiar los escenarios de amenaza, especialmente por inundación, de las zonas sometidas a subdivisión irregular de loteos.
3. Caracterizar las condicionantes de vulnerabilidad en dichas subdivisiones.
4. Evaluar el riesgo de desastre de los sectores analizados y sus factores subyacentes, entregando propuestas de medidas para su reducción.

Capítulo 2

Metodología

El primer objetivo específico de esta investigación es identificar la existencia de subdivisión interna de los loteos en Pudahuel, considerando aquellos que se localizan fuera del límite urbano establecido por el PRMS. En primer lugar, se da el contexto histórico del territorio de Pudahuel desde su origen hasta la actualidad. Posteriormente se define qué es un loteo, detallando el concepto de loteo irregular, según explican distintos organismos como la Ley General de Urbanismo y Construcciones, el Ministerio de Bienes Nacionales, Biblioteca del Congreso Nacional y Comisión de Vivienda. Según estas fuentes, los loteos que se subdividen en áreas inferiores a 5.000 m² son irregulares, por ende, el primer paso es la cuantificación de estas subdivisiones según la condición dada, lo que se da a conocer según información obtenida del Departamento de Catastro, la Dirección de Obras Municipales y la Dirección de Cartografía Histórica de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, sobre estos deslindes cuyo origen pudo ser por parcelación, hijuelación, colonización, entre otros.

Los principales productos de este objetivo son dos: el primero es la generación de una línea temporal que especifica el origen de los loteos y parcelaciones en Pudahuel, a modo de antecedencia histórica de estos; el segundo es la cartografía de los loteos en general de la zona externa al límite urbano de Pudahuel, para así identificar las subdivisiones irregulares de loteos, con una digitalización de estas divisiones en base al software *ArcGIS* en su aplicación *ArcMap*.

El segundo objetivo específico es analizar los escenarios de amenaza en los que se localizan estas subdivisiones irregulares, especialmente los de inundación, para lo que se realizará una revisión bibliográfica de estudios de riesgos en la comuna de Pudahuel, empezando por informes generales de la Región Metropolitana como el estudio “Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana de Santiago” elaborado por el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago; revisión de informes particulares de la comuna, como los Riesgos de Pudahuel, del Departamento de Asesoría Urbana de la Municipalidad y también estudios de riesgos del Nuevo Plan Regulador Comunal de Pudahuel, que es el Estudio de Riesgos de Pudahuel (2014 y 2015). Otro estudio que se utilizó para superponer la amenaza con las subdivisiones irregulares fue el realizado en la práctica profesional 2019 (GEO 901-10), que contiene estudios y zonificaciones de la amenaza de inundación. La finalidad es contrastar las subdivisiones irregulares con el escenario de amenaza donde se insertan, y comparar con los usos de suelo permitidos por el PRC y el PRMS (Título 8). La zonificación por riesgo de inundación es en base a una fotointerpretación de fotografías aéreas tomadas en el sector entre El Noviciado y Campo Alegre, un día después de la inundación por desbordes de cauces de junio del año 2002, que es la mayor registrada en Pudahuel, más aproximaciones realizadas por Boettiger (1987) de la inundación de 1984, representadas en un mapeo. Ha sido posible realizar al menos dos modelaciones para elaborar la zonificación de la amenaza por inundación en el área de estudio, utilizando como fuente el análisis multivariable sobre inundaciones ocurridas en la zona rural de Pudahuel. La primera modelación se realizó en base a las zonas que se inundaron en el desastre del año

2002, en una cronología donde el área se fue saturando de agua desde las altitudes más deprimidas y cercanas a los cauces, hacia altitudes superiores y más lejanas a los mismos. Para determinar las altitudes que alcanzó la inundación de 2002 se realizó fotointerpretación de dos fotografías aéreas tomadas del área inundada debido al desborde de los esteros Las Cruces, Colina y Lampa, donde se vieron afectadas las localidades de Peralito, Las Lilas, El Noviciado y, en menor medida, Campo Alegre. Con la información georreferenciada de las curvas de nivel cada un metro de la comuna de Pudahuel, facilitado por el Observatorio Pudahuel Seguro, se pudo esclarecer la altitud máxima que alcanzó el agua acumulada en el evento de 2002, y con dicha información se realizó un modelo de elevación digital (DEM, por sus siglas en inglés) del sector del puente El Membrillo (zona de la que se tiene las fotografías aéreas en cuestión) mediante la aplicación *ArcScene* del software *ArcGIS*.

La finalidad de este paso es plasmar, mediante una cartografía, la relación espacial de las subdivisiones irregulares de loteos con la zonificación de la amenaza, esto se realiza mediante la aplicación *ArcMap* del software *ArcGIS*. Los primeros loteos georreferenciados a los que se tuvo acceso pertenecen al CIREN (2013); mientras que los loteos brujos georreferenciados en la posteridad fueron facilitados por el Observatorio Pudahuel Seguro de la Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, en base a una imagen satelital de alta resolución de la comuna en el año 2014, con el satélite *Sentinel-1*, las subdivisiones actualizadas al año 2020 se grafican con fotointerpretación, en base a imágenes satelitales del sensor *GeoEye* de dicho año, también se hace una comparación con los usos de suelo permitidos georreferenciados desde la Corporación Nacional Forestal (CONAF). La zonificación de la amenaza por inundación fue evaluada y jerarquizada en base a distintos estudios de riesgos de los que se puede extraer información secundaria posible de georreferenciar a una escala comunal (1:25.000), en complemento con la delimitación del área realmente inundada en el área de estudio, en desastres históricos reales en la zona rural de la comuna, como los acontecidos en los años 1984 y 2002. Estos análisis son de utilidad a la hora de elaborar una zonificación general del riesgo de inundación en el área de estudio con la mayor proximidad a la realidad posible, las fuentes son el Estudio de Riesgos del PRC de Pudahuel (2014); la *Aproximación a un modelo para evaluación de inundaciones en áreas rurales*, memoria de Hernán Boettiger (1987); el Estudio: "*Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana de Santiago*" del GORE (2013) y una modelación de curvas de nivel inundables con la aplicación *ALOS DSM* en *Google Earth Engine* con fotografías aéreas de la inundación del año 2002 como referencia. La categorización del nivel de amenaza se logró ponderando de forma equivalente la espacialización de la amenaza según los estudios mencionados, en formato ráster con el comando *Map Algebra* de la aplicación *ArcMap* del software *ArcGIS*.

El tercer objetivo específico es caracterizar las condicionantes de vulnerabilidad presentes en las subdivisiones irregulares de loteos en Pudahuel, estudiados con base

en las variables que determinan la vulnerabilidad ante amenazas como la de inundación. Los factores que se consideraron son⁵:

Tabla N°5: Categorización de las condicionantes de vulnerabilidad

Condicionantes sociodemográficas	Condicionantes de infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de habitantes en la zona de riesgo - Cantidad de habitantes menores de 15 años de edad cumplidos, que vivan en la zona de riesgo - Cantidad de habitantes mayores de 65 años de edad cumplidos, que vivan en la zona de riesgo - Cantidad de hogares monoparentales en la zona de riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de hogares de estrato social bajo - Cantidad de hogares cuyo origen de extracción del agua sea dependiente de un curso o un cuerpo de agua cercano, en la zona de riesgo

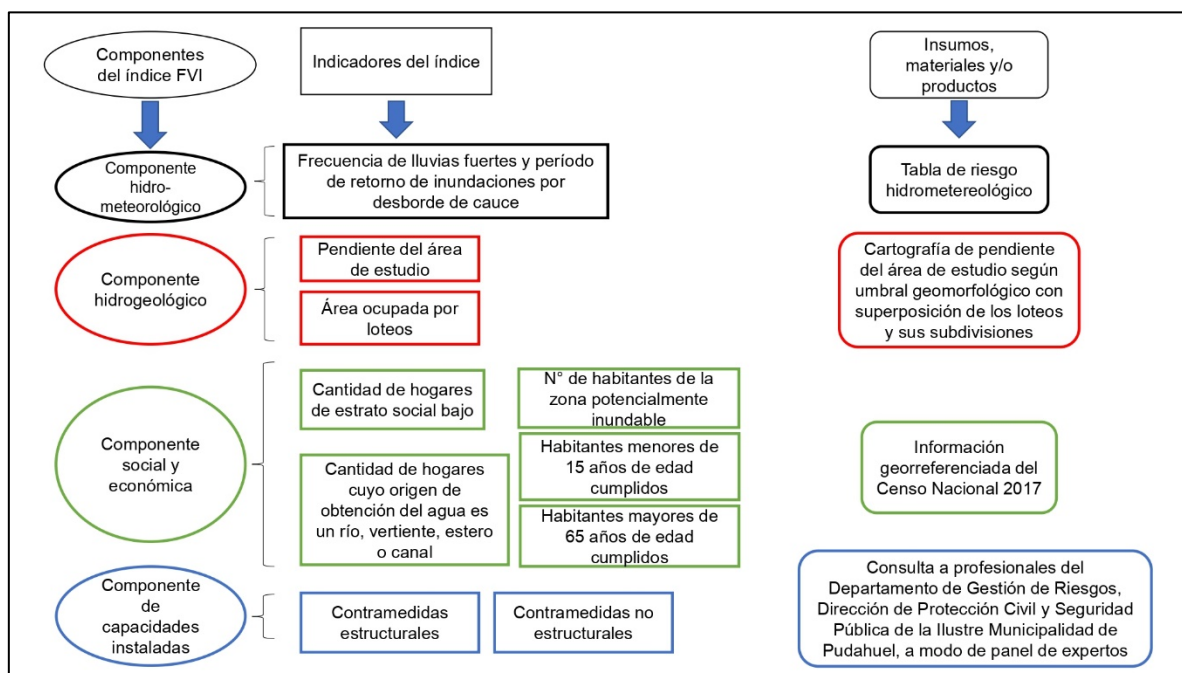
Fuente: elaboración propia.

La metodología base de la cuantificación de estos factores de vulnerabilidad es una adaptación de la utilizada por Connor y Hiroki (2005) en Maldonado y Molina (2019) aplicándose los mismos componentes (el cual incluye a las amenazas en sí) de la metódica conocida como *Flood Vulnerability Index* (Índice de Vulnerabilidad ante Inundaciones [FVI])⁶, lo que se resume en el siguiente esquema:

⁵ La obtención de estos datos será en base al Censo Nacional 2017 con datos georreferenciados facilitados por el Observatorio Pudahuel Seguro (2019).

⁶ Los detalles del FVI se especifican en los resultados.

Figura N°3: Índice de vulnerabilidad ante inundaciones, adaptado de Connor y Hiroki (2005)



Fuente: Elaboración propia adaptado de Connor y Hiroki (2005) en Maldonado y Molina (2019).

El componente hidro-meteorológico busca responder a la interrogante “cuánta agua entrará a la cuenca” (en este caso al área de estudio afectada); el componente hidrogeológico “qué tan difícil es que el agua que ingresa salga de la cuenca”, que en este caso, la condición del área de estudio vuelva a la normalidad previa al desastre; el componente social y económico “qué tan vulnerable es un área a una inundación, en términos de población y desarrollo/actividades económicas”; y la componente de capacidades instaladas “da una descripción del grado de resiliencia y/o resistencia que tiene un área frente a las inundaciones mediante medidas estructurales y preparación de la comunidad” (Connor y Hiroki, 2005).

Tabla N°6: Fuentes de información de las componentes para el índice FVI

Componente	Fuentes
Hidro-meteorológico	<ul style="list-style-type: none"> - Boettiger (1987) - Urrutia & Lanza (1993) - ONEMI (2002, 2007 y 2009) - Zúñiga et al. (2007) - IM Pudahuel (2014) - Elmes (2016) - Observatorio Pudahuel Seguro (2019) - SERNAGEOMIN (s/f) - Diario La Nación online (s/f) - Diario El Tropezón online (s/f) - Diario El Mercurio online (s/f)
Hidrogeológico	<ul style="list-style-type: none"> - Boettiger (1987) - GORE (2013) - CONAF (2013) - Estudio de Riesgos PRC Pudahuel (2014) - Imagen satelital Sentinel-1 (2014)

Componente	Fuentes
	- Dirección de Seguridad Pública, IM Pudahuel (2019) - Imagen satelital GeoEye (2020)
Social y económico	- Censo Nacional, INE (2017)
Capacidades instaladas	- Entrevistas a Departamento de Protección Civil y Seguridad Pública, IM Pudahuel.

Fuente: elaboración propia

El componente de capacidades instaladas en el índice de vulnerabilidad de Connor y Hiroki es el nexo con el cuarto objetivo de esta investigación, el cual consiste en realizar una evaluación del riesgo de los sectores analizados y proponer medidas de mitigación. El riesgo se evaluó con base en la condición de vulnerabilidad estimada según las variables antes mencionadas agregando también otros elementos que la pueden determinar (Maldonado y Molina, 2019), como:

Tabla N°7: Variables agregadas en la evaluación del riesgo

Componente	Variables	Sentido
Amenaza	Inundaciones	Negativo
Vulnerabilidad	Grupos vulnerables en la comunidad	Negativo
	Población económicamente activa	Positivo
Exposición	Uso del suelo	Negativo
	Tipo de vivienda	Negativo
Capacidad	Planes de emergencia ante catástrofes	Positivo
	Escolaridad promedio de la población	Positivo
	Capacidad/estrategia de movilización	Positivo
	Actividades sociales	Positivo

Fuente: elaboración propia

Algunas de estas variables resultan cuantificables con el software *Redatam* de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su aplicación *Red7 Process*, también se hará entrevista a distintas entidades de la comuna de Pudahuel, atinentes tanto a la municipalidad. Entre los entrevistados se encuentran encargados del Departamento de Gestión de Riesgo, Dirección de Seguridad Pública, Concejalía, Comité de Emergencia Rural y Junta de Vecinos.

Según Hufschmidt (2011) un elemento importante en consideración para el riesgo es la percepción del mismo y, en una escala de comunidad, su evaluación resulta importante para determinar la resiliencia o la capacidad de recuperación ante un desastre. Según Ronan y Johnston (2005) en Hufschmidt (2011), la percepción y el reconocimiento del riesgo, y posteriormente la disposición para adaptarse puede ser crucial para implementar medidas y estrategias adaptativas. Por este hecho es que se realizó entrevistas a los actores que se ven involucrados en este contexto, es decir, tanto pobladores rurales que posiblemente habitan en las subdivisiones irregulares de loteos, como encargados de Protección Civil municipales. Primero, se realizó entrevistas a actores clave de la comunidad rural de El Noviciado-Cambucho, a modo de establecer una perspectiva de la vulnerabilidad por parte de la comunidad involucrada. Además, se hizo llegar otro instrumento de consulta a integrantes a un nivel comunitario pertinentes

al caso, los integrantes del Departamento de Protección Civil de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel (tabla N°8).

Tabla N°8: Entidades pertinentes y preguntas

Entidad o grupo a consultar	Preguntas del instrumento
Juntas de vecinos integrantes de las Unidades Vecinales 34 y 35 de Pudahuel: Peralito, Conjunto Campo Alegre, Los Perales (Campo Alegre), Villa Couso, Lo Aguirre y El Noviciado.	¿Qué entiende usted por vulnerabilidad?, ¿conoce el término resiliencia?, ¿A qué es vulnerable esta comunidad?, ¿Cuáles grupos reconoce usted como los más vulnerables?, ¿Usted vivió la inundación de junio del 2002? De ser así ¿podría narrar su acontecer?, ¿Usted vivió el terremoto de febrero de 2010? De ser así ¿podría narrar su acontecer?, ¿Siente a la comunidad preparada ante un eventual desastre?, ¿Cómo valora a las autoridades con respecto a las estrategias ante desastres?
Departamento de Protección Civil y Seguridad Pública, Ilustre Municipalidad de Pudahuel	¿Tienen un plan de emergencia ante desastres como inundaciones y terremotos?, ¿Quiénes fueron/son los responsables de su formulación?, ¿Este plan de emergencia es conocido por los habitantes de las localidades rurales de Pudahuel? ¿Cuentan con elementos estructurales o físicos para mitigar el impacto ante desastres como las inundaciones? ¿Qué nivel de comunicación existe con los pobladores rurales de Pudahuel?, ¿Siente a la comunidad preparada ante un eventual desastre?

Fuente: Elaboración propia con adaptación de preguntas en Maldonado y Molina (2019)

La percepción del riesgo resulta fundamental para definir estrategias de adaptación, como se ha mencionado; por lo que obteniendo las respuestas del anterior instrumento de consulta se pueden analizar opciones para incrementar la resiliencia, minimizando el impacto de posibles desastres. La resiliencia se puede ir desarrollando en base a distintos tipos de recursos, infiriéndose que el municipio puede ser una de las claves a la hora de proporcionar estos elementos (tabla N°9).

Tabla N°9: Resiliencia potencial según recursos

Tipo de recurso	Descripción
Capital social	Cooperación entre personas ante la ocurrencia de un desastre (puede estar sujeto ante relaciones afectivas, de amistad, parentesco, entre otros)
Capital financiero	Ahorros, préstamos, seguros (en base a esto último, se entiende que al ser subdivisiones irregulares de loteos puede ser difícil el acceso a seguros por el hecho de tener derechos de uso, pero no de propiedad).
Información	Información transparentada sobre los peligros o amenazas latentes, sobre unidades de socorro, conocimiento de infraestructura tanto crítica (hospitales, consultorios) y de salvamento (como colegios), alertas tempranas, entre otros.
Instituciones de apoyo del Estado	Provisión y estructuras distributivas de bienes

Tipo de recurso	Descripción
	básicos ante desastres (por ejemplo, la municipalidad), asistencia sanitaria y socorro, cursos de primeros auxilios y CERT de la Municipalidad de Pudahuel.
Ambiente	Sustento de los servicios ecosistémicos y cómo podrían colaborar con la mitigación de impactos por desastres.

Fuente: Elaboración adaptada en base a Pelling (1998), Cannon (2000), Smit et al. (2001), Salas y Conway (1992), Wisner et al. (2004), Hebilla (2006), Bolin y Stanford (1998) en Hufschmidt (2011)

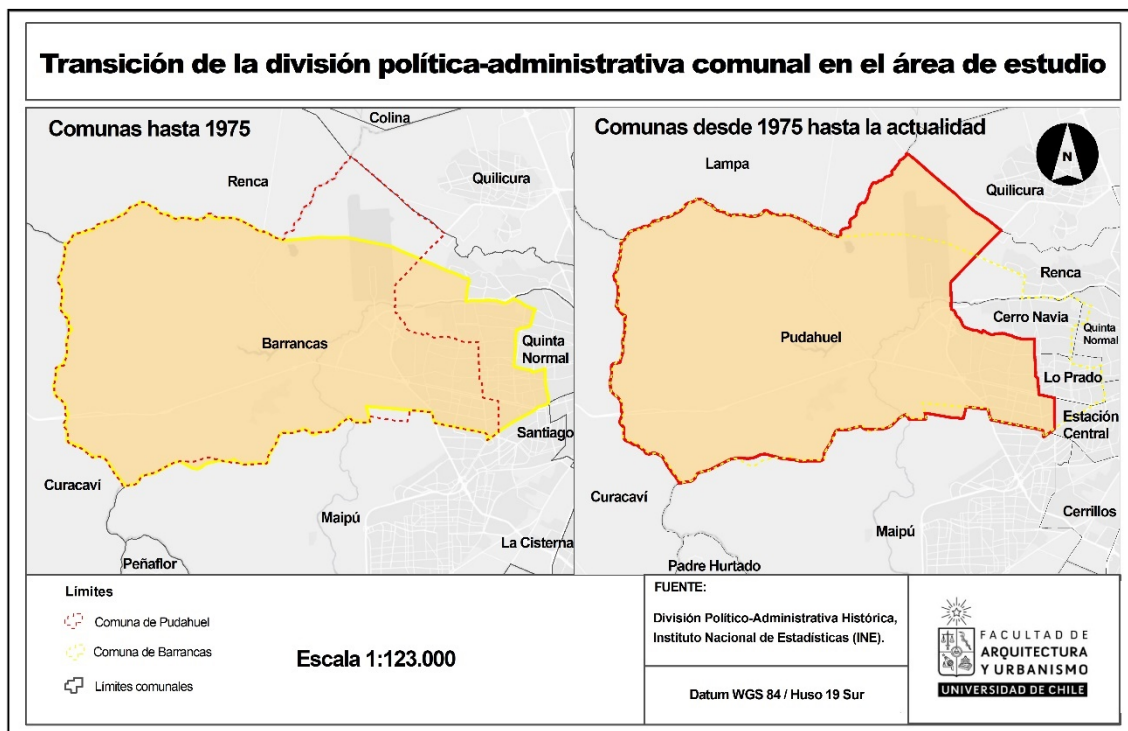
Capítulo 3

Resultados

3.1.1 Contexto histórico del territorio rural de Pudahuel

El territorio del faldeo oriental de la Cordillera de la Costa (en lo que hoy es Santiago), comenzó su historia hace más de cuatro siglos, siendo primero un lugar de hábitat para el pueblo Picunche y posteriormente de ocupación por parte de los conquistadores españoles (Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago, 2007). Entre los años 1897 y 1975, el territorio hoy conocido como Pudahuel pertenecía a una comuna que cubría gran parte del norponiente de la ciudad de Santiago, llamada Las Barrancas, que también abarcaba partes de las comunas hoy conocidas como Cerro Navia, Lo Prado y Quinta Normal (ver figura N°4). Las Barrancas era catalogada como una aldea del, en ese entonces, Departamento de Santiago. La comuna en sus orígenes no tenía gran número de población (Astaburuaga, 1899), sin embargo, este panorama fue cambiando con el transcurso del siglo XX, ya que la comuna pasó a ser un destino relevante para la población campesina que migraba hacia la capital a mediados del siglo XX, en toda esa transición pasó de ser una aldea de 500 personas aproximadamente, a tener 200 mil habitantes (IM Pudahuel, 2007).

Figura N°4: Comparación entre la antigua división comunal y los límites actuales



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a información de División Política-Administrativa Histórica del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

El territorio comunal de Barrancas (posteriormente Pudahuel) fue testigo de distintos e importantes acontecimientos nacionales a lo largo de su historia, lo que prácticamente culminó en 1973 con el inicio de la dictadura cívico-militar. Asimismo, la configuración, organización y ocupación del territorio pudahuelino también fue variando según pasaban las décadas, iniciando como un territorio virgen de ocupación y hábitat de indígenas de grupos picunches y de origen inca (entre otros pueblos originarios), pasando a concesionarse las tierras como encomiendas, posteriormente a parcelas y hacendados de familias aristócratas, hasta el surgimiento de la aldea de Barrancas a finales del siglo XIX.

Como hace mención Echaiz (1975) en *Historia de Santiago*, posterior a la fundación de Santiago en 1541 (en el contexto de la conquista e invasión española a América), las tierras comenzaron a verse con codicia por parte de los conquistadores y, por ende, pasaron a denominarse como bienes concesionables, en forma de encomiendas o merced de tierra como formas de apropiación del espacio. Hasta un siglo después Pudahuel fue una zona donde su actividad principal era la ganadería, y desde entonces se consideraba también una zona de tránsito entre el puerto de Valparaíso y la ciudad de Santiago a través del "camino real", también conocido como camino a Valparaíso (hoy avenida San Pablo), esta ruta ha influido continuamente en la expansión de la ciudad hacia el poniente. Incluso con la instalación de la congregación jesuita en los siglos XVI, XVII y XVIII hasta su expulsión en 1767, la organización territorial no tuvo cambios notorios, no obstante, desde este período se tiene conocimiento de que las haciendas administradas por esta orden: "La Punta", Pudahuel y Noviciado (área que hoy abarca el aeropuerto Arturo Merino Benítez y sus alrededores) abarcaban una superficie de 22.000 hectáreas. Tras la expulsión de los jesuitas, las haciendas y

estancias mencionadas pasaron a manos de aristócratas, y en el período entre finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se impuso el sistema de herencias de tierras por mayorazgos (Villalobos 2003 en IM Pudahuel, 2007). Hasta mediados del siglo XX las haciendas y estancias continuaron siendo la principal fuente de actividad económica, este sistema de inquilinaje concluyó en 1960 con la Reforma Agraria. En el territorio de lo que hoy es Pudahuel existieron dos grandes mayorazgos, a partir de 1744 inicio con la hacienda "Lo Aguirre" que cubría desde la laguna Pudahuel (hoy laguna Carén) hasta la cima de la cuesta Lo Prado. El otro mayorazgo de gran influencia pertenecía a la familia Prado, el que extendía sus dependencias desde Curacaví hacia Pudahuel (Lira, 1992 en IM Pudahuel, 2007).

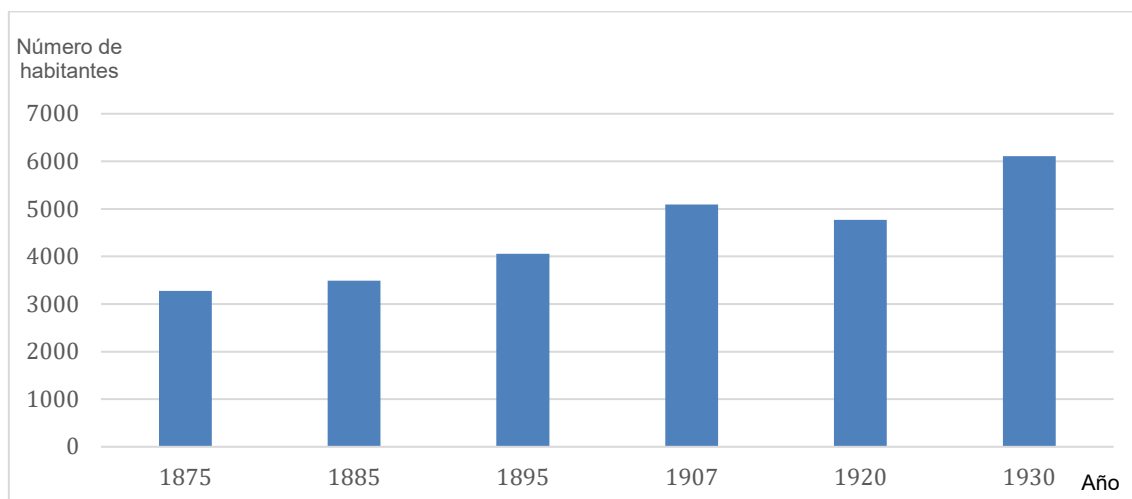
Los mayorazgos se abolieron definitivamente en 1857, pero el sistema de haciendas perduró, siendo de gran influencia la familia Balmaceda que adquirió la propiedad de la hacienda La Punta, el patriarca de la familia (padre de José Manuel Balmaceda, quien fue presidente de Chile en el período 1886-1891) estipuló en su testamento que la hacienda La Punta dejaría de existir como tal, subdividiéndose en siete hijuelas para sus descendientes. Pese al exilio de la familia Balmaceda tras la revolución de 1891, las hijuelaciones se mantuvieron y luego fueron rematadas (Balmaceda, 1969).

Al pasar al siglo XX surge la Villa Couso, dentro del fundo Las Casas, el nombre fue en honor a la propietaria de dicho fundo, María Couso. Las Casas fue una hacienda de 900 hectáreas aproximadamente cuyo territorio se dividía entre viviendas y subdivisiones de inquilinos, y una superficie dedicada exclusivamente al riego (Anabalón 1922 en IM Pudahuel, 2007). Este hacendado que cubría desde el río Mapocho hasta la laguna Carén tiene una larga historia en cuanto a propietarios, sin embargo, en esta investigación solo cabe mencionar que su existencia resaltó en el siglo XX debido a la actividad agrícola que ahí se ejercía, siendo un sitio de importancia para los trabajadores que llegaban en gran número a la antigua comuna de Barrancas. Por otra parte, el fundo El Noviciado desde comienzos del siglo XX hasta el año 1920 y, posiblemente más tiempo, fue propiedad de la familia Zegers, con 4.246 hectáreas.

El fundo Santa Corina, propiedad de 1.570 hectáreas de la familia Riesco, fue la mayor influencia en el origen de la comuna Las Barrancas, y hoy en día la municipalidad de Pudahuel ocupa parte de ese terreno, surgió en 1880 y perduró hasta 60 años más tarde, donde fue heredada a los descendientes de la familia Riesco, posterior al terremoto de 1985 se reconstruyeron las casas, apegadas a su diseño original.

La comuna de Las Barrancas se creó en 1897 por solicitud de importantes terratenientes que no estaban conformes con la gestión de las antiguas comunas de Maipú y Renca. En cuanto a las propiedades reconocidas se encontraban, entre otras: La "Chacra del tránsito", y haciendas antiguas como Pudahuel, Barrancas, Casas Viejas y La Laguna. Las Barrancas comenzó definiéndose como una aldea, sin embargo, para antes de iniciar el siglo XX ya se reconocía como una comuna rural; su población crecía de manera sostenida pese a ser un proceso lento. Según Romero (1997), Las Barrancas en sus orígenes llegaba a describirse como un conjunto de chacras y/o quintas con una densa población (ver Gráfico N°2) que, en conjunto, formaban un caserío rural.

Gráfico N°2: Variación de la población de Las Barrancas durante el período entre 1875 y 1930



Fuente: Elaboración propia en base a Censo de población de 1940, en Ilustre Municipalidad de Pudahuel 2007.

Creada la comuna de Las Barrancas, la población del poniente de Santiago aumentó continuamente, naciendo las primeras formas de habitación irregular, producto del trabajo de los nuevos residentes que se encontraban en precarias situaciones socioeconómicas. Las problemáticas no tardaron en aparecer, puesto que el municipio de aquel entonces no prestaba ayuda, ni supervisión, ni ordenamiento o control del surgimiento de las primeras poblaciones, así como no se hacía cargo de la urbanización (cuarteles policiales, agua potable, pavimentación, etc.). En el libro “De Las Barrancas a Pudahuel” (2007) se menciona que los “sitios irregulares” dentro de los fundos se remontan a la década de los 20’ (siglo XX) y se infiere que desde entonces han representado un problema en la comuna de Barrancas (hoy Pudahuel) y otras áreas del poniente de Santiago, puesto que los pobladores no tenían acceso a servicios básicos como agua potable, alumbrado público, en un contexto general donde el acceso a la vivienda dependía de la autoconstrucción, llegando a denominarse a estas poblaciones como los primeros campamentos⁷. A medida que avanzaba el siglo, aparecieron nuevas hijuelaciones de terrenos con nuevos propietarios y, por consiguiente, más habitantes. Un ejemplo fue el caso de la parcela El Noviciado, que con la promulgación de la Ley N°6.290 sobre organización agraria subastó alrededor de 4.100 hectáreas de sus antiguas dependencias que además, en conjunto con la institución autónoma, con personalidad jurídica llamada “Caja de Colonización Agrícola” (originada con un Decreto con Fuerza de Ley⁸), favoreció a pequeños agricultores y campesinos, creándose así la colonia agrícola Pedro Aguirre Cerda, dando origen a divisiones menores de terrenos con nuevos propietarios, una escuela, entre otros elementos que facilitaban la vida y trabajo de obreros rurales. Posterior a la administración de Juan Valdés Riesco, alcalde

⁷ La situación expuesta es la de la población Lautaro.

⁸ El Decreto con Fuerza de Ley N° 5.604 sobre la Caja de Colonización Agrícola fue promulgado en 1935, otorgaba derechos y obligaciones como: realizar parcelación e hijuelación de la tierra de acuerdo a necesidades, fomentar la producción agrícola, proporcionar cooperativas las herramientas de explotación, consolidar las propiedades de minifundio o parvifundio, entre otras. Dicho Decreto fue reformado en 1960 por el Ministerio de Hacienda.

de Las Barrancas en el período 1935-1938, surgieron los primeros problemas derivados por las poblaciones, conflictos donde se vieron involucrados loteadores, pobladores y trabajadores municipales, estos últimos bajo la responsabilidad de fiscalizar y supervisar sobre el habitar óptimo de los nuevos habitantes de la comuna (Actas Municipales de Las Barrancas, 1938 en IM Pudahuel, 2007). Dichos problemas que comenzaron en el siglo XX se mantienen hasta la actualidad; siendo los hechos más comunes irregularidades en la entrega de loteos de terrenos, en cuyas escrituras de compra la municipalidad exigía a los vendedores una garantía de que los sitios debían entregarse urbanizados y pese a dichos requerimientos, los vendedores en la práctica se pasaban del plazo para cumplir las imposiciones dadas, o incluso no cumplían, estafando a los nuevos vecinos, se puede inferir que estos hechos son replicables a la situación actual en sectores rurales como El Noviciado, donde hay vecinos que al adquirir subdivisiones irregulares de terrenos tienen derechos de uso, no obstante no tienen derechos de propiedad.

En la comuna de Las Barrancas algunas poblaciones surgieron sin la autorización de la municipalidad, puesto que los antiguos dueños vendían ilícitamente sus terrenos, sin reparar en qué calidad se los dejaban a los nuevos pobladores, cuando la normativa claramente inducía a invertir en agua potable, alumbrado público y pavimento. Las primeras poblaciones se desarrollaron en un contexto marcado por la tónica de las problemáticas mencionadas, sin embargo, el asunto con el paso del tiempo se regularizó en el sector que hoy ocupa la zona urbana de Pudahuel (que se divide en Pudahuel norte y Pudahuel sur), pero en la zona fuera del límite urbano la situación se ha sostenido hasta el día de hoy (IM Pudahuel, 2007).

Otro matiz en el origen de la problemática de la subdivisión irregular de los loteos se remonta a los años 50, con el nacimiento repentino de las denominadas “poblaciones callampa”, que surgían de manera rápida, conformadas por personas que no tenían los medios económicos para comprar un terreno, estos nuevos habitantes ocupaban sitios eriazos de preferencia en cercanías a cursos de agua, sin saber que se establecían en zonas que posiblemente podían pertenecer a terrenos fiscales destinados a loteo⁹, por consecuencia, el municipio fue blanco de muchas críticas por la cruda situación que afectaba a la comuna, considerando que Las Barrancas debía cobrar relevancia por ser la comuna de tránsito entre Santiago y la Quinta Región, hacia el puerto de Valparaíso. Para el inicio de la década del 60, Las Barrancas pasó a denominarse como una comuna urbana¹⁰ por ser un importante eje periférico industrial-residencial del Gran Santiago, lo que se vio favorecido con iniciativas de construcción de vivienda, como el Decreto con Fuerza de Ley -2 sobre el Plan Habitacional, por parte del entonces presidente Jorge Alessandri. La comuna además resaltó su importancia en la Región Metropolitana, con la inauguración del aeropuerto internacional Arturo Merino Benítez en 1967 en los terrenos que alguna vez fueron parte de la hacienda La Punta.

⁹ En el contexto de politización dividida que ocurría entre los años 60 y 70, las tomas de terreno se veían como un acto fuera de la legalidad, considerándose atentados contra el derecho de propiedad, instaurándose debates marcados por diferencias sociales y económicas.

¹⁰ La comuna de Barrancas ya se consideraba como urbana a principios de los 60, pese a que la mayor parte de su territorio sea rural por estar localizado fuera del límite urbano, lo que se mantiene hasta la actualidad, en la comuna de Pudahuel.

Las Barrancas tuvo un acentuado aumento demográfico en un período de 10 años; en el año 1960 tenía una población de 78.402 habitantes y para el año 1970 superaba el doble de dicha cifra, con 182.612 habitantes. El aumento drástico de población se dio por el crecimiento continuo de poblaciones dentro de la comuna, en base a una estrategia habitacional llamada “Operación Sitio” que consistió en la entrega de sitios o loteos urbanizados para autoconstrucción de viviendas, a familias de situación precaria y de necesidad extrema (Garcés, 2005 en IM Pudahuel, 2007).

Un hecho que marcó la historia rural de Las Barrancas fue la Reforma Agraria en 1962, promulgada en el gobierno de Jorge Alessandri, con cuya ley el municipio adquirió la potestad de expropiar todos aquellos fundos que se considerara que no se explotaban de la forma esperada, lo que causó conflictos y tensiones entre inquilinos y herederos de fundos, como fue el caso del ex fundo Pudahuel (propiedad de la familia Couso) donde los trabajadores expresaron su descontento por las malas condiciones de las viviendas del fundo, dejando en manos de la Reforma Agraria el destino de sus viviendas. En el período en que tuvo vigencia esta ley (1962-1974) la Corporación de la Reforma Agraria (CORA) expropió trece predios en Las Barrancas, de terrenos procedentes de Las Casas, Las Lilas, El Peral, Santa Elvira, El Retiro, entre otros (IM Pudahuel, 2007). Tres de dichos predios expropiados finalmente fueron parcelados, divididos en sitios y/o hijuelados como bienes comunes: Lo Aguirre, Campo Alegre y Santa Corina.

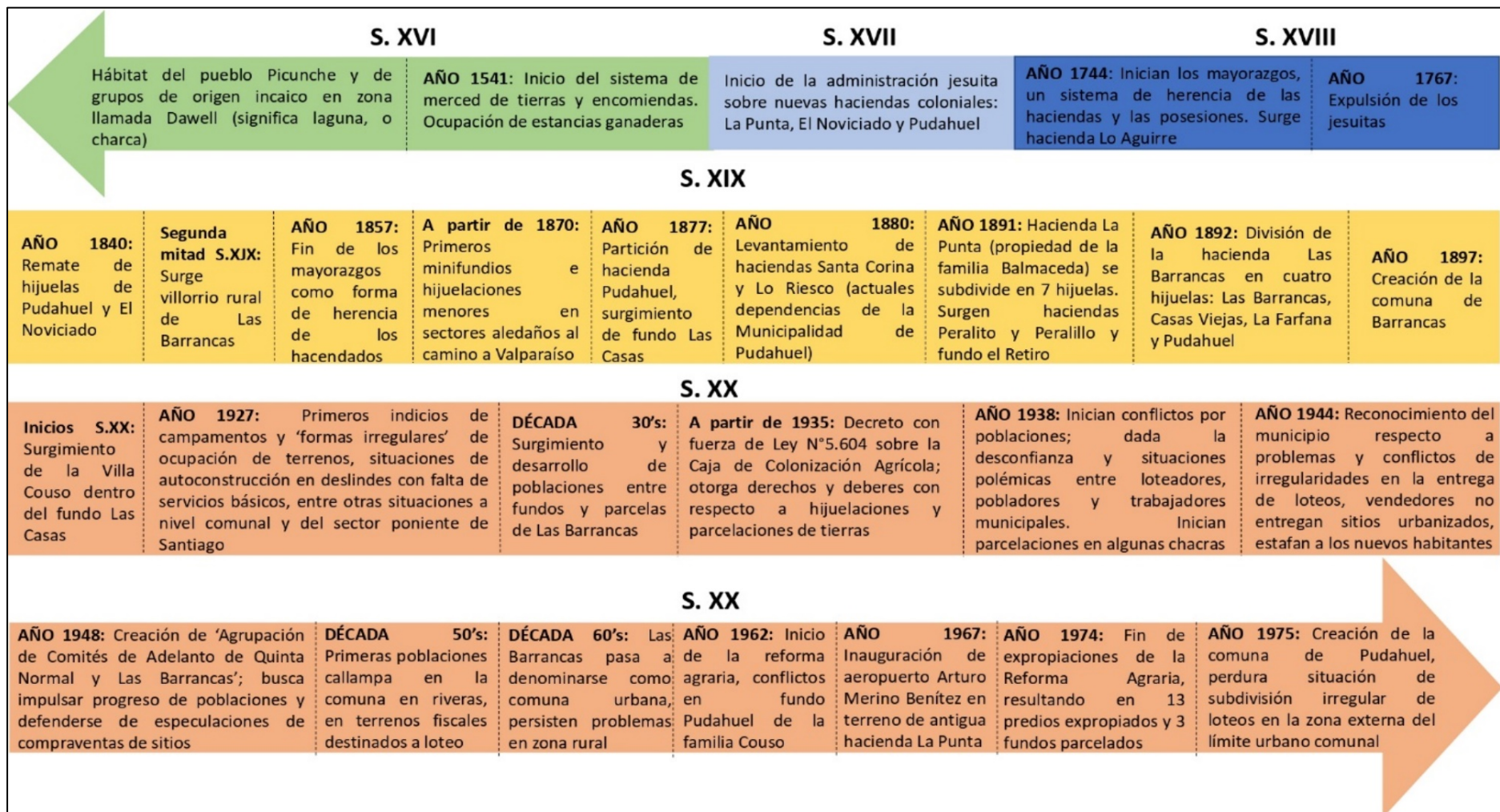
Se deduce que el panorama territorial de la comuna de Barrancas tuvo marcadas modificaciones desde el inicio de la década de los 60 hasta al menos el año 1974, año en que finalizaron las expropiaciones de la Reforma Agraria (Figura N°5); desde el surgimiento de poblaciones, que generó un explosivo aumento demográfico, hasta la creación de la Operación Sitio y la Reforma Agraria, sin embargo, el déficit de la vivienda fue una situación que perduró, por lo que los movimientos de pobladores y comités de familias sin casa se mantuvieron hasta después de creada la comuna de Pudahuel en 1975 (IM Pudahuel, 2007).

La subdivisión irregular de loteos ha sido una realidad comunal que se ha mantenido hasta la actualidad, dado que estos seccionamientos se desarrollan en un escenario de multiamenaza, la situación se torna una problemática. La Ley General de Urbanismo y Construcciones junto con el Decreto Ley 3516 establecen normas de división de predios rústicos, dejando como superficie mínima de loteo 5.000 m² (media hectárea), en “*En el camino de la memoria de Las Barrancas a Pudahuel*” se menciona que para la década de los 60 en el territorio rural de la comuna ya existían poblaciones cuyos deslindes internos llegaban a ser de un área de 153 m², destinados a la construcción de mediaguas o para cultivos, y para la década de los 70. En el primer Plan Regulador Comunal de Las Barrancas (1970)¹¹, se hace referencia a problemáticas de ocupación de los predios, dado que el número de nuevos residentes que llegaban a vivir a los predios destinados al uso agrícola, triplicaba a la población original, un hecho

¹¹ Propuesta llamada “Plan Barrancas”, fue el primer Plan Regulador Comunal de Las Barrancas, obra de los hermanos arquitectos Luis y Jaime Garretón, se definen tanto los límites comunales como la zona urbana.

catalogado como una intromisión, que comenzó a entorpecer las actividades económicas antes realizadas en la zona rural de la comuna.

Figura N°5: Cronología resumen del historial territorial de Barrancas-Pudahuel



Fuentes: Elaboración propia en base a Ilustre Municipalidad de Pudahuel (2007), Archivo Nacional, Notarios de Santiago y Registro de propiedades (1892)

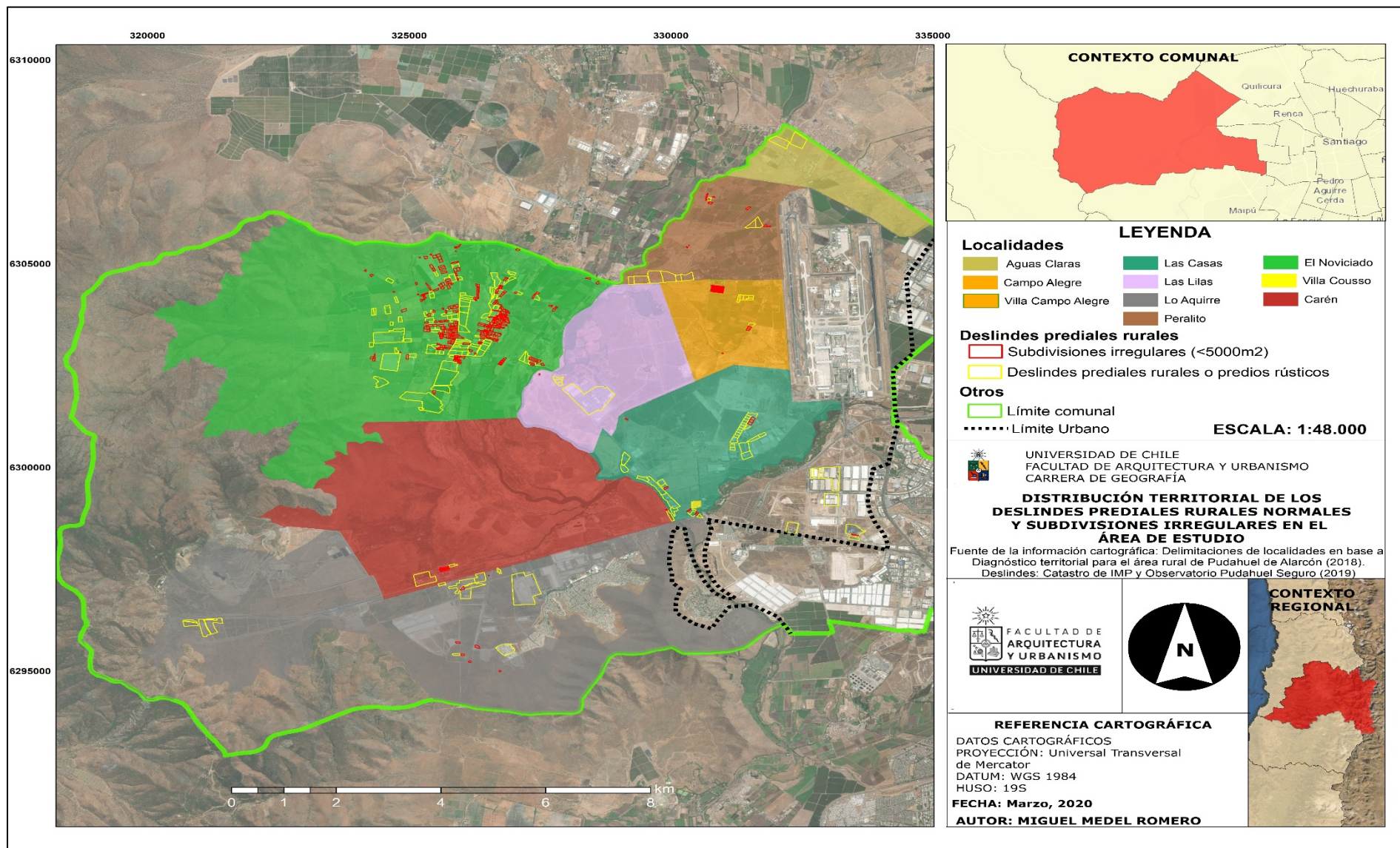
3.1.2 Contexto actual de las subdivisiones irregulares en los deslindes prediales de Pudahuel

Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), por 'loteo de terrenos' se hace referencia a un proceso donde se divide el suelo, sea cual sea el número de predios resultantes, siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas por la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), entre otros instrumentos normativos. Los primeros requisitos al realizar un loteo son: definir si se trata de un predio rústico o urbano, corroborar cuál es la superficie predial mínima, presentar el proyecto de subdivisión a la Dirección de Obras Municipales (DOM) y desde ahí consultar por la documentación pertinente (Rentería, 2019). El proyecto de loteo además debe contemplar su urbanización, es decir, la construcción y apertura de nuevas vías públicas, iluminación y acceso a servicios básicos.

El proceso de loteamiento se puede desarrollar tanto en zonas urbanas como en zonas rurales; variando las condiciones y requisitos según la zona en donde se realice el loteo. En las zonas fuera de límite urbano, como lo es el área de estudio¹², los loteos se pueden definir como predios rústicos, donde se realizan actividades como la agricultura, ganadería y/o actividades forestales, no obstante, en casos como el de la zona rural en la comuna de Pudahuel también se pueden encontrar viviendas dentro de estos deslindes. El Decreto Ley 3516 permite la subdivisión libre de los predios existentes, sin embargo, las subdivisiones resultantes no deben ser inferiores a media hectárea (5.000 m²), en el contexto comunal rural de Pudahuel no se cumple esta condición a cabalidad, puesto que existen numerosas subdivisiones inferiores a media hectárea, catalogándose como subdivisiones irregulares de loteos, loteos irregulares o 'loteos brujos' (Figura N°6).

¹² En el contexto de esta investigación, los predios rústicos se localizan fuera de los límites de los planes reguladores intercomunales (como se estipula en los PRI de las regiones Metropolitana y de Valparaíso)

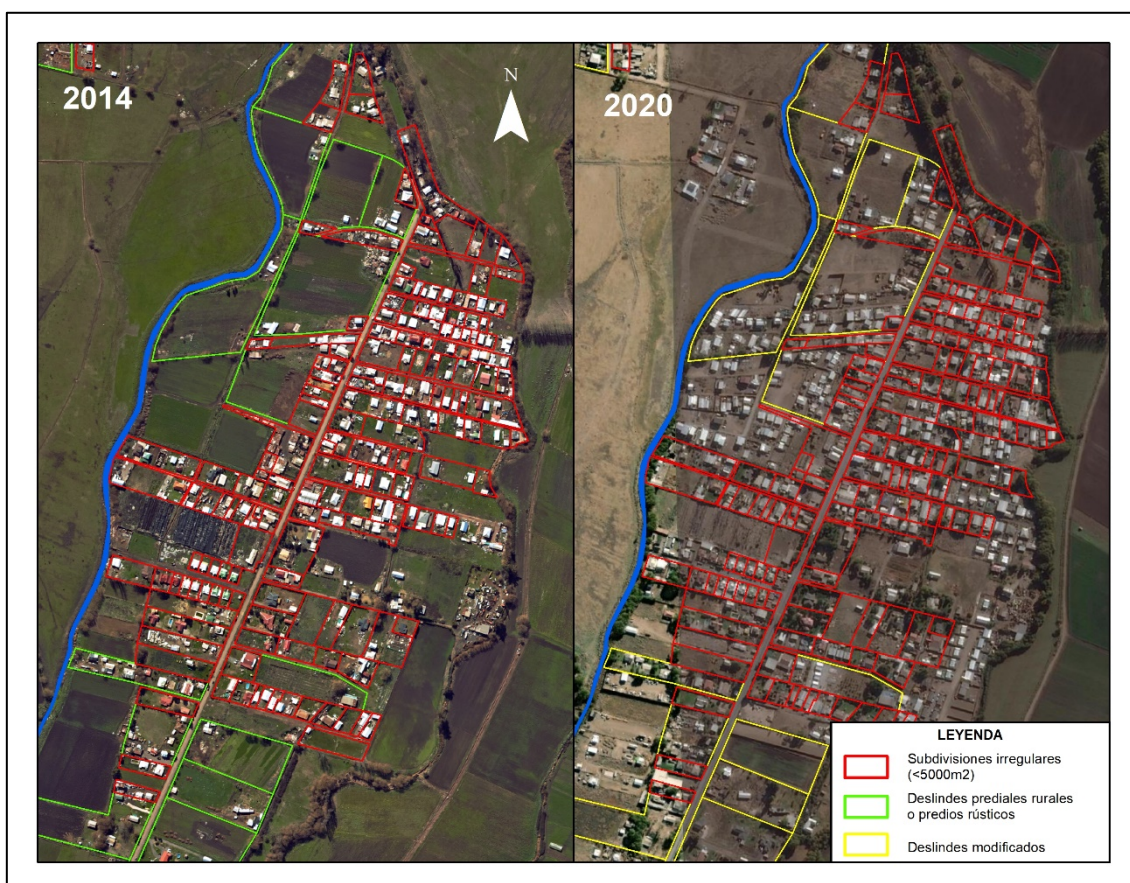
Figura N°6: Distribución territorial de los deslindes prediales rurales y de loteos irregulares en el área de estudio (desglose en base a imagen satelital año 2014)



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a información del Observatorio Pudahuel Seguro, Dirección de Seguridad Pública (2019), y delimitación de localidades rurales en base a Alarcón (2018).

En la zona rural de Pudahuel se contabilizan 796 predios y, como se puede observar en la cartografía¹³ se evidencia la existencia de deslindes prediales con una superficie inferior a 5.000 m². Considerando todos aquellos deslindes o subdivisiones con un área menor a media hectárea, el número de loteos brujos potenciales en la comuna es de alrededor de 490, sin embargo, se debe considerar que la imagen satelital de base para identificar y delimitar los predios, otorgada por el Observatorio Pudahuel Seguro de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, es del año 2014 y, desde entonces, la cantidad de estas subdivisiones irregulares ha ido en aumento (Figura N°7).

Figura N°7: Evolución temporal del número de subdivisiones irregulares de loteos en sector de El Noviciado, vertiente oriental del estero Carén



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a información del Observatorio Pudahuel Seguro, Dirección de Seguridad Pública (2019). Imagen satelital de la izquierda: Bloque de imagen satelital Sentinel-1 (2014); imagen satelital de la derecha: Procedencia de la aplicación ArcMap en base a satélite GeoEye (2020).

Según se muestra en la Figura N°6, la mayor concentración de subdivisiones irregulares, llamados “loteos brujos” se da en la localidad rural de El Noviciado, donde se concentra

¹³ Cabe mencionar que en la localidad de Lo Aguirre se encuentran predios mucho menores a media hectárea, no obstante, dichos deslindes corresponden a un Área de Desarrollo Urbano Condicionado (ADUC) que se conoce como Ciudad de Los Valles, por lo que no se considera una zona rural y, por consiguiente, no entra en la problemática de esta investigación, pese a que en dicha área igualmente existen irregularidades por no cumplir con normas urbanísticas del MINVU.

un 89% de estos casos, encontrándose un menor número de casos en localidades como Lo Aguirre, Peralito, Las Casas, Carén y Campo Alegre¹⁴.

Desde el año 2014 hasta el año 2020, el número de deslindes prediales en el área de estudio se duplicó aumentando un 105,5%, vale decir, ascendió a 1.636 terrenos delimitados, surgiendo 840 predios nuevos, de los cuales 813 no cumplen con el área predial mínima exigida por el Decreto Ley 3.516.

En síntesis, se observa que: en el año 2013 según el registro de propiedades rurales del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), en el área de estudio existían 18 propiedades con una superficie menor a 5.000 m², de las cuales 17 se localizaban en El Noviciado (loteos y sitios de la parcela 32 de dicha localidad), y otro en la localidad rural de Carén. En cuanto a información más detallada de los predios, cuya fuente es el Observatorio Pudahuel Seguro perteneciente al Departamento de Gestión de Riesgos de la Municipalidad, se tiene que en el año 2014 existían 492 subdivisiones irregulares de loteos concentrándose un 89% de los casos en la localidad de El Noviciado; donde casi todos los casos de subdivisiones irregulares de loteos se encuentran dentro de terrenos que anteriormente eran parcelas. En la localidad de Las Casas en tanto, las subdivisiones irregulares se dan dentro de deslindes que anteriormente eran hijuelaciones; mientras que en localidades como Campo Alegre y Peralito los loteos brujos se dan dentro de loteos ya subdivididos previamente.

En base a imágenes satelitales de GeoEye del año 2020, se fotointerpretó la existencia de 813 nuevas subdivisiones irregulares de loteos; 58% de estas nuevas subdivisiones se localizan en El Noviciado, un 22,5% en la localidad de Peralito, un 13% en Campo Alegre, mientras que el 6,5% restante (unas 52 subdivisiones irregulares) se reparten entre las localidades de Las Casas y Las Lilas (Figura N°8).

Gran parte de la totalidad de loteos de la zona rural de Pudahuel se localiza en zonas de uso de suelo definido como “poblados o zonas industriales”, según la zonificación definida por la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2013), no obstante, numerosos loteos y, por consiguiente, numerosas subdivisiones irregulares se expanden hacia zonas cuyo uso de suelo permitido es para terrenos agrícolas que además se encuentran en cercanías a cuerpos de agua como el estero Carén en la localidad de El Noviciado y Carén, el estero Colina y Las Cruces en la localidad de Peralito y el estero Lampa en el límite entre las localidades de El Noviciado y Las Lilas, con su posterior conjunción con la Laguna Carén en la localidad de Carén, sumada a su confluencia con el río Mapocho, lo que se desarrolla en cercanías a la localidad de Las Casas.

La problemática de los loteos brujos en la comuna de Pudahuel incluso ha tenido cabida en investigaciones de prensa y reportajes noticiosos, donde se han llegado a definir como “*guetos rurales*” que se desarrollan en una zona inundable definida por el Plano Regulador Metropolitano (Bustos y Franulic, 2018), existiendo incluso denuncias sondeadas por el Ministerio de Bienes Nacionales. Se dan testimonios de ventas de loteos brujos, a cargo de parceleros que lotean sin autorización, y que continúan con

¹⁴ Si bien en la Figura N°6 se puede visualizar una concentración leve de loteos cuya superficie es menor a 5.000 m² en la localidad de Campo Alegre, el caso es que no se trata de loteos irregulares, puesto a que corresponde a deslindes prediales del conjunto habitacional denominado como ‘Villa Campo Alegre’.

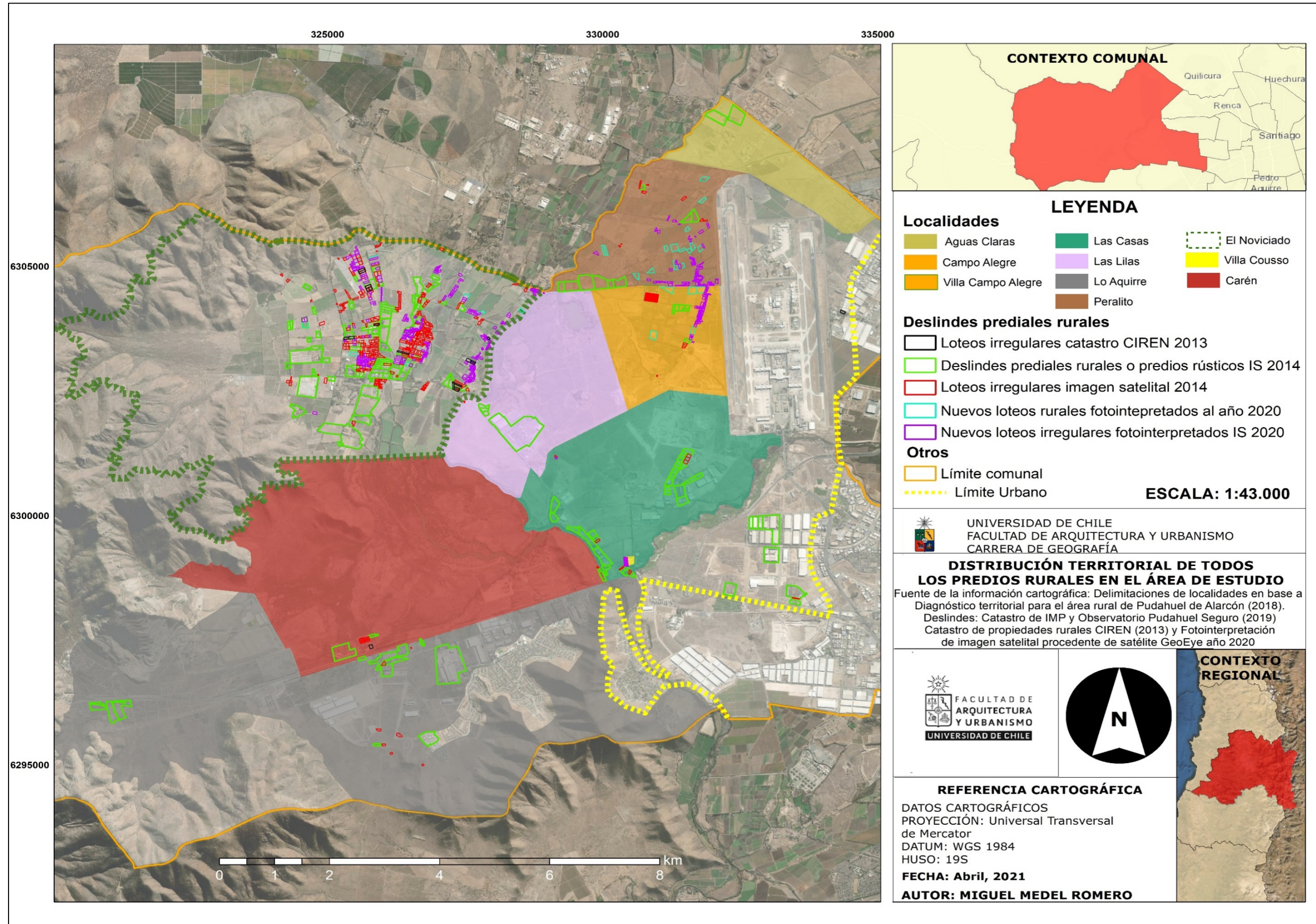
dicha actividad hasta una eventual intervención del municipio, sumándose también a habitantes antiguos que aseveran que la actividad económica agrícola característica de la zona está disminuyendo.

Los habitantes antiguos mencionan que, además, hay preocupación debido a que dentro de la irregularidad de dichos loteos se desarrollan también microbasurales, lo que generaría daño a las napas de agua que se encuentran a baja profundidad y que, a su vez, puede empeorar el escenario ante el riesgo de inundación, si el suelo adquiere características que incrementen su impermeabilidad.

Respecto a esta situación, el alcalde de Pudahuel, Johnny Carrasco¹⁵, ha declarado estar totalmente en contra de los parceleros que lotean irregularmente en su comuna, pero que ni el Ministerio de Obras Públicas (MOP), ni el Ministerio de Vivienda (MINVU) y ni el mismo municipio poseen los recursos humanos necesarios para fiscalizar estas denominadas tomas. Dada la magnitud del problema, el alcalde se ha reunido con habitantes proponiendo un cambio de uso de suelo para regularizar las viviendas que ya están construidas, no obstante, incluso este posible cambio, no contempla del todo el contexto de amenaza que ha existido históricamente en la comuna (ver resultado 3.2).

¹⁵ Johnny Carrasco fue alcalde de la comuna desde el año 1992 hasta el año 2021; fue reelegido seis veces en dicho cargo por los habitantes de Pudahuel. Actualmente el cargo de alcalde de la comuna lo ejerce Ítalo Bravo.

Figura N°8: Distribución territorial de la totalidad de predios rurales y de subdivisiones irregulares en el área de estudio



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a información del CIREN (2013), Observatorio Pudahuel Seguro (2019), Dirección de Seguridad Pública (2019). Bloque de imagen satelital Sentinel-1 (2014) y fotointerpretación en aplicación ArcMap en base a imagen de satélite GeoEye (2020).

3.2 La amenaza natural histórica en Pudahuel

Según Camus *et al.*(2016), debido a la conformación física del territorio chileno, compuesta por elementos como ríos caudalosos, gran variabilidad de altitudes montañosas en acotadas extensiones de territorio, marcadas variaciones climáticas, entre otros, en complemento con su localización sobre el cordón de fuego del Pacífico y frente a una zona de subducción; genera naturalmente espacios dinámicos, lo cual se relaciona con lo indicado en el Programa para la Preparación ante Desastres (DIPECHO por sus siglas en inglés), donde se informa que los mayores desastres que han afectado históricamente a Chile corresponden a terremotos y tsunamis, no obstante, el país también presenta amenazas localizadas como erupciones volcánicas, incendios forestales, sequías, tormentas e inundaciones, situando a Chile bajo un escenario de multiamenaza constante (DIPECHO, 2012; CNID, 2016). Para comprender todas las componentes del riesgo es necesario analizar también los factores de vulnerabilidad¹⁶, por ende, al contexto multiamenaza mencionado anteriormente se le debe añadir factores demográficos, sociales, políticos y económicos, los cuales en conjunto con lo anterior terminan exponiendo a la población, la infraestructura y su sistema de funcionamiento a grandes pérdidas de tipo social, económica y ambiental (UNESCO, 2002; UNESCO, 2012).

Chile se reconoce como un territorio sujeto a una gran variedad de amenazas y, en cuanto a la situación actual, si bien predominan amenazas sísmicas (tabla N°10), el escenario futuro resulta incierto, puesto que los fenómenos climáticos extremos podrían incrementarse tanto en número como severidad, en un contexto general de cambio climático latente, produciendo grandes alteraciones y situaciones críticas como desastres o catástrofes, lo cual demanda respuestas inmediatas para poder mitigar los posibles impactos y perjuicios en la comunidad. (DIPECHO, 2012; Wilches-Chaux, 1989; IPCC, 2012 citado por Henríquez *et al.*, 2016).

Tabla N°10: Principales desastres naturales en Chile desde 1906

	Cantidad de eventos	Pérdidas materiales (en millones de USD)	Fallecidos	Población afectada
Terremotos y tsunamis	24	69.540	42.026	11.132.251
Inundaciones	19	1.207	1.066	1.342.624
Remociones en masa	4	10	232	112.811
Erupciones volcánicas	7	103	110	89.850

Fuente: Extraída de Camus *et al.* (2016) en base a Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile (*s/f*), *Emergency Events Database* (EM-DAT, 2014), INE (2005), Maddison (2010), *U.S. Bureau of Labor Statistic* (2014) y Banco Mundial (2012).

La amenaza a considerar en esta investigación, para el área de estudio dada, corresponde a la segunda de la tabla N°10; en cuanto a mayor recurrencia, pérdidas

¹⁶ La componente del riesgo denominada como vulnerabilidad se detallará en el apartado 3.3 de esta investigación.

materiales, fallecidos y población afectada, teniendo en cuenta que corresponde a una amenaza que ya ha desencadenado desastres en el área de estudio siendo una amenaza localizada y que históricamente ha afectado a Pudahuel que son las inundaciones en este caso, por desbordes de cauces¹⁷.

La Unión Europea define a la inundación como el cubrimiento temporal de agua en un determinado espacio terrestre que comúnmente no se encuentra cubierto por agua; las inundaciones ocurren por corrientes de agua efímeras, por tsunamis en la costa, acciones antrópicas (como rompimiento de represas); y torrentes y desbordes de ríos que sufren crecidas por precipitaciones en el marco de un riesgo hidrometeorológico. La probabilidad de ocurrencia del fenómeno como cuantificación de sus efectos se establece como el riesgo, al relacionar dicha probabilidad de ocurrencia con las adversidades como el daño a la salud humana, deterioro del medio ambiente, daño parcial y/o destrucción total de patrimonio cultural e interrupción de actividades económicas (concebidas como factores de vulnerabilidad) se tiene lo que es el riesgo de inundación. Una definición más restringida a las inundaciones producidas en una cuenca fluvial es

“Una inundación es la ocupación esporádica de un área por el agua de un cauce ante la incapacidad temporal del canal o canales de una cuenca para su normal escurrimiento”

(Smith y Tobin, 1976, en Boettiger, 1987)

Las inundaciones más recurrentes a nivel país corresponden a las del tipo fluvial, y el factor desencadenante más frecuente tiene relación a eventos de precipitación intensa y/o prolongada. En el área de estudio, debido a su localización¹⁸, han ocurrido inundaciones a lo largo de su historia, como consecuencia de sistemas frontales fríos y cálidos, dado que en las cuencas andinas los sistemas frontales cálidos causan una ascensión de la isoterma cero, aumentando el área aportante, lo que a la larga genera inundaciones violentas (Quintanilla, 1995; Kovacic, 1991 y Carrasco et al., 2005 en Rojas et al.; 2014).

Tabla N°11: Causas o factores detonantes de inundaciones fluviales en Chile

Factores detonantes	Procesos	Otra especificación
1) Precipitación (intensidad o persistencia)	Precipitación convectiva y orográfica	
2) Procesos volcánicos (explosión, flujos, depósitos)	- Precipitación frontal - Obstrucción del cauce y posterior descarga - Fusión de nieve/hielo	a) Frente cálido b) Frente frío a) Flujo Lahárico b) Jökulhlaup
3) Procesos nivoglaciales	Crecidas nivales (estacionales) GLOFs – IDLOs (episódicos)	

¹⁷ Existe otra amenaza a nivel general en el país; la sismicidad, sin embargo, esta no es una amenaza zonificable, al menos en el área de estudio, debido a que su contexto es el mismo para todo el país en cuanto a afecciones por terremotos anteriores. El área de estudio además se localiza afuera del umbral de la zona epicentral (4 km a la redonda del epicentro) de algún hipotético sismo superficial y destructivo procedente de la Falla San Ramón, ubicada a aproximadamente 25 km de Pudahuel.

¹⁸ El área de estudio se encuentra dentro de la zona del dominio climático mediterráneo, localizado entre los paralelos 32° y 38°S del Chile continental, en dicho dominio es donde son más frecuentes las inundaciones fluviales derivadas de sistemas frontales.

Factores detonantes	Procesos	Otra especificación
4) Deslizamientos	Procesos cosísmicos	Obstrucción de cauce y posterior descarga
	Otros deslizamientos	
5) Intervención antrópica	Rotura de estructuras hidráulicas	
	Mal manejo de obras hidráulicas	

Fuente: Extraído de Rojas *et al.* (2014).

Las comunas del sector poniente del Gran Santiago, han sido testigo de frecuentes inundaciones por desborde de cauce a lo largo de la historia conocida y de la que se tiene registro en el sector. Se involucra especialmente la comuna de Pudahuel, cuyo nombre vale decir, tiene sus raíces del mapudungun "pu" = entre; "dawell" = laguna o charca (de Moesbach, 1991 en IMP Pudahuel, 2007). El nombre de "Pudahuel" también posee como significado reconocido "donde se juntan las aguas"; porque históricamente, debido a su localización geográfica, ha tenido problemas de inundaciones y/o anegamientos (tabla N°12); en la recopilación histórica municipal "Pudahuel, En el Camino de la Memoria" (2007) se hace mención de que incluso en los tiempos de conquista y posterior colonización de estos parajes, las denominadas "salidas de madre" del río Mapocho ya eran una constante, es así como las situaciones de trágicas inundaciones se comienzan a registrar desde 1905, en un período que cubría desde el mes de abril hasta julio, por ejemplo. Siguiendo en la primera mitad del siglo XX la comuna se vio afectada por problemas de desbordamiento de gran magnitud, particularmente entre los años 1915 y 1924, puesto que en dicho período hubo inviernos bastante dificultosos, donde poblaciones enteras se vieron afectadas por inundaciones, así como también el camino a Valparaíso (hoy Ruta 68, y Avenida San Pablo dentro del Gran Santiago) se vio perjudicado por las crecidas. Dadas estas situaciones, se debieron efectuar diversas reparaciones a infraestructuras incluyendo los caminos y también puentes. En el invierno de 1971 sucedieron situaciones de anegamiento en distintas poblaciones de la comuna (en ese entonces Las Barrancas), donde se vieron dañadas cientos de familias y, empeorando la situación, hubo un terremoto grado 7,0 en la escala de Richter con epicentro en Valparaíso, que afectó a la zona central del país, viéndose Las Barrancas como una de las comunas más afectadas ya que atravesaba por las consecuencias del desastre anterior, recrudecido por la época invernal cuyo saldo final fue *"el sesenta por ciento de las viviendas destruidas. Entre los decesos producidos por el sismo, se registra en la comuna de Las Barrancas un caso (...)"* (Las Últimas Noticias 1971:6 en IM Pudahuel, 2007).

Debido a la problemática de los desbordes, el municipio ideó como solución el cierre y/o eliminación de numerosos canales de regadío que se alimentaban de un canal principal llamado Yungay Zapata (hoy inexistente), el cierre del canal mencionado y de las vertientes asociadas se sentenció en 1973, una de las causas principales del cierre fue el hecho de que tanto propietarios como accionistas localizados en la zona no se hacían cargo de la mantención y limpieza de los canales en cuestión, en la posteridad el canal Yungay Zapata y sus derivados fueron reemplazados por mecanismos de captación de aguas subterráneas mediante pozos (mandato de Salvador Allende en el congreso, 1973 en Polanco, J. 2019). Pese a las expectativas de que el problema de los desbordes tendría un fin, en base al cierre de canales; estos desastres continuaron, puesto que la zona rural de Las Barrancas (Pudahuel desde 1975) en los años y décadas siguientes

se vio afectada por al menos una docena de eventos de desborde de cauce con posterior inundación de poblaciones, viviendas, caminos, campos de cultivo, etc. (tabla N°12). Posteriormente, en los años 1975 y 1979 nuevamente la comuna¹⁹ se vio afectada por inundaciones en sus poblaciones periféricas, sufriendo tanto daños materiales como población damnificada.

De las inundaciones siguientes, al menos a partir de los años 80, existen más datos y antecedentes, como una inundación en 1981, por crecidas derivada de un temporal que ocurrió desde la zona del Norte Chico hacia el sur. También ocurrieron inundaciones en los 3 años siguientes (1982, 1983 y 1984). Ejemplos tangibles en cuanto a daños y pérdidas en zonas inundables, es lo que testimonia Boettiger (1987), donde se habla de dos años seguidos de inundaciones en el área de estudio asociadas al Estero Lampa, en 1983 y 1984; seguidas de un fenómeno moderado en 1986 y otro más severo en 1987, con respecto al evento de 1984 se tienen datos de daños tangibles que se constataron con trabajo de campo, como caminos interrumpidos, puentes destruidos, casas dañadas y campos que se convierten literalmente en lagos temporales.

Los principales problemas que aquejan a la población son enfermedades, el tiempo de aislamiento, dificultades para cocinar, la contaminación del agua, las peripecias para retirarse del área amagada, entre otros. La inundación de 1984, de la que existen datos gracias a la investigación del autor mencionado, tuvo como saldo daños de viviendas e infraestructura, lo que afectó a aproximadamente 1.400 habitantes de la zona rural de Pudahuel, en cuyo evento el agua acumulada en un punto crítico llegó a permanecer durante 3 a 7 días, además se cortó el camino a Noviciado en parte de su trayecto junto a su bifurcación con la Ruta 68; el sector de Carén estuvo aislado 3 días, mientras que el sector de Campo Alegre permaneció así 7 días y el sector norte de El Noviciado 30 días, localidad que además vieron interrumpidas sus labores durante 12 semanas, sumado al corte del servicio de agua potable, lo que causó también enfermedades. En la década de los 90 ocurrieron dos eventos de inundaciones, años 1991 y 1997, en el segundo caso fue por desborde de cauce del río Mapocho.

Respecto a los años 2000, ocurrieron inundaciones en los años 2000, 2002 y 2013; particularmente en el año 2002 hubo grandes daños materiales y pérdidas por una gran inundación producto de un sistema frontal que afectó al país en sus zonas norte, centro y sur, específicamente desde la Región de Atacama hasta la Región de Los Lagos, este evento ha sido el de mayor magnitud en la historia conocida de la Región Metropolitana, con un total de 211,8 mm de agua caída en un período de tres días consecutivos de precipitación, concentrando al final un 81% de los damnificados del país. Sólo en la comuna de Pudahuel, una de las más afectadas ya que sufrió de una inundación en su zona rural por desborde de cauce del estero Lampa, hubo 9.683 damnificados siendo la tercera comuna más afectada de la región (y del país inclusive) en esta materia, solo detrás de las comunas de Peñalolén y Colina, con 12.100 y 25.000 damnificados respectivamente; a la vez que también fue la segunda comuna que resultó con más personas necesitadas de albergue tanto en la región como en el país, 1.209 en total,

¹⁹ Las Barrancas pasó por una transición en su configuración político-administrativa y en 1975 pasó gran parte de su territorio a llamarse Pudahuel, en sectores al oriente surgieron las comunas de Cerro Navia, Lo Prado y Estación Central; por el norte surgió la comuna de Lampa y al sureste la comuna de Cerrillos (en territorio que antes era parte de la comuna de Maipú).

detrás de la comuna de Lampa, con 1.346 personas necesitadas de albergue. Pudahuel también fue la comuna con mayor número de casos de daños menores en las viviendas en todo el territorio nacional, con 4.700 sucesos; la quinta comuna en el país con más casos de daños mayores a la vivienda, con 350 sucesos, detrás de las comunas de Lampa (2.002), La Ligua (800), San Bernardo (500) y Catemu (500); y la segunda comuna a nivel nacional con más viviendas totalmente destruidas, con 150 acontecimientos, solo detrás de la comuna de Lampa con 196 casos de viviendas destruidas (ONEMI, 2009).

En síntesis, el área de estudio ha sido testigo de numerosas inundaciones, de las que se tiene registro incluso hace siglos, sin embargo, los registros que existen desde el siglo XVI no detallan específicamente el sector de inundación. Existe registro de inundaciones desde el año 1536, repitiéndose el evento en 1544, 1574, 1581, 1597, 1607, 1609 y así hasta diecisiete veces más entre este último año y 1850, todas fueron causadas por desborde de cauce, específicamente del río Mapocho, la gran mayoría ocurridas entre los meses de marzo a agosto (con pocas excepciones), mas no se constatan grandes daños.

Los detalles con respecto al aspecto hidrometeorológico han ido surgiendo a medida que las precipitaciones y el caudal de los cuerpos hídricos del área de estudio se han podido estudiar, cuantificar y registrar, los datos obtenidos se resumen en la tabla 12:

Tabla N°12: Resumen de registro de inundaciones históricas con respecto a precipitaciones

Año	Fecha	I	Precipitación Máxima	R.M	Pp 24 hrs.	Pp 48 hrs.	Pp 72 hrs.	Sector	AÑO ENSO	Descripción/Daños	Referencia revisada
2013	28 de junio	X	28 = 0mm / 29 = 11,8mm / 30 = 18mm / TOTAL = 29,8mm					Pudahuel		Anegamiento de Av. La Estrella entre San Pablo y San Martín, Calle Serrano esquina San Pablo, y calle Claudio Arrau equina Travesía.	Diario Tropezón Online (s/f); Elmes (2016)
2013	27 y 28 de mayo	X	27 = 0mm / 28 = 0mm					Pudahuel		Anegamiento de al menos 30 casas en el Condominio Cumbres Blancas debido al desborde del canal de regadío y alcantarillado.	La Nación Online; Elmes (2016)
			29 = 25,6mm				Anegamiento de la Ruta 68 a la altura del Puente teniente Cruz debido al desborde del canal.			(consultado: 12/08/2014)	
			30 = 22mm / TOTAL = 47,6mm				Anegamiento de Calle Serrano con el Bajo debido a las aguas lluvias.			Diario El Tropezón Online (s/f); Elmes (2016)	
2002	3 y 4 de junio	X	31 de mayo = 13,6mm / 1 = 23,6mm / 2 = 39,2mm / 3 = 95,5mm / 4 = 54,8mm / 5 = 3mm		39,2mm	134,7mm	189,5mm	Noviciado	X	Desbordes en el estero Lampa, daños a viviendas, más de 9500 personas damnificadas	ONEMI (2009); Elmes (2016)
2002	3 y 4 de junio	X	31 de mayo = 13,6mm / 1 = 23,6mm / 2 = 39,2mm / 3 = 95,5mm / 4 = 54,8mm / 5 = 3mm		39,2mm	134,7mm	189,5mm	Pudahuel	X	Av. Sargento Aldea con San Pablo se produce anegamiento de viviendas.	El Mercurio Online; Elmes (2016)
			TOTAL = 229,7mm							En el barrio "Alto Jahuel II" se produce anegamiento de viviendas.	(consultado 12/08/2014)
2002	24 al 27 de mayo	X	24 = 0,1mm / 25 = 58,2mm / 26 = 26,7mm / 27 = 0,1mm		58,3mm	85mm	85,1mm	Pudahuel		En la población "Alto Jahuel II" se produce el anegamiento de 40 viviendas debido a las aguas lluvias La Calle Travesía esquina Américo Vespucio sufre anegamiento.	ONEMI (2002); Elmes (2016)
			TOTAL = 85,1mm							Desborde del Estero Lampa a la altura del puente El Membrillo.	ONEMI (2007)
2000	21 de junio	X	20 = 21,1mm / 21 = 0mm / TOTAL = 21,1mm					Pudahuel		En la villa "El Arenal" se produce el anegamiento de al menos 15 viviendas.	El Mercurio Online; Elmes (2016)
2000	13 y 14 de junio	X	12 = 28,3mm / 13 = 43,5mm / 14 = 35,1mm / TOTAL = 106,9mm					Pudahuel		En el barrio "Alto Jahuel II" se produce anegamiento de viviendas.	Radio Biobío Online; Elmes (2016)
1997	18 al 23 de junio	X	18 = 4,5mm / 19 = 28,1mm / 20 = 20,3mm / 21 = 22,3mm / 22 = 36mm / 23 = 17,4mm / TOTAL = 128,6mm		32,6mm	52,9mm	75,2mm			Inundación por desborde del río Mapocho	SERNAGEOMIN (s/f); Elmes (2016)
1991	Junio	X	16 = 4,4mm / 17 = 11,6mm / 18 = 19,8mm / 19 = 37,2mm / TOTAL = 73mm					Pudahuel	X	Frente de mal tiempo causó inundaciones en poblaciones de	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
							Pudahuel, Conchalí y La Cisterna				
1987	Julio	X	9 = 5,4mm / 10 = 21,8mm / 11 = 27mm / 12 = 17,1mm / 13 = 44,8mm / 14 = 41,4mm / 15 = 61,4mm / 16 = 16,8mm / 17 = 1,8mm / TOTAL = 237,5mm		27,2mm	54,2mm	71,3mm	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1986	15 al 17 de junio	X	12 = 0,1mm / 13 = 16,7mm / 14 = 1,5mm / 15 = 27,8mm / 16 = 11,9mm / 17 = 1mm / TOTAL = 59mm		16,8mm	18,3mm	46,1mm	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1984	30 de junio al 5 de julio	X	30 de junio = 6,3mm / 1 = 21,8mm / 2 = 31,7mm / 3 = 20,6mm / 4 = 87,6mm / 5 = 2,6mm / TOTAL = 170,6mm		28,1mm	59,8mm	80,4mm			Inundación por desborde del Estero Lampa, en sector rural norte de Pudahuel, Sur de Lampa y Oeste de Quilicura	Boettiger, H. (1987); Elmes (2016)
1983	4 al 9 de julio	X	4 = 5,2mm / 5 = 39,5mm / 6 = 20,9mm / 7 = 5mm / 8 = 5,1mm / 9 = 0,1mm / TOTAL = 75,8mm		44,7mm	65,6mm	70,6mm			Inundación por desborde del Estero Lampa, en sector rural norte de Pudahuel, Sur de Lampa y Oeste de Quilicura	Boettiger, H. (1987); Elmes (2016)
1982	Julio	X	14 = 13,8mm / 15 = 35,1mm / 16 = 9,3mm / 17 = 8,7mm / TOTAL = 66,9mm					Pudahuel	X	Frente de mal tiempo entre La Serena y Valdivia. Las poblaciones más dañadas fueron las de Renca, San Miguel, Cerrillos, Lo Valledor, Pudahuel y Gran Avenida.	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)

Año	Fecha	I	Precipitación Máxima	R.M	Pp 24 hrs.	Pp 48 hrs.	Pp 72 hrs.	Sector	AÑO ENSO	Descripción/Daños	Referencia revisada
										En Pudahuel se produce el desborde del Estero Lampa en distintos puntos, incluyendo los puentes Noviciado y El Membrillo.	ONEMI (2007); Elmes (2016)
1981	Mayo	X	29 = 6,8mm / 30 = 80,6mm / 31 = 6,9mm / TOTAL = 94,3mm					Pudahuel		Damnificados en las comunas de Conchalí, Pudahuel y Renca, producto de temporales que afectaron desde el norte chico hacia el sur	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1979	Junio	X	NO HAY DATOS EN JUNIO					Pudahuel		La mayoría de las poblaciones periféricas de San Miguel, Pudahuel y Ñuñoa se anegaron en Santiago	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1975	Julio	X	9 = 17,4mm / 10 = 18,6mm / 11 = 0mm / 12 = 1,8mm / 13 = 23,5mm / TOTAL = 61,3mm					Las Barrancas		Poblaciones periféricas ubicadas en Renca, Las Barrancas y Conchalí quedaron inundadas	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1971	19 de junio	X	18 = 5,7mm / 19 = 4,8mm / 20 = 74,2mm / 21 = 10,3mm / TOTAL = 95mm					Las Barrancas		Temporal de viento y nieve afectó a la ciudad de Santiago. Anegamientos en fundo Santa Corina de Las Barrancas dejando 153 familias damnificadas.	Zúñiga et al. (2007); Elmes (2016)
1970	Julio	X	14 = 50,5mm / 15 = 45,4mm / TOTAL = 95,9mm					Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho. Las comunas más afectadas fueron Renca, Pudahuel y Barrancas	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1969	Junio	X	4 = 11,5mm / 5 = 5mm / 6 = 12,5mm / 7 = 23,7mm / TOTAL = 52,7mm					Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1965	Julio	X	NO HAY DATOS EN JULIO					Barrancas	X	Poblaciones ubicadas en los sectores de Las Barrancas y Vivaceta se inundaron obligando a evacuar a cientos de damnificados	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1962	Junio		NO HAY DATOS EN JUNIO	X				Comuna de Barrancas		Derrumbes afectaron a la comuna de Barrancas producto de temporal que azotó a la zona central y sur	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1958	Junio	X	NO HAY DATOS EN JUNIO					Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1953	Agosto	X	NO HAY DATOS EN AGOSTO					Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1949	Mayo	X	NO HAY DATOS EN MAYO					Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)
1941	Agosto	X	NO HAY DATOS EN AGOSTO					Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia & Lanza (1993); Elmes (2016)

Fuente: Elaboración propia en base a cruce de datos de Estudio de Riesgos PRC Pudahuel (2014) con datos entregados por Observatorio Pudahuel Seguro sobre precipitación registrada en estación pluviométrica de Pudahuel de Santiago.

Cabe mencionar que desde los años 1920 las autoridades ya daban ordenanzas a los pobladores para que limpiaran y desatascan las acequias, para permitir el flujo óptimo de las aguas, sin embargo, desde aquel entonces hasta la actualidad, la situación ha sido engorrosa y problemática debido a que, por orden del municipio, las obras de avenamiento y limpieza de canales dependen de cada poblador en cada predio, mas no existe garantía de que dichas exigencias se lleven a cabo, ya que como se ha mencionado según el anterior alcalde de la comuna, Johnny Carrasco, no se cuenta con los recursos humanos para fiscalizar que se cumplan las condiciones. El panorama actual apunta a que los canales que atraviesan la comuna, se rodean de un número creciente de predios y, entre ellos, loteos brujos. Además, lo anterior se acompleja si se atiende a la normativa que existe puesto que, si los canales se encuentran vegetados, es el Ministerio de Obras Públicas el organismo que se debe encargarse de despejar los cauces, no obstante, si los canales se encuentran con escombros o basura en general, el organismo que se debe encargarse de dicha limpieza es el municipio, sin embargo, se infiere que si se encuentran ambos elementos en un cauce (basura y vegetación) se dificulta determinar cuál organismo se debe hacer responsable.

El escenario futuro en cuanto a la amenaza por inundación en la zona rural de Pudahuel resulta incierto, dadas las condiciones actuales producidas por el cambio climático. Según distintas fuentes como Rojas et al. (2014), Henríquez (2009), CIREN (2010), Vidal y Romero (2010) la recurrencia de inundaciones por desborde de cauce podría aumentar, aún más en un área de estudio donde se evidencia un avance de la desertificación, erosión de los suelos, tala de bosques, expansión tanto de superficie agrícola como del paño urbano, considerando además que lo anterior sucede en una zona ya reconocida como inundable, y que a su vez ocupa gran parte de la zona rural de Pudahuel, donde se sitúan y aumentan los casos de loteos brujos. Lo anterior se complementa con lo que sostienen Melesse y Wang (2007):

“Uno de los más notables impactos de la urbanización sobre el sistema eco-hidrológico es el aumento del flujo de escorrentía superficial, ya que el reemplazo de las coberturas naturales por coberturas impermeables, tienden a incrementar el nivel de escorrentía en comparación con las áreas naturales y rurales. El aumento del escurrimiento es especialmente crítico ante los flujos provocados por tormentas invernales extremas, en que la lluvia se concentra en pocas horas, generando inundaciones en los sectores topográficamente más deprimidos, destrucción de viviendas de condiciones estructurales precarias, colapso de red de alcantarillas y red de desagüe de aguas lluvias, erosión de márgenes de los esteros y canales, y también afecta la calidad del agua (...)”

(Melesse y Wang, 2007, en Henríquez, 2009)

Las precipitaciones, dentro de lugares urbanizados (o con una superficie antrópicamente impermeabilizada), tienen umbrales de procesos que van ocurriendo según el agua caída en un marco de 24 horas. Se puede inferir que estos procesos fueron ocurriendo en los eventos resumidos en la tabla anterior, donde los umbrales son:

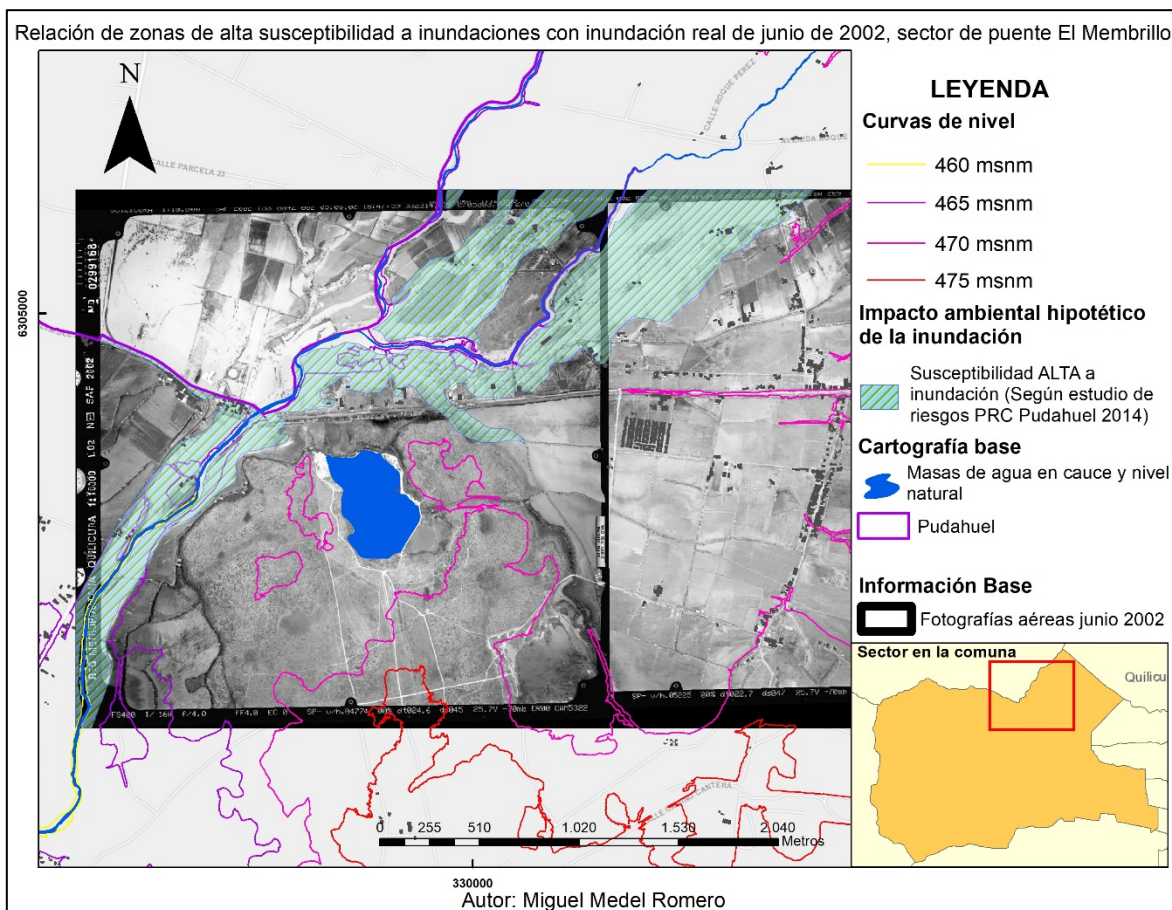
Tabla N°13: Resumen de efectos desencadenados según umbrales de precipitación

Precipitación acumulada en 24 horas	Proceso / peligro asociado
30 mm	Colmatación de canales colectores
60 mm	Desencadenamiento de flujos de detritos y barro
100 mm	Inundaciones (anegamiento y desborde de cauce)

Fuente: Elaboración propia en base a Elmes (2006)

En base a datos obtenidos de distintas fuentes de las que se puede hacer énfasis a continuación, ha sido posible realizar dos modelaciones para zonificar la amenaza por inundación en el área de estudio. El cruce de información georreferenciada del desastre del año 2002 se puede observar en la Figura N°9; mientras que las dos modelaciones de posible inundación en el área de estudio se pueden ver en las Figuras N°10 y N°11.

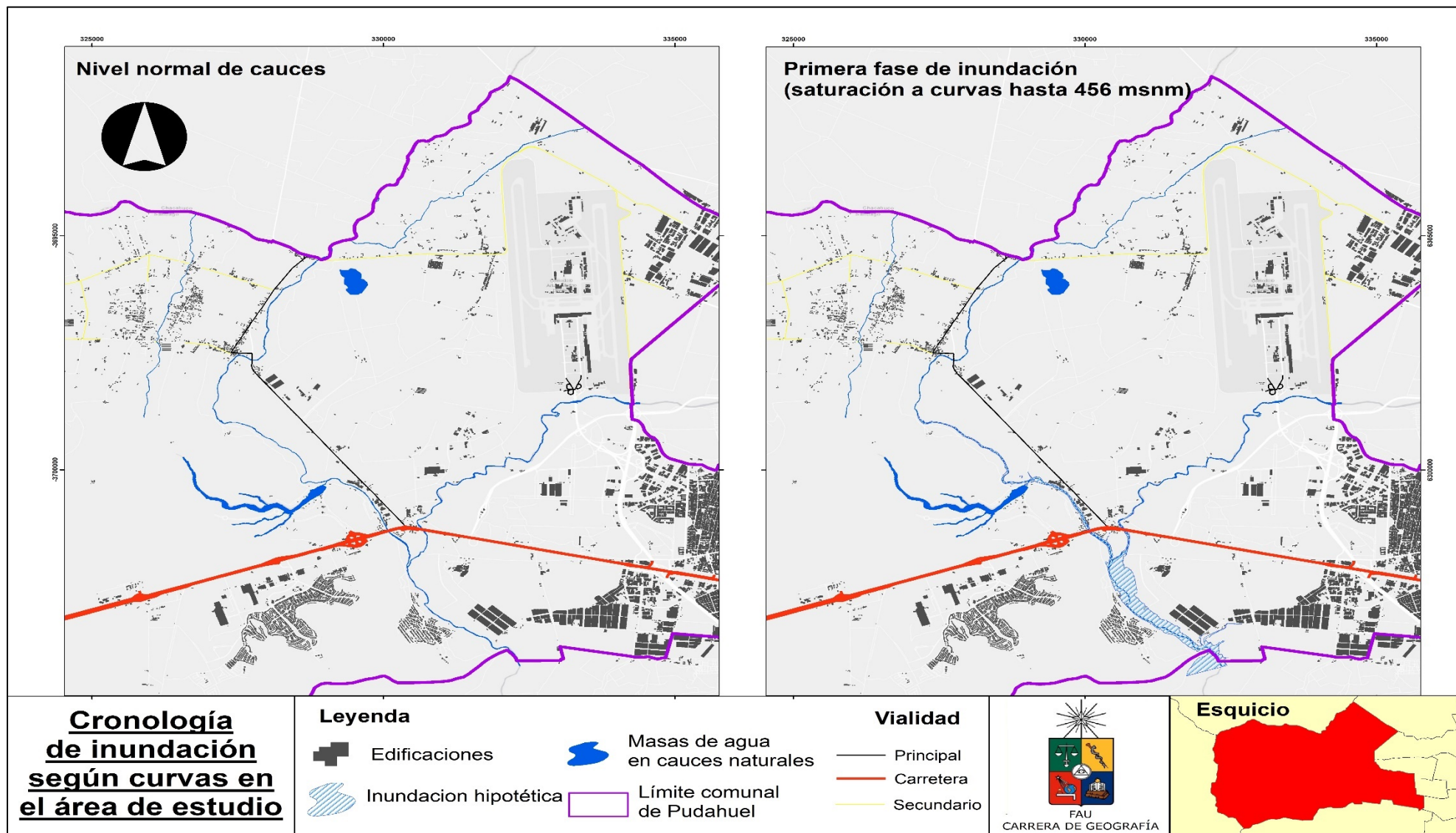
Figura N°9: Cruce entre zonas de alta susceptibilidad a inundaciones, curvas de nivel y fotografías aéreas de zonas realmente inundadas relativas al sector de puente El Membrillo



Fuente: Elaboración propia en base a fotografías facilitadas por Observatorio Pudahuel Seguro (2019) e información extraída de Estudio de riesgos PRC Pudahuel (2014).

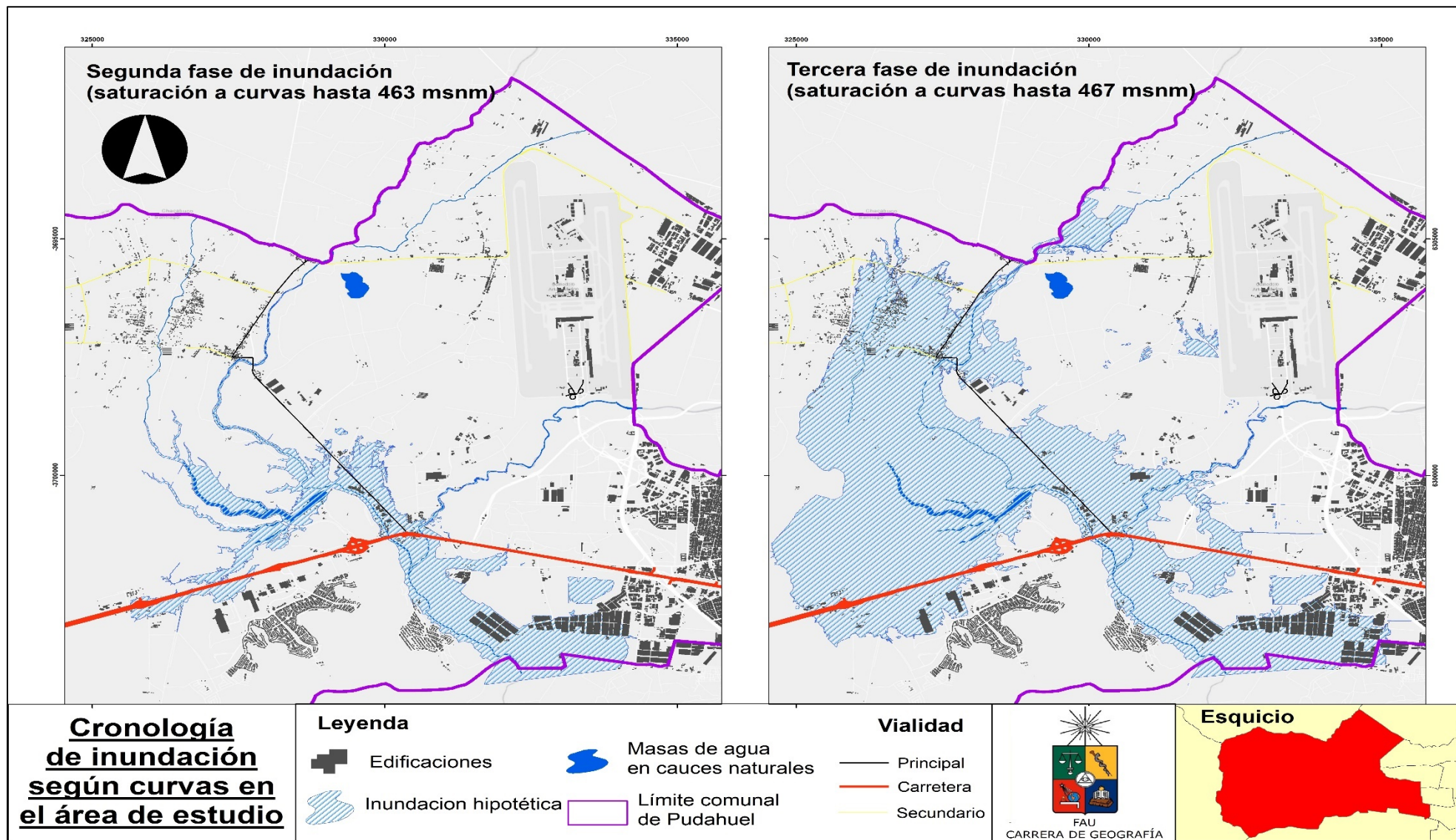
Las zonas inundadas en el sector del puente El Membrillo coinciden con las áreas de alta susceptibilidad a inundaciones (IM Pudahuel 2014). En el límite de las localidades de El Noviciado y Las Lilas, el agua saturó hasta un nivel entre las curvas de 465 msnm y de 470 msnm, por lo que se hizo una modelación en base a dichas curvas de nivel para establecer un primer escenario de riesgos por inundación, señalando cómo habría sido el orden cronológico de inundación desde lugares de altitudes bajas hasta altitudes superiores, en el marco de los cuerpos de agua del área de estudio (ver fotografías en Anexos).

Figura N°10: Primera fase de inundación hipotética según modelación en el área de estudio en saturación por altitudes, en base a fotointerpretación de fotografías aéreas de inundación de junio del 2002



Fuente: Elaboración propia en base a curvas de nivel y edificaciones digitalizadas (con origen en imagen satelital del año 2014), facilitadas por Observatorio Pudahuel Seguro.

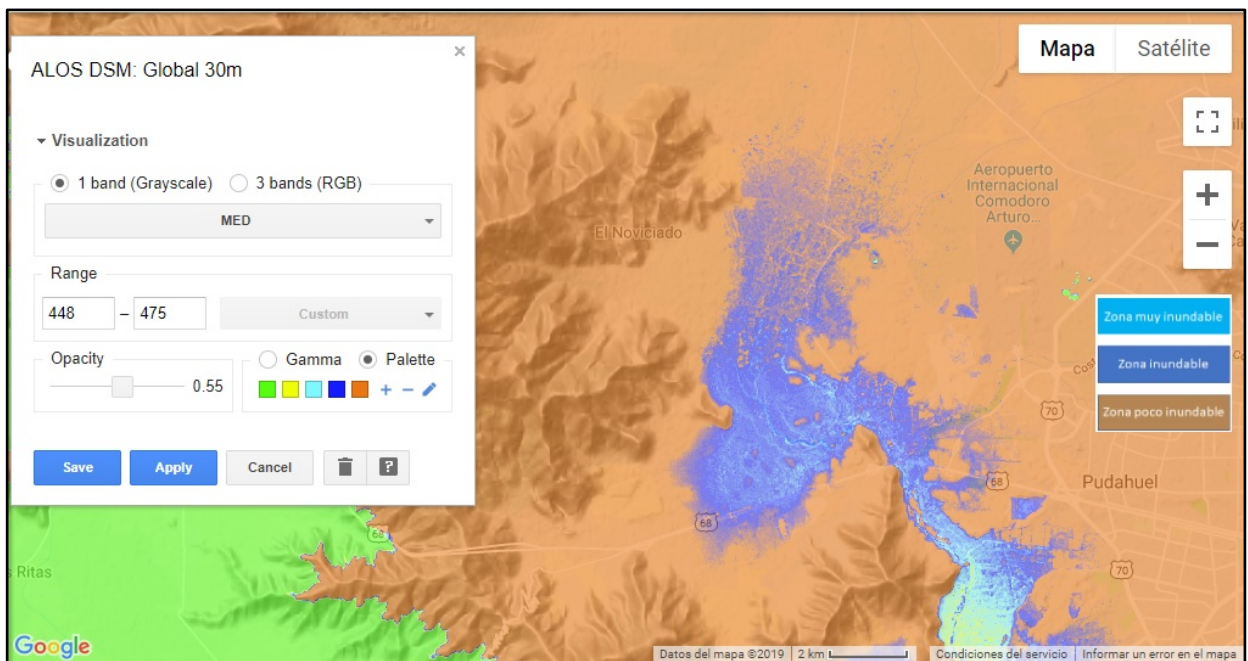
Figura N°11: Segunda fase de inundación hipotética según modelación en el área de estudio en saturación por altitudes, en base a fotointerpretación de fotografías aéreas de inundación de junio del 2002



Fuente: Elaboración propia en base a curvas de nivel y edificaciones digitalizadas (con origen en imagen satelital del año 2014), facilitadas por Observatorio Pudahuel Seguro.

La modelación señalada también se puede complementar con lo que se muestra en la aplicación *ALOS DSM* de *Google Earth Engine*, herramienta de dicho sitio con la que se puede determinar zonas inundables según altitudes (en base a curvas de nivel predefinidas) en cualquier sitio o, dicho de otra manera, facilitar la modelación de zonas inundables a nivel mundial, estudiadas en base información extraída por el satélite *ALOS* de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial, de donde se obtiene lo siguiente:

Figura N°12: Modelación de zonas inundables en el área de estudio con la aplicación de *ALOS DSM* de *Google Earth Engine*



Fuente: Extraído de *Explorer Google Earth Engine*.

Es posible observar la similitud en cuanto a las áreas inundables de acuerdo a las curvas de nivel, se visualizan zonas de amenaza coincidentes a lo mostrado en la Figura N°11, en inundaciones que, en el contexto del área de estudio, alcanzan a saturar de agua altitudes de 467 msnm como en el evento de 2002 según la fotointerpretación de las zonas inundadas.

Para elaborar una zonificación de amenaza por inundación en el área de estudio, clasificada en categorías según la peligrosidad, se establecieron parámetros de evaluación, empezando por las características de base de las zonas de alta y moderada susceptibilidad a ser inundadas definidas por el GORE RMS (2013), que en ambos casos la pendiente debe ser menor a 2% o 1,15° (Figura N°14 en Anexos). Con dicha condición el agua permanece mayor tiempo en el área saturada, con la saturación se va acumulando y manteniéndose paulatinamente, dependiendo de las características de drenaje del suelo para su rápida o lenta infiltración, o su lento escurrimiento dada la baja

pendiente, en síntesis, la pendiente es un factor importante que condiciona las inundaciones²⁰.

Para clasificar la amenaza de inundación en las categorías “Moderada”, “Alta”, “Muy Alta” y “Crítica” se cruzaron datos de distintas fuentes para formular un criterio multivariable específico para zonificar dicha amenaza según el nivel de permanencia del agua desbordada en el área de estudio:

Tabla N°14: Criterios de zonificación según nivel de amenaza

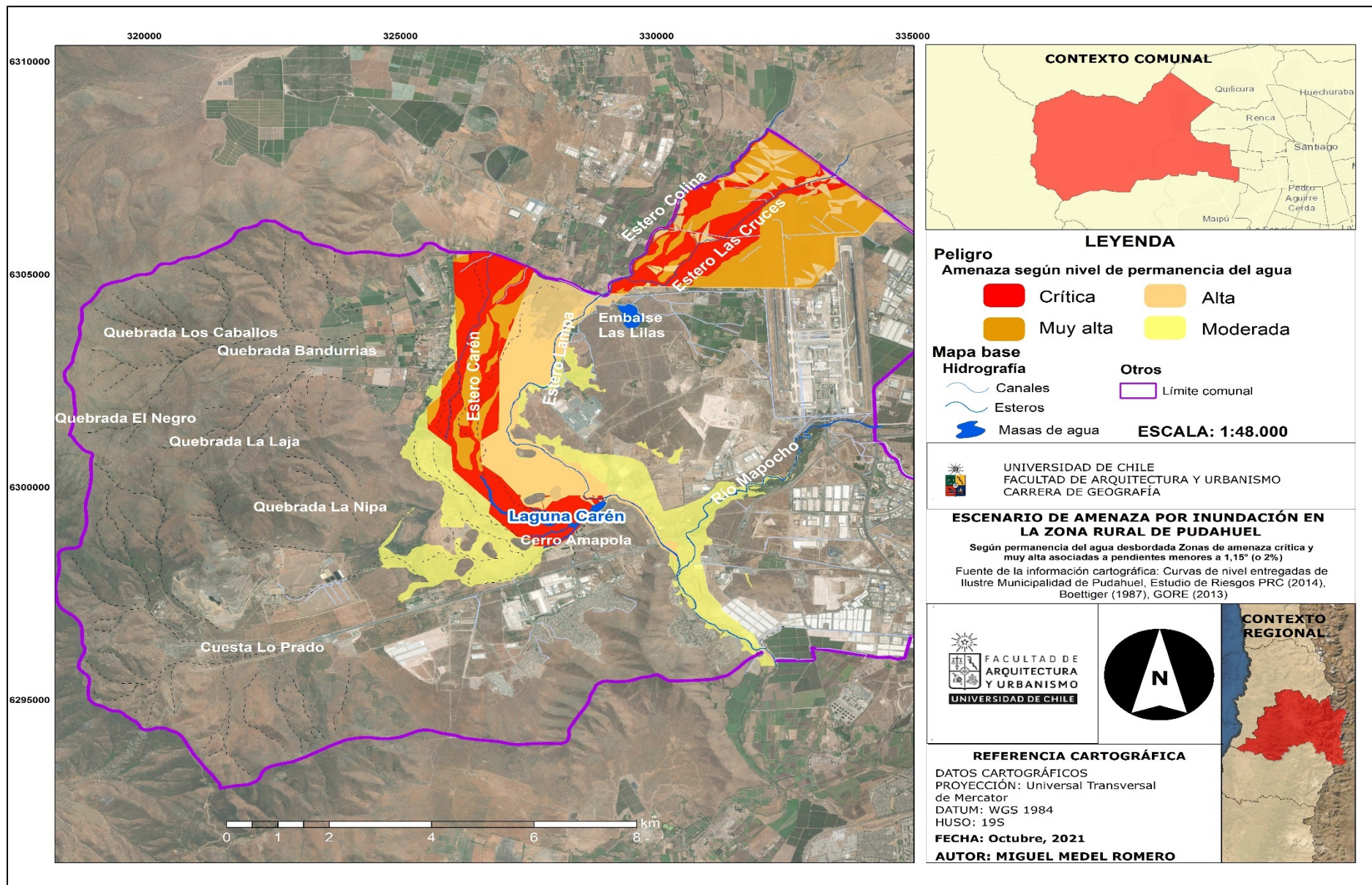
Nivel de amenaza	Criterios analizados y reclasificados
Crítica	<ul style="list-style-type: none"> - Susceptibilidad a inundaciones Muy Alta del Estudio de Riesgos PRC 2014 - Geología (holoceno): En cuanto a cauces activos y llanuras de inundación (las que son continuamente afectadas por desbordes de cauce), zonas bajas y deprimidas (que son afectadas por anegamientos) y niveles de terrazas en curvas de nivel inferiores, asociadas al nivel de los cauces. Geomorfología asociada a los cauces activos y llanuras de inundación (Estudio de Riesgos PRC 2014) - Área realmente inundada en 1984 extraída de Boettiger (1987) - Pendientes iguales o menores a 2% en el área de estudio (geoproceso propio en base a lo mencionado para zonas de alta susceptibilidad a inundarse GORE, 2013)
Muy alta	<ul style="list-style-type: none"> - Susceptibilidad a inundaciones Muy Alta y Alta del Estudio de Riesgos PRC 2014 - Geología (pleistoceno y holoceno): En depósitos fluviales y lacustres activos y depósitos fluviales aterrazados. Geomorfología asociada a zonas bajas y deprimidas, propensas a los anegamientos (Estudio de Riesgos PRC 2014) - Área realmente inundada en 1984

²⁰ En el contexto de la amenaza por inundación existen factores condicionantes y factores desencadenantes, los factores condicionantes corresponden a, por ejemplo: elevación, pendiente, dirección del drenaje en ladera, presencia de escarpes, terrazas y cauces activos. Mientras que el factor desencadenante corresponde a los extensos períodos de precipitación.

Nivel de amenaza	Criterios analizados y reclasificados
	extraída de Boettiger (1987) <ul style="list-style-type: none"> - Pendientes iguales o menores a 2% en el área de estudio (geoproceso propio en base a lo mencionado para zonas de alta susceptibilidad a inundarse GORE, 2013)
Alta	<ul style="list-style-type: none"> - Susceptibilidad a inundaciones Muy Alta y Alta del Estudio de Riesgos PRC 2014 - Geología (pleistoceno): Asociada a depósitos aluviales, compuestos por sedimentos finos que entorpecen la absorción y filtración del agua, y que se extienden hacia el oeste en pendientes suaves (no mayores al 2%). Geomorfología asociada a terrazas en altitudes próximas a los niveles de los cauces, que pueden corresponder a zonas inundables (Estudio de Riesgos PRC 2014) - Área hipotética de inundación en 1984 extraída de Boettiger (1987)
Moderada	<ul style="list-style-type: none"> - Susceptibilidad a inundaciones Moderada del Estudio de Riesgos PRC 2014 - Geología (holoceno): En cuanto a depósitos aluviales antiguos de quebradas (Estudio de Riesgos PRC 2014) - Inundación hipotética de modelación en base a fotointerpretación de junio 2002 (Figura N°11, cota en 467 msnm)

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°13: Cartografía de zonificación de amenaza según permanencia del agua desbordada en zonas saturadas



Fuente: Elaboración cartográfica propia, en base a análisis multicriterio ponderado en partes equivalentes con el comando *Map Algebra* en la aplicación *ArcMap*.

Las zonas clasificadas como inundables son una representación teórica de lo que podría ser una inundación real en el futuro; dada la constante reconfiguración del territorio en la zona rural de Pudahuel; resumida en una creciente impermeabilización del suelo y ocupación de cauces poco activos por microbasurales o vegetación. La realidad puede resultar más tenue o más grave, sin embargo, el escenario de una inundación en el área de estudio se prevé que sería un desastre mayor al de 1984, estudiado por Boettiger (1987), debido a que con el paso de las décadas se ha expandido e intensificado la impermeabilización del suelo, así como ha aumentado la cantidad de edificaciones (en loteos brujos y otros), y el número de población; además se debe tener en cuenta que el evento del año 2002 fue el de mayor magnitud registrado, un evento cuya magnitud permite dilucidar que tiene un período de retorno de 100 años, caracterizado por una intensa precipitación en un período acotado de tiempo y que tuvo como saldo altos daños y pérdidas materiales en el área de estudio.

Tabla N°15: Área comprometida por inundación según nivel de amenaza

Nivel de amenaza	Área comprometida (en ha)
Crítica	880
Muy alta	1.690
Alta	2.410
Moderada	2.140

Fuente: Elaboración propia.

3.3 La vulnerabilidad resultante en el área más grande de Pudahuel

“(...) gran parte de la responsabilidad de los daños en grandes desastres se debe al hombre, quién ha crecido en forma explosiva de espalda a la naturaleza, sin tener en cuenta las restricciones del medio natural y olvidando la historia reciente. Es la historia la que puede establecer como se ha desarrollado la interacción entre el medio ambiente y la sociedad en una región, haciendo a esa sociedad más susceptible a sufrir desastres naturales.”

(Bankoff, 2003; Huppert y Sparks, 2006; Ríos, 2009 en Rojas y Martínez, 2011)

La vulnerabilidad se entiende como el factor de susceptibilidad al riesgo dentro de la estrategia de abordaje de los riesgos:

$$(A \times V) / C = R$$

La estrategia abreviada corresponde al esquema de Wilches-Chaux, donde A = amenaza (factor externo); V = vulnerabilidad (factor interno); C = Capacidad y R = riesgo. La vulnerabilidad se define como las “condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas” (EIRD, s/f). La vulnerabilidad no es un factor “pasivo”, al contrario, es un componente dinámico y continuo de sensibilidad a la exposición, se modifica (incrementándose o atenuándose) con el paso del tiempo, lo que contribuye directamente a la sensibilidad ante el riesgo.

Las concepciones de vulnerabilidad que más se aproximan al tenor de esta investigación son las de Wilches- Chaux (1988), Cardona (1993) y Cardona y Barbat (2000).

Wilches-Chaux (1988) da por primera vez el concepto de “vulnerabilidad global”, la que se comprende como un proceso acumulativo de fragilidades que se da por tres situaciones que confluyen (y que pueden ser relacionadas al contexto histórico y actual de la zona rural de Pudahuel): la ocupación de terrenos que no son adecuados, la construcción de viviendas precarias y falta de condiciones económicas para satisfacer necesidades.

Cardona (1993) afirma que la vulnerabilidad es un “proceso por el cual se determina la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante un peligro específico, existiendo diversos tipos de vulnerabilidades” dichos tipos o condicionantes de vulnerabilidad se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla N°16: Condicionantes de la vulnerabilidad al riesgo de desastres

Dimensión	Descripción
Física	Localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para “absorber” los efectos de los riesgos. Ej.: Materiales de construcción de una vivienda, localización de las mismas cerca de fallas geológicas (Maskrey, 1993).
Económica	Se expresa tanto a nivel local, como nacional. Por ejemplo, la pobreza aumenta la vulnerabilidad. Ej.: Locales → desempleo, bajos ingresos, bajo acceso a servicios (educación, recreación y salud). Nacional → dependencia de factores externos, poca diversificación de la producción, la tendencia es monoprodutora o exportadora de commodities (Wijkman y Timberlake, 1985).
Social	Grado de integración de una comunidad determinada. Su mayor integración significará una rápida respuesta ante el desastre, en este sentido cobra importancia la autoorganización y las relaciones estrechas que pueden darse en una comunidad, ya que se infiere que a mayor cohesión; mayor sentido de reacción ante desastres y resiliencia. Ej.: Ausencia de organizaciones comunitarias, de liderazgo (Universidad de Wisconsin, 1986).
Educativa	Se vincula a dos aspectos, la cobertura y la calidad de la educación en la comunidad expuesta, falta de conocimiento sobre las causas del riesgo y cómo actuar en caso de emergencia, hacen a la comunidad más vulnerable (Maskrey, 1993).
Política	Nivel de autonomía y de gestión de una comunidad respecto a sus recursos y la toma de decisiones que le afectan. Ej.: Fuertes niveles de centralización político-administrativa que impiden a la comunidad decidir (Maskrey, 1993).

Dimensión	Descripción
Institucional	Dificultades que tienen las instituciones para gestionar el riesgo, falta de preparación, de toma de acciones para reducirlo o mitigarlo, en conocimiento de su existencia. Ej.: Exceso de burocracia, prevalece lo político y el protagonismo, la rigidez y la obsolescencia (Maskrey, 1993).
Cultural	Forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como colectividad. Los medios de comunicación contribuyen a la entrega de información imprecisa o ligera del riesgo, además de los estereotipos sobre la misma información de los riesgos y el medioambiente, creándose en numerosas ocasiones sensacionalismos o desinformación (Wilches-Chaux, 1988).
Ambiental o ecológica	Está presente cuando el modelo de desarrollo no se basa en la convivencia, sino en la explotación inadecuada y destrucción de los recursos de la naturaleza, deteriorando los ecosistemas y con ello sus posibilidades de ajuste (Maskrey, 1993). Ej.: La constante impermeabilización del suelo en la zona rural de Pudahuel (que en una gran extensión se considera inundable), sumado al mal uso de lechos fluviales inactivos como basurales, o la ausencia de mantenimiento de los canales, lo que provoca el crecimiento de vegetación en su interior.
Ideológica	Ideas que tienen las personas o creencias sobre el devenir y los hechos del mundo. Ej.: Actitudes fatalistas y pasivas, creencias religiosas, pensamientos dogmáticos (Maskrey, 1993).

Fuente: Adaptado de Wilches-Chaux en Maskrey (1993) y Cardona (2001).

Cardona y Barbat en tanto, resumen la definición de vulnerabilidad a tres factores que le dan origen:

- *Exposición: Condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos.*
- *Fragilidad social: Corresponde a la predisposición que surge como resultado de la marginalidad y segregación social de un asentamiento humano.*
- *Falta de resiliencia: Limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto. (Cardona y Barbat, 2000)*

Con la definición de vulnerabilidad profundizada, se puede afirmar que el área de estudio ha resultado vulnerable a las inundaciones por desborde de cauce, generando desastres en distintos años de la historia del territorio que se han concretado en caída de árboles, daños a la infraestructura urbana, a la propiedad pública y privada, destrucción de cultivos, problemas a la salud, períodos prolongados de aislamiento, etc. Según Cuny (1983) las inundaciones son el tipo de desastre donde hay más efectos económicos y sociales adversos:

Tabla N°17: Efectos económicos y sociales adversos según tipo de desastre

Tipo de desastre	Migración temporal	Migración definitiva	Pérdida de vivienda	Pérdida de producción industrial	Pérdida de comercio	Pérdida de producción agrícola	Daño a la infraestructura	Alteración de la distribución y funcionamiento del mercado	Interrupción de los sistemas de transporte	Interrupción de las comunicaciones	Pánico	Desorden
Terremoto			X	X	X		X	X	X	X	X	X
Huracanes, tifones y ciclones			X	X	X	X	X	X		X	X	X
Inundaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Maremotos y tsunamis			X		X	X	X	X		X	X	
Erupción volcánica			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Incendios			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sequía	X				X	X		X				
Hambre	X	X			X	X		X				X

Fuente: Extraído y adaptado de Cuny (1983).

En base al Censo Nacional del año 2017, en las localidades de la zona rural de Pudahuel había 4.155 habitantes, sin embargo, distintas entidades²¹ de la comuna estiman, según evidencias como el aumento de la circulación de automóviles entrantes y salientes de la zona rural, mapas de calor y número de medidores eléctricos instalados, que la población ha aumentado al menos un 50% desde el Censo mencionado. En El Noviciado, localidad donde se evidencia la mayor explosión demográfica por el surgimiento de numerosas subdivisiones irregulares desde el año 2014 a la fecha, los habitantes ya oscilarían entre los 6 mil y los 7.500 habitantes, estimándose de igual manera, que el número de habitantes de la zona rural en general ha aumentado drásticamente desde el último Censo Nacional.

Utilizando la aplicación *Red7 Process* del software *Redatam*, procesando la información del diccionario del Censo Nacional del 2017, se ha podido cuantificar la población potencialmente vulnerable, sin embargo, también se logran abordar datos más detallados y georreferenciados, facilitados por el Observatorio Pudahuel Seguro (2019) lo que se resume en la siguiente tabla:

²¹ En entrevistas semiestructuradas realizadas en terreno Carolina Seguel, concejala de Pudahuel ligada a la zona rural y presidenta de la Comisión de Medioambiente; Claudia Rebolledo, presidenta del comité de emergencia rural de Noviciado y Rafael Poblete, presidente de la junta de vecinos de Noviciado.

Tabla N°18: Vulnerabilidad potencial, estimada según la mayor área en amenaza por inundación por desborde de cauce alta a muy alta, derivada de un evento de precipitación intensa con período de retorno de 100 años

Dato	Info. REDATAM	Datos georreferenciados de Observatorio Pudahuel Seguro (2019)	Observaciones
N° de habitantes residentes en la zona de peligro por inundación o en zonas de su influencia	4.155	6.429	
Habitantes menores de 15 años de edad	970	1.561	
Habitantes de 65 o más años de edad	319	451	O. Pudahuel Seguro: alrededor de 350 están jubilados, son pensionados o rentistas.
Cantidad de hogares monoparentales	122	-	Los datos georreferenciados no poseen información sobre los hogares en concreto, por lo que la cantidad de hogares monoparentales sólo es de referencia en la zona rural de Pudahuel, transparentable gracias al software REDATAM.
N° de hogares de estrato social bajo	103 viviendas que son mediaguas, chozas o carpas. 8 casas de adobe. 20 casas con murallas de materiales precarios (lata, cartón, plástico). 10 casas con techos de materiales precarios (lata, cartón, plástico). 2 casas sin cubierta sólida de techo. 28 casas con piso de capa de cemento sobre tierra. 19 casas con piso de tierra.	1.152	O. Pudahuel Seguro: Los casos se concentran en El Noviciado y El Cambucho (sector interno de Noviciado).
Origen de extracción del agua	418 hogares dependen de pozos o norias; 143 de camiones aljibe y 3 la obtienen directo de un río, estero o canal.	18 hogares obtienen el agua directamente desde un río, estero o canal.	O. Pudahuel Seguro: todos estos casos se dan en la localidad de Noviciado.
Escolaridad más alta aprobada de la población	1.564 habitantes tienen educación básica completa, 33 especial/diferencial, 89 kínder, 72 prekínder, 74 sala cuna.	1.738 habitantes tienen educación básica incompleta.	
Población económicamente activa	2.038	4.230	

Dato	Info. REDATAM	Datos georreferenciados de Observatorio Pudahuel Seguro (2019)	Observaciones
Habitantes con movilidad reducida, asistida, no videntes, etc.	-	-	No se hallaron datos censales en esta materia.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2017 procesados en software REDATAM, incluyendo datos censales por manzana, georreferenciados del Observatorio Pudahuel Seguro (2019).

Una forma de sintetizar la vulnerabilidad es en base al índice de Connor y Hiroki (2005) conocido como *Flood Index Vulnerability (FVI)*, traducido como Índice de Vulnerabilidad ante Inundaciones, no obstante, en fines de lo obtenido para esta investigación, conceptualmente se habla de un índice de amenazas ante las inundaciones. La aplicación de este resulta siempre y cuando se contengan los mismos tipos de datos sobre dos o más inundaciones históricas en un área de estudio dada, siendo un índice que permite un análisis del aumento o disminución de la vulnerabilidad en una cuenca, resultando un instrumento facilitador para los tomadores de decisiones. La mayor proximidad de dicho índice al área de estudio de esta investigación se puede resumir de la siguiente manera:

Tabla N°19: Indicadores para el FVI, traducido y aplicado al área de estudio²²

Componente	Factor	Indicador	FVI _H	FVI _M
Meteorológico	Lluvia intensa	Frecuencia de lluvias intensas	○	●
Hidrogeológico	Velocidad de inundación	Descarga específica	●	●
	Volumen de inundación			
	Corriente	Número de sistemas frontales con temporales	○	○
Social-económico	Población y activos	Población en llanura aluvial	★	●
		Propiedades en llanura aluvial	●	★
	Saneamiento	Tasa de mortalidad infantil	○	●
	Evacuación	Tasa de población anciana e infantil	●	●
		Tasa de penetración de la TV	●	●
		Estado del pronóstico de sistemas frontales	○	○
	Tasa de población con educación media completa	●	○	

²² FVI_H: Índice de Vulnerabilidad ante Inundaciones con impactos a escala humana.

FVI_M: Índice de Vulnerabilidad ante Inundaciones con impactos a escala económica o material.

○: Indicadores considerados

●: Indicadores para la ecuación

★: Variable objetiva

Componente	Factor	Indicador	FVI _H	FVI _M
Contra medidas	Infraestructura de control de inundaciones	Monto de inversión para obras fluviales	●	●
	Medidas no-estructurales	Estado de las medidas no-estructurales	○	○

Fuente: Extraído y adaptado de Connor y Hiroki (2005).

Para el cálculo del FVI, en un caso hipotético donde se dispone de todos los datos necesarios, se aplica un análisis de regresión lineal múltiple sobre distintas variables objetivas para representar los impactos tanto humanos (FVI_H) como materiales-económicos (FVI_M):

Tabla N°20: Ecuaciones básicas de FVI y descripción de variables

$FVI_H (Y/X_{pop}) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + a_0$
$FVI_M (Z/X_{pro}) = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + b_0$
X _{pop} : Población total en la llanura aluvial
X _{pro} : Propiedades totales en la llanura aluvial (en millones de yenes [¥] moneda japonesa)
X _n : Los otros indicadores en la tabla
Y: Total de víctimas (damnificados)
Z: Costo de los daños (en millones de yenes [¥] moneda japonesa)
a ₁ y b ₁ -b _n : Coeficientes de regresión lineal (según lo determinado por el análisis de regresión)

Fuente: Elaboración propia en base a Connor y Hiroki (2005).

El análisis multivariable para el cálculo del FVI produjo las siguientes ecuaciones:

Tabla N°21: Ecuación resultante para el FVI en impactos a escala humana, con datos disponibles aplicados al área de estudio

Ecuación con descripción de variables	Datos disponibles y aproximados del área de estudio
$FVI_H (Y \times 10^6) / (X_{pop}) = -0,38140x_1 - 42,96608x_2 - 0,34078x_3 + 16,73267x_4 + 0,14879x_5 - 57,92870$	
Y: Total de víctimas (damnificados)	Y ≈ 9.500 (inundación del año 2002) ²³ ≈ 1.400 (inundación del año 1984)
X _{pop} : Población total en la llanura aluvial	X _{pop} = 3.395 (sector rural, en el año 2002) ≈ ±3.600 (sector rural, en el año 1984)
x ₁ : Tasa penetración de la TV (%)	x ₁ <43% (año 2002 ²⁴) <5% (año 1984)
x ₂ : Monto de inversión para obras fluviales (cada 100 millones de yenes [¥] moneda japonesa)	Datos no transparentados en el sitio de la municipalidad ni en el sitio de mercado público.
x ₃ : Porcentaje de la población que completó la educación media	x ₃ = 26,2% (año 2002) = ±15,2% (año 1984, base Censo 1982)

²³ Se especifica que fueron alrededor de 9.500 personas damnificadas por un desborde del estero Lampa (ver tabla N°12), sin embargo, en el año 2002 la población rural de Pudahuel era de 3.395 habitantes, por lo que se infiere que dicha cantidad de afectados es una contemplación de la comuna en total; no exclusivamente del sector rural.

²⁴ Es una estimación retrospectiva de los porcentajes disponibles para Chile, según el sitio de *Statista: Pay TV penetration in Chile*, para el año 2010 recién se alcanzó un 51,84% de tasa de penetración de la TV y, según el Consejo Nacional de Televisión (CNTV) esta tasa no pasaba del 43% en el año 2008; considerando que el área de estudio se investiga en base a eventos ocurridos antes de dicho año, y en un sector rural, es que se estiman los porcentajes mostrados en la tabla N°21.

Ecuación con descripción de variables	Datos disponibles y aproximados del área de estudio
x4: Porcentaje de la población de tercera edad (65 años de edad o más)	x4= 5,9% (año 2002) = ±4,6% (año 1984, base Censo 1982)
x5: Descarga específica (m³/s / 100km²)	No existen estos datos específicos para ninguno de los eventos de inundación investigados en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, con adaptación en base a Connor y Hiroki (2005) con cruce de datos de Boettiger (1987), INE (1982, 2002), sitio *Statista* (s/f) y Consejo Nacional de Televisión (CNTV, 2014).

Tabla N°22: Ecuación resultante para el FVI en impactos a escala económica-material, con datos disponibles aplicados al área de estudio

Ecuación con descripción de variables	Datos disponibles y aproximados del área de estudio
$FVI_M(Z)/(X_{pro}) = -0,00029x_1 - 0,0007926x_2 + 11,20716x_3 + 4,55142 \times 10^{-6}x_4 + 0,14879x_5 + 0,0215$	
Z: Cantidad de daño (en millones de yenes [¥] moneda japonesa)	No existen estos datos específicos para ninguno de los eventos de inundación investigados en el área de estudio.
X _{pro} : Número total de propiedades en llanura aluvial (en millones de yenes [¥] moneda japonesa)	No existen estos datos específicos para el contexto de las inundaciones investigadas en el área de estudio.
x1: Tasa penetración de la TV (%)	x1 = 73,02% (actualidad) <43% (año 2002) <5% (año 1984)
x2: Monto de inversión para obras fluviales (cada 100 millones de yenes [¥] moneda japonesa)	Datos no transparentados en el sitio de la municipalidad ni en el sitio de mercado público.
x3: Frecuencia de lluvias intensas (número de días del año en que caen 100mm de precipitación o más)	La frecuencia dada en los años 1984 y 2002 no implica que en un marco de 24 hrs. haya precipitado 100mm de lluvia, sino que en un período entre las 48 y 72 hrs. la precipitación sobrepasa dicha cantidad. En ambos eventos sucedió que tras al menos 3 días se superó ese límite, generando desborde de cauce y, por consiguiente, inundaciones.
x4: Descarga específica (m³/s / 100km²)	No existen estos datos específicos para ninguno de los eventos de inundación investigados en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, con adaptación en base a Connor y Hiroki (2005), con cruce de datos de sitio *Statista* (s/f) y Consejo Nacional de Televisión (CNTV, 2014), Dirección General de Aguas (DGA, s/f) y Dirección Meteorológica de Chile (DMC, s/f).

Como se ha podido apreciar, existe un déficit de datos necesarios para realizar el cálculo del FVI, lo que además se complejiza ya que es un índice que requiere de datos de distintos eventos de inundación a lo largo de la historia de una determinada cuenca, para poder obtener un coeficiente de determinación y así poder predecir futuros resultados y/o probar una hipótesis. No obstante, se pueden dilucidar distintas observaciones: en palabras de los autores Richard Connor y Keiichi Hiroki, la ausencia de datos es algo esperado a la hora de calcular el índice para una determinada cuenca, ya que se requieren datos históricos y específicos; el área de estudio en la que se basan los autores, aquella en la que se aplica el FVI, son distintas cuencas de Japón, de donde

existen los registros necesarios de datos, existe la situación de que hay algunos “vacíos” de datos, pero para ello se puede utilizar el método de promediar los datos existentes de eventos anteriores y posteriores, o también extrapolar. Se ha evidenciado que el FVI en impactos a escala humana es más sencillo de determinar, de acuerdo a los datos disponibles para el área rural de Pudahuel, aunque de igual manera, existe ausencia de algunas variables relevantes, de las que no hay registro histórico hasta la fecha.

El coeficiente de determinación de la ecuación del FVI_H es de 0,98, vale decir, en el caso hipotético de contar con los datos suficientes, tendría una aproximación muy cercana a la realidad a la hora de determinar la vulnerabilidad en una cuenca de forma coherente. El índice de penetración de la TV también juega un rol fundamental en ambas ecuaciones; en la práctica, el acceso a la televisión ayudaría considerablemente a la población en estar alerta a las advertencias tempranas de inundaciones y posibles planes de evacuación o preparación. Se puede inferir también, que el FVI puede ser mayor en las zonas rurales (como lo es el área de estudio) en comparación a las zonas urbanas, dado que en las zonas rurales habría menos obras fluviales en comparación a las zonas urbanas, esta inferencia cobra relevancia dado que en esta investigación se ha entrevistado a distintos actores clave y, uno de ellos, que es el presidente de la Junta de Vecinos de El Noviciado, ha mencionado que se han hecho obras fluviales favorables al aeropuerto Comodoro Arturo Merino Benítez, pero tales obras no han sido vinculantes con el territorio comunal hacia el poniente, lo que generaría problemas de acumulación de aguas entre el sector de Noviciado, Carén y Las Lilas. Aunque históricamente el sector de El Cambucho ha sido el más afectado por inundaciones al localizarse en un área mayormente deprimida dentro de El Noviciado (Fotografía actual N°1 en Anexos), en eventos conocidos como el del año 1984, reiterándose el desastre en 1987 y posteriormente en 2002. Si bien se han realizado obras de mejoramiento para la circulación del agua, como en la Villa Couso, estas no han sido probadas por lo que no han podido garantizar su efectividad.

Un aspecto importante es considerar la perspectiva de los actores clave relacionados al área de estudio, puesto que en su cotidianeidad han sido testigos de desastres, hoy ya históricos en la zona, y también deben sobrellevar y adaptarse a amenazas nuevas que han ido surgiendo por la continua dinámica en la configuración del territorio, en este caso por la multiplicación de los loteos irregulares con el paso de los años, los que conllevan a nuevas problemáticas, de modo que surgen también nuevas vulnerabilidades en la zona rural de Pudahuel. En distintas entrevistas realizadas para esta investigación, los actores clave han expresado que con el paso de los años, en el presente siglo, ha surgido la problemática de la sequía; con lo que el municipio debe actuar en favor a la comunidad rural mediante abastecimiento por camiones aljibe; tanto Hugo Vera, encargado técnico de la Dirección de Protección Civil y de Seguridad Pública de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, como Carolina Seguel, Concejala Rural de Pudahuel y Presidenta de la Comisión de Medioambiente del mismo municipio, afirman que en la zona rural de la comuna hay un déficit de servicios básicos. El primer actor mencionado hace énfasis en que la vulnerabilidad también se refleja en que no hay servicios policiales en el sector rural, o sólo se cuenta con un cuartel de bomberos y una posta (CECOSF); mientras que la segunda añade también que la vulnerabilidad se refleja en la masificación de la subdivisión irregular de loteos, donde algunos nuevos habitantes se cuelgan de los suministros de electricidad, produciendo sobrecargas y,

por consiguiente, incendios, generando una situación de exposición a las viviendas cercanas además que, por el aumento de estos loteos brujos, cada vez están más cercas unas de otras.

Entre los actores clave, tres son habitantes de la zona rural de Pudahuel: Carolina Seguel, Claudia Rebolledo quien es la presidenta del Comité de Emergencia Rural y trabaja en el Centro Comunitario de Salud Familiar (CECOSF) de Noviciado y Rafael Poblete que es el presidente de la Junta de Vecinos de la misma localidad. Los tres actores representantes de distintas entidades sostienen que la población del sector rural ha aumentado al menos un 50% evidenciándose, entre otras cosas, en la masificación de loteos en los últimos años, en mapas de calor por la instalación de medidores eléctricos en los hogares y en el aumento de la circulación de automóviles entrantes y salientes del área.

La concejala Carolina Seguel añade que la zona rural de la comuna es utilizada como un basural y una suerte de “patio trasero” de Pudahuel, catalogándose como una zona de sacrificio, y que se ha producido contaminación de las napas freáticas, por acción de la empresa de tratamiento de residuos *Hidronor*. En palabras de la concejala, si en un futuro se concretan los PDUC Urbanya y Praderas, sería un despropósito ya que el problema de la sequía y la contaminación de napas estaría afectando a alrededor de unos 75 mil nuevos habitantes, siendo una situación que ya impacta a los reconocidos nuevos habitantes de los loteos brujos, muchos de ellos inmigrantes en condiciones desfavorables. La municipalidad cuenta con dos camiones aljibe, y en las situaciones más adversas, como por ejemplo que uno no circule por problemas técnicos, ha dejado a habitantes desabastecidos de agua por 21 días. Carolina Seguel reconoce que, a nivel municipal, la subdivisión irregular de loteos es un problema grave, hay ventas de terrenos de menos de 1000 m² con derecho, pero no asegura que el terreno se inscribirá a un nuevo propietario (falla la regularización). También afirma que los problemas de inundabilidad afectan a los antiguos habitantes, ya que esta condición, informada y con zonas delimitadas, impide el que algunos parceleros y agricultores dependientes del trabajo en la tierra puedan generar cooperativas o pequeñas empresas, generándose en ese caso otro tipo de vulnerabilidad. En caso de emergencia ante un desastre, el municipio ofrecería ayuda sin discriminar si la vivienda está regularizada o no.

Claudia Rebolledo sostiene que ha aumentado la población habitante de loteos irregulares, siendo una problemática social actual, el riesgo aumentaría por factores desencadenantes como lluvias generadoras de desbordes de los cauces. El comité que ella preside actúa con planes de contingencia avalados por el Departamento de Gestión de Riesgos del municipio, y últimamente han surgido problemas por incendios producidos por sobrecargas eléctricas de viviendas hechas de materiales ligeros, y que al mismo tiempo están cada vez más juntas. Actualmente la comunidad enfrenta un aumento de la población, donde las personas al no tener roles propios, no pueden optar a beneficios. El aumento de la población se da en un contexto de sequía del medio, por lo que el Comité de Emergencia Rural debe actuar ante distintos peligros, en invierno prestar atención a los cauces en días de lluvia (si es que hay), y en verano prestar atención a las zonas concentradas de viviendas, tanto ante el riesgo de incendios por sobrecarga eléctrica, como al riesgo por incendios en zonas de pastizales (donde el municipio actúa en conjunto con la CONAF). Bajo este marco, Claudia Rebolledo reconoce a su entorno (el área de estudio) como un área en riesgo y, en sus palabras, con una población creciente y muy vulnerable, debido a que los organismos tomadores de decisiones no contemplan una normativa que otorgue el equipamiento de nivel

adecuado para abastecer a la población que hay. Un ejemplo es la posta rural donde la entrevistada cumple sus funciones, el establecimiento inició su actividad en los años 90, posterior a ello, la zona donde se localiza dicho centro de salud se decretó como inundable y, por ende, no se puede presentar proyectos de ampliación o para edificaciones nuevas, siendo un establecimiento de suma importancia para la comunidad, en especial para adultos mayores crónicos. La presidenta del Comité de Emergencia Rural también hace mención de que el suelo es de uso silvoagrícola, sin embargo, ya no se usa con dicho fin; los parceleros ya no realizan su actividad económica de origen y algunos de ellos comenzaron las subdivisiones irregulares de los loteos, llegaron habitantes nuevos y eso produjo un “choque cultural”, dado su desconocimiento de los peligros a los que son vulnerables. Hay cada vez más allegados en el sector y la demanda por vivienda, educación y salud va en aumento, pero por la problemática de la no regularización de lo primero, afecta en el bajo abasto de las dos últimas materias.

Rafael Poblete, residente al final de la calle Bernardo O’Higgins, hacia el poniente de El Noviciado (en un sector elevado en comparación al resto de la localidad), ha sido testigo de tres inundaciones en la zona rural de su comuna, quedando aislado por dos meses²⁵ en el desastre de 1987 y un mes en el del año 2002, junto con otras dos familias (sumando un aproximado de 12 personas aisladas), también menciona que desde las quebradas del cerro aledaño a su vivienda se sintió el flujo gravitacional de detritos, sumándose así otro peligro desencadenado por las precipitaciones fuertes y constantes de los años mencionados. El presidente de la Junta de Vecinos de El Noviciado a su vez, reconoce que la localidad ha tenido una suerte de explosión demográfica por subdivisiones de loteos que se vendieron a bajo costo, una actividad irregular que, en sus palabras, se hizo muy común en la última década, y de esa manera se sobrepobló el *Cambucho* (sector interno en la localidad de El Noviciado), no obstante, dicha actividad se atenuó con la llegada de algunas empresas privadas al sector, con lo que el costo de los terrenos empezó a subir sostenidamente. El poblador entrevistado, basándose en un catastro realizado para la instalación de fibra óptica en la localidad, estima que en la actualidad hay alrededor de 3.500 viviendas, y con ello estima a su vez que hay cerca de 7.500 habitantes, siendo al menos la mitad de esa cifra residentes nuevos (desde el año 2017), y ese es el mayor factor de vulnerabilidad, ya que en su percepción la venta de loteos brujos es el problema más grave de El Noviciado, reconociendo su entorno como una zona de peligro por inundación que, no obstante, se trabaja con el municipio para abordar las problemáticas mediante propuestas.

La vulnerabilidad presente en el área rural de la comuna de Pudahuel, entre otras cosas, es una consecuencia directa del modelo de desarrollo y uso actual del territorio, en una expansión creciente del factor humano, que ha sido demostrado tanto en la evidencia del aumento de edificaciones en loteos irregulares como en la percepción de habitantes antiguos y los actores clave entrevistados. El factor de la vulnerabilidad en el complejo escenario de riesgo por inundación responde a una directa relación con la exposición a dicha amenaza, con un grado de deterioro y también de resistencia y con una incierta

²⁵ Rafael Poblete en la entrevista menciona que cuando en el evento de 1987 recién pudo salir de su vivienda, debió ser a lomo de un caballo, y el agua de la inundación le llegaba al cuello al animal, en dicho desastre el agua destruyó un puente, y el ahora presidente de la Junta de Vecinos, fue testigo de muchos habitantes de su comunidad que esperaban rescate en el tejado de sus viviendas (ver fotografías de la vista desde su vivienda hacia el Noviciado en Anexos).

preparación ante una reiteración de estos históricos eventos hidrometeorológicos. A nivel tanto institucional como comunitario se debe buscar maneras de reducir la vulnerabilidad, o más bien, aumentar el factor de resiliencia con la implementación de medidas estructurales y la práctica de medidas no estructurales, es decir, culturales (Ferrando, s/f).

En síntesis, en el área de estudio existen amenazas antiguas y nuevas, representando a la vez una vulnerabilidad histórica comunal como una incipiente ante adversidades nuevas que son producto del contexto regional actual (sequía) más la población que continuamente arriba a la zona rural, por ende, tanto por los análisis de las condicionantes de vulnerabilidad en el área de estudio como por lo mencionado por los actores clave residentes del área, se corrobora la hipótesis de esta investigación, siendo el factor de amenaza los peligros como las inundaciones por desborde de cauce, flujos de detritos, los incendios, adversidades derivadas de la sequía, entre otros; el factor de exposición las subdivisiones irregulares de loteos (o loteos brujos) y el factor de vulnerabilidad de los habitantes antiguos y nuevos de la zona rural²⁶.

3.4 El rol de la Gestión de Riesgo de Desastres, hacia una gestión prospectiva y una planificación vinculante

En la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), el Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, concerta que la evaluación del riesgo se define en *“reducir los riesgos de desastre y promover una cultura de resiliencia consiste en conocer las amenazas y los factores físicos, sociales, económicos y ambientales de vulnerabilidad a los desastres a que se enfrentan la mayoría de las sociedades, así como la evolución de las amenazas y los factores de vulnerabilidad a corto y largo plazo, para luego adoptar las medidas oportunas en función de ese conocimiento.”* (EIRD, 2005). Lo anterior se puede aplicar en el área de estudio, en base a que desde el municipio de Pudahuel hacia la comunidad rural se desarrollan actividades esenciales, y para entender el rol que se cumple y el tipo de gestión de riesgo que se pretende aplicar, se entrevistó a Hugo Vera, encargado técnico de la Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública; y a María Elena Opazo, jefa del Departamento de Gestión de Riesgos, ambas direcciones son de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel. La resiliencia que se pudo estimar tanto por las entrevistas realizadas a estas entidades como por lo mencionado en las entrevistas con las entidades comunitarias de la zona rural se sintetiza en la siguiente tabla:

²⁶ Obviando que la vulnerabilidad en esta investigación se consideró en la cantidad de habitantes menores de 15 años de edad cumplidos y los mayores de 65 años, entre otros.

Tabla N°23: Resiliencia potencial según los recursos municipales y comunitarios

Tipo de recurso	Descripción	Aplicación en contexto	Entidad entrevistada/consultada
Capital social	Cooperación entre personas ante la ocurrencia de un desastre, esto puede estar sujeto a relaciones afectivas, de amistad, parentesco, etc. (Pelling, 1998; Cannon, 2000; Smit et al., 2001).	Repartición de tareas como observación del comportamiento del caudal desde distintos puntos dentro de la zona rural, reunión de personas de tercera edad ante un caso de alerta (temprana), o juntar a dicho grupo etario post-desastre (en caso de uno desencadenado de forma inmediata como un terremoto), comunicación aceptable y de buena conectividad dada la nueva fibra óptica, existen grupos organizados presencialmente como organización de mujeres, una entidad ambiental (Tierra protegida), alrededor de tres organizaciones de adultos mayores, comités de allegados, comité de emergencia rural, entidades que organizan reuniones territoriales y grupos organizados vía remota, utilización de plataforma <i>WhatsApp</i> entre vecinos.	Rafael Poblete Astorga, presidente de la Junta de Vecinos de Noviciado. Claudia Rebolledo, presidenta del Comité de Emergencia Rural. Carolina Seguel Hidalgo, concejala rural activa en el municipio, presidenta del Comité de Medioambiente.
Capital financiero	Ahorros, préstamos, seguros (Chambers y Conway, 1992; Smit et al., 2001; Wisner et al., 2004; Buckle, 2006); en base a esto último, se entiende que al ser subdivisiones irregulares de loteos puede ser difícil el acceso a seguros por el hecho de tener derechos de uso, pero no de propiedad.	El municipio no se encarga de generar préstamos, pero si algunos beneficios, lo que sucede solamente si la vivienda está regularizada, osea beneficios exclusivos para personas con roles propios, la gestión en cuanto a préstamos y seguros ya pasa a depender de particulares y de cada caso de cada vivienda, dependiendo del poder adquisitivo de cada familia.	Claudia Rebolledo, presidenta del Comité de Emergencia Rural.
Información	Información transparentada sobre las amenazas latentes, sobre unidades de socorro, conocimiento de infraestructura tanto crítica (hospitales, consultorios) y de salvamento (como colegios), alertas tempranas, entre otros (Pelling, 1998; Smit et al., 2001; Buckle, 2006).	La información sobre los peligros, amenazas y riesgos específicos están transparentados en el sitio web de la municipalidad a través de transparencia activa, también se hacen actividades en terreno donde existe comunicación con los habitantes de la zona rural, la idea es siempre dar por materia sabida los peligros específicos como una "Ley", los sistemas de alerta temprana son provistos por el Departamento de Gestión de Riesgos de la municipalidad, los sistemas de alerta temprana se disponen para los eventos adversos de manifestación lenta aunque aún no se ha podido probar su eficiencia ante eventos como las inundaciones, y es materia que constantemente se debe ir informando sobre todo a los habitantes nuevos. Hay conocimiento sobre la infraestructura crítica en materia de centros de salud como el CECOSF, hogares de ancianos y algunos predios industriales; la infraestructura de salvamento en tanto, se contempla con tres establecimientos educacionales que pueden servir de albergue, no obstante, en caso de inundación no cumplen dicha función ya que en ese caso se opta por la evacuación de la población.	Hugo Vera Peralta, encargado técnico de la Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública de la Municipalidad de Pudahuel. María Elena Opazo, jefa del Departamento de Gestión de Riesgos de la Municipalidad de Pudahuel.
Instituciones de apoyo del Estado	Provisión y estructuras distributivas de bienes básicos ante desastres (Bolin y Stanford, 1998; Cannon, 2000; Smit et al., 2001; Wisner et al., 2004). Por ejemplo, la municipalidad con asistencia sanitaria y socorro, cursos de primeros auxilios y CERT de la Municipalidad de Pudahuel.	El municipio se encarga de repartir bienes básicos a la comunidad, en el contexto actual se demuestra en la distribución de agua potable mediante camiones aljibe, hacia el sector rural, y la asistencia sanitaria se da con la repartición de amonio cuaternario desde las dependencias del municipio, por el contexto pandémico derivado del virus SARS-CoV-2. Para casos de desastre, el municipio brinda asistencia con albergues, primeros auxilios donde aplican metodologías CERT, a su vez, el municipio en sus dependencias constantemente capacita en cursos CERT a todo habitante de la comuna que asista de forma voluntaria, ofreciendo dicha capacitación con materiales de apoyo y guías para su instrucción, con el fin de que a nivel comunitario se genere una respuesta ante cualquier tipo de desastre. Estructuralmente el municipio dicta oficios que ordenan la instalación u ornamentación de infraestructuras fluviales, sacos de arena, diques de contención, obras de canalización y limpieza en los esteros Las Cruces y Lampa. Ante eventos que requieren rescate el municipio actúa parcialmente con estrategias de movilización y evacuación, no obstante, la evacuación también depende de colaboración del estado con rescatistas especializados (con vehículos especializados, como helicópteros o sodiak).	Hugo Vera Peralta, encargado técnico de la Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública de la Municipalidad de Pudahuel. María Elena Opazo, jefa del Departamento de Gestión de Riesgos de la Municipalidad de Pudahuel.
Ambiente	Sustento de los servicios ecosistémicos y cómo podrían colaborar con la mitigación de impactos por desastres (Chambers y Conway, 1992; Wisner et al., 2004).	Existen investigaciones sobre planificación en base a zonas inundables, donde hay propuestas de zonificar a los lados de un cauce, las zonas de riveras deben tener una canalización si es posible con paredes altas, y externo al cauce pueden hacerse trabajos de reforestación, considerándose una zona de amortiguación como medida mitigadora.	No fue tema de consulta en las entrevistas realizadas.

Fuente: Elaboración propia, adaptada en base a Pelling (1998), Cannon (2000), Smit et

al. (2001), Salas y Conway (1992), Wisner et al. (2004), Hevilla (2006), Bolin y Stanford (1998) en Hufschmidt (2011) con integración de entrevistas realizadas en terreno.

La percepción del riesgo a nivel de la gestión de este mediante políticas, es algo que ha ido modificándose con el paso del tiempo y con la experiencia ya vivida de los desastres en los territorios, existiendo una noción generalizada sobre la peligrosidad al menos para las experiencias del siglo pasado.

Tabla N°24: Evolución de la percepción social sobre los peligros (amenazas) durante el siglo XX

Período	Actitud social ante el riesgo	Políticas ante los desastres naturales
Hasta la década de los 60 (s. XX)	Respeto al medio y su dinámica, adaptación del hombre y sus actividades a las condiciones de la naturaleza.	Medidas curativas post-desastre.
Décadas del 60 y 70 (s. XX)	Ruptura de la dinámica natural por parte del hombre. Actitud de superioridad del hombre frente a la naturaleza: <i>“si el hombre puede llegar a la Luna, como no va a poder dominar la naturaleza”</i> .	Medidas curativas post y pre-desastre.
Desde la década de los 80 (s. XX)	Reconocimiento del deterioro ambiental causado por el hombre. Llamamiento, desde la racionalidad científica, a la adopción de medidas de reducción de desastres compatibles con el medio. Adopción de medidas de ordenación racional de usos en el territorio.	Medidas preventivas. Sistema de alerta temprana. Ordenación racional del territorio. Medidas curativas post-desastre.

Fuente: Extraído de Ayala-Carcedo y Olcina (2002).

En el contexto chileno, la Gestión del Riesgo en la segunda mitad del siglo XX, especialmente en las décadas de los 60 y los 70, se orientaba a estrategias nacionales en base a ventajas comparativas por cada región; con el modelo económico neoliberal en los años 80 la orientación no necesariamente fue la misma, pero a partir de los 90 comenzó a ser relevante el nivel local o comunal, con una creciente participación de la comunidad, la que a su vez necesita de una institucionalidad fuerte para responder a las necesidades de cada territorio. Las políticas de planificación donde se consideró la incorporación de los riesgos propios de cada territorio fue un proceso gradual durante el siglo XX, a modo de respuesta ante los desastres de magnitudes mayores (al menos hasta los años 70) donde se dependía de medidas curativas post-desastre, en una típica gestión reactiva del riesgo, con el modelo de desarrollo impuesto desde la dictadura se aprobó el PRMS en el año 1994 dando lugar a cambios en las comunas, no obstante, dicho instrumento pasó a flexibilizar sus normativas con la aparición de otras formas de planificación como las Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado (Zoduc) donde los agentes inmobiliarios privados se vieron favorecidos (Rugiero y Wyndham, 2013).

En el área de estudio de esta investigación se plasma de manera muy similar lo que ha sido la Gestión de Riesgos de Desastres en el territorio nacional a lo largo de su historia, al menos

desde el siglo XX, ya que tras eventos adversos como las inundaciones, las medidas tuvieron una transición de reactivas (curativas post-desastre) buscando entrar a la materia de la gestión correctiva, lo que se demuestra en las obras fluviales del sector rural mencionadas por las entidades del municipio entrevistadas, después de los fuertes eventos de los años 80 y del desastre del año 2002. A ciencia cierta no se puede saber la efectividad de las obras hidráulicas presentes en el área de estudio, ya que estas comenzaron su ejecución posterior a los desastres ocurridos, y desde el año 2002 no ha vuelto a suceder un período prolongado de precipitación que sea comparable al que precedió a dicho evento. Dicha incertidumbre también la tienen entidades entrevistadas: la jefa de Departamento de Gestión de Riesgos de la Municipalidad de Pudahuel y la presidenta del Comité de Emergencia Rural, en palabras de la primera; el riesgo en la zona rural de la comuna se define como alto, sobre todo por la poca comprensión del riesgo por parte de los habitantes nuevos y el desentendimiento de las distintas amenazas en la práctica (incendios por sobrecarga eléctrica y loteamientos en una zona inundable, por ejemplo), por esa razón es que María Elena Opazo define que abordar las problemáticas de los desastres en la zona rural de Pudahuel es más importante que todos los otros problemas, a pesar de que la comuna es bastante grande (es la segunda más grande del Gran Santiago) y puede presentar numerosas problemáticas, además de no percibir a la comunidad preparada ante un evento adverso de gran escala. Por ende, es que desde el Departamento de Gestión de Riesgos se busca tender a una gestión prospectiva del riesgo, a modo de frenar la creación de un riesgo futuro, no se conoce con certeza el factor que da la vulnerabilidad ya que no hay un catastro actualizado de viviendas, ni de habitantes totales en la zona rural²⁷, por lo que sólo se puede avanzar en medidas de mitigación y/o propuestas, trabajos que se deben hacer en una conjunción del municipio con la comunidad rural.

La gestión del riesgo actual en la comuna de estudio se considera del tipo correctiva, y se condice apropiadamente con lo que define Lavell et al. (2009): “(...) *se plantea como el conjunto de acciones tendientes a reducir el riesgo ya existente, ya sea que este resulte de prácticas y decisiones inadecuadas de uso y ocupación de territorio, y/o por cambios ambientales o sociales que tuvieron lugar con posteridad al desarrollo original de una comunidad*” (Lavell et al., 2009).

Las propuestas que se pueden entregar para la reducción y mitigación de los riesgos, aplicables al área de estudio y a la realidad que enfrenta al día de hoy, son transformaciones superficiales y radicales, como el reforzamiento de obras fluviales con paredes altas, en una continuación de la construcción en los lechos cercanos al aeropuerto (que solo benefician a ese sector al día de hoy) dichas construcciones deben dar protección ante crecidas por períodos continuos de precipitaciones intensas, y al mismo tiempo pueden brindar una solución de captación de aguas para las napas, y así proveer del recurso en períodos estivales y también los de sequía, además de servir como una fuente de captación ante eventuales incendios forestales o de edificaciones. Otra forma es una propuesta que se ha conversado entre actores clave como entes de las juntas de vecinos con municipales, donde se ofrecería regularizar loteos en un nuevo mínimo, pero cuyas viviendas se construirían en condiciones especificadas por el municipio y con aprobación del MINVU, como la construcción en altura (sobre un par de metros), a lo que se sumaría la responsabilidad comunitaria de la limpieza

²⁷ El conocimiento que hay en materia demográfica es solo estimativo, y no hay claridad de un porcentaje de representatividad en cuanto a población de adultos mayores, o de menores de 15 años de edad, por ejemplo.

continua de los canales y su mantenimiento, y sumarse a las iniciativas de instalación de medidores eléctricos que den abasto para las viviendas que ya existen.

Capítulo 4

Discusión

El trabajo investigativo sobre una correlación entre loteos irregulares con un contexto de multiamenaza no ha sido particularmente abordado con anterioridad, al menos en artículos científicos o investigaciones académicas, no obstante, si ha sido materia desglosada en investigaciones particulares de Chile, como lo es el documento de la comisión de la Asociación de Municipios Rurales (AMUR) de la Región Metropolitana de Santiago en “*Situación de loteos irregulares, Comisión de Vivienda y Bienes Nacionales. Honorable Cámara de Diputados*” (2018). Lo que sí ha sido abordado en investigaciones científicas/académicas es lo que conlleva una mala planificación del territorio bajo el contexto de una amenaza dada, que históricamente ha generado desastres a escalas comunales, como consecuencia de la ignorancia u olvido sobre la historia reciente en cuanto a eventos ocurridos.

Esta investigación ha aportado evidencias concretas de que la responsabilidad en los desastres como incendios o inundaciones recae en los habitantes (o loteadores), dada la realidad del área de estudio y, en definiciones expresadas por Bankoff (2003), Huppert y Sparks (2006), Ríos (2009) y Rojas con Martínez (2011) se demuestra que la interacción entre el medio ambiente y la sociedad, al crecer esta de forma explosiva, la hace susceptible a sufrir desastres naturales. Las evidencias son visibles en fotografías aéreas e imágenes satelitales que, al estudiarse en períodos de determinados años, han constatado sobre la masificación de loteos irregulares en una zona catalogada como inundable (Figuras N°6, N°7 y N°8 en Resultados 3.1.2 y Figura N°9 en Resultado 3.2). Es sabido que en la comuna de Pudahuel las inundaciones por desborde de cauce se remontan hace siglos, no discriminándose el impacto que estas causan sea cual sea el modo de habitar que exista. La Asociación de Municipios Rurales de la RMS (2018) clarifica que los loteos irregulares se localizan en áreas rurales, con altas probabilidades se situarse en zonas de riesgo para los asentamientos urbanos, lo que se puede complementar con lo dicho por Claudia Rebolledo (presidenta del Comité de Emergencia Rural de El Noviciado) ya que el uso de suelo permitido según la CONAF (2016) es silvoagrícola, mas no se acata dicho uso ya que numerosos parceleros ejercen irregularmente la actividad de lotear para vender terrenos para construcción de viviendas. Si bien la fotointerpretación de nuevos loteos irregulares en el área de estudio puede no ser suficiente, o no garantizar que todos los casos se tratan de viviendas, la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el Decreto Ley 3.516 enfatizan en que en un área fuera del límite urbano las superficies delimitadas de los terrenos no pueden ser inferiores a 5.000 m², además cabe mencionar que en lo afirmado por la Concejala Rural Carolina Seguel, el aumento de población en la zona rural de la comuna de Pudahuel es posible de evidenciarse en mapas de calor elaborados en un estudio para la instalación de medidores eléctricos en nuevas viviendas, además del explosivo aumento de automóviles entrantes y salientes del área en los últimos 5 años; otro testigo del aumento demográfico es el presidente de la Junta de Vecinos de El Noviciado, Rafael Poblete, que ha dado testimonio de un “boom” demográfico en la última década en el sector de El Cambucho (interior de El Noviciado).

En la actualidad la Región Metropolitana, así como gran parte del país, está bajo un contexto de sequía, lo que corresponde a la segunda tipología de evento climático más común en el país con un 20% de recurrencia, después de los temporales de lluvia con un 61% de recurrencia (Henríquez et al., 2016), la macrozona más afectada del país es justamente la Zona Central de Chile con un 38,5% de los casos en impactos derivados de temporales de lluvia y sequías, en cuanto a estas últimas, hace una década el país sufre los efectos de una sequía prolongada, por lo que se denomina como megasequía, siendo la de mayor magnitud en los últimos 60 años, siendo Chile el país con mayor riesgo en Latinoamérica; la ausencia de precipitación se expresa en un 77% de déficit hídrico (Fundación Aquae), en el área de estudio este riesgo climático aplica en actividades como la deforestación, a lo que se suma el crecimiento continuo y acelerado de la población, lo que influye en el aumento de los gases de efecto invernadero, sumando a esto además actividades como la planta de tratamiento de aguas *Hidronor*, que contamina las napas de agua de la zona rural de Pudahuel. Hugo Vera, encargado técnico de la Dirección de Protección Civil y de Seguridad Pública de la municipalidad de Pudahuel hace un detalle sobre esta situación en la actualidad, sosteniendo que la municipalidad se hace responsable de entregar agua a sectores rurales, mediante camiones aljibe, la comuna actualmente atraviesa por una problemática de escasez hídrica que afecta a todos por igual. Sin embargo, no se debe ignorar el hecho de que la sequía es un evento climático adverso, que es cíclico, al igual que los eventos de inundación mismos, los que ocurren con períodos de retorno dados y que, pese a que el umbral de frecuencia en cuanto a las inundaciones se amplíe con el tiempo, el riesgo aún está presente en el área de estudio. Ante otro eventual desastre de gran magnitud, la preparación del medio puede no ser la adecuada, dado que el área de estudio está en constante configuración, con aumento de viviendas, permeabilización del suelo y erosión de los mismos (Henríquez, 2009; CIREN, 2010; Romero y Vidal, 2010), el dominio mediterráneo en el país sigue siendo el que presenta mayor recurrencia de inundaciones fluviales asociadas a sistemas frontales (Rojas et al., 2014) y si, como sucede en el área de estudio por la no regularización de loteos irregulares, no hay un manejo adecuado de las obras fluviales ni de la llanura de inundación, el índice de escorrentía va a aumentar y las inundaciones incluso serán peores (Nirupama y Simonovic, 2007 en Rojas et al., 2014).

En el marco del cambio climático existe incertidumbre respecto a las consecuencias que pueden desencadenarse en materia de eventos en cuanto a amenazas hidrometeorológicas, cabe señalar que el área de estudio corresponde a una zona de “salida” en un complejo sistema de cuencas aportantes de caudales en la Región Metropolitana, si no confluyen aportes de caudales hay un déficit de agua en general, y si se está en un contexto de sequía, es más probable que hayan incendios, los que ya han sucedido en el área de estudio por diversos motivos, siendo la sobrecarga eléctrica uno de ellos (dada la concentración de viviendas en sectores que no dan abasto). Resulta incierto si con el cambio climático las inundaciones serán más o menos frecuentes, pero la realidad es que pueden volver a suceder, la historia lo ha demostrado así, y sus efectos adversos pueden ser severos por los drásticos cambios ambientales, sin embargo, pueden mitigarse sus impactos si se responde a una gestión prospectiva del riesgo. La masificación de loteos irregulares tiene una relación directa con la vulnerabilidad, al aumentar estos casos, si estos aumentan, la vulnerabilidad también y, por consiguiente, el riesgo.

Al situarse en una zona inundable, resulta complicado pasar las barreras de la burocracia, en el sentido de impedir el desarrollo para mayor capacidad de la infraestructura instalada, un ejemplo concreto es lo que menciona Claudia Rebolledo; resulta muy compleja la construcción de edificaciones nuevas o infraestructura que puede servir de salvamento o de servicios básicos, no se puede expandir el CECOSF o construir nuevos centros de salud o educacionales, ni otros servicios para habitantes nuevos; dado que la normativa regula de manera eficaz lo antes mencionado pero no los loteos irregulares, por ende, es posible inferir que una vez más es el mercado la entidad que manda (aunque no de manera legítima) ya que los loteadores privados siguen ejerciendo.

La política ante desastres naturales que hoy se aplica en la comuna de Pudahuel se condice con la definida por Ayala-Carcedo y Olcina (2002) en cuanto a la actitud social frente al riesgo predominante desde la década de los 80, dado que se reconoce un deterioro ambiental por acción antrópica en el área de estudio, se llama a un uso racional del territorio y una ordenación pertinente de este, por más que evidentemente esto no se cumple, el municipio busca capacitar a la población e ilustrar acerca de las amenazas, así como acerca de medidas preventivas con un constante trabajo con la comunidad en un sistema de alerta temprana, con medidas curativas post-desastre, lo anterior se complementa con lo definido por Lavell et al. (2009), se busca realizar acciones tendientes a reducir el riesgo existente, en consecuencia del mal uso del territorio posterior al desarrollo de una comunidad ya establecida, con lo que se puede reafirmar que la gestión del riesgo, en la zona rural de Pudahuel al menos, es de tipo correctiva.

Conclusiones

Con la presente investigación ha sido posible probar identificar los loteos irregulares en la zona rural de la comuna de Pudahuel, así como mostrar que se han multiplicado con el paso de los años. Lo que se ha podido evidenciar al comparar imágenes satelitales de los años 2014 (Figura N°6) y 2020 (Figura N°8), es que en ese período han aumentado un 105,5%, pasando de ser alrededor de 492 subdivisiones irregulares en 2014 a ser aproximadamente 1.300 para el año 2020, la visualización de este aumento también se puede hacer si se añade a la comparativa la fotografía aérea del evento de inundación del año 2002, donde se puede observar la zona del puente El Membrillo, cercano a localidades rurales como El Noviciado, Las Lilas y Peralito.

Sumado a lo anterior, se constata que los loteos irregulares se localizan mayoritariamente en zonas de distinto nivel de amenaza por inundación, las que en el área de estudio han sucedido históricamente por desborde de cauce, consecuencia de períodos prolongados de precipitación intensa. Las localidades rurales que presentan dicho peligro son (en nivel de la más a la menos expuesta): El Noviciado, Carén, Peralito, Aguas Claras, Las Lilas y Las Casas (Figura N°2 y Figura N°15). Cabe contemplar que las inundaciones por desborde de cauce son las más frecuentes en la macrozona de Chile Central, y corresponden al segundo desastre más recurrente en el país, siendo también el segundo desastre que más genera pérdidas en vidas humanas y en términos de pérdidas materiales, siendo superado sólo por los terremotos y tsunamis (eventos correlacionados); las inundaciones de mayor magnitud en el área de estudio ocurrieron en los años 1984, 1987 y 2002. Como menciona Henríquez et al. (2016), zonificar el riesgo resulta un complemento de gran importancia dado que así se permite estimar a

dónde se deben centrar los recursos de cuidado y las políticas públicas para apuntar a que una comunidad incremente su resiliencia.

La situación se complejiza una vez que se dilucida la realidad de que la población ha aumentado notablemente en la llanura de inundación, generando una comunidad altamente vulnerable dada la ignorancia del peligro al que el área está sometida, y la constante configuración territorial con actividades como la impermeabilización del suelo y su erosión. Las condicionantes de la vulnerabilidad de mayor relevancia son: el aumento de la población habitante en la zona en riesgo por inundación, habitantes menores de 15 años de edad, habitantes mayores de 65 años de edad, hogares de núcleo familiar monoparental, entre otros datos. Si bien el índice FVI se ha adaptado mayoritariamente a la amenaza en cuestión, no ha logrado dar un resultado claro, al no existir ciertos tipos de datos concretos necesarios para estimarlo, ya que se necesitan diversos tipos de datos de dos o más desastres de inundación ya ocurridos, lo que puede servir para tener en consideración en un futuro, sin embargo, los distintos actores clave entrevistados para esta investigación han clarificado que el área rural de Pudahuel es de la mayor prioridad en cuanto a las problemáticas por desastres socionaturales, pero a la amenaza ya existente se suman nuevas, por ejemplo, los incendios por sobrecargas eléctricas o aquellos que también pueden propiciarse debido a la sequía que existe actualmente, siendo otro riesgo climático al que la población es vulnerable. Con los factores de amenaza y vulnerabilidad estudiados y detallados se ha podido corroborar la hipótesis de esta investigación, el factor de vulnerabilidad en el área de estudio son las condicionantes antes mencionadas, las que van en aumento constante; el factor de amenaza son los peligros en el área de estudio, uno que resulta histórico como las inundaciones, mientras que se añaden nuevos peligros como la sequía y los incendios; el factor de exposición en tanto se condiciona por los loteos irregulares presentes en la zona inundable; y las capacidades instaladas corresponden a medidas estructurales como la infraestructura de salvamento (la que es escasa) y medidas no estructurales como el desglose de información hacia la comunidad complementada con capacitaciones dictadas por el municipio mediante el Departamento de Gestión de Riesgos.

La gestión del riesgo en la comuna en tanto es de carácter correctiva con una tendencia a ser prospectiva, esta debe velar por el cuidado ante posibles desbordes de cauce en el invierno, y prestar atención en los guetos rurales durante el verano ante posibles incendios por sobrecargas, así como mantener el cuidado en zonas de pastizales, a la par que prepara a la comunidad residente. En el punto de vista de actores clave relacionados al área de estudio, la vulnerabilidad resulta alta y de urgencia, ante la necesidad de una institucionalidad fuerte y que gestione periódicamente el riesgo, ante la llegada irregularizada de habitantes a una zona inundable por loteadores que no acatan la normativa preestablecida. El área de estudio, aún con la llegada abultada de nuevos residentes, presenta carencias en materia de servicios básicos, los cuales al mismo tiempo no pueden oficiarse de manera rápida, ya que existen barreras burocráticas, dado que en el marco de la legalidad no se puede edificar en el área de estudio ya que se categoriza como zona inundable.

Hasta ahora se puede afirmar que la planificación no ha sido del todo efectiva en su tarea de reducir el riesgo, ya que hay muchas flexibilidades a las normativas y puede dar la impresión de que los privados hacen lo que les conviene (irregularmente y fuera

de los parámetros legales), el panorama se complica si no se prospecta la suma de nuevas amenazas en los estudios y gestión, y si no se consideran las nuevas vulnerabilidades ante un contexto de cambio climático (Rugiero y Wyndham, 2013).

Aun con un contexto de sequía, se apunta a mitigar lo más posible sus impactos a los habitantes en su vivir y en sus actividades diarias, aclarado eso, no se puede ignorar u obviar que no ocurrirán inundaciones en el futuro, el área de estudio aún es inundable por las características físicas del medio y dicha amenaza aumentaría su magnitud si el uso del suelo sigue siendo inadecuado. Por ende, tanto los habitantes antiguos como los nuevos no deben hacer oídos sordos al riesgo histórico en la zona por más que se esté en un contexto de sequía, la memoria ante los desastres siempre debe prevalecer y tener presente con criterio, un ejemplo de ello es el corto pero intenso período de lluvia inusual sucedida en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo en el año 2015, la que podía verse con buenos ojos dado el contexto general de sequía y aridez de la macrozona, lo que transcurridas unas pocas horas desencadenó en un trágico flujo de detritos y la destrucción parcial resultante de poblados. El riesgo no se debe menospreciar, algo que la comunidad antigua lo sabe, mas no los nuevos habitantes.

Recomendaciones

Lo que se puede hacer al respecto es mitigar los impactos, con obras tangibles conocidas como “medidas estructurales”, que son las que engloban aquellas construcciones que buscan minimizar el impacto de la inundación o en el mejor de los casos evitarlo, no obstante, en el contexto actual solo se puede hablar de mitigación, ya que el factor humano es algo que ha ido en explosivo aumento, dejándose notar tanto por evidencias como imágenes satelitales, como en la percepción de habitantes antiguos, según quienes la población ha aumentado al menos un 50% desde el Censo de 2017, he ahí que se establece que la vulnerabilidad no es estática, sino que es evolutiva, acumulativa, por lo que su estudio en esta investigación se realizó con recopilación de datos documentales disponibles, y entrevistas a actores clave. La estimación de la vulnerabilidad debe ser contextualizada y si se quiere medir con efectivos índices, se debe contemplar datos específicos de dos o más eventos de desastre de inundación en años distintos.

La gestión de riesgo se constituye en políticas que faciliten el desarrollo sostenible en un marco de seguridad territorial, para mejorar la calidad de vida de comunidades en riesgo, por lo mismo es imperativo que esta se adecúe al área de estudio de manera correctiva con tendencia a ser prospectiva, para ayudar a generar una comunidad culturalmente resiliente, según Rodríguez-Gaviria (2016), en cuya investigación también existe la figura de los municipios en la gestión del riesgo, las autoridades municipales deben ser una figura fuerte para favorecer a la comunidad, articulando una planificación vinculante con la misma, pero en búsqueda de atenuar las condicionantes de vulnerabilidad o mejor dicho, generar los mecanismos para la mitigación de los impactos ante un desastre, ahí entran en rol las medidas estructurales, lo que en propuestas concretas son estructuras de sistemas de drenaje, el área de estudio cuenta con canalizaciones artificiales que con el mantenimiento y uso adecuado pueden servir como obras de avenamiento, y hasta aprovechamiento del agua, que puede ser de utilidad en tiempos de sequía así como una fuente para reactivar la economía típica del suelo

silvoagrícola del área. Muchas canalizaciones de Pudahuel, e incluso secciones de los mismos esteros Carén y Lampa, por ejemplo, se encuentran obstruidas ya sea por vegetación o por escombros y basura; en el primer caso es deber del Ministerio de Obras Públicas el desmalezar el área donde el agua debería escurrir en un evento; y en el segundo caso, el deber de retirar los escombros y/o basura de los canales o cauces está en manos del municipio. Las denominadas “medidas no estructurales” son atinentes a las políticas y educación de la población en cuanto a los desastres y las medidas a seguir, en ese caso también el municipio ejerce un rol de instructor sobre la población (otra manera de gestión correctiva, pero de intervención progresiva) al transparentar sobre los riesgos y las amenazas locales, y dar instrucción y capacitación CERT en sus dependencias.

Las políticas tienen un rol fundamental, un ejemplo de ello es acatar la normativa, lo que estipula el artículo 2.1.17 de la OGUC, donde se especifica que no se debe construir en una zona de riesgos, sin embargo, para regirse en ese lineamiento el área en cuestión (en una escala comunal) debe tener un estudio fundado de riesgos ya ejercido, si Pudahuel actualiza estos estudios en el marco de un Plan Regulador Comunal también actualizado, puede tomarse atribuciones para planificar óptimamente su territorio fuera del límite urbano, en este caso (Estudio de riesgos PRC Pudahuel, 2014):

- Diferenciar el uso de suelo prohibiendo o permitiendo ciertos tipos de uso de suelo.
- Regular la intensidad de ocupación del suelo por medio de parámetros de superficie mínima de subdivisión predial y/o el coeficiente máximo de ocupación del suelo. Lo que de paso arreglaría el asunto de las irregularidades en cuanto a los loteos masivos en las zonas rurales.

De todas las medidas posibles la más relevante tiene relación con la localización de equipamientos esenciales, que también son conocidos como infraestructura crítica, definida como “aquella que debe mantener su funcionamiento en caso de desastres o emergencias” que, por tanto, no debería localizarse en una zona de riesgos, por lo que en un área de riesgos se debe restringir el uso para equipamientos como educación, salud y seguridad, de hecho, una de las problemáticas es que el CECOSF presente en la localidad de Noviciado no puede expandirse o edificar más dadas las restricciones, cuando en la actualidad apenas da abasto para la población de adultos mayores crónicos (en una situación donde la población ha aumentado al menos un 50% en los últimos 4 años); en el área de estudio existe un jardín infantil, un colegio y un liceo, los dos últimos considerados como albergues ante emergencias; un cuartel de bomberos, y no hay presencia de servicios policiales.

Ocurrido un desastre, en base a los que ya han sucedido, los daños pueden ser masivos, con cuantiosas pérdidas, y vulneran a un número no menor de población (la que va en aumento), sin embargo, si se aplica la Gestión de Riesgos de Desastre (GRD) adecuada de tipo correctiva y prospectiva, incluyendo siempre a los habitantes nuevos, el impacto se puede mitigar, y se puede aspirar a una comunidad resiliente. En otras medidas no estructurales también se tiene en cuenta que la comunicación entre vecinos es primordial, así como generar conocimiento de las medidas preventivas y de una eventual evacuación; esta última forma un nexo con el aspecto de la movilización, que también es relevante al momento de prevenir o huir del desastre para evitar poner en riesgo vidas.

Otra medida es la coordinación de los actores que acatan ante una emergencia, que deben desarrollar sus planes y estrategias de emergencia, pero también darlos a

conocer de manera transparente, estableciendo también reglas de operación a ejecutar en un caso de desastre.

En una síntesis final, es de vital importancia que la GRD en esta materia, como menciona Boettiger (1987) sea significativa para efectuar planes de alivio de inundación (White 1961) estableciendo propósitos básicos:

1. Disminuir la inundación;
2. Aminorar los daños materiales;
3. Proteger las vidas humanas;
4. Salvaguardar la propiedad.

Esta investigación puede servir como un complemento en favor de planificaciones futuras en la comuna de Pudahuel, así como añadir conocimientos y datos a distintas otras investigaciones. La información y análisis de los loteos irregulares como modo de habitar y las amenazas naturales se estrecha en este documento.

Bibliografía

Alarcón, F. (2018). *Diagnóstico territorial para el área rural de la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago. Bases geográficas para el Ordenamiento Territorial*. Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública, Observatorio Pudahuel de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago.

Asociación de Municipios Rurales (2018). *Situación de loteos irregulares, Comisión de Vivienda y Bienes Nacionales. Honorable Cámara de Diputados*. Región Metropolitana de Santiago. Recuperado de: <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmlID=136567&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

Astaburuaga, F. (1899). *Diccionario geográfico de la República de Chile*. Segunda edición. Biblioteca Nacional de Santiago. Recuperado de: <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/visor/BND:580752>

Ayala-Carcedo, F. y Olcina, J. (2002). *Riesgos Naturales*. Editorial Ariel Ciencia. Recuperado de: <https://books.google.cl/books?id=9951K1j3WtEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Balmaceda, E. (1969). *Un mundo que se fue*. Editorial Andrés Bello.

Bankoff, G. *Constructing Vulnerability: The Historical, Natural and Social Generation of Flooding in Metropolitan Manila*. *Disasters*, 2003, 27 (3), pp. 95-109

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad, el Entorno Social de los Desastres*, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, La RED, ITDG, Bogotá. Recuperado de: https://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-09-2002.pdf

Boettiger, H. (1987). Santiago de Chile. *Evaluación del impacto de la inundación de julio de 1984 en la cuenca del Estero Lampa. Aproximación a un modelo para evaluación de inundaciones en áreas rurales*. Memoria de título, carrera de Geografía. F.A.U. de la Universidad de Chile.

Bustos, V. y Franulic, F. (19 de septiembre de 2018). *La guerra contra los "loteos brujos"*. Teletrece. Recuperado de: <https://www.t13.cl/videos/nacional/video-guerra-loteos-brujos>

Camus, P., Arenas, F., Lagos, M., & Romero, A. (2016). *Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre*.

Revista de Geografía Norte Grande, (64), 9-20. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022016000200002

Cardona, O. (2001). *Estimación Holística del Riesgo Sísmico Utilizando Sistemas Dinámicos Complejos* [versión electrónica]. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya.

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) (2010). *Informe Final, Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile*. Santiago de Chile. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/2016>

Connor, R.F. y Hiroki, K. (2005). *Development of a method for assessing flood vulnerability*. *Water Sci Technol* 51. Recuperado de: https://www.oieau.org/eaudoc/system/files/documents/40/202078/202078_doc.pdf

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID). (2016). *Hacia un Chile Resiliente Frente a Desastres: Una Oportunidad. Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural*. Recuperado de: <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/INFORME-DESASTRES-NATURALES.pdf>

Consejo Nacional de Televisión (CNTV). (2014). *Los desafíos de la audiencia televisiva como sujeto de estudio*. Publicación del Departamento de Estudios CNTV. Recuperado de: <https://www.cntv.cl/wp-content/uploads/2021/05/Cambios-y-desafios-del-consumo-de-television-entre-los-jovenes..pdf>

Cuny, F. (1983). *Disasters and Development*. Oxford University Press.

DIPECHO. (2012). *Análisis de Riesgos de Desastres en Chile*. VII Plan de Acción DIPECHO en Sudamérica 2011-2012. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Analisis-de-riesgos-de-desastres-en-Chile.pdf>

Elmes, M. (2006). Santiago de Chile. *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS POR MOVIMIENTOS EN MASA, INUNDACIÓN Y SISMICIDAD EN EL PIEDMONT DE LA COMUNA DE PUENTE ALTO*. F.A.U. de la Universidad de Chile.

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado de: <https://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). (2005). *Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres*. Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, 18 a 22 de enero, Kobe, Hyogo, Japón. Recuperado de: <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>

Ferrando, F. (2008). *Santiago de Chile: antecedentes demográficos, expansión urbana y conflictos*. En: Revista de Urbanismo, N°18, Santiago de Chile, publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, F.A.U. de la Universidad de Chile, I.S.S.N. 0717-5051.

http://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo_old2/CDA/urb_completa/0,1313,ISID%253D734%2526IDG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D21158,00.html

Garcés, M. y Pinto, J. (2005). *Cuando hicimos historia*. Santiago, ediciones LOM. Mencionado en: <https://docplayer.es/25799685-P-u-d-a-h-u-e-l-en-el-camino-de-la-memoria-de-las-barrancas-a-pudahuel-450-anos-de-historia.html>

Garreton, L. y Garreton, J. (1970). Expediente Urbano del Plano Regulador de la Comuna de Las Barrancas. Santiago: I. Municipalidad de Las Barrancas.

Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2013). Estudio: "*Riesgo potencial por amenazas derivadas de procesos naturales, en los principales asentamientos humanos de la Región Metropolitana de Santiago*". Edáfica.

Henríquez, C. (2009). *El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas*. *Estudios Geográficos*, 2009, Vol. 70, N° 266. Recuperado de: <https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/114/111>

Henríquez, C, Aspee, N & Quense, J. (2016). *Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático*. *Revista de geografía Norte Grande*, (63), 27-44. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100003>

Hufschmidt, G. (2011). Alemania. *A comparative analysis of several vulnerability concepts*. Paper del Departamento de Geografía de la Universidad de Bonn, Alemania.

Huppert, H. y Sparks, S. (2006). *Extreme Natural Hazards: Population Growth, Globalization and Environmental Change*. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 364, N° 1845, pp. 1875-1888

Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago. (2007). *De Las Barrancas a Pudahuel, 450 años de historia*. Pudahuel, en el camino de la memoria. Corporación Municipal.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago. (2014). *Estudio Plan Regulador Comuna de Pudahuel, Región Metropolitana*. Anexo IV: Estudio de Riesgos. Consultora Infracon.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago. (2015). *Atlas comunal de Pudahuel*. Departamento de Estudios e Información Social de la Dirección de Desarrollo Comunitario.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago. (2015). *Estudio de Riesgos Plan Regulador Comunal de Pudahuel*. Consultora Infracon.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel de Santiago. (2018). *Diagnóstico territorial para el área rural de la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana de Santiago*. Bases geográficas para el Ordenamiento Territorial. Dirección de Protección Civil y Seguridad Pública Observatorio Pudahuel.

Instituto Nacional de Estadísticas INE (2002). "XVII Censo de Población y VI de la Vivienda". Santiago, Chile

Instituto Nacional de Estadísticas INE (2012). "XVIII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda o Censo de Población y Vivienda". Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas INE (2017). "XIX Censo Nacional de Población y VIII de Vivienda o Censo de Población y Vivienda". Santiago, Chile.

Lavell, A., Narváez, L. y Ortega, G. (2009). *La Gestión del Riesgo de Desastres, un enfoque basado en procesos*. Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (PREDECAN). Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc17733/doc17733-contenido.pdf>

Maldonado, A. y Molina, E. (2019). México. *Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. Economía, Sociedad y Territorio, vol. XIX, núm. 61, pp. 543-574*. Artículo de la Universidad Veracruzana, México.

Maskrey, A. (1993). *Vulnerabilidad y mitigación de desastres* [versión electrónica]. En: Maskrey, A (Comp.). *Los Desastres No Son Naturales*, La Red. Recuperado de: <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1994). Plan Regulador Metropolitano de Santiago.

Ministerio de Bienes Nacionales. (2018). *¿Qué es un loteo irregular?* Iniciativa No Más Loteos Irregulares. Recuperado de: http://www.bienesnacionales.cl/?page_id=32965

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1994). *Plan Regulador Metropolitano de Santiago*.

Navarro, J. (2021). *Pay TV penetration rate in Chile from 2010 to 2019*. Sitio web de estadísticas mundiales. Recuperado de: <https://www.statista.com/statistics/226628/pay-tv-penetration-in-chile/>

ONEMI. (2009). *Consolidado Sistema Frontal Norte, Centro y Sur 2-5 junio 2002*. División de Protección Civil del Ministerio del Interior.

Polanco, J. (2019). Canal Yungay Zapata. Organización Santiago a Pie (Chile con Historia). Recuperado de: <https://medium.com/@santiagoapie/canal-yungay-zapata-5a33d582107>

Rentería, J. (2019). Chile. *¿Cuáles son los requisitos para lotear un terreno?* MisAbogados. Artículo recuperado desde: <https://www.misabogados.com/blog/es/requisitos-para-lotear-un-terreno>

Ríos, D. (2009). *Espacio urbano y riesgo de desastres: la expansión de las urbanizaciones cerradas sobre áreas inundables de Tigre (Argentina)*. Ambiente & Sociedad, v XII, N° 1, pp. 99-114 2009

Rodríguez-Gaviria, E. (2016). *Diseño metodológico para la evaluación del riesgo por inundación a nivel local con información escasa*. Departamento de Geociencias y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Rojas, O. & Martínez, C. (2011). *Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales*. Revista Universitaria de Geografía. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652011000100005

Rojas, O.; Mardones, M.; Arumí, J. & Aguayo, M. (2014). *Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, recurrencia y efectos geográficos*. Revista de geografía Norte Grande, (57), 177-192. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022014000100012>

Rugiero, V. y Wyndham, K. (2013). *Identificación de capacidades para la reducción de riesgo de desastre: enfoque territorial de la participación ciudadana en la precordillera de comuna de La Florida, Santiago de Chile*. Universidad Católica de Chile.

UNESCO, (2012). *Análisis de riesgos de desastres en Chile*. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Analisis-de-riesgos-de-desastres-en-Chile.pdf>

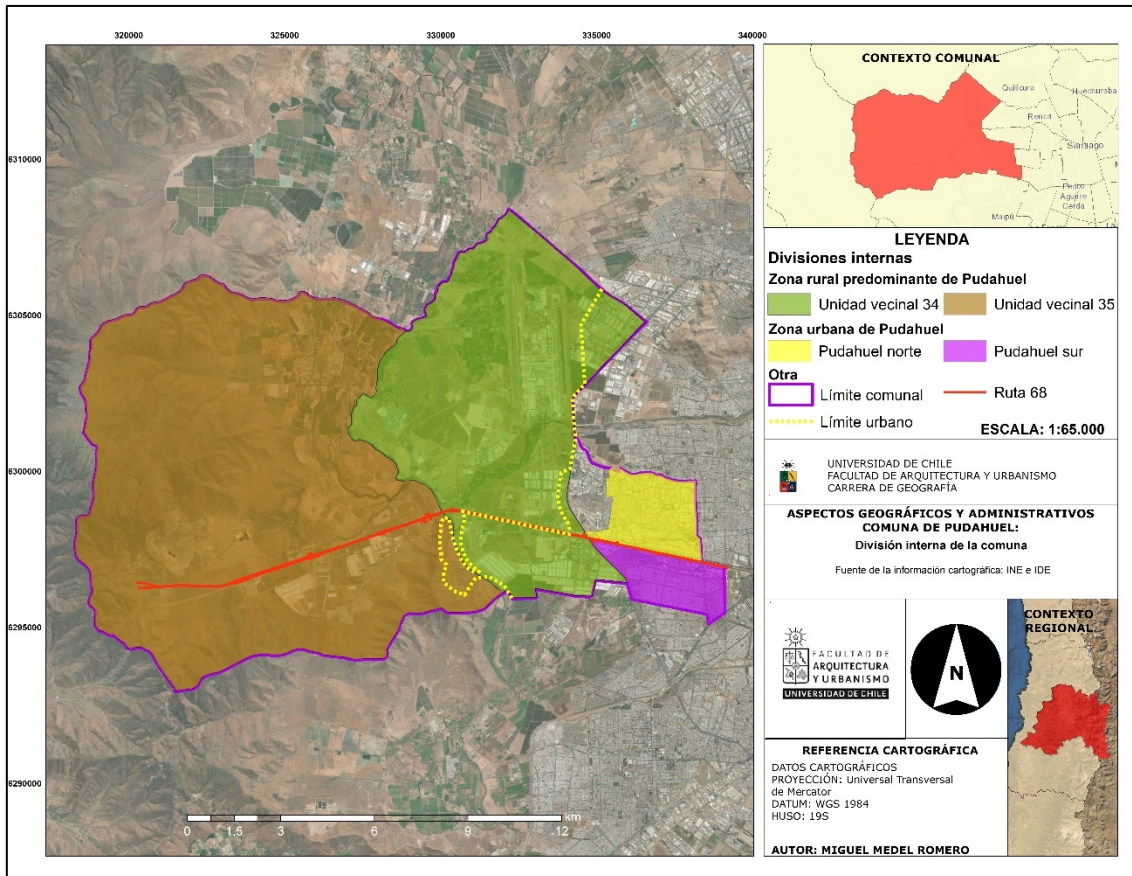
Vidal, C. y Romero, H. (2010). *Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Biobío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción*. En: Pérez, L. e Hidalgo, R. *Concepción metropolitano (AMC). Planes, procesos y proyectos*. Santiago de Chile: Serie GEOLibros, Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/118084>

White, G. (1961). *Paper's on flood problems*. Department of Geography. University of Chicago.

Wilches-Chaux, G. (1988). *La Vulnerabilidad Global*. Recuperado de: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/La%2Bvulnerabilidad%2Bsocial%20WILCHES%2BCHAUX.pdf>

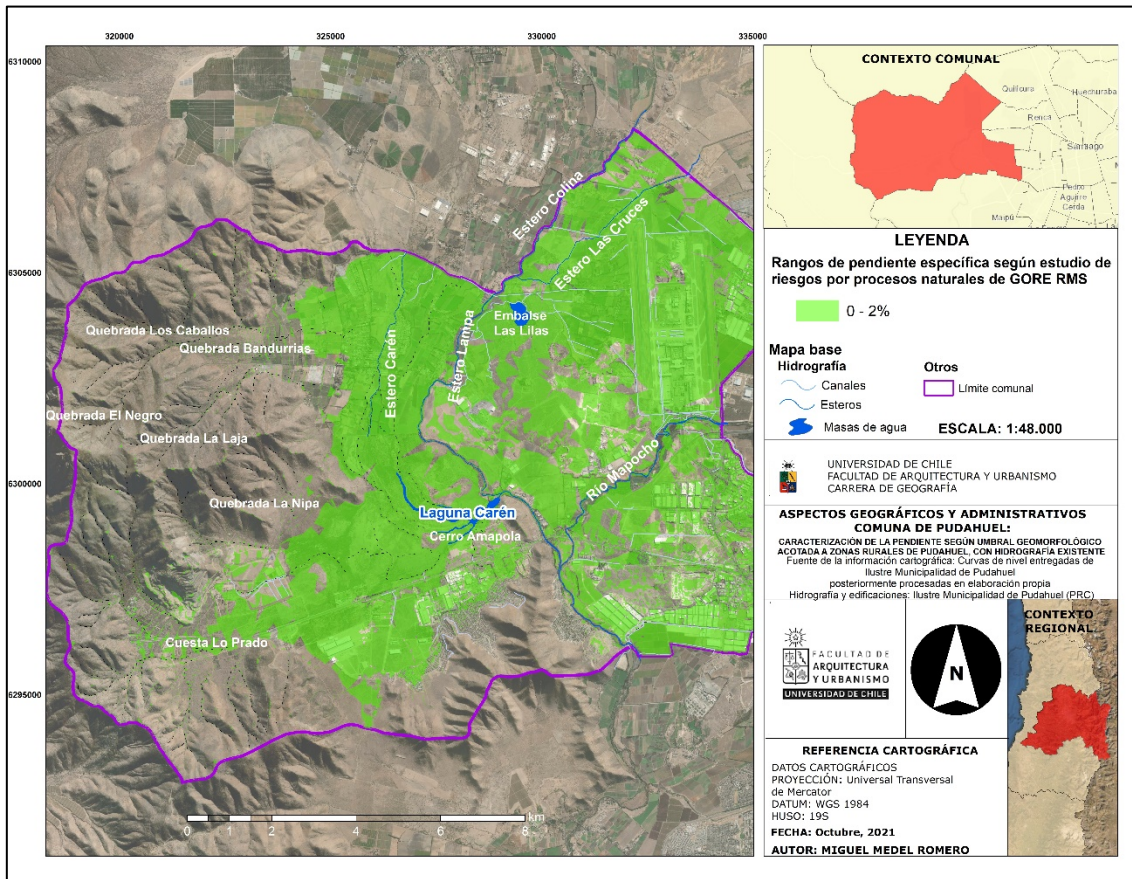
Anexos

Figura N°1.1: Cartografía de divisiones internas de la comuna de Pudahuel



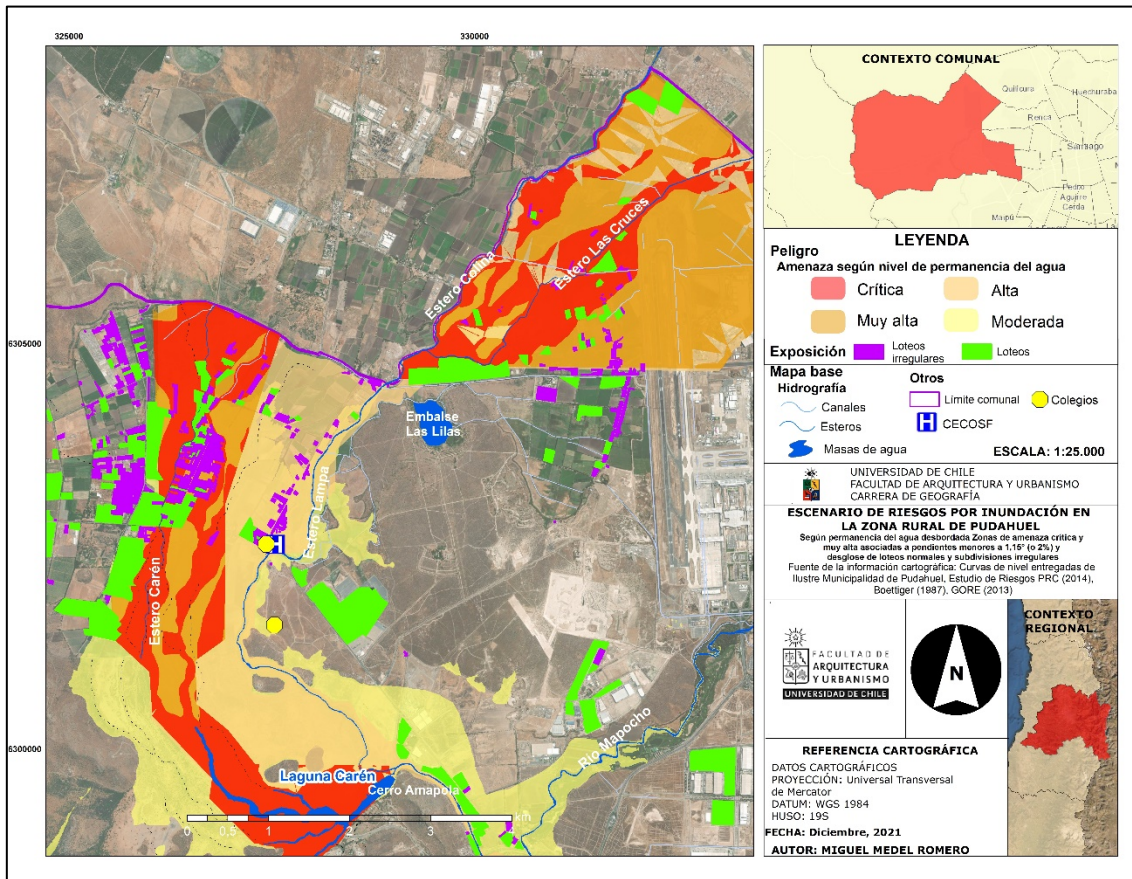
Fuente: Elaboración cartográfica propia, unidades vecinales obtenidas del IDE en base a información del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2015).

Figura N°14: Cartografía de pendientes menores o iguales a 2% o 1,15°



Fuente: Elaboración cartográfica propia, reclasificación en base a lo establecido por Garnica y Alcántara (2004), Romo y Ortiz (2001) y Ahamdanech et al (2003:58) en GORE RMS (2013).

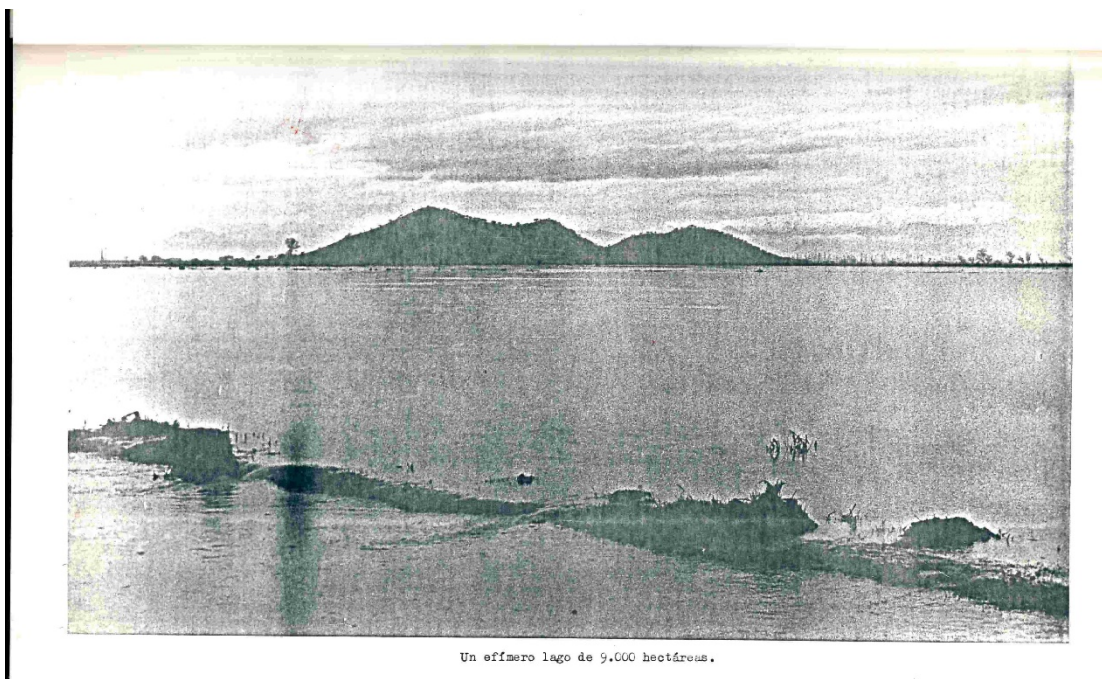
Figura N°15: Cartografía de riesgo por inundación en el área de estudio



Fuente: Elaboración cartográfica propia, Curvas de nivel entregadas de Ilustre Municipalidad de Pudahuel, Estudio de Riesgos PRC (2014), Boettiger (1987), GORE (2013), Observatorio Pudahuel Seguro (2019), Dirección de Seguridad Pública (2019). Bloque de imagen satelital Sentinel-1 (2014) y fotointerpretación en aplicación ArcMap en base a imagen de satélite GeoEye (2020).

Fotografías de inundaciones históricas en Pudahuel

Inundación de 1984



Vista hacia el norte, desde el camino Lo Boza, 100 metros al Poniente del Estero Las Cruces, extraída de Boettiger (1987).

Inundación de 1997

Sector de Noviciado:



Camino Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Entrada a Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Escuela de Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Casas de Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Puente de Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Casa inundada en Noviciado, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.

Inundación del 2000



Sector sin definir, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.



Sector sin definir, extraída de departamento cartografía histórica, Ilustre Municipalidad de Pudahuel.

Fotografías actuales en el sector rural



Fotografía actual N°1: tomada por investigador, vista desde el poniente de la zona rural comunal, hacia localidad de Noviciado.



Fotografía actual N°2: tomada por investigador, vista hacia el poniente sistema de quebradas, visualización desde localidad de Noviciado.



Fotografía actual N°3: tomada por investigador, inicio de la jornada en la actividad económica tradicional asociada al área de estudio.



Fotografía actual N°4: tomada por investigador, vista de presuntas nuevas viviendas en el área de estudio, localidad de Noviciado.