

INFORME AMBIENTAL

Modificación "MPRC-LB-30 PROYECTO NIDO DE ÁGUILAS"



Diciembre 2023



MARÍA ANGÉLICA GUTIÉRREZ LEÓN
Profesional Responsable de Evaluación Ambiental Estratégica EAE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	9
1. Resumen Ejecutivo.....	10
2. Acerca del Instrumento de Planificación Territorial MPRC-LB-30.....	13
2.1. Objetivos del Plan.....	13
2.1.1. Objetivo General.....	13
2.1.2. Objetivos Específicos	13
2.2. Antecedentes y justificación que determina la necesidad de desarrollar el plan	13
2.3. Objeto del Plan.....	14
2.4. Ámbito de aplicación Territorial y Temporal	15
2.4.1. Contexto Territorial	16
2.4.2. Ámbito Temporal.....	17
2.5. Marco del Problema	17
2.5.1. Conservación de los elementos naturales.....	17
2.5.2. Protección frente a riesgos.....	19
2.5.3. Contexto urbano residencial	19
2.5.4. Demanda habitacional.....	20
3. Marco de Referencia Estratégico.....	23
3.1. Política Nacional de Desarrollo Urbano	23
3.2. Política Nacional de Ordenamiento Territorial.....	24
3.3. Plan de Emergencia Habitacional 2022-2025.....	26
3.4. Informe del Estado del Medioambiente (IEMA) 2020: Capítulo 9 Infraestructura Verde	27
3.4.1. Filtración y drenaje del agua	28
3.4.2. Captura de contaminantes	28
3.4.3. Regulación de la temperatura	29
3.5. Estrategia Santiago Humano y Resiliente.....	29
3.6. Política Regional de Áreas Verdes 2014	31
3.7. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025.....	32
3.8. Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025.....	33
3.9. PLADECO	34
3.9.1. Pilar “Seguridad y Resiliente”	34
3.9.2. Pilar “Que genera equidad y bienestar social”	35

3.9.3.	Pilar “Que protege su patrimonio”	36
3.9.4.	Pilar “Conectada y Accesible”	36
3.10.	Plan Maestro de Ciclovías	36
4.	Objetivos Ambientales	39
5.	Criterios de Desarrollo Sustentable	41
6.	Factores Críticos de Decisión	42
6.1.	Definición de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad	42
6.2.	Definición de Factores Críticos de Decisión	46
6.3.	Marco de Evaluación Estratégica	46
7.	Diagnóstico Ambiental Estratégico (DAE)	49
7.1.	Caracterización y Análisis de Tendencias de los Factores Críticos de Decisión	49
7.1.1.	FCD 1: Adecuada inserción de viviendas de interés público	49
7.1.2.	FCD 2: Fortalecimiento de la integración y cohesión social	54
7.1.3.	FCD 3: Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo	55
8.	Identificación de las Opciones de Desarrollo	58
8.1.	Opciones de Desarrollo	58
8.1.1.	Alternativa 1: Mayor densidad en menor extensión	58
8.1.2.	Alternativa 2: Menor densidad en mayor extensión	63
8.1.3.	Opción de Desarrollo Ajustada	67
8.2.	Cambios respecto al Plan Regulador Comunal vigente	72
8.2.1.	Cambios de zonas de edificación y usos de suelo	72
8.2.2.	Incremento de la intensidad de ocupación	73
8.2.3.	Incorporación de incentivos normativos	73
8.2.4.	Nuevas aperturas viales	74
9.	Evaluación Ambiental de las Opciones de Desarrollo	76
9.1.	Metodología de Evaluación	76
9.2.	Resultados	77
9.3.	Directrices de Gestión, Planificación y Gobernabilidad	81
10.	Coordinación y Consulta con Órganos de la Administración del Estado	83
10.1.	Fase Inicio del Procedimiento EAE	83
10.2.	Fase Diagnóstico Ambiental Estratégico y Opciones de Desarrollo	85
11.	Resultados de la Coordinación y Consulta de Participación Ciudadana	87
11.1.	Consulta Imagen Objetivo	87

12. Plan de Seguimiento	92
12.1. Criterios e indicadores de seguimiento	93
12.2. Criterios de rediseño	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Problemas y preocupaciones ambientales y de sustentabilidad y conflictos socioambientales a abordar en MPRC-LB-30	21
Tabla 3-1 Relación de la PNDU con la modificación MPRC-LB-30	23
Tabla 3-2 Relación de la PNOT con la modificación MPRC-LB-30	24
Tabla 3-3 Análisis Estrategia Santiago Humano y Resiliente	30
Tabla 3-4 Relación de la Política Regional de Áreas Verdes con la modificación MPRC-LB-30	31
Tabla 3-5 Relación de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 con la modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea	32
Tabla 3-6 Relación del Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 con la modificación MPRC-LB-30	33
Tabla 3-7 Proyectos de Pilar “Segura y Resiliente” con alcance urbano	34
Tabla 3-8 Proyectos de Pilar “Que genera equidad y bienestar social”	35
Tabla 3-9 Proyectos de Pilar “Que protege su patrimonio” con alcance urbano	36
Tabla 3-10 Proyectos de Pilar “Conectada y Accesible” con alcance urbano	36
Tabla 4-1 Objetivos Ambientales del Plan	39
Tabla 5-1 Criterios de Desarrollo Sustentable del plan	41
Tabla 6-1 Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad MPRC-LB-30	45
Tabla 6-2 Factores Críticos de Decisión de MPRC-LB-30	46
Tabla 6-3 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD 1 Adecuada inserción de viviendas de interés público	47
Tabla 6-4 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD 2 Fortalecimiento de la integración y cohesión social	47
Tabla 6-5 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD3 Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo	48
Tabla 8-1 Propuesta de zonificación Alternativa 1	59
Tabla 8-2 Propuesta de zonificación Alternativa 2	63
Tabla 8-3 Calculo de cabida máxima Alternativa 2	65

Tabla 8-4 Propuesta de zonificación Opción de Desarrollo Ajustada	68
Tabla 8-5 Calculo de cabida máxima Opción de Desarrollo Ajustada	70
Tabla 9-1 Evaluación de Opciones de Desarrollo y Opción de Desarrollo Ajustada	78
Tabla 9-2 Evaluación de Riesgos y Oportunidades.....	80
Tabla 9-3 Directrices Opción de Desarrollo Ajustada.....	82
Tabla 10-1 Pronunciamientos Taller 1 OAE	84
Tabla 10-2 Comentarios y observaciones y su incorporación en la modificación	84
Tabla 12-1 Criterios de seguimiento de la Modificación del Plan Regulador Comunal	93
Tabla 12-2 Criterios de rediseño de la modificación del Plan Regulador Comunal	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1 Contexto Territorial de sector sujeto a modificación MPRC-LB-30	16
Ilustración 2-2 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en sector sujeto a modificación y su área de influencia	18
Ilustración 2-3 Distribución de usos de suelo por sector según SII	20
Ilustración 3-1 Elementos que componen la Infraestructura Verde.....	28
Ilustración 3-2 Beneficios de la Infraestructura Verde.....	29
Ilustración 3-3 Mapa y plan de implementación de ciclovías en Av. La Dehesa.....	38
Ilustración 6-1 Escala de Valoración para establecer correlación entre aspectos identificados en FODA.....	43
Ilustración 6-2 Matriz Análisis FODA MPRC-LB-30	44
Ilustración 7-1 Distribución de valores del suelo	52
Ilustración 7-2 Predios de propiedad o administración municipal	53
Ilustración 8-1 Propuesta de zonificación Alternativa 1	60
Ilustración 8-2 Propuesta de vialidad Alternativa 1	62
Ilustración 8-3 Propuesta de zonificación Alternativa 2	64
Ilustración 8-4 Propuesta de vialidad Alternativa 2	66
Ilustración 8-5 Propuesta de zonificación Opción de Desarrollo Ajustada	69
Ilustración 8-6 Propuesta de vialidad Opción de Desarrollo Ajustada.....	71
Ilustración 8-7 Delimitación del terreno PRC vigente	72
Ilustración 8-8 Comparación de alternativas y PRC vigente	75
Ilustración 9-1 Escala de Valoración de los indicadores.....	76
Ilustración 9-2 Procedimiento Evaluación Ambiental de Alternativas MPRC-LB-30.....	77

INFORME AMBIENTAL

1. Resumen Ejecutivo

El siguiente **Informe Ambiental** corresponde a la Modificación Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, MPRC-LB-30 “Proyecto Nido de Águilas” y documenta el procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica mediante el cual se incorporaron consideraciones ambientales de desarrollo sustentable al proceso de formulación del Plan, de acuerdo a los ámbitos de acción que este instrumento regula, según lo establecido en los artículos 41 y 42 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (en adelante LGUC) y el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (en adelante OGUC), e integrando las instrucciones emitidas por la División de Desarrollo Urbano (en adelante DDU) mediante Circulares DDU 227 del 01.12.09, y DDU 430 del 14.04.2020 y la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile” (Ministerio del Medio Ambiente - Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015).

El área sujeta a modificación corresponde al terreno fiscal Rol 3597-798 y sectores aledaños del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas ubicado en Camino Nido de Águilas N° 14.520 cuyo desarrollo se lleva a cabo en relación a la normativa dispuesta por el Plan Regulador Comunal (PRC) Vigente desde el año 2002 y sus modificaciones.

A continuación, se resumen los contenidos del presente informe, conforme a lo señalado en el Artículo 21 del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (en adelante EAE) promulgado mediante D.S N° 32 de fecha 17.08.2015 del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante MMA) publicado en Diario Oficial de fecha 04.11.2015

A. Capítulo 2 Acerca del Instrumento de Planificación Territorial MPRC-LB-30

Se realiza una descripción de los antecedentes que justificaron la modificación parcial al Instrumento de Planificación vigente, estableciendo su objeto, ámbito territorial y los objetivos de planificación.

B. Capítulo 3 Marco de Referencia Estratégico

Contiene el resumen de las políticas de desarrollo sustentable y medioambiente que enmarcan la propuesta del Plan Regulador Comunal, entre las que destacan los planes de desarrollo de nivel regional y comunal, y las políticas de medio ambiente aplicables.

C. Capítulo 4 Objetivos Ambientales

Corresponde al desarrollo de los Objetivos Ambientales del Plan Regulador Comunal, que establecen logros o resultados esperados en términos de mejoramiento de la calidad ambiental del territorio sujeto a planificación.

D. Capítulo 5 Criterios de Desarrollo Sustentable

Contiene la descripción de los Criterios de Desarrollo Sustentable considerados para el desarrollo del plan, a partir de los cuales es posible identificar la opción estratégica de desarrollo más coherente con los objetivos de planificación y ambientales formulados.

E. Capítulo 6 Factores Críticos de Decisión

Identifica los temas ambientales y de sustentabilidad relevantes o esenciales, que en función del objetivo que se pretende lograr influyan en la evaluación de las Opciones de Desarrollo.

F. Capítulo 7 Diagnóstico Ambiental Estratégico (DAE)

Incluye el análisis situacional de tendencias o patrones de conducta de los criterios de evaluación aplicados en los Factores Críticos de Decisión, para describir, analizar y valorar el estado actual del desarrollo urbano y territorial del área objetivo del Plan Regulador Comunal.

G. Capítulo 8 Identificación de las Opciones de Desarrollo

Se presentan y describen las principales propuestas de cada una de las Opciones de Desarrollo definidas.

H. Capítulo 9 Evaluación Ambiental de las Opciones de Desarrollo

Desarrolla la Evaluación de las Opciones de Desarrollo en términos de los riesgos y oportunidades para el ambiente y la sustentabilidad inherentes a cada una, sobre la base de los Factores Críticos de Decisión. Se identifica la opción preferente para el proceso de planificación y se definen directrices de gestión y planificación para abordar los riesgos y oportunidades.

I. Capítulo 10 Coordinación y Consulta con Órganos de la Administración del Estado

Da cuenta de los OAE convocados y a aquellos que efectivamente participaron en el proceso de aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica; la forma en que se desarrolló dicha coordinación y consulta; una síntesis de los elementos aportados al proceso de decisión por los órganos participantes; una síntesis del modo en que dichos elementos fueron considerados en la formulación del Opción de Desarrollo Ajustada del instrumento; y la indicación de aquellos que fueron desestimados y el fundamento de su exclusión.

J. Capítulo 11 Resultado de la Coordinación y Consulta de Participación Ciudadana

Sistematización de la opinión comunitaria de los temas ambientales y de sustentabilidad para cada una de las jornadas realizadas, sintetizando por sector o grupo de trabajo (según corresponda), los comentarios u observaciones consensuadas.

K. Capítulo 12 Plan de Seguimiento

Señala las medidas propuestas por el Informe Ambiental al Plan Regulador Comunal, considerando un conjunto de criterios e indicadores de eficacia del Plan de acuerdo con las directrices de gestión y planificación de la opción de desarrollo elegida.

2. Acerca del Instrumento de Planificación Territorial MPRC-LB-30

A continuación, se identifican los objetivos de planificación del Instrumento y sus alcances, así como la descripción de los antecedentes que justifican y determinan su desarrollo, especificando además el objeto de evaluación.

2.1. Objetivos del Plan

Los fines y metas de la Modificación MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, se expresan en objetivos generales y objetivos específicos del proceso de planificación, según se presenta a continuación:

2.1.1. Objetivo General

Modificar las normas urbanísticas del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea vigente, en el terreno Nido de Águilas, ubicado en Camino Nido de Águilas N° 14.520, para permitir la construcción de un proyecto de viviendas de Interés Público, de manera que se promueva un desarrollo urbano sostenible en términos espaciales, funcionales y ambientales, rescatando los atributos de integración social, carácter residencial y áreas verdes, como activo para una urbanización armónica.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Planificar un desarrollo urbano residencial que satisfaga las demandas actuales de acceso a una vivienda adecuada, incorporando los criterios de integración e inclusión social señalados en la Ley 21.450
- Contribuir a través de la planificación a asegurar una adecuada inserción de viviendas de interés público en el área sujeta a modificación, resguardando las condicionantes ambientales y las características sociales que constituyen en el entorno
- Aportar con la presente intervención de urbanización del terreno Nido de Águilas a la sustentabilidad y movilidad sostenible del desarrollo urbano comunal, así como articularse con los objetivos previstos en el marco de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea en desarrollo

2.2. Antecedentes y justificación que determina la necesidad de desarrollar el plan

El Proyecto Modificación al PRC de Lo Barnechea “MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas”, surge a partir de la necesidad de modificar la norma urbanística vigente para dar factibilidad a la construcción de conjuntos de viviendas de Interés Público. Esto ante el anuncio del Presidente de la República de la entrega del terreno del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) del Ministerio de Bienes Nacionales, el cual cuenta con una superficie de 99.037 m² aprox., para el desarrollo de un proyecto de vivienda de Interés Público, con el objetivo de dar solución al problema habitacional a familias de la comuna. Se suma la reciente entrada en vigencia de la Ley

21.450 sobre integración social en la planificación urbana, gestión de suelo y plan de emergencia habitacional, publicada con fecha 27.05.2022, para la redefinición de las normas urbanísticas a fin de contemplar criterios de integración e inclusión social y urbana.

La norma urbanística vigente aplicable a dicho terreno es **Zona J** del PRC actual del año 2002, que permite el uso residencial destino vivienda, no obstante, las disposiciones específicas de densidad de 43 hab/ ha y altura máxima de edificación de 2 pisos hacen inviable la ejecución de un proyecto de vivienda de Interés Público en los terrenos destinados para dicho propósito, por lo que se requiere modificar sustancialmente tanto la densidad habitacional máxima como la altura máxima de edificación entre otras normas.

Cabe señalar que el análisis y estudio de modificación de la norma urbanística de la citada zona, en el terreno Nido de Águilas, se lleva a cabo en forma paralela a la Actualización del PRC de Lo Barnechea, el cual cubre toda el área urbana bajo la cota 1.000 m.s.n.m de Lo Barnechea, considerando que el órgano responsable requiere actuar en forma independiente y perentoria, conforme al propósito específico de la presente modificación “MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas”, procediendo con una gestión ágil, que asegure la continuidad del procedimientos y de las sucesivas etapas del referido proyecto de vivienda de Interés Público, en lo concerniente a la aprobación del Opción de Desarrollo Ajustada y futuro permiso de edificación correspondiente.

Cabe considerar que, en relación a los objetivos de la presente modificación, se evaluará proceder conforme lo establece el Art 43 de la LGUC y el respectivo Art 2.1.11 de la OGUC que lo reglamenta.

Teniendo en cuenta estos antecedentes a continuación se realiza una síntesis de las principales temáticas a abordar en la Modificación “MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas”, en cuanto a valores ambientales y de sustentabilidad, problemas y preocupaciones ambientales y de sustentabilidad, y conflictos socio ambientales, que en conjunto permiten abordar las dificultades y potencialidades de la regulación del sector en lo referido a aspectos ambientales relacionados que ayudarán a guiar y mejorar el proceso de decisión.

2.3. Objeto del Plan

El objeto del Plan alude a los aspectos en los cuales el IPT en cuanto modificación puntual tiene competencia para actuar, dentro de límites normativos, espaciales y temporales. Desde el punto de vista normativo cabe hacer presente que de conformidad a lo establecido en el artículo 2.1.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), el proceso de Planificación Urbana tiene por función principal orientar o regular, según el caso, el desarrollo de los centros urbanos a través de los Instrumentos de Planificación Territorial. Cada uno de dichos instrumentos tiene un ámbito de acción propio, tanto en relación a la superficie de territorio que abarcan, como a las materias y disposiciones que contienen.

El presente proceso de planificación corresponde a una modificación de un Plan Regulador Comunal, cuyo objeto y alcance normativo se encuentra señalado en los artículos 2.1.10 y

2.1.10 bis de la OGUC y refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos.

- Vías estructurantes de la comuna:
 - Anchos mínimos.
 - Líneas de edificación.
 - Franjas sujetas expropiación.
- Zonificación y normas urbanísticas:
 - Usos de suelo.
 - Sistemas de agrupamiento.
 - Coeficiente de constructibilidad.
 - Coeficiente de ocupación de suelo o de los pisos superiores.
 - Alturas máximas.
 - Adosamientos.
 - Distanciamientos mínimos.
 - Antejardines.
 - Ochavos.
 - Rasantes.
 - Superficie de subdivisión predial mínima.
 - Densidades máximas.
 - Alturas de cierros.
 - Exigencias de estacionamientos.
 - Áreas de Riesgo.
 - Áreas de protección.
 - Exigencias de plantaciones y obras de ornato en áreas afectas a utilidad pública.

En este contexto, el desarrollo de la “Modificación MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas” pasará a modificar el IPT vigente (PRC) desde el año 2002. Lo anterior en razón al contexto de desarrollo del proceso en curso de la actualización y los requerimientos de la municipalidad de ejecutar el citado proyecto de viviendas de interés público a fin de dar oportuna y satisfactoria demanda a los requerimientos habitacionales de las familias de bajos ingresos, y las modificaciones de la legislación en materia de Instrumentos de Planificación Territorial. Todo lo anterior considerando los requerimientos antes mencionados, para con la generación de vivienda de interés público conforme al desafío actual de la comuna en lo relativo a integración social, mejoramiento de la calidad del espacio público y los desafíos ambientales y normativos futuros.

2.4. Ámbito de aplicación Territorial y Temporal

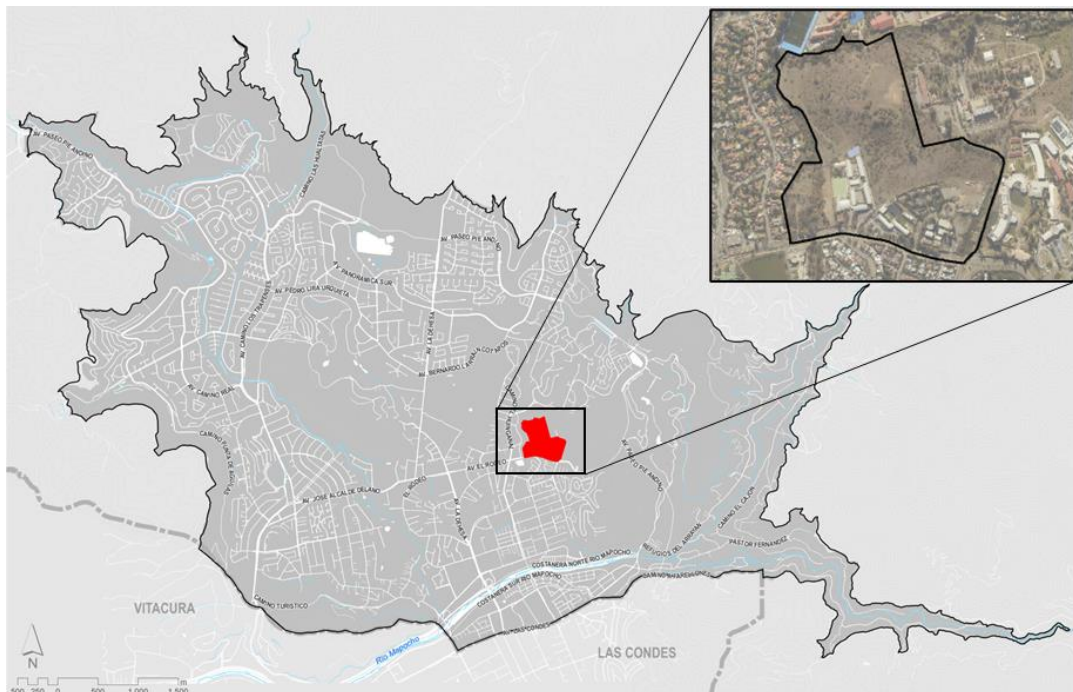
El sector sujeto a modificación MPRC-LB-30 del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea abarca una superficie de 18 ha donde se emplazan 9 predios.

- Predio Rol 3597-798, correspondiente al terreno Nido de Águilas ubicado en Camino Nido de Águilas 14.520.
- Predio Rol 4155-028, correspondiente al terreno del Colegio Polivalente San Rafael, ubicado en Av. El Rodeo 13.680.
- Predio Rol 0516-AVP, ubicado en Av. El Rodeo 13.566 y 13.600, corresponde al Área Verde Pública donde se ubica el Parque El Huinganal.
- Predio Rol 3597-615, correspondiente al terreno del Colegio Bertait College, ubicado en Av. El Rodeo 13.710 (Lote 1-A).
- Predio Rol 3597-620, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.754 (Lote 6).
- Predio Rol 3597-621, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.762 (Lote 7).
- Predio Rol 3597-624, ubicado en Av. El Rodeo 13.798 (Lote 9A)
- Predio Rol 3597-625, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.770 (Lote 8A).
- Predio Rol 3597-651, correspondiente al Condominio “Los Prados de La Dehesa”, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.738 (Lote 4+5)

2.4.1. Contexto Territorial

El sector sujeto a modificación, identificado en la siguiente ilustración, se encuentra ubicado en el sector de El Huinganal al suroriente del “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m”, la cual forma parte de comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana. Este sector tiene una vocación de uso preferentemente habitacional, con la excepción de los establecimientos educativos que se concentran en torno al territorio sujeto a modificación, y la presencia de usos mixtos en los predios que enfrentan Av. El Rodeo.

Ilustración 2-1 Contexto Territorial de sector sujeto a modificación MPRC-LB-30



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Desde el punto de vista de la conectividad, la vía troncal Camino El Huinganal constituye el único eje de circulación norte-sur en el sector, en torno al cual se articula el resto de la red vial estructurante. De igual forma, destacan las vías troncales Av. Paseo Pie Andino y Av. Panorámica Sur por permitir la conexión hacia el poniente, del sector con el resto del área urbana.

2.4.2. Ámbito Temporal

Si bien no existe una definición precisa en el marco de la legislación relativa al periodo de vigencia que deben tener los Instrumentos de Planificación de nivel comunal, es importante anotar la Ley General de Urbanismo y Construcciones, en su artículo 28 sexies señala que "los instrumentos de planificación territorial deberán actualizarse periódicamente en un plazo no mayor a diez años", mandato que permite realizar una revisión periódica del Plan y su implementación. No obstante, atendiendo a las directrices contenidas en la Circular DDU 227 de la División de Desarrollo Urbano MINVU, los IPT deben orientarse con una visión de futuro, estableciendo proyecciones de demandas de suelo para acoger el crecimiento urbano proyectado. Lo anterior basado en proyecciones de población, las cuales consideran en general un horizonte de planificación de 25 a 30 años.

Dicho horizonte de planificación es aplicable a la presente modificación puntual "MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas", ya que se circunscribe en el proceso temporal de actualización del Plan Regulador de Lo Barnechea en curso, y que tiene programado un plazo de ejecución de Opción de Desarrollo Ajustada y aprobación el año 2023.

2.5. Marco del Problema

Se incluye a continuación una descripción prospectiva del sistema territorial, mediante la cual se identifican las dificultades y potencialidades que reflejan prioridades ambientales y de sustentabilidad, que son abordadas en las decisiones de planificación.

En el marco de la presente modificación se destacan tres desafíos que el presente proceso de planificación debe abordar de manera prioritaria: Conservación de elementos naturales y protección frente a riesgos

2.5.1. Conservación de los elementos naturales

La presencia de elementos de valor natural es uno de los atributos del territorio que mayor valoración tiene por parte de los vecinos de la comuna de Lo Barnechea, dentro de los que destaca la configuración geográfica del "Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m" como un valle que se despliega desde el río Mapocho hacia el norte siendo contenido por un borde montañoso, y atravesado por múltiples quebradas, cursos de agua y cerros isla. Este valle, puerta de entrada a la pre cordillera andina, es rico en vegetación asociada al matorral y bosque esclerófilo andino, la cual se caracteriza por una buena resistencia a las oscilaciones térmicas que ocurren entre invierno y verano.

las riberas de estos cauces. Así mismo, se identifica una concentración de cobertura vegetal en la ladera surponiente del terreno en cuestión, ocupando una superficie aproximada de 3.000 m², desde donde existe una depresión en el terreno que genera escurrimiento de agua hacia el cauce principal de la quebrada El Gabino.

2.5.2. Protección frente a riesgos

El “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m” se encuentra expuesta a 3 tipos de amenazas de origen natural: (1) Remoción en masa por procesos de laderas, (2) Remoción en masa por flujos de barro y/o detritos, (3) Inundación por desborde de cauces. Sin embargo, el Plan Regulador Comunal vigente no reconoce en su zonificación los riesgos asociados a procesos de laderas y por presencia de cauces menores de quebradas.

En particular, el área de estudio dispone de tres quebradas, la Quebrada El Gabino, la Quebrada La Rucia y quebrada Los Pitufos, que configuran el territorio y distinguen las áreas de riesgo físico-natural de las áreas con mayor aptitud para el desarrollo urbano. En la actualidad, estas áreas de condiciones más bien rústicas, sin la presencia de intervenciones y construcciones mayores.

En cuanto a las pendientes, se identifica que el área de estudio dispone pendientes que no suponen mayor susceptibilidad de remoción de laderas. No obstante, existirían áreas con pendientes mayores al 20%, las cuales podrían suponer una limitante para el desarrollo urbano y para la habilitación del suelo necesario para el desarrollo del proyecto de vivienda de interés público.

2.5.3. Contexto urbano residencial

La superficie construida por usos de suelo reportada por el Servicio de Impuestos Internos (2019), se agrupa por destinos de la siguiente forma: Residencial (Habitacional, Hotel Motel), Equipamiento Esencial (Educación cultura, Salud, Adm. Pública y Defensa), Equipamiento Comercial (Comercio), Equipamiento Complementario (Deporte y recreación, Culto), Oficinas (Oficina), Act. Productivas (Industria, Bodega y almacenaje, Minería), Estacionamiento (Estacionamiento), Otros (Transporte y telecomunicaciones, Otros, Sin clase) y Sin uso (Sitio eriazo).

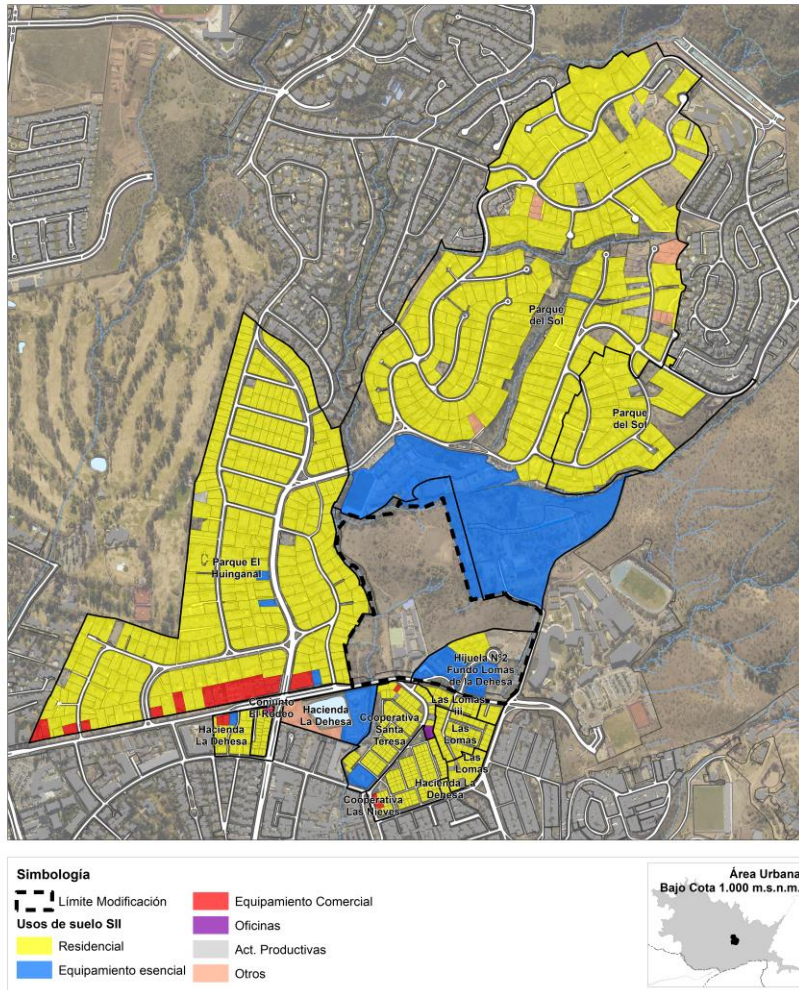
En lo específico, en el deslinde norte se identifica la presencia del Colegio “The Mayflower School”, el cual se encuentra segmentado y sin conexión con el sector sujeto a modificación por la presencia de una quebrada correspondiente al afluente Quebrada La Rucia.

Por el oriente, el sector sujeto a modificación deslinda con la actual sede del CPEIP, correspondiente a un equipamiento educacional al que se accede por la calle Camino Nido de Águilas. Cabe aclarar que este equipamiento se incluye en la cuantificación de superficie construida del sector norte ya que forma parte del conjunto de loteo Parque del Sol.

Por el costado sur, el sector sujeto a modificación colinda con el condominio “Los Prados de la Dehesa”, Colegio Montessori Huelquén y el Colegio Santa Catalina. De igual forma se identifica el emplazamiento de la Brigada de Investigaciones de la PDI, así como la Escuela Especial Lo Barnechea por el sector sur se incluyen los loteos Las Lomas, Cooperativa Santa Teresa, Las Nieves, Hacienda La Dehesa y el Conjunto El Rodeo.

Por último, en el deslinde poniente del sector sujeto a modificación se emplaza el loteo “Parque El Huinganal” lo que se traduce en la presencia exclusiva de uso residencial. El sector sur poniente, en torno a Av. El Rodeo, destaca como aquel con la mayor superficie de equipamiento comercial.

Ilustración 2-3 Distribución de usos de suelo por sector según SII



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS (2019)

2.5.4. Demanda habitacional

De acuerdo con un estudio realizado por Urbanismo Social y Déficit Cero (2022), en el cual se mide la brecha habitacional acumulada entre 2017 y 2021, para poder estimar el Déficit Habitacional Potencial² hoy, se tiene que la comuna de Lo Barnechea ha generado una demanda de aproximadamente 1.365 viviendas en este periodo, para lo cual solo ha

² Esta estimación se encuentra contenida en “Análisis territorial de la brecha habitacional y el déficit potencial comunal: Un insumo para el plan de emergencia habitacional” elaborado por Déficit Cero y Urbanismo Social (Mendía Ed., 2022). Para mayor información consultar documento en www.deficitcero.cl

producido una oferta de 190 viviendas. Esto se traduce en una brecha habitacional de 1.175 viviendas que duplica la demanda habitacional medida para el año 2017, llegando a la suma de 2.115 viviendas.

Además, según datos censales (2017) y el estudio de allegados elaborado por el OCUC (2021) que replica la metodología de cálculo del Déficit Habitacional Cuantitativo elaborado por el MINVU (2020), se obtiene que en la comuna de Lo Barnechea existen **1.667 hogares en situación de allegamiento**, lo que corresponde al 2,5% de los hogares de la comuna. De acuerdo con el Censo 2017, este porcentaje de hogares en situación de allegamiento es inferior al de la Región Metropolitana, donde estos alcanzan el 5%.

Asimismo, **de acuerdo con los resultados del Registro Social de Hogares (2020)**, al observar la localización de los hogares allegados identificados se obtiene que éstos se ubican principalmente en el centro y sur de la comuna, siendo **los lugares de mayor concentración el Cerro 18 (cercano al Colegio Nido de Águilas) y el sector de La Ermita (cercano a la Av. Monseñor Escrivá de Balaguer)**. Esto se presenta tanto en el caso de los hogares que pertenecen al 40% más vulnerable como en los demás deciles.

En base a lo anterior, se identifican las dificultades y potencialidades que reflejan prioridades ambientales y de sustentabilidad, que son abordadas en las decisiones de planificación las cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2-1 Problemas y preocupaciones ambientales y de sustentabilidad y conflictos socioambientales a abordar en MPRC-LB-30

Valores Ambientales y de Sustentabilidad	Descripción
Patrimonio Natural	Presencia de quebradas y sus afluentes: Bordean el flanco poniente, oriente y norte del terreno Nido de Águilas por lo cual constituyen un valor a ser conservado, apuntando a un desarrollo gradual desde las áreas que admiten urbanización hacia los sectores que presentan mayor fragilidad ambiental y/o paisajística.
	Presencia de vegetación arbórea nativa e introducida asociada a quebradas y laderas
Problemas y preocupaciones Ambientales y de Sustentabilidad	Descripción
Problemas Ambientales	El proyecto de viviendas de interés público genera una amenaza sobre las quebradas existentes.
	Situación de sequía: ha sido declarada durante los últimos dos años en el territorio comunal mediante la emisión decretos de escasez hídrica. Este hecho cobra relevancia en relación a la disponibilidad de agua para crecimiento urbano.

	Entorno propenso a riesgos de inundación: dada la presencia de la Quebrada El Gabino y sus afluentes que bordean el terreno Nido de Águilas.
Accesibilidad Restringida	<p>Escasas vías de acceso hacia el terreno de la modificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Varios de los accesos viales que se encuentran en el sector sur del terreno Nido de Águilas son de uso privado de condominios de vivienda y/o establecimientos educacionales. • La presencia de la Quebrada El Gabino y sus afluentes en los bordes norte y poniente del terreno Nido de Águilas condicionan el acceso vial por estos flancos.
Efectos del desarrollo inmobiliario	La densificación que requiere un proyecto de vivienda de Interés Público puede aumentar los conflictos viales existentes.
Conflictos Socioambientales	Descripción
Amenaza a la imagen urbana residencial	Potenciales conflictos de convivencia entre los habitantes residenciales aledaños al terreno Nido de Águilas y los nuevos habitantes

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

3. Marco de Referencia Estratégico

El marco de referencia estratégico presenta la revisión de los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel nacional, regional y en el nivel comunal o local, identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana, a considerar en la modificación del Plan. Se tuvo a la vista las indicaciones realizadas por los Órganos de la Administración del Estado a través de reuniones sostenidas en el marco del proceso de planificación, las que se detallan en el presente informe ambiental.

A continuación, se presenta la revisión de los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel nacional, regional y en el nivel comunal o local, identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana, a considerar en la modificación MPRC-LB-30.

3.1. Política Nacional de Desarrollo Urbano

La Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014), en adelante PNDU, corresponde uno de los instrumentos de política establecidos por la legislación urbana vigente. Su ámbito de acción es de escala nacional y su formulación corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (en adelante MINVU). Esta política no es una ley o un reglamento, sino un mandato compuesto por principios, objetivos y líneas de acción capaces de congregar voluntades, para luego concretarse en leyes, reglamentos y programas públicos orientados a lograr una mejor calidad de vida.

En ese contexto, la actual PNDU se funda en el convencimiento de que nuestras ciudades y centros poblados podrían ser mucho mejores con base en el acuerdo de algunos aspectos fundamentales que rigen su conformación y desarrollo. Dichos acuerdos, explícitos, ordenados y jerarquizados como un verdadero contrato social, son la materia de esta Política.

Entre los objetivos de la PNDU que se relacionan con la modificación MPRC-LB-30 destaca el definir principios, objetivos y líneas de acción capaces de congregar voluntades, para luego concretarse en leyes, reglamentos y programas públicos orientados a las ciudades. Para estos efectos se establecen las siguientes metas y lineamientos que se relacionan con el ámbito de la decisión.

Tabla 3-1 Relación de la PNDU con la modificación MPRC-LB-30

Metas o lineamientos	Relación con la modificación MPRC-LB-30
Integración Social , el Estado debe velar porque nuestras ciudades sean lugares inclusivos, donde las personas estén y se sientan protegidas e incorporadas a los beneficios urbanos: acceso a los espacios públicos, educación, salud, trabajo,	El objeto de la presente modificación es modificar la norma urbanística vigente para dar factibilidad a la construcción de un conjunto de viviendas de interés público que busca dar solución al problema habitacional.

Metas o lineamientos	Relación con la modificación MPCB-LB-30
seguridad, interacción social, movilidad y transporte, cultura, deporte y esparcimiento.	
Equilibrio ambiental, los asentamientos humanos y productivos deben desarrollarse de forma sustentable, equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan.	El diagnóstico elaborado en el marco de la presente modificación, incorpora la identificación de las condicionantes naturales presentes en el sector en estudio, con la finalidad de reconocer y resguardar aquellos espacios de valor natural y paisajístico, al momento de desarrollar el proyecto de vivienda de interés público en el terreno en cuestión.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A POLÍTICA NACIONAL DE DESARROLLO URBANO (2014)

3.2. Política Nacional de Ordenamiento Territorial

La Política Nacional de Ordenamiento Territorial (en adelante PNOT), incorporada por la Ley N° 21.074 que fortalece la regionalización del país, es la encargada de establecer los “*principios, objetivos, estrategias y directrices sobre la materia, así como las reglas aplicables a las redes e infraestructuras que tengan un ámbito de influencia u operación que exceda al territorio regional*”. De esta forma, la PNOT deberá orientar la acción del Estado y de los actores privados y la sociedad civil a nivel nacional hacia la configuración de un territorio armónico, integrado e inclusivo en su diversa y amplia geografía; impulsando un proceso de desarrollo sustentable que integre las dimensiones sociales, económicas y ambientales, con identidad territorial.

La PNOT cuenta con 8 principios rectores que orientan su implementación, correspondientes a sustentabilidad, diversidad territorial, equidad territorial, integralidad, dinamización productiva y competitividad territorial, participación, descentralización y gradualidad. Para alcanzar su objetivo general, esta Política se estructura sobre cinco ejes estratégicos definidos a partir de sistemas territoriales, que a su vez se asocian a objetivos y directrices que orientan su implementación, de los cuales se presentan a continuación aquellos que guardan relación con la modificación MPCB-LB-30.

Tabla 3-2 Relación de la PNOT con la modificación MPCB-LB-30

ESTRATÉGICO 3. SISTEMA NATURAL PARA UN TERRITORIO DIVERSO Y RICO EN RECURSOS NATURALES Y CULTURALES	
Objetivos y Directrices	Relación con la modificación MPCB-LB-30
<p>Objetivo 3.1: Impulsar un desarrollo sustentable del territorio y sus recursos naturales, reduciendo los efectos adversos en el medio ambiente y los asentamientos humanos.</p> <p>Directriz 3.1.c Identificar condiciones territoriales que compatibilicen las funciones de los</p>	Se alinea con el objetivo específico de la presente modificación orientado a aportar a la sustentabilidad y movilidad sostenible del desarrollo urbano comunal. De igual forma, es coherente con el objetivo que apunta a determinar la vocación del sector, con el fin

ESTRATÉGICO 3. SISTEMA NATURAL PARA UN TERRITORIO DIVERSO Y RICO EN RECURSOS NATURALES Y CULTURALES	
Objetivos y Directrices	Relación con la modificación MPRC-LB-30
<p>sistemas naturales, las características del territorio y sus necesidades de uso, considerando cambios tecnológicos, de forma de potenciar su desarrollo sustentable, que integre las dimensiones sociales, económicas y ambientales.</p> <p>Objetivo 3.2: Poner en valor el patrimonio natural y cultural de los territorios, armonizándolo con las distintas dinámicas de ocupación y uso sustentable.</p> <p>Directriz 3.2.a Integrar en los instrumentos de ordenamiento, planificación y gestión territorial, los elementos del patrimonio natural y cultural que otorgan valor e identidad a los territorios, declarados o reconocidos en conformidad con lo establecido en la normativa vigente.</p>	<p>de establecer normas de uso complementarias al destino de vivienda y parámetros de ocupación compatibles, valorando y potenciando el patrimonio ambiental y paisajístico del entorno inmediato de dicho sector y la comuna en su conjunto</p>

EJE ESTRATÉGICO 4: SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA PARA FORTALECER REDES, SERVICIOS, CONECTIVIDAD Y COMUNICACIONES	
Objetivos y Directrices	Relación con la modificación MPRC-LB-30
<p>Objetivo 4.1: Contribuir a una mayor cohesión social y territorial, fortaleciendo la conectividad, las comunicaciones y las redes de interconexión en los diversos sistemas territoriales que mejoren y faciliten la accesibilidad y movilidad de personas, bienes y servicios.</p> <p>Directriz 4.1.a: Fomentar la conectividad entre los sistemas de asentamientos humanos y productivos, mejorando los sistemas de transporte, conectividad digital, seguridad, y tiempos de traslado.</p>	<p>El sector sujeto a modificación se encuentra inserto en un sector con buenas condiciones de conectividad y accesibilidad a equipamientos públicos de salud y educación, con lo cual el emplazamiento de un proyecto de vivienda de interés público en él, permitirá incentivar una mayor cohesión territorial y socioespacial.</p>

EJE ESTRATÉGICO 5: SISTEMA SOCIO-TERRITORIAL INTEGRADO QUE PROMUEVA COMPLEMENTARIEDAD Y SINERGIAS TERRITORIALES

Objetivos y Directrices	Relación con la modificación MPRC-LB-30
<p>Objetivo 5.2: Promover el uso de la propiedad fiscal para desarrollar iniciativas de desarrollo sustentable, que incorpore las dimensiones sociales, económicas y ambientales -de interés nacional, regional y local- que contribuyan a generar mejores condiciones de vida para las personas, según las necesidades presentes y futuras.</p> <p>Directriz 5.2.a Promover el uso de la propiedad fiscal, para el desarrollo de infraestructura estratégica, infraestructura ecológica, de actividades productivas, zonas de interés público y asentamientos humanos, que permitan resguardar las condiciones de desarrollo y seguridad del país, y cobertura de servicios básicos a las personas.</p>	<p>La presente modificación surge a partir de la necesidad de modificar la norma urbanística vigente para dar factibilidad a la construcción de conjuntos de viviendas de Interés Público. Esto ante el anuncio del Presidente de la República de la entrega del terreno del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) del Ministerio de Bienes Nacionales, para el desarrollo de un proyecto de vivienda de Interés Público, con el objetivo de dar solución al problema habitacional.</p>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A POLÍTICA NACIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2021)

3.3. Plan de Emergencia Habitacional 2022-2025

El Plan de Emergencia Habitacional (en adelante PEH) corresponde a una estrategia para abordar el déficit de viviendas en el país, y fue elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo durante el primer semestre del año 2022, en cumplimiento con el mandato establecido en el artículo 11° de la Ley N° 21.450 **sobre Integración Social en la Planificación Urbana, Gestión de Suelo y Plan de Emergencia Habitacional (2022)**.

Este Plan fue concebido con un énfasis en robustecer el rol que cumple el Estado en la generación de soluciones y proyectos habitacionales buscando absorber, al menos, el 40 por ciento de la demanda habitacional proyectada para el período 2022-2025.

Dentro de las medidas que incorpora el PEH, se listan a continuación aquellas que guardan relación y son pertinentes en el marco de la presente modificación:

- Creación de un **sistema que permita la ejecución directa de proyectos urbano-habitacionales por parte del Estado**, que incorpore gestión de suelo, participación de las comunidades y el desarrollo de viviendas y equipamientos de calidad, sustentables, incluyendo concursos de arquitectura.
- **Producción de vivienda a través de distintas modalidades** como sistemas prefabricados, industrializados, incrementales, impresión 3D, entre otros.
- **Mejorar subsidios individuales destinados a la compra** y el arriendo, incluyendo medidas de flexibilidad, apoyo al financiamiento mediante créditos; aumentar el monto del subsidio y crear modelos de movilidad y estímulo al arriendo con promesa de compraventa.
- **Adecuación de programas vigentes para incrementar su eficacia y pertinencia:** Fondo Solidario de Elección de Vivienda, Sistema de Subsidio para Sectores Medios, Programa de Habitabilidad Rural, Programa de Integración Social y Territorial,

Programa de Subsidio al Arriendo de Viviendas, Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios.

- Incentivar la construcción de Equipamiento Comunitario y Áreas Verdes en todos los proyectos habitacionales del PEH.

Con todas estas medidas, el PEH se plantea como meta garantizar 50 mil viviendas disponibles para el año 2022, 68 mil para el año 2023, y más de 140 mil para el año 2025. De las cerca de 260.000 viviendas establecidas como meta de producción por el PEH durante su vigencia, poco más del 30% (81.155 viv.) se encuentran asignadas a la Región Metropolitana; y de éstas últimas **707 viviendas (0,9%) corresponden a la meta comunal con la que debe cumplir Lo Barnechea entre el año 2022 y 2025**, a las que se suman 380 viviendas en ejecución bajo el programa de subsidio DS 49, totalizando en 1.087 viviendas para el final del período en cuestión.

3.4. Informe del Estado del Medioambiente (IEMA) 2020: Capítulo 9 Infraestructura Verde

Este documento institucional entrega orientaciones acerca de la importancia de la implementación de infraestructura verde para el desarrollo de las ciudades, ante la gran necesidad de *compatibilizar su crecimiento con los ecosistemas naturales, con el fin de preservarlos y beneficiarse de los servicios ecosistémicos que pueden brindar.*

Se define Infraestructura Verde Urbana como *una “red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana”,* la cual posee 3 componentes:

- **Escala de barrio:** Calles arboladas, techos y paredes verdes, plazas de barrio, jardines privados, estanques y arroyos, paseos peatonales y ciclo vías, huertos, patios de escuelas.
- **Escala ciudad:** Ríos y llanuras, lagunas, bosques urbanos, parques naturales, plazas municipales, cerros, tierras agrícolas.
- **Escala regional:** Áreas silvestres protegidas, parques nacionales, campo abierto.

Ilustración 3-1 Elementos que componen la Infraestructura Verde



FUENTE: INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE 2020 (MMA, 2020)

La sociedad humana obtiene beneficios por parte de la naturaleza que son los servicios ecosistémicos. El bienestar humano y las actividades económicas dependen de las funciones y procesos del ecosistema, y la salud física y mental de la población puede depender de la accesibilidad a los espacios verdes. En este sentido, dentro de los principales servicios ecosistémicos de regulación aportados por la infraestructura verde destacan los siguientes:

3.4.1. Filtración y drenaje del agua

- Aumenta y mantiene los suministros de agua (limpia) al aumentar la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua de humedales y el suelo, lo que facilita la recarga de los acuíferos.
- Mitiga las sequías mediante la liberación de agua por fuentes de almacenamiento natural, incluyendo el suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y acuíferos.
- Contribuye a la moderación de los eventos de inundación al aumentar la capacidad del paisaje para almacenar agua, reducir la velocidad del flujo de agua, aumentar la absorción del agua minimizando la escorrentía de aguas pluviales. Lo que conlleva a reducir o evitar desbordamientos en el sistema de alcantarillado y aliviar la carga en la gestión de la inundación en la infraestructura existente.

3.4.2. Captura de contaminantes

- Captura de contaminantes como el CO₂ y el depósito de material particulado (MP10)

3.4.3. Regulación de la temperatura

- La infraestructura verde urbana permite regular la temperatura mediante dos mecanismos: provisión de sombra y evapotranspiración.

Ilustración 3-2 Beneficios de la Infraestructura Verde



FUENTE: INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE 2020 (MMA, 2020)

De las tres componentes de la infraestructura verde antes referidas, importa señalar que aquella abordada por la presente modificación corresponde a la escala de barrio, siendo relevante considerar que en el sector sujeto a modificación y su área de influencia se emplaza el Parque El Huinganal, el cual se superpone a la quebrada El Gabino, donde existe potencial para generar un corredor verde que resguarde el valor natural presente en torno a dicho curso de agua, al tiempo que se genera un paseo peatonal que pudiese además incluir una ciclovía.

3.5. Estrategia Santiago Humano y Resiliente

La Estrategia Santiago Humano y Resiliente genera una carta de navegación hacia el 2041, que busca fortalecer la capacidad de coordinación y promover una institucionalidad que sea capaz de articular a todos los actores y comunidades, de manera de aprender de las lecciones del pasado, conocer los riesgos y sus raíces, reducir y mitigar sus eventuales daños y fortalecer la capacidad de recuperación para construir el Santiago del futuro. Esta estrategia define la siguiente visión: *"Queremos que el modelo de desarrollo de Santiago sea uno a escala humana, en que ni el auto, ni el edificio, ni el interés económico predominen, sino las personas. Que la gente que vive la ciudad y la experimenta, sienta que Santiago se sueña, se planifica y se construye pensando en cada uno de ellos"*.

Dicha visión se compone de 6 pilares fundamentales, los cuales se revisan a continuación en cuanto a su relación con el ámbito de aplicación de la presente modificación al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

Tabla 3-3 Análisis Estrategia Santiago Humano y Resiliente

Pilar	Descripción	Relación con modificación MPRC-LB-30
MOVILIDAD URBANA Santiago Conectado	Por una ciudad que prioriza el transporte público, al ciclista y al peatón por sobre el automóvil y provee un sistema de movilidad integral confiable, seguro, sostenible e inteligente.	La presente modificación considera la definición de aperturas y/o ensanches viales con la finalidad de mejorar la movilidad y conectividad del sector sujeto a modificación con su área de influencia. Asimismo, establecerá el espacio público destinado a movilidad integrando distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).
MEDIO AMBIENTE Santiago Verde y Sostenible	Por una ciudad que crece y se desarrolla en armonía con el entorno, que utiliza de manera responsable sus recursos naturales y da acceso de manera equitativa a todos sus habitantes a áreas verdes y parques urbanos de alto estándar	El ámbito de acción de los PRC, centrado fundamentalmente en la definición de normas urbanísticas, permite a través de ellas, resguardar aquellos espacios de valor natural, además de la definición de áreas verdes y una zonificación compatible con las áreas circundantes. Así mismo se incorpora la normativa de nivel metropolitano (PRMS), reconociendo y precisando las áreas verdes metropolitanas incluidas en el territorio comunal, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos en lo referido a la protección/ conservación de espacios de valor natural como soporte para el desarrollo urbano.
SEGURIDAD Santiago Seguro	Por una ciudad que promueva la convivencia pacífica entre sus habitantes; que entienda la multicausalidad del delito y lo enfrente de manera colaborativa, coordinada, estratégica e inteligente.	La presente modificación aporta al tema de la Seguridad, al incentivar la ocupación de un terreno, hasta ahora en desuso, revitalizándolo mediante una planificación y desarrollo urbano acorde y respetuoso de las condicionantes presentes en el territorio.
GESTIÓN DE RIESGOS Santiago Preparado	Por una ciudad y comunidades que aprenden de su historia y de la de otros para estar más preparados ante futuros escenarios de desastres y reducir así los daños e impactos asociados	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de riesgos de origen natural y antrópico, a partir del cual se restringe, condiciona o precisa el desarrollo urbano en las áreas que presentan riesgo para la población.
DESARROLLO ECONÓMICO Santiago Global e Innovador	Por una ciudad equitativa territorialmente que promueve la creación de nuevas oportunidades en medio de un ecosistema de innovación, emprendimiento y economía circular a nivel regional	La presente modificación define una zonificación de usos de suelo que incluye la definición de áreas destinadas a la localización de equipamiento, acordes a la superficie total del terreno y en

		cumplimiento con lo establecido en la LGUC y OGUC.
EQUIDAD SOCIAL Santiago Inclusivo	Por una ciudad que disminuya las brechas sociales, la desigualdad y la fragmentación territorial a la que se ve enfrentada, en donde todos sus habitantes tengan acceso a los beneficios y oportunidades que esta ofrece	La presente modificación permite orientar el desarrollo urbano en materia de suficiencia de los equipamientos y servicios junto con su distribución espacial, a fin de permitir el acceso equitativo de la población a estos establecimientos. De igual forma, mediante las zonas destinadas a uso residencial se pueden establecer normas urbanísticas que den cabida a distintas soluciones de vivienda (pública y privada).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ESTRATEGIA SANTIAGO HUMANO Y RESILIENTE (2022)

3.6. Política Regional de Áreas Verdes 2014

La Política Regional de Áreas Verdes para la Región Metropolitana de Santiago fue aprobada por el Consejo Regional Metropolitano de Santiago en enero de 2013 y su objetivo general es implementar un sistema regional y metropolitano de áreas verdes sustentable equitativo y de calidad, capaz de constituirse en un referente de identidad para la ciudadanía y que contribuya a equilibrar las dinámicas de desarrollo regional. Para este objetivo general se proponen seis líneas estratégicas, cada una con un objetivo general y objetivos tácticos que derivarán en acciones específicas, en el marco de un programa.

A continuación, se presentan las líneas estratégicas y objetivos que guardan relación con el ámbito de acción de la presente modificación.

Tabla 3-4 Relación de la Política Regional de Áreas Verdes con la modificación MPRC-LB-30

Línea Estratégica	Objetivo General	Objetivo Táctico	Relación con modificación MPRC-LB-30
Línea Estratégica 1. Fortalecimiento de la identidad regional	Lograr un consenso institucional y validar socialmente los componentes del sistema regional de espacios verdes que aportan a la identidad de la Región Metropolitana de Santiago (en adelante RMS).	Sistematizar los instrumentos normativos y de planificación que tienen actuación sobre el sistema metropolitano de áreas verdes.	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de dotación áreas verdes y su distribución espacial, incorporando en este contexto la normativa metropolitana al respecto, reconociendo y precisando las áreas verdes de nivel intercomunal establecidas en el PRMS, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos.
Línea Estratégica 2. Mejoramiento	Implementar en la RMS los estándares asociados a los	Dotar a la RMS de normas de urbanización y	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de áreas verdes y su

Línea Estratégica	Objetivo General	Objetivo Táctico	Relación con modificación MPRC-LB-30
de la calidad urbana	espacios verdes que aportan a la calidad urbana y permiten valorizar los recursos urbanos de la Región.	construcción habitacional según los estándares de calidad urbana y respeto al mundo rural.	distribución espacial a fin de permitir el acceso equitativo de la población a estos espacios.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A POLÍTICA REGIONAL DE ÁREAS VERDES (2022)

3.7. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025

El objetivo general de la estrategia es contribuir a la conservación de la biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago, promoviendo la gestión sustentable de sus características, servicios y potencialidades, de manera de resguardar su capacidad vital y de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Para el cumplimiento de los objetivos planteados se definen siete ejes estratégicos de los cuales dos son pertinentes de ser contemplados en la modificación del PRC Lo Barnechea:

Tabla 3-5 Relación de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 con la modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Eje Estratégico	Descripción	Relación con el objeto de la Evaluación (modificación MPRC-LB-30)
Eje estratégico 2. Valoración de los servicios ecosistémicos	Se fundamenta en que la biodiversidad aporta con diversos servicios ecosistémicos que mejoran la calidad de vida de las personas y que tienen una incidencia directa en el bienestar de la población regional.	El ámbito de acción de los PRC, centrado fundamentalmente en la definición de normas urbanísticas, permite a través de ellas, resguardar aquellos espacios de concentración de masa vegetales que prestan servicios ecosistémicos, además de la definición de áreas verdes y una zonificación compatible con las áreas circundantes.
Eje estratégico 4. Conservación de la biodiversidad en áreas rurales y urbanas.	Se fundamenta en que la gestión de la biodiversidad sea aborda en un contexto amplio, de manera que involucre a todo el territorio regional, en sus diversas expresiones y niveles. Ello implica que las acciones deben emprenderse a escala de paisaje, integrando tanto la conservación de las áreas naturales como los espacios rurales y urbanos, que contribuyen como parte de corredores o de hábitats de especies emblemáticas, entre otras funciones.	Así mismo se incorpora la normativa de nivel metropolitano (PRMS), reconociendo las áreas que concentran masas vegetales establecidas por el nivel intercomunal y precisando la delimitación de las áreas verdes metropolitanas incluidas en el territorio comunal, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos en lo referido a la protección/ conservación de espacios de valor natural como soporte para el desarrollo urbano.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ESTRATEGIA REGIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 2015-2025 (2022)

3.8. Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025

El Plan Maestro de Transporte Santiago 2025 nace de la necesidad de contar con una guía para la gestión y las inversiones estratégicas en infraestructura que definan un sistema de transporte urbano orientado a satisfacer las necesidades de movilidad de las personas y mercancías en Santiago en el largo plazo. El Plan Maestro de Transporte Santiago 2025 busca generar un programa coordinado de proyectos de los distintos modos e instituciones con el fin de cumplir cuatro objetivos generales, asociados a alcanzar Eficiencia, Equidad, Sustentabilidad y Seguridad. En este contexto la modificación MPRC-LB-30 se enmarca en los objetivos de Eficiencia, Equidad y Sustentabilidad tal como se detalla a continuación.

Tabla 3-6 Relación del Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 con la modificación MPRC-LB-30

Objetivo General	Descripción	Relación con la modificación MPRC-LB-30
Eficiencia	Este objetivo apunta a fortalecer el transporte público y recomienda el crecimiento de la ciudad alrededor de ejes de transporte masivo.	La presente modificación considera la definición de aperturas y/o ensanches viales con la finalidad de mejorar la movilidad y conectividad del sector sujeto a modificación con su área de influencia. Asimismo, establecerá el espacio público destinado a movilidad integrando distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).
Equidad	Apunta a velar por un nivel de accesibilidad homogéneo en todos los puntos de la ciudad y proteger formas vulnerables de transporte como la caminata y la bicicleta.	
Sustentabilidad	Un buen sistema de transporte es sustentable en tres dimensiones: ambiental, a través del control de emisiones y consumo de combustibles; económica, asegurando la viabilidad financiera de los servicios, y social, cuidando que el grado de aceptación del sistema no se deteriore.	En este contexto las decisiones de planificación de la presente modificación pueden aportar en la dimensión ambiental y específicamente en relación al control de emisiones dado que dentro de su ámbito de acción permite orientar el desarrollo urbano en materia de dotación áreas verdes y su distribución espacial, así como en la definición de espacios públicos incorporando la vialidad estructurante y corredores que permitan la movilidad a través de distintos modos de transporte (ciclovías, paseos peatonales)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DE SANTIAGO 2025 (2022)

3.9. PLADECO

La Secretaría Comunal de Planificación desarrolló, en el marco de lo señalado en la Ley 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, el Plan de Desarrollo Comunal 2022-2030 vigente (en adelante PLADECO 2022-2030), aprobado mediante Decreto DAL N° 0979/2022 de fecha 23.09.2022. Este se constituye, según lo señalado en el propio documento, en una carta de navegación de las acciones comunales construida de manera colaborativa y participativa entre los distintos actores que habitan en la comuna, estableciendo la planificación municipal de los próximos 8 años a través de un instrumento participativo, coherente, flexible, operativo y estratégico cuyo propósito es contribuir a una administración eficiente de la comuna y promover iniciativas de estudios, programas y proyectos destinados a impulsar el progreso económico, social y cultural de sus habitantes.

Para ello, la municipalidad se plantea como misión “Estar al servicio de los vecinos para mejorar su calidad de vida” apuntando a crear “...una comuna próspera, siempre preocupados de nuestros vecinos y el medio ambiente”. Con la finalidad de alcanzar dicha misión y visión, se definen cinco pilares estratégicos, que son los focos de desarrollo en los que se decide concentrar los esfuerzos y se sintetizan en una comuna:

1. Segura y resiliente;
 2. que genera equidad y bienestar social;
 3. participativa y transparente;
 4. conectada y accesible;
 5. que protege su patrimonio.

Para cada uno de estos cinco pilares estratégicos, se define un objetivo y se genera un plan de acción con la finalidad de dar cumplimiento al mismo. Si bien asociados a los distintos pilares y objetivos en que se articula el PLADECO es factible encontrar aspectos que se relacionan con la planificación urbana y territorial, destacan los siguientes sub-ejes dentro de cada pilar donde se concentran los principales proyectos que guardan mayor relación con el ámbito de aplicación de la presente modificación:

3.9.1. Pilar “Seguridad y Resiliente”

En este pilar destaca una iniciativa que tiene cabida en las acciones de la modificación del Plan Regulador Comunal por estar vinculada a la detección de las áreas de mayor exposición a amenazas que se pueden deducir del Estudio Fundado de Riesgos y las prescripciones específicas que la modificación del plan pueda adoptar en términos de restricciones o limitaciones orientadas a la gestión de riesgos de desastres.

Tabla 3-7 Proyectos de Pilar “Segura y Resiliente” con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan
Protección ante	5	Plan e implementación en caso de emergencias (incendios,	Como parte de la generación de mejores condiciones para enfrentar los factores de

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan
catástrofes naturales		terremotos, aluviones, derrumbes, entre otros) para los sectores que presentan más vulnerabilidades en este sentido (c18, arrayan. Ermita) (EJ)	amenaza potenciales, tales como la susceptibilidad a la inundación por desborde de cauces y remoción en masa por flujos de barro y/o detritos, se consideraron dentro de las materias de la Modificación del Plan Regulador Comunal, "vías de evacuación" y "puntos de encuentro", posibles de acoger temporalmente a la población en caso de ocurrencia de eventos
	6	Estudios de riesgos avanzado respecto a riesgos y desastres naturales (EJ)	La MPRC-LB-Nido de Águilas considera el desarrollo de un Estudio Fundado de Riesgos, donde se identifican aquellos sectores con moderada, alta y muy alta susceptibilidad frente a amenazas de origen natural inundaciones por desborde cauce. Considerando los sectores expuestos a alta y muy alta susceptibilidad, se definen áreas de riesgo que permiten orientar las medidas de prevención y/o mitigación que se implementen en el territorio buscando reducir la exposición de la población frente al riesgo.

NOTA SOBRE ESTADO DEL PROYECTO: EN CARTERA (EC), EN EJECUCIÓN (EJ)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PLADECÓ 2022 - 2030

3.9.2. Pilar “Que genera equidad y bienestar social”

Entre las iniciativas asociada a este pilar, es posible destacar aquellas que tienen alcance urbano y territorial para el desarrollo de la modificación del Plan Regulador Comunal, asociadas principalmente a la dotación de nuevos equipamientos y nueva oferta de vivienda que satisfaga las necesidades de los habitantes actuales y futuros de la comuna.

Tabla 3-8 Proyectos de Pilar “Que genera equidad y bienestar social”

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Tratamiento	57	Nuevo centro de salud (EC)	La MPRC-LB-Nido de Águilas considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer equipamiento que sean necesarias para complementar la oferta de futura.
Educación	87	Biblioteca Comunal (EC)	
	69	Ampliación oferta Sala de Cuna y Jardín Infantil (EC)	
Vivienda	93	Construcción de proyecto CPEIP (EC)	La MPRC-LB-Nido de Águilas incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público en el terreno Nido de Águilas.

NOTA SOBRE ESTADO DEL PROYECTO: EN CARTERA (EC), EN EJECUCIÓN (EJ)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PLADECÓ 2022 - 2030

3.9.3. Pilar “Que protege su patrimonio”

Entre las iniciativas asociada a este pilar, es posible destacar aquellas que tienen alcance urbano y territorial para el desarrollo de la modificación del Plan Regulador, asociadas principalmente a la dotación de nuevos equipamientos y áreas verdes que satisfagan las necesidades de los habitantes del sector sujeto a modificación, y de igual forma, relacionadas tanto con la gestión de riesgo de desastres como con la protección del patrimonio natural.

Tabla 3-9 Proyectos de Pilar “Que protege su patrimonio” con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Fomentar la vida al aire libre	120	Mobiliario de Juegos en Plazas de la comuna seguros (EJ)	Es facultad del instrumento de planificación establecer áreas verdes para la habilitación de parques, plazas o áreas libres en sectores aledaños a las quebradas, ya sea por presencia de riesgo de inundación o con la finalidad de preservar su valor natural y paisajístico.
Proteger el medioambiente y los recursos naturales	171	Declaración de humedales urbanos de la comuna y puesta en valor de algunos (accesos, señalética, pasarelas, etc.)	El Plan incorpora medidas de control de la ocupación en cauces y/o quebradas, a través del reconocimiento de áreas verdes, parques y una Zona Especial de protección de Recurso Hídrico (ZERH).

NOTA SOBRE ESTADO DEL PROYECTO: EN CARTERA (EC), EN EJECUCIÓN (EJ)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PLADECO 2022 - 2030

3.9.4. Pilar “Conectada y Accesible”

Entre las iniciativas asociada a este pilar, destacan aquellas con alcance urbano y territorial para el desarrollo de la modificación del Plan Regulador, asociadas al mejoramiento del espacio público incluyendo la movilidad no motorizada.

Tabla 3-10 Proyectos de Pilar “Conectada y Accesible” con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Desarrollo transporte público y privado	213	Generación de calles compartidas zona 30 (EJ)	El ámbito de acción del PRC permite establecer el espacio público destinado a movilidad bajo un concepto que integre distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).

NOTA SOBRE ESTADO DEL PROYECTO: EN CARTERA (EC), EN EJECUCIÓN (EJ)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PLADECO 2022 - 2030

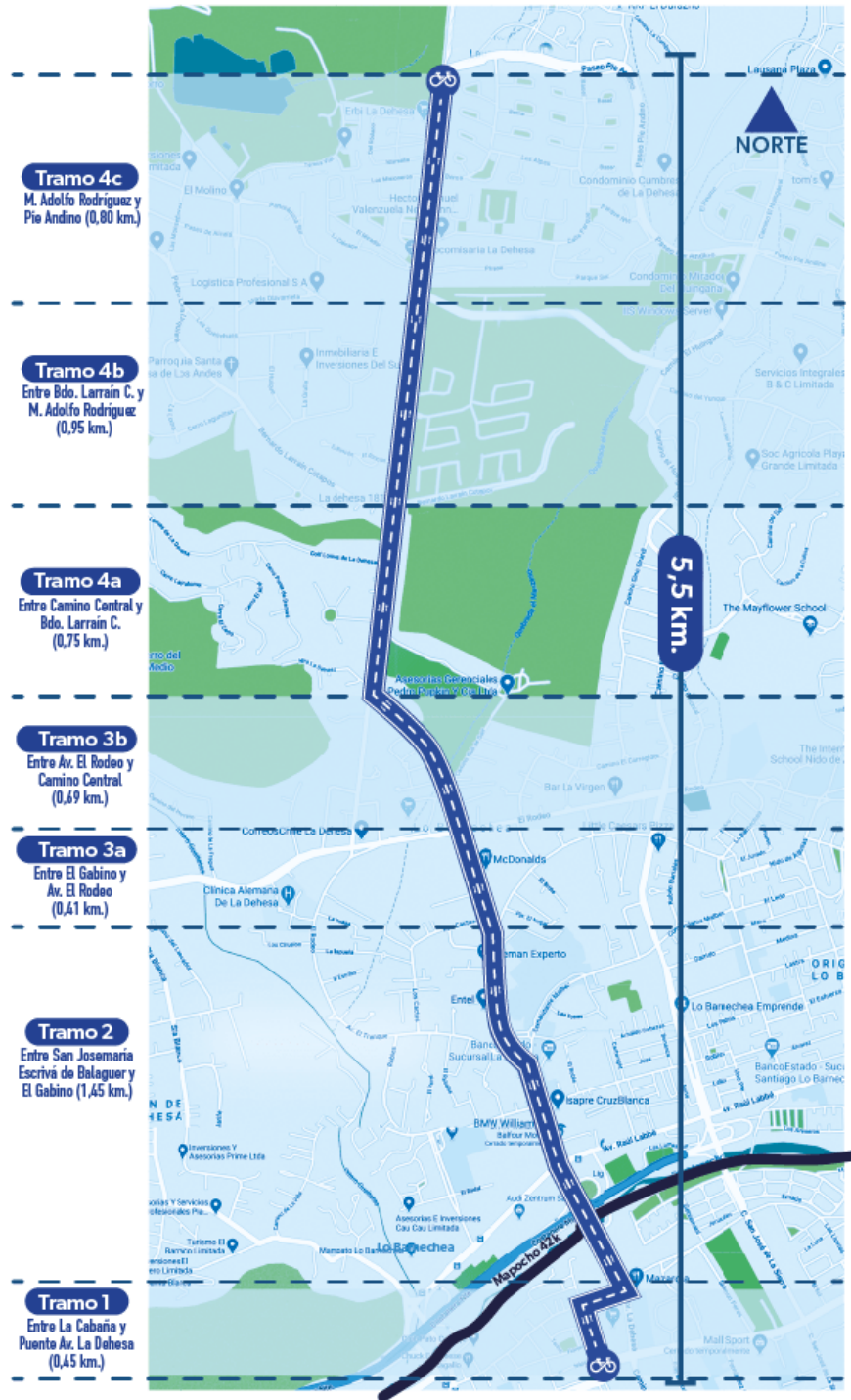
3.10. Plan Maestro de Ciclovías

El año 2018 la Municipalidad de Lo Barnechea dio inicio a un plan para la implementación de ciclovías en la comuna. Durante el año 2020 se realizó una encuesta vecinal para priorizar los ejes donde construir ciclovías, identificándose entre ellos el correspondiente a Av. La Dehesa. En función de ello, en la actualidad el plan se encuentra en la Etapa 4 “Desarrollo de Proyectos” desarrollando el Opción de Desarrollo Ajustada del primer eje vial que será la ciclovía en Av. La Dehesa.

La propuesta de ciclo vía abarca toda Av. La Dehesa, desde Av. Paseo Pie Andino al norte hasta Av. Las Condes en el límite comunal sur. Busca, por un lado, generar una conexión segura, inclusiva y de alto estándar, con una longitud de aproximadamente 5,5 km que se articule con el Mapocho 42k conectando a Lo Barnechea con las comunas vecinas y el resto de Santiago. Por otro lado, se plantea una regularización de la calzada y conservación de la capacidad vial (cantidad de pistas por sentido) en el 90% del proyecto, estableciendo dos tipologías de ciclo vía en cada uno de sus tramos: Unidireccional con ancho libre de 1,4 metros y Bidireccional con ancho libre de 2,4 metros.

La materialización de la ciclo vía de Av. La Dehesa, permitirá contar con un importante eje de movilidad no motorizada en las cercanías del sector sujeto a modificación, lo que posibilita una conexión futura entre ambos por medio de Av. El Rodeo.

Ilustración 3-3 Mapa y plan de implementación de ciclovías en Av. La Dehesa



FUENTE: EXTRAÍDO DE MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA

4. Objetivos Ambientales

Los Objetivos Ambientales corresponden a los fines o metas de carácter ambiental que busca alcanzar el plan sometido a Evaluación Ambiental Estratégica (artículo 4° Reglamento EAE letra k)³. De acuerdo con lo estipulado en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”⁴ dichos objetivos deben estar relacionados con los valores, preocupaciones y problemas de ambiente y sustentabilidad previamente definidos en el plan. Atendiendo este marco regulatorio, a continuación, se presentan los Objetivos Ambientales en contexto de la EAE de la Modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, Proyecto Nido de Águilas. Estos fueron presentados a los Órganos de Administración del Estado en el marco del segundo taller con OAE realizado el 20 de diciembre de 2022 cuya síntesis de resultados se presenta en el punto 9.2 del presente informe.

Tabla 4-1 Objetivos Ambientales del Plan

Objetivos Ambientales	Relacionado con los valores, preocupaciones y problemas de ambiente y de sustentabilidad
<p>Resguardar los elementos naturales que circundan el terreno Nido de Águilas (quebrada El Gabino, Los Pitufos y afluente La Rusia) mediante normas urbanísticas de densidad e intensidad de ocupación que equilibren la urbanización proyectada, propiciando, a su vez, el uso eficiente del suelo urbano disponible en el terreno.</p>	<p>Valores Ambientales y de Sustentabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de la Quebrada El Gabino: valor a ser conservado. • Presencia de vegetación arbórea nativa he introducida asociada a quebradas y laderas. <p>Problemas y Preocupaciones Ambientales y de sustentabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amenaza sobre quebradas • Situación de sequía: disponibilidad de agua para el desarrollo urbano • Entorno propenso a riesgos de inundación

³ DECRETO 32 (2015). Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica. Ministerio del Medio Ambiente. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile de fecha 4.11.2015.

⁴ Ministerio de Medio Ambiente (2015). Guía para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile. Oficina de Evaluación Ambiental.

Objetivos Ambientales	Relacionado con los valores, preocupaciones y problemas de ambiente y de sustentabilidad
<p>Propiciar condiciones de integración socioespacial mediante el mejoramiento de las condiciones de movilidad y accesibilidad equitativa a bienes públicos.</p>	<p>Problemas y Preocupaciones Ambientales y de sustentabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entorno con escasas vías de acceso: vías de uso privado y presencia de cauces naturales que condicionan el acceso • Escasa provisión de usos comerciales en el entorno del terreno Nido de Águilas: no existe una oferta de equipamientos de nivel local • La densificación podría aumentar los conflictos viales existentes. <p>Conflictos Socioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciales Conflictos de convivencia entre habitantes tradicionales aledaños al terreno Nido de Águilas y los nuevos habitantes

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

5. Criterios de Desarrollo Sustentable

De acuerdo con lo estipulado en el artículo 4 letra I del Reglamento EAE, un Criterio de Desarrollo Sustentable (en adelante CDS) es aquél que en función de un conjunto de políticas medio ambientales y de sustentabilidad, permite la identificación de la opción de desarrollo más coherente con los objetivos de planificación y ambientales definidos por el Órgano Responsable de la modificación del instrumento. Los CDS generan el marco y las reglas de sustentabilidad dentro de las cuales se manejan las decisiones de planificación y se centran la evaluación y el proceso de decisión.

La descripción de los CDS se presenta en el siguiente cuadro haciendo uso de la herramienta metodológica entregada en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”.

Tabla 5-1 Criterios de Desarrollo Sustentable del plan

Criterio de Desarrollo Sustentable	Descripción
<p>Generar condiciones que favorezcan la cohesión social y el acceso equitativo a vivienda adecuada y bien localizada, resguardando de los componentes ambientales y paisajísticos que conforman el entorno</p>	<p>Social:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superación del déficit habitacional a través de normas que permitan el desarrollo de una oferta de viviendas de interés público. • Aplicar usos de suelo e intensidades de ocupación compatibles que apunten al desarrollo urbano sostenible de los sectores aledaños a quebrada
	<p>Ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las condiciones de habitabilidad y saneamiento de la población que hoy vive de allegada en la comuna. • Planificación del borde de quebrada y sus afluentes aledaños al terreno Nido de Águilas resguardando el valor natural de esta
	<p>Económico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avanzar en la superación de la vulnerabilidad mediante procesos de localización que favorezcan la inclusión social y acceso equitativo a bienes públicos urbanos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

6. Factores Críticos de Decisión

Tal como se define en el Artículo 4 del Reglamento EAE, los Factores Críticos de Decisión (en adelante FCD) corresponden a aquellos temas de sustentabilidad (sociales, económicos y ambientales) relevantes o esenciales, que en función del objetivo que se pretende lograr con la Modificación del Plan Regulador Comunal, influyen en la evaluación de las opciones de desarrollo.

6.1. Definición de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad

Tal como se define en el Artículo 4 del Reglamento EAE, los Factores Críticos de Decisión (FCD) corresponden a aquellos temas de sustentabilidad (sociales, económicos y ambientales) relevantes o esenciales, que en función del objetivo que se pretende lograr con el Plan Regulador Comunal, influyen en la evaluación de las opciones de desarrollo. El proceso de construcción de los FCD, demanda los antecedentes que se generan en el proceso previo de contexto y enfoque que ayudan a determinar qué se debe analizar, integrando los antecedentes del análisis sistémico y prospectivo, los procedimientos de diagnóstico integrado.

Asimismo, de acuerdo con lo definido en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”, los FCD resultan de la priorización de los temas claves asociados a la decisión, focalizando la atención sobre los aspectos importantes relacionados con el ambiente y la sustentabilidad. En este contexto a continuación se realiza la identificación de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad que permiten obtener un panorama integrado de la situación actual del territorio afecto a modificación, focalizando en aquellos temas importantes o claves para el proceso de planificación.




Para definir dichas prioridades, en el contexto de la MPRC-LB-30, se tomaron los resultados del análisis FODA desarrollado en el Diagnóstico Integrado. Dicho análisis permitió organizar la Síntesis de Diagnóstico mediante la identificación de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas, en una matriz mediante la cual se analizó la correlación entre dichos aspectos, integrando en las entradas por filas los atributos intrínsecos al sistema (Fortalezas y Debilidades), de carácter estático y frecuentemente estructural, mientras que en las entradas por columnas se incorporaron los aspectos relacionados con el contexto exterior al ámbito del plan (Oportunidades y Amenazas), referidos a factores dinámicos de carácter coyuntural.

Desde el punto de vista de la EAE, las Fortalezas pueden interpretarse como los Valores Ambientales y de Sustentabilidad, mientras que las Debilidades refieren a Problemas Ambientales y Limitantes. Para ello se tomó como punto de partida los antecedentes que permitieron caracterizar el sistema urbano-territorial, junto con algunos elementos rescatados de la participación ciudadana de diagnóstico del estudio de actualización del PRC Lo Barnechea.

Por su parte, los aspectos del contexto exterior de la modificación, que inciden tanto en las Fortalezas como en las Debilidades, se interpretaron en el caso de las Oportunidades como las directrices o lineamientos del Marco de Referencia Estratégico, junto con los datos que se deducen del análisis de Proyecciones y Tendencias, en tanto que las Amenazas dan cuenta de Conflictos socio ambientales.

El grado de correlación entre los Factores Internos y Externos se estableció mediante una valorización cualitativa que evidencia en una escala que combina números y colores de semáforo (verde, amarillo y rojo), aquellos aspectos que se correlacionan directa (verde 2) o indirectamente (amarillo 1), así como los aspectos que no tiene relación alguna (rojo 0) (ver siguiente ilustración).

Ilustración 6-1 Escala de Valoración para establecer correlación entre aspectos identificados en FODA

Símbolo:	Valor:	Interpretación:
	0	Aspectos que no se correlacionan
	1	Aspectos que se correlacionan indirectamente
	2	Aspectos que se correlacionan directamente

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

A continuación, se presenta la matriz con la identificación factores externos e internos y el resultado de la valorización cualitativa al realizar el cruce.

Ilustración 6-2 Matriz Análisis FODA MPRC-LB-30

FACTORES ENDÓGENOS													
FORTALEZAS						DEBILIDADES							
Dimensión Urbano Construido			Dimensión social (Integración)	Dimensión ambiental			Dimensión Urbano Construido	Dimensión social (Integración social)		Dimensión socioeconómica		Dimensión ambiental	
1. Alto estándar de dotación de áreas verdes por habitante.	2. Presencia edificaciones de buena calidad y materialidad en el entorno.	3. Buena accesibilidad a servicios y equipamiento públicos (Ej: Establecimientos educativos).	4. El Huirigamal y Pueblo de Lo Barnechea se reconocen como lugares con identidad propia.	5. Terreno con poca intervención con importantes atributos naturales y paisajísticos debido a su emplazamiento.	6. Presencia de quebradas con valor natural en los bordes del terreno.	1. Escasa accesión vial del terreno CPEIP con su entorno.	2. Conflictos de convivencia entre vecinos nuevos y antiguos de sector residencial exclusivo de baja densidad en torno al área de estudio.	3. Alta valoración de la densidad acorde con escala y vida de barrios residenciales en sector El Huirigamal	4. Déficit habitacional causado en gran medida al alto alligamiento en sector centro sur de la comuna, especialmente Cerro Decolcho y La Ermita	5. Falta de oferta vivienda para sectores socioeconómicos medios debido al incremento en el valor del suelo y escasez de suelo público.	6. Altay muy alta susceptibilidad a inundación por desborde de cauces y remoción en masa.		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1. Procesos de densificación provocan cambios en barrios residenciales.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2. Deterioro / Pérdida de servicios ambientales a causa de la intervención del sector a modificar.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3. Cambio climático y sus efectos en riesgos de aparición lenta como factor determinante del proceso de urbanización (Déficit hídrico, pérdida de cobertura vegetal, incremento del potencial de incendio forestal).	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4. Incremento de la congestión vehicular debido al aumento de población.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5. Resistencia al cambio por parte de habitantes del sector ante posible desarrollo de proyecto de viviendas sociales en terreno del CPEIP.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	6. Segregación residencial, concentración y homogenización socioeconómica.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1. Mejoramiento de la integración socioespacial entre sectores socioeconómicamente dispares que hoy se encuentran segregados.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2. Acceso de la población residente a oportunidades habitacionales.	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3. Entrega de terreno por parte de BBNN, eliminando necesidad de compra.	
												AMENAZAS	FACTORES EXÓGENOS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Según la sumatoria de las valoraciones individuales por cada factor, en filas y columnas de la Matriz FODA, se destacaron aquellos temas que presentan mayor relevancia o prioridad debido a que exponen la mayor cantidad de correlaciones directas o indirectas, incorporando aquellas temáticas que pueden ser abordadas por el instrumento de planificación desarrollado. Para ello se consideraron como temas prioritarios aquellos cuya valoración individual fuera mayor o igual al valor promedio calculado entre las valoraciones obtenidas.

A partir de dicho resultado se identificaron, mediante juicio experto, categorías de análisis para agrupar los distintos temas que presentan mayor valoración, en función de las relaciones de causalidad y efecto. Lo que en definitiva permitió identificar los Factores Críticos de Decisión.

Opcionalmente dependiendo de la complejidad que se vaya observando en estas relaciones se podría ocupar un método cualitativo que permita establecer la prioridad de los distintos temas. A continuación, se sintetizan las Prioridades Ambientales y de sustentabilidad identificadas a partir del Análisis FODA y las Categorías en las cuales se agruparon.

Tabla 6-1 Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad MPRC-LB-30

Categorías de agrupamiento (FCD)	Temas de sustentabilidad
Adecuada inserción urbana de viviendas de interés público	Déficit habitacional y alto nivel de allegamiento en sector centro sur de la comuna, especialmente Cerro Dieciocho y La Ermita.
	Limitadas condiciones de asequibilidad a vivienda debido al incremento en el valor del suelo y escasez de suelo público
	Condiciones de movilidad y conectividad
	Acceso a bienes públicos urbanos
Fortalecimiento de la cohesión e integración social	Segregación residencial, concentración y homogenización socioeconómica
	Conflictos de integración social
	Resistencia al cambio en las condiciones urbanísticas del entorno.
Conservación de elementos naturales y protección frente a riesgos	Conservación y/o protección de los entornos naturales tanto de quebradas como de la masa vegetación existente en el área sujeta a modificación.
	Existencia de condicionantes de riesgos presentes en el territorio.
	Conectividad e infraestructura verde

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

6.2. Definición de Factores Críticos de Decisión

En función de las Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad se definieron los siguientes Factores Críticos de Decisión, para la Modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea MPRC-LB-30, describiendo su alcance en el siguiente cuadro, tomando como referencia las indicaciones de la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”.

Tabla 6-2 Factores Críticos de Decisión de MPRC-LB-30

Factores Críticos de Decisión	Descripción del alcance
FCD 1: Adecuada inserción urbana de viviendas de interés público	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del déficit habitacional presente en la comuna • Integración espacial y socioeconómica entre sectores segregados. • Estructura de espacios públicos destinados a la movilidad local que promueva la circulación peatonal y permita el acceso a servicios y equipamientos.
FCD 2: Fortalecimiento de la cohesión e integración social	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de densidad y altura en armonía con elementos de valor identitarios de los sectores del entorno. • Generación de espacios de encuentro en bordes de contacto.
FCD 3: Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de la presencia de valores naturales y paisajísticos como elementos conformadores de la imagen urbana del sector, definiendo usos de suelo compatibles. • Delimitación y restricción a la ocupación en sectores expuestos a riesgos naturales.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

6.3. Marco de Evaluación Estratégica

Tal como lo establece la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”, el Marco de Evaluación Estratégica se encuentra constituida por los FCD que, mediante criterios de evaluación e indicadores, actúan como medios específicos para la evaluación. Los criterios de evaluación definen el alcance de cada FCD, proporcionando detalles acerca de qué se entiende por cada uno de ellos. Mientras que los indicadores ambientales y de sustentabilidad son la métrica de la evaluación que permiten establecer el comportamiento de cada uno de los Factores Críticos de Decisión y pueden ser cuantitativos o cualitativos.

La DDU 430 define de manera específica la aplicación de estos conceptos en el proceso de planificación de un IPT a través de la siguiente pregunta clave: ¿Qué información se requiere para conocer el comportamiento en el tiempo los temas importantes - FCD? En este contexto los Criterios de Evaluación se interpretan como las Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad, que fueron identificadas y asociadas a cada FCD, mientras que los Indicadores se deducen de la información generada en el Análisis Sistémico, el Diagnóstico Integrado y el Proceso de Participación Ciudadana.

A continuación, se presenta el Marco de Evaluación Estratégica con los Criterios e Indicadores de Evaluación asociados a los Factores Críticos de Decisión del proceso de Planificación MPRC-LB-30 del PRC Lo Barnechea y en función de los cuales se lleva a cabo su Caracterización y Análisis de Tendencias.

Tabla 6-3 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD 1 Adecuada inserción de viviendas de interés público

Criterio de Evaluación	Indicador
Rendimiento de suelo	Unidades habitacionales / superficie del proyecto (descontando fajas de protección)
Densidad Neta	Unidades habitacionales / Superficie de suelo destinado a uso residencial
Posibilidad de incorporar equipamientos de manera complementaria dentro del terreno	Superficie de suelo destinada a usos no residenciales / Superficie total de la modificación
Control de la saturación de vías estructurantes	Cantidad de conexiones a vías estructurantes
Incorporación de circulaciones para el desarrollo de la movilidad sustentable	Extensión de circulaciones destinadas a movilidad sustentable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Tabla 6-4 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD 2 Fortalecimiento de la integración y cohesión social

Criterio de Evaluación	Indicador
Posibilidad de instancias de encuentro	Superficie de suelo destinada a usos no residenciales / Superficie total de la modificación
Control de la intervención del paisaje	Altura máxima de edificación
Gradualidad en la intensidad de ocupación	Gradualidad promedio respecto de los loteos existentes

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Tabla 6-5 Criterios e Indicadores para la Evaluación del FCD3 Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo

Criterio de Evaluación	Indicador
Conservar vegetación existente en el territorio	Densidad habitacional / Superficie forestal interior del terreno
Destinar suelo más apto para el desarrollo del proyecto evitando una intervención mayor del terreno	Pendiente promedio de la zona con uso residencial
Destinar suelo más apto para el desarrollo del proyecto evitando someter a la población a situaciones de riesgo	Superficie de suelo con uso residencial en área de riesgo de quebradas PRMS / Superficie total con uso residencial

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

7. Diagnóstico Ambiental Estratégico (DAE)

Tal como se plantea en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”, el DAE se basa en el análisis situacional de tendencias o patrones de conducta de los Criterios de Evaluación aplicados en los Factores Críticos de Decisión. En este sentido se describe, analiza y valora el estado actual del desarrollo urbano y territorial del área objetivo de esta modificación, lo que implica tomar en cuenta los problemas ambientales y de sustentabilidad, los valores y conflictos (detectados a partir de las instancias de participación), como temáticas que no se explican por sí solas como efectos de las acciones sobre los componentes ambientales, sino como resultado de procesos o dinámicas que se encuentran ligados entre sí, y que en su conjunto configuran el contexto o anomalía del desarrollo urbano y territorial, que determinan la necesidad de elaborar el Plan.

7.1. Caracterización y Análisis de Tendencias de los Factores Críticos de Decisión

Se presenta a continuación la caracterización y tendencias de los Factores Críticos de Decisión en base a los Criterios e Indicadores establecidos en el Marco de Evaluación Estratégica.

7.1.1. FCD 1: Adecuada inserción de viviendas de interés público

A partir de la PNDU (2014) y la Ley 21.450, se entiende por integración social el avanzar hacia ciudades “más inclusivas, que entreguen condiciones básicas de calidad de vida a todos sus habitantes, respetando sus particularidades y su libertad de elección”. Este concepto se relaciona con el ámbito temática de integración social que, a su vez, está relacionado a objetivos dirigidos a garantizar el acceso equitativo a bienes públicos urbanos, revertir las actuales situaciones de segregación social y evitar nuevas, reducir el déficit habitacional, y establecer políticas de suelo para promover estos objetivos.

Este desafío se caracteriza a partir de tres temas prioritarios en el MPRC-LB-30: el déficit habitacional cuantitativo asociado principalmente al allegamiento; la accesibilidad a bienes y servicios públicos urbanos; y la oferta de vivienda dirigida para estratos bajos y medios en la comuna.

a) *Déficit habitacional y allegamiento*

El primer tema corresponde a la problemática del déficit habitacional cuantitativo de la comuna, y en particular del sector del Pueblito de Lo Barnechea y Cerro 18. En términos generales, **al año 2017 la comuna de Lo Barnechea contaba con un déficit cuantitativo de 1.160 viviendas, lo que corresponde al 4,3%** del número de viviendas totales registradas ese año (26.864 viviendas). Una estimación reciente de la brecha habitacional acumulada entre 2017 y 2021 (Mendía Ed., 2022), duplica la demanda habitacional medida para el año 2017, llegando a la suma de 2.115 viviendas. De acuerdo a los antecedentes, este déficit se

compone principalmente de un allegamiento que asciende a **677 hogares en situación de allegamiento**, lo que corresponde al 2,5% de los hogares de la comuna.

Esta situación se relaciona con la vulnerabilidad de la población, concentrada en sectores específicos de la comuna. De acuerdo a las mediciones de ambos instrumentos (Censo 2017 y RSH 2020), es posible constatar que **los hogares en situación de allegamiento se encuentran concentrados mayormente en el centro-sur del “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m”, conformado por los sectores del Pueblo de Lo Barnechea, Cerro 18, La Ermita y Juan Pablo II.** De estos, la zona censal con mayor cantidad de hogares allegados es Cerro 18 Sur con 110 hogares allegados, seguido por La Ermita con 61 hogares (9%).

Estos sectores, que concentran déficit y vulnerabilidad, también cuentan con un mayor deterioro de las construcciones. De acuerdo a los indicadores de calidad de la edificación del INE, son los sectores de la comuna con peor calidad de la construcción, situación que debería agudizarse por ampliaciones autoconstruidas identificadas. Por lo general, éstas no resguardan las debidas condiciones de higiene, y confort térmico y ambiental. A su vez, la concentración de estos factores y su reproducción, propicia una percepción negativa de estos territorios.

b) Accesibilidad de bienes y servicios públicos urbanos

El segundo tema corresponde a la accesibilidad de bienes y servicios públicos urbanos, problemática de la política habitacional de las últimas que atendió el déficit habitacional sin contemplar la localización de nuevas viviendas y el acceso a bienes y servicios públicos urbanos y las oportunidades del desarrollo urbano. Este tema también es recogido por el principio rector de la PNDU (2014) sobre equidad.

En el caso de Lo Barnechea, la concentración de población en déficit habitacional se encuentra entorno del Cerro 18 y el Pueblito de Lo Barnechea. Particularmente este último es un área de mayor mixtura de usos de suelo siendo un valor de la comuna al disponer de equipamientos públicos próximos a la población que más los requiere.

De acuerdo al análisis del Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (en adelante SIEDU) y accesibilidad, realizado por el OCUC (2021), se obtiene que **la mayoría de estos hogares allegados mantiene una accesibilidad adecuada a equipamientos** como establecimientos de educación básica pública, centros de salud primaria, transporte público y áreas verdes, contando en general con mejor accesibilidad que el promedio de hogares de la comuna. Atributo que también está presente en el sector sujeto a modificación.

Además, de acuerdo al potencial urbano establecido en el Art. 6.6.2 de la OGUC, se considera también la distancia a un paradero de transporte público para buses, que no supera los 500 m, equipamiento comercial y de servicio de escala mediana o mayor.

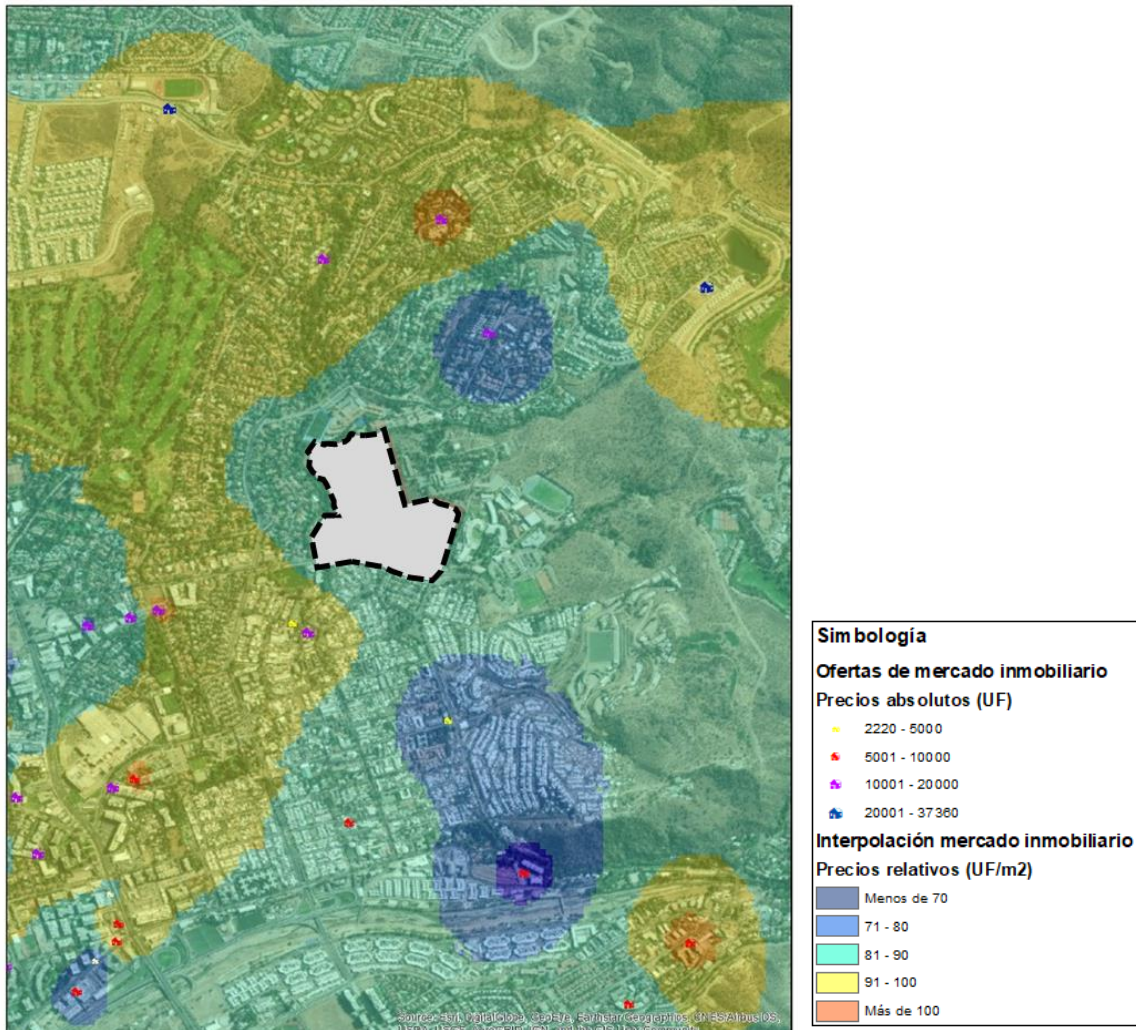
c) Oferta de vivienda dirigida para estratos bajos y medios

El tercer tema corresponde a la disponibilidad de vivienda asequible para la población de estratos medios y bajos, que permita acceder a vivienda en la comuna y mantener redes de apoyo. La comuna de Lo Barnechea ha presentado en las últimas dos décadas una creciente, fuerte y sostenida actividad inmobiliaria, concentrada principalmente en el sector de La Dehesa. Esta concentración ha tenido efectos en el precio de la vivienda.

De acuerdo al catastro del mercado de inmobiliario realizado en 2019, el precio promedio unitario de superficie útil residencial se encuentra bajo las 70 UF/m² en el Cerro 18, bajo las 80 UF/m² en el Pueblo de Lo Barnechea y sobre las 90 UF/m² hacia sectores como Av. La Dehesa y El Huinganal al norte y otros. Por su parte, el precio de la **vivienda más asequible se encuentra por sobre las 2200 UF**, en la calle Los Quincheros. Si bien, el proyecto más cercano al sector sujeto a modificación, Edificio Parque Rodeo, contempla viviendas de 64 m² de 5440 UF, en su mayoría las ofertas superan las 10000 UF.

En términos generales, se identifica que la **oferta inmobiliaria del sector ha incorporado viviendas de menor tamaño, permeando el carácter más exclusivo** con que se urbanizó la comuna al norte del Pueblo de Lo Barnechea, la **oferta a mantenido su carácter excluyente al no disponer de oferta bajo las 2200 UF**, dejando sin aplicación los programas de subsidio de vivienda para grupos vulnerables, sectores emergentes de la clase media. Esta situación de mercado de vivienda orientado hacia los segmentos altos, pone en peligro uno de los **principales valores de este sector de la comuna, que corresponde a la heterogeneidad socioeconómica** y el encuentro de diferentes estilos de vida.

Ilustración 7-1 Distribución de valores del suelo



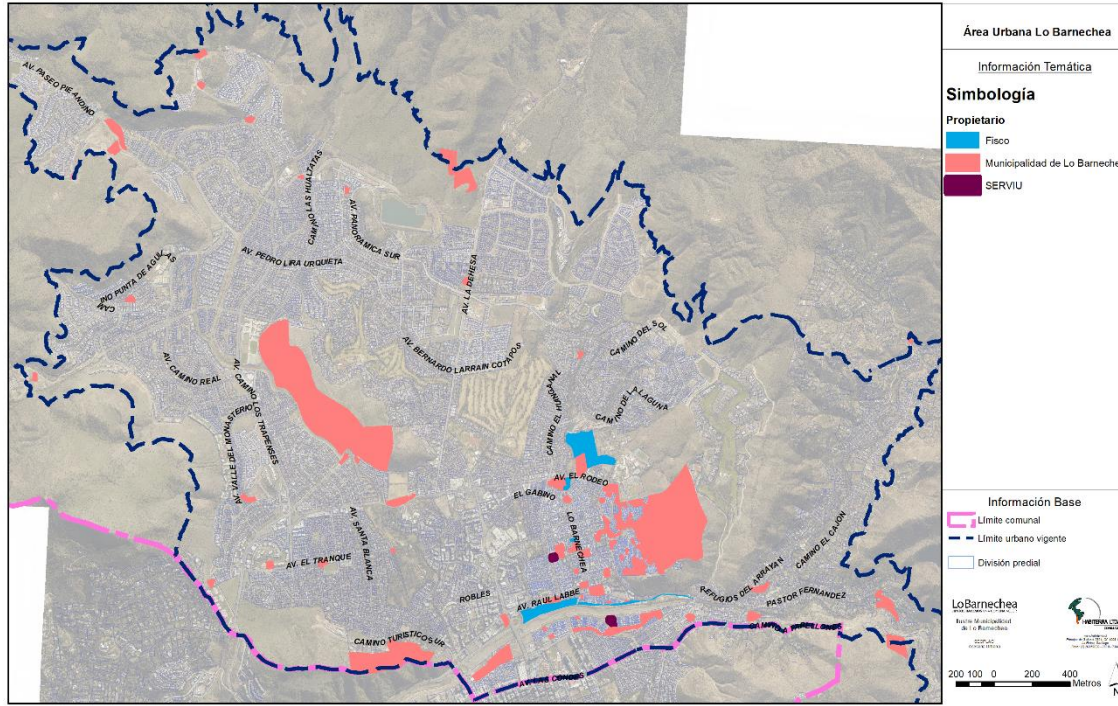
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PORTAL INMOBILIARIO SEPT. 2019 (2022)

Si bien, históricamente el Municipio y las instituciones públicas han viabilizado proyectos de viviendas para las familias vulnerables de la comuna, éstas se encuentran con la limitante de la escasez de suelo público y la imposibilidad de costear la compra de terrenos privados para el desarrollo de proyectos de vivienda social.

En la actualidad, de un universo de 155 predios públicos a nivel comunal, 71 son de propiedad municipal y los restantes 84 son predios fiscales de administración municipal, administración directa, comodato, permisos precarios, entre otros. En el caso de los **predios de propiedad municipal**, acogen principalmente equipamientos públicos (educación, salud, seguridad, social, deporte, entre otros) así como sedes sociales y semejantes. Por su parte, los **predios fiscales**, en la mayoría de los casos, son terrenos administrados por el municipio para acoger dependencias municipales, pero también se observan otros terrenos cedidos a un tercero para la prestación de un servicio o desarrollo de determinada actividad dentro

de la comuna. En otras palabras, si bien existen terrenos públicos, estos tienen un destino definido, siendo escaso el suelo disponible que pudieran destinarse a vivienda social.

Ilustración 7-2 Predios de propiedad o administración municipal



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA (2019)

Es por esto que el anuncio presidencial de la **entrega del terreno del CPEIP** del Ministerio de Bienes Nacionales aporta un elemento clave. Esta entrega explicita su destino para el desarrollo de un **proyecto de viviendas sociales** para solucionar el problema habitacional. No obstante, para concretar un proyecto de este tipo, es necesario ajustar una norma urbanística coherente.

d) *Dinámica funcional y congestión vial*

Respecto a la dinámica funcional, el área de estudio se encuentra determinada por la presencia de bordes, compuestos por diferentes elementos. En primer lugar, se encuentran las pendientes del sector Huinganal, entre los que se identifica las quebradas El Gabino y La Rucia y escarpes existentes en el propio terreno del CPEIP; y los equipamientos existentes en el sector, como los colegio Nido de Águilas, Mayflower y Bertait, que ocupan grandes extensiones de terreno.

Producto de estas dos componentes, existe una condición de **fragmentación que separa los distintos barrios**: la situación de La Dehesa al poniente, El Huinganal, Parque del Sol y el Pueblo de Lo Barnechea de El Rodeo al sur. Entre estos sectores se encuentra el terreno del

CPEIP, el cual se presenta dentro de la situación de borde y tiene posibilidades de relación funcional con el sector sur.

A partir de la participación de la comunidad en anteriores talleres de revisión del instrumento de planificación, se identifican **aprehensiones al cambio y densificación del sector**, expresadas por posturas posicionadas en contra del proyecto, como por la **eventual congestión de las vías estructurantes**, en particular de la Av. El Rodeo. Además, una de las aspiraciones señaladas en el marco del estudio de Actualización del PRC-LB señalaba la aspiración de la comunidad del sector El Huinganal de mejorar la articulación poniente-oriente entre loteos, no así en sentido norte sur.

7.1.2. FCD 2: Fortalecimiento de la integración y cohesión social

Por barrios y lugares con identidad se apunta al sentido de pertenencia que establecen las personas con el territorio. Ello implica reconocer las particularidades del proceso de urbanización y consolidación urbana con características tipológicas particulares en relación a grupos sociales determinados.

Este desafío se caracteriza a partir de dos temas prioritarios: el estilo de vida suburbano del sector en baja densidad y de vocación preferente residencial, y la dinámica funcional vinculado a estas tipologías de loteos suburbanos, de acotada conectividad, y los potenciales problemas de congestión vial derivados de la densificación. El manejo de estas temáticas podría redundar en la oposición al cambio, y conflictos de convivencia entre vecinos nuevos y antiguos.

a) Estilo de vida suburbano

El proceso de urbanización del “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m” presenta segmentos claramente diferenciados que responden a los distintos periodos de consolidación, características tipológicas, y condiciones de contexto presentes en el territorio. La comuna tuvo una acelerada urbanización durante la década de los ochenta y principios de los noventa, incorporando una superficie de 1.567 ha por concepto de loteos que expandieron el área de extensión urbana. Estas nuevas urbanizaciones de barrios y posteriores condominios, ha asentado una **identidad territorial de suburbio**, distinta a la preexistente en sectores como El Pueblito de Lo Barnechea, considerados como área urbana por el Plan Regulador de Las Condes. Esta ocupación, que ha caracterizado el valle de La Dehesa, ha consolidado un modelo de baja densidad, en el que ha predominado núcleos residenciales de viviendas unifamiliares de carácter exclusivo.

En particular, el área de estudio se caracteriza por el desarrollo de los loteos Parque del Sol (1981) y Parque Huinganal (1983). Estos loteos contemplaban una **subdivisión original de lotes amplios**, mayoritariamente sobre los 1.000 m², con situaciones minoritarias de superficie entre 700 m² en El Huinganal y hasta 2.800 m² en Parque del Sol. Esta configuración genera un **paisaje urbano de suburbio** que se compone también por un

sistema de vías locales y pasajes, tipo cul de sac, que se agrupan como racimo conectándose al resto del área urbana a través del Camino El Huinganal.

Cabe destacar que en las últimas décadas **estos loteos han acogido en su interior una densificación de sus lotes a partir de la incorporación de condominios**. En consecuencia, se ha generado una mayor heterogeneidad de tipologías residenciales, tamaños de hogares y, en parte, de estratos socioeconómicos, que ha incidido en la disminución de la escala de la segregación entre grupos. Sin embargo, sigue concentrada en segmentos altos y medio altos. Cabe indicar que lo que se valora es la baja ocupación y densidad, las condiciones paisajísticas del entorno barrial y la exclusividad

No obstante, la relativa disminución de la escala de segregación no implica el reconocimiento entre distintos grupos y la mediación de sus diferentes estilos de vida. La experiencia comunal permitiría considerar que la incorporación de un proyecto que intervenga la situación existente debería contemplar instancias para realizar este reconocimiento entre distintos grupos, tanto en la visibilidad e inserción del proyecto en el paisaje, como en la exploración de la estructura de oportunidades propias de estas instancias de borde (Campos y García, 2004), propiciando una mayor complejidad urbana.

7.1.3. FCD 3: Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo

Los asentamientos urbanos deben desarrollarse de manera equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan. Esto tiene que ver con considerar los sistemas naturales que dan soporte al desarrollo urbano, que entregan servicios ecosistémicos como también podrían representar un potencial riesgo para el asentamiento humano.

Lo Barnechea en particular tiene un componente natural importante relacionado a su localización en el piedemonte, de la cual se desprenden una serie de condiciones particulares de valor ecológico y ambiental, y limitantes, a fin de conciliar el desarrollo urbano.

Este desafío se relaciona con tres temas: con el reconocimiento de las condicionantes naturales del territorio y su abordaje para la conservación de elementos de valor natural; con las limitantes para sostener la intensidad de ocupación e intervención de sectores aledaños sin superar la capacidad de carga; y el reconocimiento de las condiciones de riesgo físico-natural asociadas a quebradas y escarpes, para su protección.

a) Elementos de Valor Natural

La presencia de elementos de valor natural es uno de los atributos del territorio que mayor valoración tiene por parte de los vecinos de la comuna de Lo Barnechea, dentro de los que destaca la configuración geográfica del “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m” como un valle que se despliega desde el río Mapocho hacia el norte siendo contenido por un borde montañoso, y atravesado por múltiples quebradas, cursos de agua y cerros isla. Este valle,

puerta de entrada a la pre cordillera andina, es rico en vegetación asociada al matorral y bosque esclerófilo andino, la cual se caracteriza por una buena resistencia a las oscilaciones térmicas que ocurren entre invierno y verano.

En lo relativo al sector sujeto a modificación importa señalar que, si bien su paisaje vegetal no presenta mayores intervenciones, la cobertura vegetal es escasa concentrándose en torno a los cauces de las quebradas El Gabino y La Rucia, así como en la ladera surponiente del terreno en cuestión, donde ocupa una superficie aproximada de 3.000 m².

e) Carga de Ocupación Sostenible

Por otra parte, el “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m” enfrenta como desafío la **escasez hídrica**. A la fecha se han publicado tres decretos que declaran la comuna como “Zona de Escasez Hídrica”, lo que determina una importante alerta respecto de las posibilidades de sostener el actual patrón de consumo y crecimiento urbano, lo que repercutirá en la **mantención del extenso sistema de áreas verdes públicas y privadas**, en un escenario marcado por el retroceso que han experimentado los glaciares como consecuencia del cambio climático, y considerando que estos son una de las fuentes de recarga de los acuíferos, desde donde se alimenta parte de los requerimientos de agua potable de la zona en estudio.

Los antecedentes de factibilidad sanitaria que forman parte integrante de los estudios del plan regulador reportan que la disponibilidad del recurso hídrico se encuentra garantizada para una población de 144.580 habitantes, cifra inferior a la cabida máxima del instrumento de regulación vigente estimada en 154.817 hab. Considerando el actual ritmo de crecimiento de población y viviendas, es recomendable mantenerse dentro de los rangos de proyección sugeridos por las empresas sanitarias **moderando la expectativa de crecimiento e incorporar medidas de reutilización de aguas**, a la espera de que se generen nuevas proyecciones de demanda y las inversiones necesarias que permitan sostener futuros crecimientos.

f) Riesgo Físico Natural de Quebradas y Escarpes

Por último, el “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m” se encuentra expuesta a 3 tipos de amenazas de origen natural: (1) Remoción en masa por procesos de laderas, (2) Remoción en masa por flujos de barro y/o detritos, (3) Inundación por desborde de cauces. Sin embargo, el Plan Regulador Comunal vigente no reconoce en su zonificación los riesgos asociados a procesos de laderas y por presencia de cauces menores de quebradas.

Si bien, parte de los cursos de quebradas que atraviesan el área urbana se encuentran normados como áreas verdes en el Plan Metropolitano de Santiago, se observa un alto nivel de intervención de quebradas mediante obras de mitigación que se circunscriben al área donde se han emplazado proyectos de edificación y/o urbanización, generando alteraciones parciales de cauces superficiales que no se ven reflejadas en el PRC vigente. Además de las quebradas y cursos de agua como ríos y esteros, parte de la urbanización del área urbana

vigente se encuentra emplazada en áreas que tienen pendientes promedio superiores al 47% (25°), o áreas que presentan limitaciones o condicionantes a la urbanización por estar emplazadas en sectores que superan pendientes de 20% según lo señalado en el artículo 2.1.20 de la OGUC.

En particular, el área de estudio dispone de dos quebradas, la Quebrada El Gabino y la Quebrada La Rucia, que configuran el territorio y **distinguen las áreas de riesgo físico-natural de las áreas con mayor aptitud para el desarrollo urbano**. En la actualidad, estas áreas de condiciones más bien rústicas, sin la presencia de intervenciones y construcciones mayores.

En cuanto a las pendientes, se identifica que el área de estudio dispone pendientes que no suponen mayor susceptibilidad de remoción de laderas. No obstante, existirían **áreas con pendientes mayores al 20%**, las cuales podrían suponer una limitante para el desarrollo urbano y para la habilitación del suelo necesario para el desarrollo del proyecto de vivienda de interés público.

8. Identificación de las Opciones de Desarrollo

La formulación de las opciones de desarrollo o alternativas de estructuración consideró un trabajo de que finalmente culminó en la formulación de opciones de desarrollo. Estas fueron presentadas en la Consulta Pública de la Imagen Objetivo del Plan la que fue refrendada a través de un periodo destinado a recibir observaciones que dio el paso al pronunciamiento del Concejo Municipal de Lo Barnechea, que adoptó acuerdos respecto de las observaciones y estableció las condiciones para el desarrollo del Opción de Desarrollo Ajustada.

Se describen a continuación las opciones de desarrollo o alternativas de estructuración que fueron evaluadas en el marco del proceso de decisión incluida la opción de desarrollo correspondiente al Opción de Desarrollo Ajustada.

8.1. Opciones de Desarrollo

Tal como se señala precedentemente el proceso de planificación consideró el desarrollo de dos alternativas de estructuración del territorio que vienen a dar respuesta a los desafíos o factores críticos de decisión, planteados en el diagnóstico y a los objetivos o metas estratégicas propuestas, considerando los lineamiento o elementos a partir de los cuales se estructura el plan en esta etapa de desarrollo del proceso de planificación.

8.1.1. Alternativa 1: Mayor densidad en menor extensión

La Alternativa 1 plantea un esquema de estructuración orientado a concentrar la densidad permitida al interior del sector sujeto a modificación, en la menor extensión territorial posible, incorporando dos aperturas viales que buscan generar nuevas alternativas de conexión entre el sector en estudio y Av. El Rodeo.

A continuación, se procede a describir la presente alternativa por lineamientos de planificación:

- a) Aptitud y uso del suelo
- b) Intensidad de ocupación
- c) Dotación de áreas verdes
- d) Accesibilidad y conectividad

a) Aptitud y uso de suelo

Esta alternativa concentra la Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta (ZHP-6), que admite uso residencial y de equipamiento, buscando generar una mayor gradualidad de uso hacia el límite del terreno a intervenir, mediante la conformación de un Área Verde Nueva 2 (AVN2) que cumple dos funciones: aplicar un área sin edificación entre las viviendas y cauce de la quebrada El Gabino, conservando la masa vegetacional presente en su área de influencia y concentrar el emplazamiento del equipamiento deportivo (como canchas y

multicanchas) en un sector no apto para acoger vivienda por presentar pendientes que superan los 15° o 26,8%.

Considerando la demanda adicional que generará el futuro proyecto de viviendas, se define una Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos (ZEE-6) en el borde suroriente de la zona ZHP-6 con la finalidad de posibilitar el desarrollo de nuevos equipamientos que complementen la oferta actual existente.

Adicionalmente, se genera una Zona Especial de Recurso Hídrico (ZERH) que reconoce la muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces asociada a las quebradas El Gabino y afluente La Rucia. Por último, la propuesta reconoce el Área Verde Existente Pública (AVEP) correspondiente al Parque El Huinganal, así como las zonas J y L establecidas por el PRC vigente en el sector al sur del terreno Nido de Águilas donde se proponen las nuevas aperturas viales.

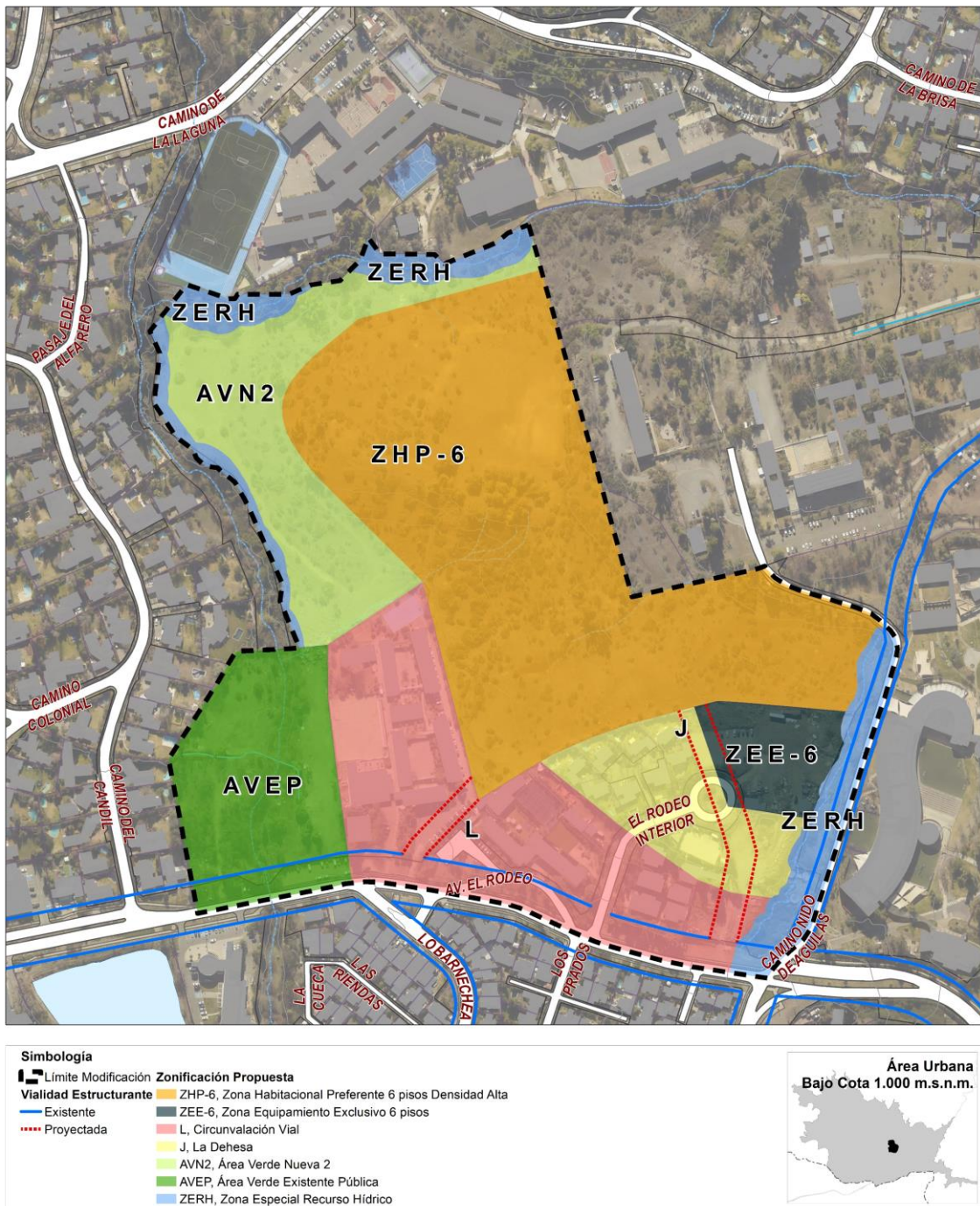
De esta forma, la propuesta de zonificación se conforma por seis zonas de las cuales la zona habitacional ZHP-6 representa el 39,5% del sector sujeto a modificación, mientras que la superficie restante se compone mayormente por la zona L (19,4%) y el AVN2 (11,7%).

Tabla 8-1 Propuesta de zonificación Alternativa 1

ZONA	SUPEFICIE (ha)	DISTRIBUCIÓN (%)
ZHP-6, Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta	7,1	39,5
ZEE-6, Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos	0,7	3,8
AVN2, Área Verde Nueva 2	2,1	11,7
AVEP, Área Verde Existente Pública	1,9	10,8
ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico	1,4	7,8
J, La Dehesa	1,3	7,0
L, Circunvalación Vial	3,5	19,4
TOTAL	18,0	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Ilustración 8-1 Propuesta de zonificación Alternativa 1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

b) Intensidad de ocupación

La Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta (ZHP-6) considera un rango de densidad de 750 a 800 hab/ha, y una altura máxima de 5 a 6 pisos que busca generar un menor porcentaje de ocupación del suelo y mayor proporción de áreas libres. Considerando el rango de densidad de la zona ZHP-6, y la superficie que ocupa (descontando el 14% por destinarse a usos complementarios a la vivienda), la Alternativa 1 acoge una cabida máxima que varía entre 4.580 y 4.885 habitantes, lo que equivale a 1.145 a 1.221 viviendas (considerando 4 hab./viv según 2.2.5 OGUC).

Tabla 8.1.1-2 Calculo de cabida máxima Alternativa 1

ZONA	SUPEFICIE (ha)		CABIDA MÁXIMA	
	Total	Uso residencial	Población	Vivienda
ZHP-6, Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta	7,1	6,106	4.580-4.885	1.145-1.221

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

c) Dotación de áreas verdes

Considerando la cabida máxima de población asociada a la presente alternativa (4.580 – 4.885 habitantes), así como la superficie de áreas verdes propuesta (20.951 m²) y del recientemente inaugurado Parque El Huinganal (19.330 m²), es posible estimar un estándar de 8,25 a 8,79 m² de área verde por cada habitante del proyecto de vivienda de interés público que se emplazará en el sector sujeto a modificación. Esta cifra es superior al estándar mínimo recomendado en la matriz INCAL (7,75 m²/hab), y levemente inferior al estándar SIEDU (10 m²/hab).

d) Accesibilidad y conectividad

Desde el punto de vista de la accesibilidad y conectividad, esta alternativa reconoce el acceso por Camino Nido de Águilas y define dos aperturas viales que buscan conectar el terreno Nido de Águilas con la Av. El Rodeo:

- Calle 1: vía de servicio, proyectada con un ancho de 15 m entre líneas oficiales, que conecta Av. El Rodeo con el terreno Nido de Águilas y conlleva la afectación a utilidad pública de 1.016 m² del predio rol 4155-028 que acoge al Colegio Polivalente San Rafael.
- Calle 2: vía de servicio, proyectada con un ancho de 20 m entre líneas oficiales, que conecta Av. El Rodeo con el terreno Nido de Águilas y conlleva la afectación a utilidad pública de 2.758 m² de los predios rol 3597-620, 3597-624 y 3597-625.

Ilustración 8-2 Propuesta de vialidad Alternativa 1



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

8.1.2. Alternativa 2: Menor densidad en mayor extensión

La Alternativa 2 plantea un esquema de estructuración orientado a distribuir la densidad permitida al interior del sector sujeto a modificación, en una mayor extensión territorial, bajando la intensidad de ocupación, acotando las áreas verdes al resguardo de los cursos de agua. A continuación, se procede a describir la presente alternativa por lineamientos de planificación:

- a) Aptitud y uso del suelo
- b) Intensidad de ocupación
- c) Dotación de áreas verdes
- d) Accesibilidad y conectividad

a) Aptitud y uso de suelo

Esta alternativa considera una extensa Zona Habitacional Preferente 5 pisos Densidad Alta (ZHP-5), donde se admite uso residencial y de equipamiento, buscando aprovechar al máximo la capacidad de acogida de población y vivienda del sector sujeto a modificación. De esta forma, se propone la conformación de una franja de Área Verde Nueva 2 (AVN2) con un ancho mínimo de 20 m al costado oriente del cauce de la quebrada El Gabino, con el fin de conservar la masa vegetacional presente en su área de influencia inmediata.

Considerando la demanda adicional que generará el futuro proyecto de viviendas, se define una Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos (ZEE-6) en el borde suroriente de la zona ZHP-5 con la finalidad de posibilitar el desarrollo de nuevos equipamientos que complementen la oferta actual existente.

Adicionalmente, se genera una Zona Especial de Recurso Hídrico (ZERH) que reconoce la muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces asociada a las quebradas El Gabino y afluente La Rucia. Por último, la propuesta reconoce el Área Verde Existente Pública (AVEP) correspondiente al Parque El Huinganal, así como las zonas J y L establecidas por el PRC vigente en el sector al sur del terreno Nido de Águilas donde se una nueva apertura vial.

De esta forma, la propuesta de zonificación se conforma por siete zonas de las cuales la zona habitacional ZHP-5 representa el 47,4% del sector sujeto a modificación, mientras que la superficie restante se compone mayormente por la zona L (19,4%) y el AVEP (10,8%).

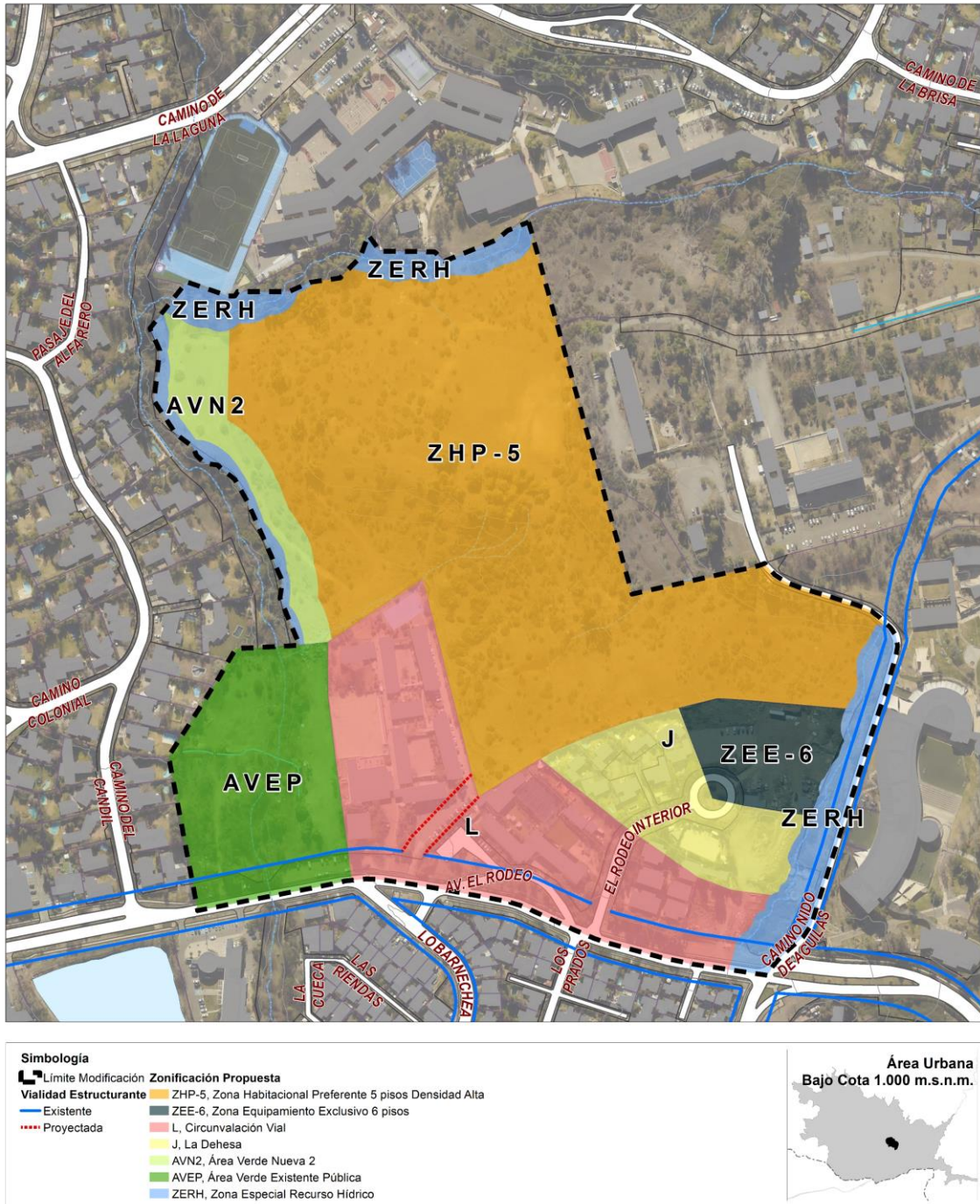
Tabla 8-2 Propuesta de zonificación Alternativa 2

ZONA	SUPEFICIE (ha)	DISTRIBUCIÓN (%)
ZHP-5, Zona Habitacional Preferente 5 pisos Densidad Alta	8,5	47,4
ZEE-6, Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos	0,8	4,2
AVN2, Área Verde Nueva 2	0,7	3,8
AVEP, Área Verde Existente Pública	1,9	10,3
ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico	1,4	7,8
J, La Dehesa	1,2	6,6

L, Circunvalación Vial	3,5	19,4
TOTAL	18,0	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Ilustración 8-3 Propuesta de zonificación Alternativa 2



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

b) Intensidad de ocupación

La Zona Habitacional Preferente 5 pisos Densidad Alta (ZHP-5) considera un rango de densidad de 612 a 750 hab/ha, y una altura máxima de 4 a 5 pisos que genera un mayor porcentaje de ocupación del suelo y menor proporción de áreas libres. Considerando el rango de densidad de la zona ZHP-5, y la superficie que ocupa (descontando el 14% por destinarse a usos complementarios a la vivienda), la Alternativa 2 acoge una cabida máxima que varía entre 4.474 y 5.483 habitantes, lo que equivale a 1.119 a 1.371 viviendas (considerando 4 hab./viv según 2.2.5 OGUC).

Tabla 8-3 Calculo de cabida máxima Alternativa 2

ZONA	SUPEFICIE (ha)		CABIDA MÁXIMA	
	Total	Uso residencial	Población	Vivienda
ZHP-5, Zona Habitacional Preferente 5 pisos Densidad Alta	8,5	7,31	4.474-5.483	1.119-1.371

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

c) Dotación de áreas verdes

Considerando la cabida máxima de población asociada a la presente alternativa (4.474 – 5.483 habitantes), así como la superficie de áreas verdes propuesta (6.791 m²) y del recientemente inaugurado Parque El Huinganal (19.330 m²), es posible estimar un estándar de 4,76 a 5,84 m² de área verde por cada habitante de la cabida generada por el plan que se emplazará en el sector sujeto a modificación. Esta cifra es inferior a los estándares mínimos recomendados tanto en la matriz INCAL (7,75 m²/hab) como en los indicadores SIEDU (10 m²/hab).

g) Accesibilidad y conectividad

Desde el punto de vista de la accesibilidad y conectividad, esta alternativa reconoce el acceso por Camino Nido de Águilas y define una apertura vial para conectar el terreno Nido de Águilas con la Av. El Rodeo:

- Calle 1: proyectada con un ancho de 15 m entre líneas oficiales, que conecta Av. El Rodeo con el terreno Nido de Águilas y conlleva la afectación a utilidad pública de 1.016 m² del predio rol 4155-028 que acoge al Colegio Polivalente San Rafael.

Ilustración 8-4 Propuesta de vialidad Alternativa 2



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

8.1.3. Opción de Desarrollo Ajustada

Una vez evaluadas las Opciones de Desarrollo y sometidas al proceso de Consulta de Imagen Objetivo, se creó la opción de Opción de Desarrollo Ajustada tomando en cuenta las observaciones recibidas y los siguientes acuerdos realizados en la Sesión Extraordinaria N° 284 del Concejo Municipal de fecha 22 de diciembre de 2022:

- “ACUERDO N° 6822: Aprobar, por unanimidad de los presentes, los términos en que se procederá a la elaboración del Anteproyecto de la Modificación N° 30 al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, denominada MPRC-LB-30 “Proyecto Nido de Águilas”, en conformidad a los acuerdos adoptados sobre la Imagen Objetivo, a partir de las respuestas a las observaciones recibidas por parte de la comunidad y las recomendaciones del mismo Concejo Municipal, de conformidad al numeral 5 del artículo 28 octies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, según los siguientes puntos:
 - 1. Definir una tercera alternativa respecto de la superficie y proporción del área verde nueva, de acuerdo a los distintos planteamientos recibidos y los objetivos ambientales.
 - 2. En términos de vialidad se propone incorporar en el desarrollo del anteproyecto las 2 nuevas aperturas viales propuestas dentro del polígono de intervención de esta modificación.
 - 3. La altura máxima deberá integrar los conceptos de gradualidad y privacidad.
 - 4. Densidad máxima estará sujeta al desarrollo de viviendas de interés público.
 - 5. La propuesta de anteproyecto deberá proteger los humedales y quebradas El Gabino, La Rucia y los Pitufos.
 - 6. Se deberán considerar especialmente en el desarrollo de la propuesta de anteproyecto los antecedentes: Estudio Fundado de Riesgos y el Estudio de Factibilidad de Agua Potable, Alcantarillado y Aguas Lluvias.
 - 7. El anteproyecto debe respetar el desarrollo de 500 viviendas de interés público.
 - 8. Definir en la etapa de anteproyecto destinos de equipamiento de escala local y barrial complementando el uso habitacional preferente.

A continuación, se procede a describir la presente alternativa por lineamientos de planificación:

- a) Aptitud y uso del suelo
- b) Intensidad de ocupación
- c) Dotación de áreas verdes
- d) Accesibilidad y conectividad

a) *Aptitud y uso de suelo*

El Opción de Desarrollo Ajustada considera una extensa Zona Habitacional Preferente (HP) con dos subzonas, la primera de 6 pisos y densidad alta (HP (6)), donde se admite uso residencial y de equipamiento y la segunda de 4 pisos y densidad media (ZHP (4)), las cuales buscan aprovechar al máximo la capacidad de acogida de población y vivienda del sector sujeto a modificación. De esta forma, se propone la conformación de una franja de Área Verde Nueva 2 (AVN2) con un ancho mínimo de 24 m al costado oriente del cauce de la quebrada El Gabino, con el fin de conservar la masa vegetacional presente en su área de influencia inmediata.

Considerando la demanda adicional que generará el futuro proyecto de viviendas, se mantiene la Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos (ZEE-6) en el borde suroriente de la subzona ZHP (6) y la Zona Especial de Recurso Hídrico (ZERH) que reconoce la muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces asociada a las quebradas El Gabino (20 m desde el eje de la quebrada), afluente La Rucia (10 m desde el eje de la quebrada) y Los Pitufos (5 m desde el eje de la quebrada). Por último, reconoce el Área Verde Existente Pública (AVEP) correspondiente al Parque El Huinganal, así como las zonas J y L establecidas por el PRC vigente en el sector al sur del terreno Nido de Águilas donde se proponen las nuevas aperturas viales.

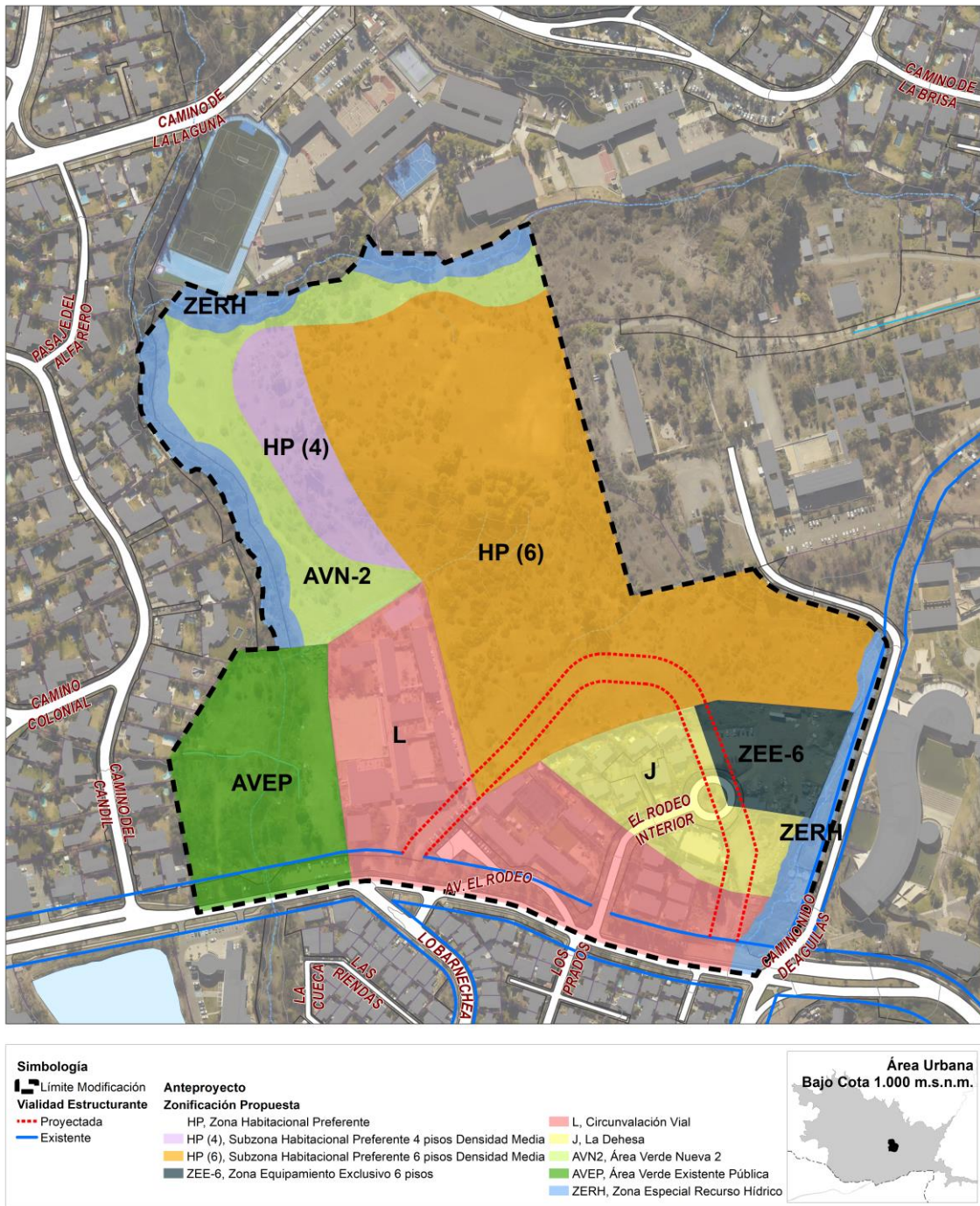
De esta forma, la propuesta de zonificación se conforma por ocho zonas que se representan a continuación

Tabla 8-4 Propuesta de zonificación Opción de Desarrollo Ajustada

ZONA	SUPEFICIE (ha)	DISTRIBUCIÓN (%)
HP (6), Zona Habitacional Preferente / Subzona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta	6,77	38,3%
HP (4), Zona Habitacional Preferente / Subzona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media	0,84	4,7%
ZEE-6, Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos	0,69	3,9%
AVN2, Área Verde Nueva 2	1,52	8,6%
AVEP, Área Verde Existente Pública	1,93	10,9%
ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico	1,19	6,7%
J, La Dehesa	1,26	7,1%
L, Circunvalación Vial	3,49	19,7%
TOTAL	17,70	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Ilustración 8-5 Propuesta de zonificación Opción de Desarrollo Ajustada



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

b) Intensidad de ocupación

La Subzona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Media (HP (6)) considera una densidad bruta máxima de 350 hab/ha, y una altura máxima de 6 pisos. Mientras que la Subzona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media (HP (4)) considera, de igual manera una densidad bruta máxima de 350 hab/ha pero, una altura máxima de 4 pisos. La Opción de Desarrollo Ajustada acoge una cabida máxima de 2.660 habitantes, lo que equivale a 665 viviendas (considerando 4 hab./viv según 2.2.5 OGUC) según el rango de densidad de la Zona Habitacional Preferente (HP).

Tabla 8-5 Calculo de cabida máxima Opción de Desarrollo Ajustada

ZONA	SUPEFICIE (ha)	CABIDA MÁXIMA	
	Total	Población	Vivienda
HP (6), Zona Habitacional Preferente / Subzona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Media	6,8	2.380	595
HP (4), Zona Habitacional Preferente / Subzona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media	0,8	280	70
TOTAL	7,6	2.660	665

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

c) Dotación de áreas verdes

Considerando la cabida máxima de población asociada a la presente alternativa, así como la superficie de áreas verdes propuesta (15.207 m²) y del recientemente inaugurado Parque El Huinganal (19.330 m²), es posible estimar un estándar de 12,97 m² de área verde por cada habitante del proyecto de vivienda de interés público que se emplazará en el sector sujeto a modificación. Esta cifra es superior al estándar mínimo recomendado en la matriz INCAL (7,75 m²/hab), y al estándar SIEDU (10 m²/hab).

d) Accesibilidad y conectividad

Desde el punto de vista de la accesibilidad y conectividad, esta alternativa reconoce el acceso por Camino Nido de Águilas y define una apertura vial con dos salidas hacia Avenida El Rodeo.

- Calle 1: vía de servicio, proyectada con un ancho de 15 m entre líneas oficiales, que conecta Av. El Rodeo con el terreno Nido de Águilas y con lleva la afectación a utilidad pública de 1.016 m² del predio rol 4155-028 que acoge al Colegio Polivalente San Rafael y de 2.758 m² de los predios rol 3597-620, 3597-624 y 3597-625. Cabe destacar que el lote rol 3597-798 no tiene afectación.

Ilustración 8-6 Propuesta de vialidad Opción de Desarrollo Ajustada

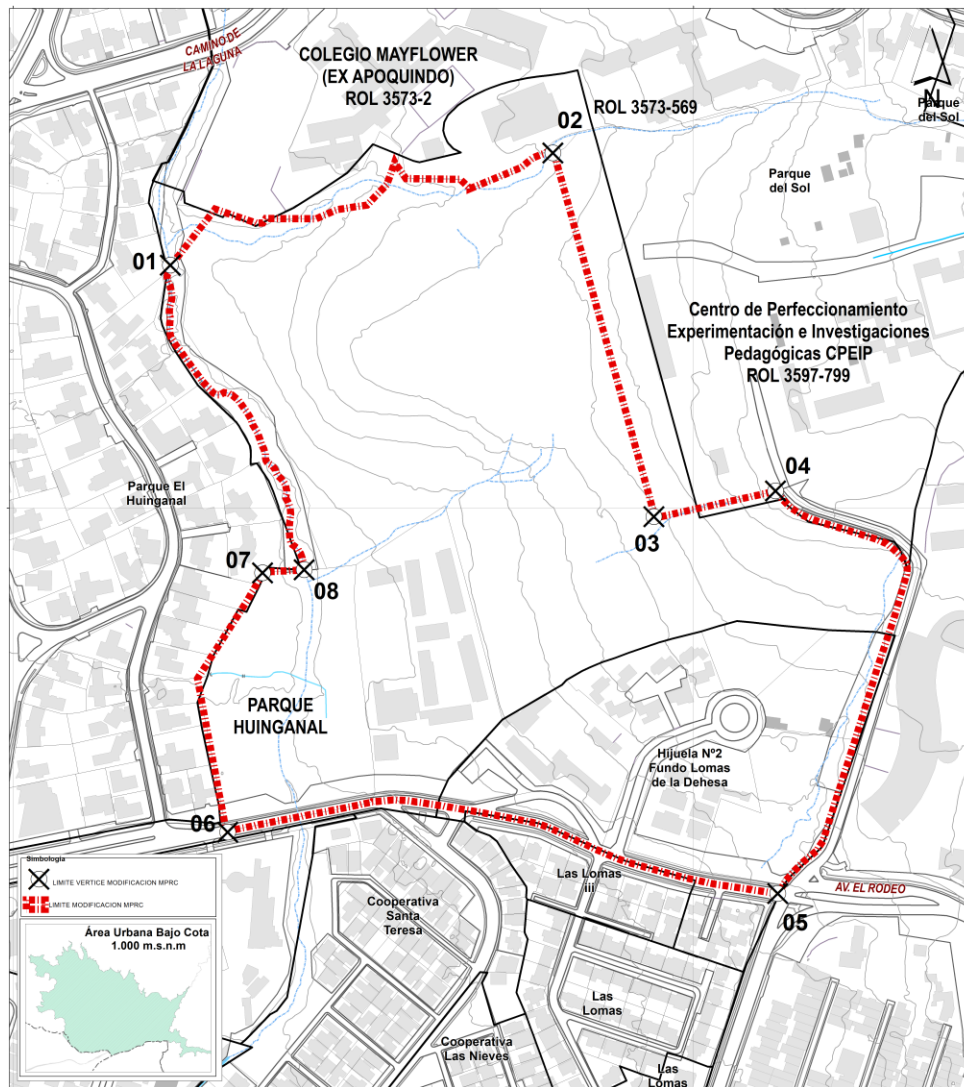


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

8.2. Cambios respecto al Plan Regulador Comunal vigente

A continuación, se describen los principales cambios respecto al Plan Regulador Comunal vigente en el sentido de sustituir la normativa aplicable al terreno delimitado por la línea poligonal cerrada definida por los puntos 1 al 8, singularizado como “sector sujeto a modificación” que se muestra en la siguiente imagen.

Ilustración 8-7 Delimitación del terreno PRC vigente



8.2.1. Cambios de zonas de edificación y usos de suelo

Para el sector sujeto a modificación, actualmente el Plan Regulador Comunal vigente (2002) define dos zonas de edificación y usos de suelo: “Zona J – La Dehesa” y “Zona L - Circunvalación Vial”, la primera se reemplaza por las zonas HP y sus subzonas ZHP (6), Subzona Habitacional Preferente 6 Pisos Densidad Alta, la cual admite uso residencial y de equipamiento; ZHP (4), Subzona Habitacional Preferente 4 Pisos Densidad Media, la cual admite uso residencial y de equipamiento; ZEE-6, Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos con

uso equipamiento exclusivo; AVN2, Área Verde Nueva 2 que corresponden a áreas planificadas destinadas al uso de suelo de área verde y regidas en conformidad a lo establecido en el artículo 2.1.31 de la OGUC y ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico la cual es una zona de protección que reconoce la muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces asociada a las quebradas El Gabino, Los Pitufos y afluente La Rucia. Cabe destacar que los predios Rol 3597-651 y parte de los predios Rol 3597-625 y 3597-624 mantienen la normativa de “Zona J – La Dehesa” siendo afectados por utilidad pública para apertura vial.

La segunda zona, “Zona L - Circunvalación Vial” se reemplaza en su sector poniente por la zona AVEP, Área Verde Existente Pública, la cual admite plazas, parques y áreas verdes públicas, en su calidad de bienes nacionales de uso público existentes, las que se rigen por lo dispuesto en el artículo 2.1.30 de la OGUC. Dentro de esta categoría se encuentra incluido el Parque El Huinganal. El resto de la zona queda con normativa Zona L, la cual se encuentra afecta a utilidad pública para apertura vial en los predios Rol 4155-028 correspondiente al Colegio Polivalente San Rafael, predio Rol 3597-625 y 3597-624.

8.2.2. Incremento de la intensidad de ocupación

Los cambios de zona antes mencionados implican un incremento en las condiciones de ocupación establecidas para el sector sujeto a modificación, pasando de una densidad bruta máxima 43 hab/ha y altura máxima de 2 pisos y 10,5 m permitida en las zonas “J – La Dehesa” y “L – Circunvalación Vial” del PRC del 2002; a una densidad bruta máxima de varía entre 750-800 hab/ha y altura máxima de 5 a 6 pisos permitida en la zona “ZHP-6” propuesta en la Alternativa 1, o una densidad bruta máxima de varía entre 612-750 hab/ha y altura máxima de 4 a 5 pisos permitida en la zona “ZHP-5” propuesta en la Alternativa 2 de la presente modificación

Dichos incrementos en las condiciones de ocupación se traducen en un aumento en la cabida máxima de población y vivienda asociada al sector sujeto a modificación: de 380 habitantes y 95 viviendas aplicando la norma del PRC del 2002, se pasa a 4.500 habitantes y 1.125 viviendas aplicando la norma propuesta en la presente modificación, lo que corresponde a una cabida 12 veces mayor.

8.2.3. Incorporación de incentivos normativos

El contexto normativo configurado por la entrada en vigencia de la Ley 20.958 de Aportes al Espacio Público (2016) y de la Ley 21.078 de Transparencia del Mercado de Suelo e Impuesto al Aumento de Valor por Ampliación del Limite Urbano (2018), entrega nuevas herramientas para el desarrollo de la planificación urbana comunal, contenidas en los artículos 184 y 184 bis de la LGUC, entre otros. El objetivo de estas herramientas de planificación es orientar el desarrollo urbano hacia la sustentabilidad, de acuerdo a los pilares de la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PN DU) de 2014, por lo que se vuelven relevantes las iniciativas que fomentan la integración social y el desarrollo sostenible de la ciudad.

El presente instrumento de planificación hace uso de lo señalado en el artículo 184 de la LGUC, donde se estipula que: *“Los planes reguladores comunales podrán otorgar incentivos en las normas urbanísticas aplicadas en todo o parte de su territorio condicionados al desarrollo de espacios públicos o al mejoramiento de los ya existentes, a la materialización, reparación o mejoramiento de equipamientos públicos, a la instalación o incorporación de obras de arte en el espacio público o al cumplimiento de otras condiciones que induzcan o colaboren en el mejoramiento de los niveles de integración social y sustentabilidad urbana”*.

Considerando lo anterior, la presente modificación MPRC-LB-30 “Proyecto Nido de Águilas” incorpora la aplicación del siguiente incentivo normativo asociado a vivienda de interés público sobre la normativa de las subzonas HP (4) y HP (6) de acuerdo a lo indicado en el texto aprobatorio que forma parte de la modificación en cuestión y cuya redacción señala lo siguiente:

“Todo proyecto de edificación y/o urbanización con destino vivienda que contemple, al menos, un 20% de unidades de vivienda de interés público de conformidad con la definición establecida en el artículo 27 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, se podrá acoger a beneficios en la norma urbanística en altura máxima de edificación, coeficiente de constructibilidad y densidad bruta máxima”.

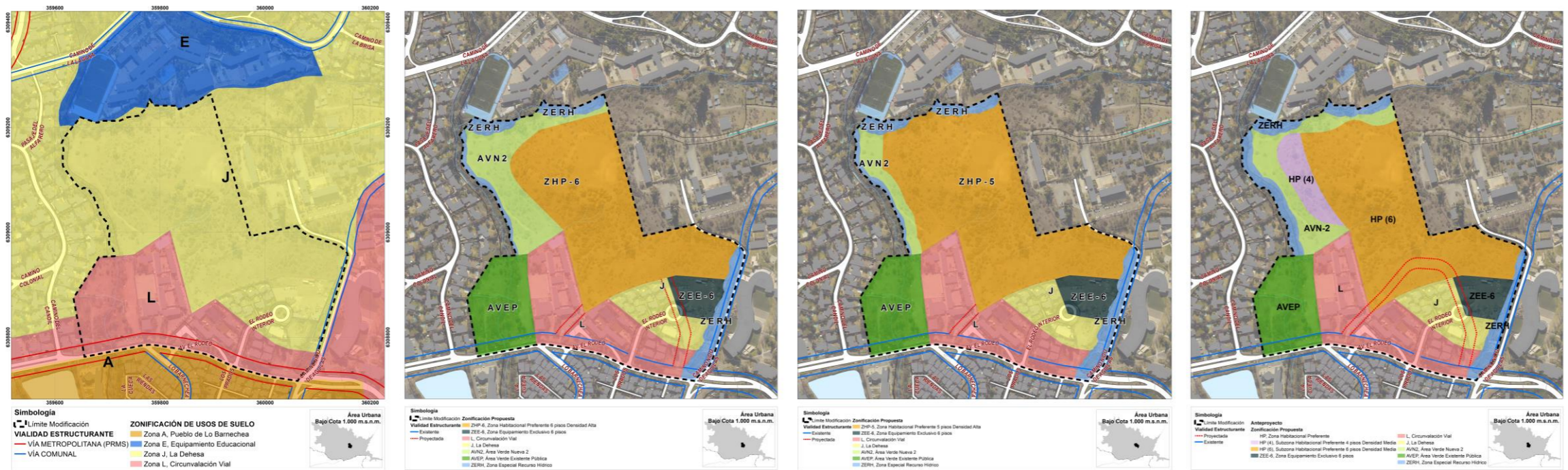
8.2.4. Nuevas aperturas viales

La presente modificación reconoce el acceso por Camino Nido de Águilas y define una apertura vial que buscan conectar el terreno Nido de Águilas con la Av. El Rodeo:

- Calle 1: vía de servicio, proyectada con un ancho de 15 m entre líneas oficiales, que conecta Av. El Rodeo con el terreno Nido de Águilas y conlleva la afectación a utilidad pública de 1.016 m² del predio rol 4155-028 que acoge al Colegio Polivalente San Rafael y de 2.758 m² de los predios rol 3597-620, 3597-624 y 3597-625.

Es importante señalar que, en la presente modificación, no se declaran de utilidad pública las vías y áreas verdes del proyecto de vivienda de interés público definitivo. Ello considerando que durante el desarrollo en detalle del mismo se deberán definir los espacios públicos y áreas verdes conforme a lo establecido en el artículo 70 de la LGUC y el 2.2.5 de la OGUC

Ilustración 8-8 Comparación de alternativas y PRC vigente



<p>PRC 2002</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8,8 ha de superficie de uso residencial • 95 viviendas • Acceso al terreno por calle Nido de Águilas 	<p>Alternativa 1: Mayor densidad en menor extensión</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6,1 ha de superficie de uso residencial • 1.145-1.221 viviendas • 3,5 ha de Área verde (AVN2+ZERH) • 1,9 ha AVEP Parque El Huiganal • 0,7 ha Nueva zona de equipamiento exclusivo • 2 aperturas viales para dar acceso al terreno Nido de Águilas 	<p>Alternativa 2: Menor densidad en mayor extensión</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7,3 ha de superficie de uso residencial • 1.119-1.371 viviendas • 2,1 ha de Área verde (AVN2+ZERH) • 1,9 ha AVEP Parque El Huiganal • 0,8 ha Nueva zona de equipamiento exclusivo • 1 apertura vial para dar acceso al terreno Nido de Águilas 	<p>Opción de Desarrollo Ajustada</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7,6 ha de superficie de uso residencial • 665 viviendas • 2,71 ha de Área verde (AVN2+ZERH) • 1,9 ha AVEP Parque El Huiganal • 0,7 ha Nueva zona de equipamiento exclusivo • 1 apertura vial para dar acceso al terreno Nido de Águilas con 2 salidas hacia Av. El Rodeo
---	---	--	---

9. Evaluación Ambiental de las Opciones de Desarrollo

De acuerdo con lo señalado en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”, las opciones de desarrollo se evalúan en términos de los riesgos y oportunidades para el ambiente y la sustentabilidad inherentes a cada opción de desarrollo, sobre la base de los Factores Críticos de Decisión. Se busca de esta forma identificar la opción preferente para el proceso de decisión que se está evaluando.

9.1. Metodología de Evaluación

En la metodología de evaluación ambiental utilizada se descompone cada Factor Crítico de Decisión en Criterios e Indicadores de Evaluación.

Los Criterios refieren a condiciones, reglas, medias o acciones que cumple cada Opción de Desarrollo (en adelante OD), y que se establecen en función de las tendencias que caracterizan cada FCD, con el fin de resolver o mitigar las problemáticas y/o potenciar los valores identificados. Por su parte los Indicadores de evaluación actúan como métrica para contrastar los atributos o propuestas de cada Opción de Desarrollo respecto de la medida o acción establecida.

La valoración de los indicadores previamente presentados se realiza mediante una escala que combina números binarios (-1, 0, 1) y colores semáforo según los siguientes criterios:

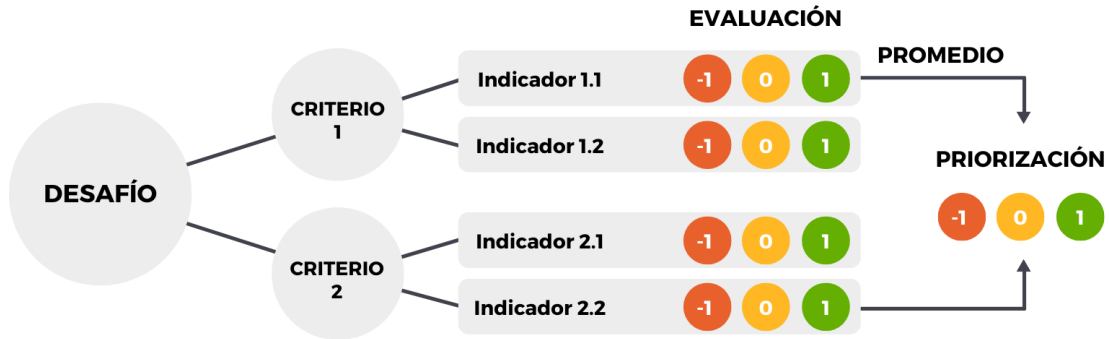
Ilustración 9-1 Escala de Valoración de los indicadores

-1	0	1
La decisión de planificación representa más riesgos que oportunidades para el desarrollo urbano, frente al desafío de planificación (Factor Crítico de Decisión).	La decisión de planificación es similar en cuanto a riesgos y oportunidades para el desarrollo urbano, frente al desafío de planificación (Factor Crítico de Decisión).	La decisión de planificación representa más oportunidades que riesgos para el desarrollo urbano, frente al desafío de planificación (Factor Crítico de Decisión).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Se busca establecer una prelación o prioridad entre los atributos evaluados, para lo cual se define el riesgo u oportunidad de un atributo según su valor comparado entre las opciones de desarrollo evaluadas.

Ilustración 9-2 Procedimiento Evaluación Ambiental de Alternativas MPRC-LB-30



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

9.2. Resultados

A partir de la evaluación realizada para las Alternativas propuestas, se identifica una (1) Opción de Desarrollo que presentan el mejor comportamiento ambiental considerando los Factores Críticos de Decisión y los criterios para su evaluación (Ver tabla 4-1).

A continuación, se muestra un cuadro en el cual se detallan los criterios e indicadores empleados para evaluar el comportamiento de las dos alternativas de estructuración planteadas, respecto a los Desafíos de Planificación propuestos previamente.

Tabla 9-1 Evaluación de Opciones de Desarrollo y Opción de Desarrollo Ajustada

FCD	OE	OBJETIVO	Criterios	Indicadores	Métrica	Tendencia valorada	OD 1	OD 2	AP	OD 1	OD 2	AP
FCD 1 Adecuada inserción de viviendas de interés público	1.1	Disminuir el déficit habitacional de la población vulnerable de la comuna, habilitando las condiciones para que el suelo disponible pueda responder a las demandas actuales de acceso a una vivienda de interés público	Rendimiento de suelo	Unidades habitacionales / superficie del proyecto (descontando fajas de protección)	viv/ha	>	73,8	82,8	40,29	0	1	-1
			Densidad Neta	Unidades habitacionales / Superficie de suelo destinado a uso residencial	n	>	282,8	181,2	87,4	1	0	-1
	1.2	Mantener las condiciones de accesibilidad a bienes públicos urbanos de la población, factibilizando el desarrollo de viviendas para estratos medios y bajos en el sector	Posibilidad de incorporar equipamientos de manera complementaria dentro del terreno	Superficie de suelo destinada a usos no residenciales (descontando fajas de protección) / Superficie total de la modificación	%	>	53%	45%	49%	1	-1	0
	1.3	Extender la red de movilidad sustentable al sector, integrando los circuitos que relacionan los barrios y las áreas de preservación ambiental	Control de la saturación de vías estructurantes	Cantidad de conexiones a vías estructurantes	n	>	2	1	2	1	-1	1
			Incorporación de circulaciones para el desarrollo de la movilidad sustentable	Extensión de circulaciones destinadas a movilidad sustentable	m lineal	>	244,1	67,0	449,9	0	-1	1
	FCD 2 Fortalecimiento de la integración y cohesión social	2.1	Superar la situación de borde y fragmentación del territorio promoviendo el desarrollo de un territorio integrado en términos sociales, de los grupos socioeconómicos, y funcionales, en la definición de usos	Posibilidad de instancias de encuentro	Superficie de suelo destinada a usos no residenciales / Superficie total de la modificación	%	>	60%	48%	58%	1	-1

FCD	OE	OBJETIVO	Criterios	Indicadores	Métrica	Tendencia valorada	OD 1	OD 2	AP	OD 1	OD 2	AP
	2.2	Consolidar cohesión social, evitando romper redes de apoyo y tejido social, y propiciando las condiciones para la heterogeneidad social y el encuentro entre diferentes estratos socioeconómicos e identidades	Control de la intervención del paisaje	Altura máxima de edificación	pisos	<	6	5	6	-1	1	-1
			Gradualidad en la intensidad de ocupación	Gradualidad promedio respecto de los loteos existentes (índice de segmentación)	n	<	18,6	17,4	14,0	-1	0	1
FCD 3 Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo	3.1	Resguardar los elementos de valor natural, inhibiendo la ocupación de áreas sensibles en quebradas	Conservar vegetación existente en el territorio	Afectación de la vegetación: superficie total área hab ponderada por la ocupación de suelo vs superficie vegetacional categorizada	n	<	2,37	3,59	3,12	1	-1	0
	3.2	Equilibrar el desarrollo urbano con la capacidad de carga del territorio, controlando eventual sobrecarga, tanto del sistema sanitario como de servicios ecosistémicos	Destinar suelo más apto para el desarrollo del proyecto evitando una intervención mayor del terreno	Pendiente promedio de la zona con uso residencial	%	<	6,9%	9,7%	9,3%	1	-1	0
	3.3	Proteger a la población del peligro de inundación y remoción en masa, reconociendo áreas de mayor susceptibilidad y evitando su ocupación	Destinar suelo más apto para el desarrollo del proyecto evitando someter a la población a situaciones de riesgo	Buffer entre área residencial y sector humedal en curso	n	>	2,10	0,68	1,52	1	-1	0
TOTAL										5	-5	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Al momento de evaluar las alternativas de estructuración y el Opción de Desarrollo Ajustada propuesto, se resuelve que la Alternativa 1 presenta mayores oportunidades en relación al **Desafío 1: Integración social e inserción de viviendas de interés público**, puesto que genera posibilidades para el desarrollo de vivienda y disminución del déficit habitacional de la comuna, manteniendo en mayor medida las condiciones de accesibilidad a bienes públicos urbanos de la población, factibilizando el desarrollo de viviendas para estratos medios y bajos en el sector.

En cuanto al **Desafío 2: Barrios y lugares con identidad en el entorno**, el Opción de Desarrollo Ajustada presenta mayores oportunidades, en tanto define usos de suelo que posibilitan la generación de instancias de encuentro entre diferentes grupos socioeconómicos y funcionales. Esto favorece en mayor medida la superación de la situación de borde y fragmentación del territorio, promoviendo la integración socioespacial. Por otro lado, genera una gradualidad en la densidad promedio respecto de los loteos existentes. Esto favorece al control de la intervención del paisaje y, con ello, condiciones idóneas para el encuentro entre las comunidades.

En relación al **Desafío 3: Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo**, la alternativa 1 nuevamente genera mayores oportunidades con respecto al equilibrio del desarrollo urbano, controlando eventual sobrecarga del sistema sanitario y de servicios ecosistémicos, así como respecto de la protección de la población al peligro de inundación y remoción en masa, reconociendo áreas de mayor susceptibilidad y evitando su ocupación.

A partir de los resultados obtenidos se observa que el Opción de Desarrollo Ajustada tiene un comportamiento general neutro respecto a las alternativas 1 y 2, concordante con las modificaciones realizadas luego de la recepción de observaciones contrapuestas de la participación ciudadana.

Tabla 9-2 Evaluación de Riesgos y Oportunidades

Riesgos	Oportunidades
<p>OD1. Supondría ocupación más intensiva del suelo con uso residencial, concentrando las nuevas viviendas, las cuales dispondrían de menor superficie de suelo por vivienda, ya sea para espacios comunes o áreas de uso exclusivo.</p> <p>OD2. La ocupación más extensiva supondría el consumo mayor de suelo para la misma cantidad de viviendas, lo cual impediría la incorporación de equipamientos, además de encarecer la operación habitacional.</p> <p>AP: Al tener una menor densidad que las otras alternativas, la capacidad de personas que se espera</p>	<p>OD1. La ocupación intensiva factibiliza el desarrollo del proyecto y permite la incorporación de proyectos de tipo equipamiento.</p> <p>OD2. La ocupación extensiva supone mayor superficie de suelo por vivienda, destinando espacios de uso exclusivo o comunes al interior.</p> <p>AP: El Opción de Desarrollo Ajustada propone la creación de una vía (Calle 1) con dos salidas a la Avenida El Rodeo lo que mejora las condiciones dado que une y genera continuidad entre las conexiones. Además, la zonificación plantea criterios de gradualidad y control de alturas de edificación en relación a terrenos alledaños sin</p>

Riesgos	Oportunidades
en el proyecto es menor, por ende, también su rendimiento de suelo.	quitar la capacidad de incorporar proyectos de tipo equipamiento.
<p>OD1. La ocupación intensiva, en una altura mayor, generaría una afectación mayor del paisaje natural y suburbano.</p> <p>OD2. La ocupación extensiva, supondría un mayor consumo de suelo para el uso residencial, dejando menos espacios para generar instancias de encuentro entre grupos distintos.</p> <p>AP: Posibilidad de que el proyecto no genere integración social desde y/o hacia nuevos residentes. Asimismo, la altura máxima permitida en el proyecto supera la permitida en terrenos aledaños a la modificación pudiendo causar afectación en el paisaje.</p>	<p>OD1. La ocupación intensiva, en altura, permitiría disponer un mayor espacio entre construcciones suburbanas y el proyecto de interés público, evitando conflictos de convivencia. Además, permitiría disponer de espacios comunes y espacios públicos para el encuentro y el desarrollo de la cohesión social.</p> <p>OD2. La ocupación extensiva permitiría adoptar una altura baja y controlar el impacto paisajístico.</p> <p>AP: Incorpora espacios de encuentro social en espacios de áreas verdes y zonas de equipamiento. A pesar de tener alturas máximas de 6 pisos, genera una mayor gradualidad de intensidad dada la incorporación de subzonas con distinta normativa.</p>
<p>OD1. Es más probable afectar las áreas forestales existentes al interior del terreno en un modelo de ocupación intensiva de un área residencial menor.</p> <p>OD2. El modelo extensivo supone intervenir sectores cercanos a quebradas, de mayor pendiente, lo cual implicaría un mayor esfuerzo para habilitar el terreno para el proyecto habitacional.</p> <p>AP: Continúa la vulnerabilidad frente a riesgo de inundación en zonas cercanas a quebradas</p>	<p>OD1. La ocupación de un área de uso residencial menor, permite evitar la ocupación de las áreas próximas a quebradas y mayor pendiente, concentrando la ocupación en el suelo con pendiente menor a 20%, evitando generar muros de contención que encarezcan la operación habitacional y generen impacto en el paisaje.</p> <p>OD2. La ocupación extensiva permitiría dejar áreas libres al interior de la zona de uso residencial, preservando las áreas forestadas al interior del terreno CPEIP.</p> <p>AP: En lo relativo a conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo, el Opción de Desarrollo Ajustada destina el suelo más apto para el desarrollo urbano tanto de viviendas como de equipamientos evitando someter a la población a posibles situaciones de riesgo dada la integración del área destinada a la protección de recursos hídricos. Asimismo, esta zona protege elementos naturales al igual que la nueva área verde propuesta.</p>

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

9.3. Directrices de Gestión, Planificación y Gobernabilidad

En función de los riesgos y oportunidades que presenta el Opción de Desarrollo Ajustada, se definen las directrices de gestión, planificación y gobernabilidad, identificando acciones y propuestas para abordar los riesgos y oportunidades de la modificación propuesta.

Tabla 9-3 Directrices Opción de Desarrollo Ajustada

FCD	Directrices
<p>FCD 1 Adecuada inserción de viviendas de interés público</p>	<p>Directriz de Gestión y Planificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materialización de equipamiento en ZEE-6 - Materialización de los tramos de vías proyectadas <p>Directriz de Gobernabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinación para la construcción de viviendas sociales SERVIU
<p>FCD 2 Fortalecimiento de la integración y cohesión social</p>	<p>Directriz de Gestión y Planificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asegurar la consolidación de áreas verdes y espacios públicos de nivel comunal en zona AVN-2 mediante su ejecución y financiamiento - Monitoreo de la contaminación acústica asociada a nuevas vialidades (fuentes móviles) y su impacto sobre áreas de borde de contacto <p>Directriz de Gobernabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinación para la habilitación urbana integral de los terrenos destinados a proyectos de integración social
<p>FCD 3 Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo</p>	<p>Directriz de Gestión y Planificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudiar iniciativas municipales de gestión del agua que involucren reutilización de aguas grises - Considerar la elaboración de un Plan de gestión de desastres mediante la incorporación vías de evacuación y áreas de seguridad - Tratamiento de áreas verdes y elementos de valor natural existentes <p>Directriz de Gobernabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para socializar los planes de emergencia y organizar simulacros de evacuación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

10. Coordinación y Consulta con Órganos de la Administración del Estado

En este capítulo se realiza una descripción de la forma en que se ha trabajado con los Órganos de la Administración del Estado (OAE) en relación con el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

10.1. Fase Inicio del Procedimiento EAE

Con fecha 12 de octubre de 2022, se llevó a efecto la primera convocatoria a Órganos de la Administración del Estado correspondiente al Taller 1 de Diagnóstico e Imagen Objetivo desarrollado mediante la plataforma Microsoft Teams entre las 11:00 y las 12:30 horas, que contó con la asistencia de 21 personas pertenecientes a 13 entidades públicas.

- SEREMI Medio Ambiente
- SEREMI Bienes Nacionales
- SEREMI Vivienda y Urbanismo
- SEREMI Desarrollo Social
- SEREMI Energía
- SEREMI Economía
- SEREMI Obras Públicas
- Dirección Obras Hidráulicas – DOH
- Dirección General de Aguas – DGA
- SERNAGEOMIN
- Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Carabineros de Chile

La dinámica bajo la cual se desarrolló la jornada consideró, en un primer momento, la exposición de los principales contenidos del marco del problema de planificación a partir del análisis sistémico territorial, las prioridades ambientales y de sustentabilidad, los objetivos ambientales, criterios de desarrollo sustentable y una descripción resumida de los Factores Críticos de Decisión. Posteriormente, lo presentado se sometió a discusión con los asistentes a la reunión, recibiendo los comentarios, observaciones o alcances de parte de ellos.

En la carpeta “Anexo Taller OAE” se puede observar el acta levantada en esta instancia de reunión y el listado de asistencia.

De esta reunión se recibieron los siguientes pronunciamientos mediante oficios:

Tabla 10-1 Pronunciamientos Taller 1 OAE

OAE	Oficio	Fecha
SEREMI MA	ORD. RRNN N° 1030	10/11/2022
SEREMI MINVU	ORD. N° 2268	16/11/2022
MOP	ORD. SRM RM N° 05-307	21/11/2022

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el siguiente cuadro se listan los principales comentarios u observaciones realizados durante el Taller 1 OAE y en los pronunciamientos, indicando cómo se incorporan al Plan.

Tabla 10-2 Comentarios y observaciones y su incorporación en la modificación

Temáticas	Comentario / Observaciones	Incorporación al Plan
IMPLICANCIAS MEDIOAMBIENTALES	Consulta sobre si se considerarán los humedales dentro del análisis de riesgo por cauces naturales.	La cartera de humedales de la comuna está siendo postulada. No existe un humedal asociado a esta modificación, sin embargo, las franjas que bordean la zona de modificación consideran los afluentes y la vegetación aledaña.
	Las obras de intervención de los cauces deben considerar el análisis del recurso hídrico conformado por estos cauces y así disminuir los impactos sobre la población.	Los recursos hídricos no han sido considerados, ya que se ha considerado resguardar áreas verdes que consideren la mantención de las características propias del paisaje y no generar una intervención que implique un aumento en el consumo.
	Disponibilidad del Recurso Hídrico, se tiene entendido que las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura, tienen serios problemas de disponibilidad hídrica, lo que se expresa en medidas administrativas decretadas por la DGA.	Con relación a la disponibilidad de recursos hídricos, se contempla la cobertura y dotación sanitaria en relación con crecimiento urbano proyectado en el Estudio de Factibilidad Sanitaria. Respecto de la disponibilidad para la mantención de área verdes, se revisará en relación a las políticas municipales de gestión de recursos hídricos
	Se requiere incluir ruido ambiental dentro de las preocupaciones ambientales	Se incorpora análisis de ruido entre las preocupaciones ambientales y de sustentabilidad
MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD	Consulta sobre qué sucedería con el transporte público en ese sector.	Lo que refiere a transporte público no cae dentro de las facultades de la presente modificación
OBJETIVOS AMBIENTALES	OA1 requiere incorporar vegetación arbórea existente como valor natural	Se acoge lo planteado y se modifican Objetivos Ambientales
	OA2 pierde relación con los valores y problemas ambientales que se le relacionan	
	OA2 se solicita replantear para hacerse cargo de movilidad y accesibilidad sostenible	

Temáticas	Comentario / Observaciones	Incorporación al Plan
CRITERIOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE	Sugiere aclarar o reformular el tema que se quiere abordar en el CDS1 (Adecuada inserción e integración del proyecto de viviendas de interés público con su entorno y a escala compatible con la vocación urbana del terreno de emplazamiento)	Se acoge lo planteado y se modifican Criterios de Desarrollo Sustentable
	Sugiere considerar conceptos de eficiencia territorial que responden al mejoramiento en la accesibilidad a equipamientos y servicios. Considerar conceptos como: movilidad sostenible y cohesión social. Se recomienda identificar dimensiones.	
FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN	FCD2 como tema clave en el territorio que se debe considerar (Barrios y lugares con identidades en el entorno)	Se acoge lo planteado y se modifican Factores críticos de Decisión
	Considerar conservación de entornos naturales; movilidad y accesibilidad integrada; identificación y diagnóstico de zonas de riesgo y fomentar conectividad de infraestructura verde	
	Sugiere que FCD adviertan de situaciones concretas que incidan en la puesta en práctica del instrumento	
	Indicar de qué forma se abordará problemáticas respecto a vías estructurantes y falta de conexión con ellas, igualmente con la problemática de integración social	
OBJETIVOS DE LA DECISIÓN	Objetivos específicos deben tener una relación coherente con la iniciativa "Actualización PRC de Lo Barnechea" (en curso)	Se acoge lo planteado y se desarrollan ajustes en objetivos específicos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

10.2. Fase Diagnóstico Ambiental Estratégico y Opciones de Desarrollo

Con fecha 20 de diciembre de 2022, se llevó a cabo el segundo taller con Órganos Administrativos del Estado desarrollado mediante la plataforma Microsoft Teams entre las 11:00 y las 12:30 horas, donde participaron 7 personas de las siguientes entidades:

- SEREMI Medio Ambiente
- SEREMI Bienes Nacionales
- SEREMI Vivienda y Urbanismo
- SEREMI Obras Públicas
- CONAF
- Carabineros de Chile

La dinámica bajo la cual se desarrolló la jornada consideró, en un primer momento, la exposición de las principales modificaciones a las prioridades ambientales y de sustentabilidad, los objetivos ambientales, criterios de desarrollo sustentable y Factores Críticos de Decisión. Además, se enseñaron las Opciones de Desarrollo propuestas y su evaluación ambiental. Posteriormente, lo presentado se sometió a discusión con los asistentes a la reunión, recibiendo los comentarios, observaciones o alcances de parte de ellos.

En la siguiente tabla se observan los principales comentarios y su incorporación al plan:

Tabla 10.2-1 Comentarios y observaciones taller 2 OAE y su incorporación en la modificación

Temáticas	Comentario / Observaciones	Incorporación al Plan
IMPLICANCIAS MEDIOAMBIENTALES	Consulta sobre la zona ZEE-6 (Zonificación de equipamiento) colindante a quebrada Los Pitufos. Cómo se resguarda el principio de conservación de la quebrada.	Se plantea una Zona Especial de Recurso Hídrico (ZERH) que actúa como zona de resguardo o amortiguación entre ZEE-6 y la quebrada.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

11. Resultados de la Coordinación y Consulta de Participación Ciudadana

Durante el proceso de Modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, Proyecto Nido de Águilas, se realizó una instancia de participación ciudadana correspondiente a la requerida por el Artículo 28 Octies de LGUC, en donde se convocaron a actores clave de la comunidad representados por vecinos, organizaciones sociales, gremiales y profesionales del área de la arquitectura y el urbanismo. Cabe señalar que el marco del proceso de Actualización del PRC, se han llevado a efecto instancias de participación que permitieron ir corroborando los aspectos en discusión.

11.1. Consulta Imagen Objetivo

La Consulta Pública de Imagen Objetivo se realizó, según artículo 28 octies LGUC, entre los días 10 de noviembre y 10 de diciembre de 2022, durante los cuales se efectuaron dos audiencias públicas de manera presencial en la Sala de Consejo Municipal los días jueves 10 de noviembre de 2022 a las 19.00 horas; y jueves 17 de noviembre de 2022 a las 12.00 horas. Además de dos presentaciones al Consejo Comunal los días jueves 24 de noviembre de 2022 a las 19-00 horas; y martes 6 de diciembre de 2022 a las 19.00 horas.

A las reuniones con el Concejo Comunal asistieron 16 personas en total, considerando ambas reuniones, donde estuvieron representantes de las siguientes juntas de vecinos:

- Unión Comunal de Juntas de Vecinos
- Junta de Vecinos Camino Los Refugios y El Estero del Arrayan
- Junta de Vecinos Villa El Rodeo
- Junta de Vecinos Las 4 Esquinas
- Junta de Vecinos Cerro 18 sur N°1
- Comité de vivienda Juan Pablo II N°3
- La voz de Lo Barnechea
- Unión Comunal Adulto Mayor
- Junta de Vecinos Los Trapenses
- Centro Ecológico Churque Lo Barnechea

Sin embargo, en esta etapa se recibieron 88 observaciones asociadas a las siguientes temáticas que demuestran la dualidad de expresada por vecinos:

Tabla 11.2-1 Comentarios y observaciones consulta imagen objetivo y su incorporación en la modificación

Temáticas	Comentario / Observaciones	Respuesta o incorporación al Plan
Preferencia de Opción de Desarrollo	Expresa preferencia por Alternativa 1	Se agradece la opinión y se aclara que se evaluará la decisión por parte del Concejo, teniendo a la vista todas las observaciones y opiniones que se reciban. Se aclara que el objetivo de la presente modificación del Plan Regulador es avanzar en la resolución del problema habitacional de la comuna, conciliando este objetivo con el debido resguardo de los factores ambientales y paisajísticos, los factores de riesgo existentes y la adecuada inserción del proyecto habitacional en el entorno
	Expresa preferencia por Alternativa 2	
Modificación propuesta	Expresa aceptación a la modificación propuesta para MPRC-LB-30	
	Expresa oposición a la modificación propuesta para MPRC-LB-30	
Solicita aclaración sobre proyecto en desarrollo		Se aclaran las dudas sobre el proyecto en desarrollo y se aclara en caso de no ser atingente a la modificación.
Solicita respetar compromisos previos		Se aclara que las opciones de desarrollo de hacen cargo de manera distinta de los desafíos planteados considerando los requerimientos habitacionales, el resguardo de las áreas verdes y las consideraciones de inserción adecuada del proyecto habitacional, considerando las limitaciones y condicionantes que impone el terreno
Expresa el deseo de una nueva alternativa		A partir de los acuerdos tomados en función de la respuesta a las observaciones ingresadas en el marco de la Consulta Pública de Imagen Objetivo, y considerando los términos de elaboración del Opción de Desarrollo Ajustada que fije el Concejo Municipal mediante acuerdo, se procederá a elaborar una propuesta de Opción de Desarrollo Ajustada que considere los aspectos mejor valorados de ambas alternativas presentadas, e incorpore aquellos elementos nuevos que hayan podido surgir como insumo producto del presente proceso de consulta
Vivienda	Solicita una mayor cantidad de viviendas	Se explica que La imagen objetivo y opciones propuestas en el resumen ejecutivo, resuelven con holgura la demanda habitacional requerida y otorgan las normas urbanísticas para el desarrollo del proyecto habitacional independiente de la tipología de vivienda por la que se defina. Si bien se puede compartir la voluntad de dar cabida a mayor cantidad de viviendas, se debe conciliar este objetivo con la debida conservación de los elementos naturales y las condiciones de seguridad frente a riesgos existente en el área, lo que ha llevado a no ocupar la totalidad de terreno.
	Solicita gradualidad en el aumento de alturas y densidades permitidas	Se considera una franja de área verde (AVN-2) y subzonas habitacionales con alturas máximas que bajan gradualmente hasta esta franja de área verde.
	Solicita evitar abalconamiento sobre viviendas existentes	Se explica que lo observado escapa de las competencias de la modificación. El diseño del proyecto de viviendas se encuentra en manos del Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y, por ende, debe ser evaluado por esta institución
	Expresa preocupación por incentivos normativos futuros	Los incentivos normativos permiten alcanzar la norma urbanística de altura máxima de edificación, coeficiente de constructibilidad y densidad bruta propuestos en el Opción de

		Desarrollo Ajustada solo si es que se trata de un proyecto con destino residencial que contemple, al menos, un 20% de unidades de vivienda de interés público de conformidad con la definición establecida en el artículo 27 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.
	Solicita uso de suelo habitacional exclusivo	Es importante tener presente lo prescrito en artículo 2.1.37 de la OGUC que en lo pertinente señala que los usos de suelo exclusivos se deben reservar para casos de excepción. Pensando en el acceso a equipamientos vecinales y tomando la condición de cerramiento que tiene el terreno respecto del resto de la trama urbana, se recomienda posibilitar la presencia de equipamiento vecinal que facilite condiciones de acceso, por lo tanto, se decide proponer uso de suelo habitacional preferente en Zona HP.
	Solicita tipología de viviendas unifamiliares	Se aclara que a norma urbanística propuesta en la imagen objetivo procura resolver y dar cabida a distintas alternativas de solución que puede tener el proyecto habitacional que está desarrollando SERVIU. La tipología propuesta dependerá exclusivamente del diseño del proyecto, la norma urbanística propuesta no impide que se desarrolle una tipología de viviendas unifamiliares.
Densidad	Solicita mayor densidad de 2000 habitantes para el proyecto	Se aclara que, para todos los efectos normativos de cálculo de densidad y ocupación, la relación de número de personas por vivienda es de 4 personas/viv. de acuerdo a lo señalado en el artículo 2.1.22 de la OGUC, en este sentido, la densidad propuesta permite albergar la cantidad propuesta.
	Solicita menor densidad de población en el proyecto	Se proponen 350 hab/ha en el Opción de Desarrollo Ajustada
	Expresa preocupación por la densidad bruta permitida	Se aclara que respecto de la densidad es menester aclarar que la densidad que establecen los instrumentos de planificación territorial es la densidad bruta máxima, a su turno es importante señalar que la normativa vigente determinará las condiciones para fraccionar el terreno dependiendo si corresponde a loteos o condominios.
Áreas Verdes	Solicita incorporación de áreas verde en zonas de alta densificación	La modificación propuesta del plan regulador se hace cargo de las áreas verdes existentes y las áreas proyectadas que se articulan con la presencia de componentes físicos y naturales, así como a la presencia de factores de riesgo que limitan la ocupación. Lo anterior no constituye un impedimento para cumplimiento de las obligaciones de cesión de suelo destinado a área verdes y equipamiento comunitario que todo proyecto habitacional debe considerar por obligación, más aún si corresponde a programas de vivienda de interés público. En este sentido, se incorpora la zona AVN-2 en la modificación del plan.
	Expresa preocupación por la cobertura de quebradas existentes	La propuesta de estructuración de la imagen objetivo no propone recubrimiento de quebradas, y por el contrario lo que se propone es garantizar la conservación de los elementos naturales presentes en el área mediante la zona ZERH

	Solicita menor cantidad de áreas verdes	Se explica que el área verde nueva (AVN2) no sólo atiende la condición de área verde recreativa señalada en la observación, sino que también busca generar un corredor verde en torno a la quebrada El Gabino, al tiempo que se posibilita la conexión peatonal entre el sector sujeto a modificación y Av. El Rodeo mediante la continuidad del Parque El Huinganal hacia el norte.
	Solicita mantención o protección de áreas verdes actuales	El Opción de Desarrollo Ajustada define un Área Verde Existente Pública (AVEP) correspondiente a plazas, parques y áreas verdes públicas, en su calidad de bienes nacionales de uso público existentes, las que se rigen por lo dispuesto en el artículo 2.1.30 de la OGUC. Dentro de esta categoría se encuentra incluido el Parque El Huinganal, abarcando una superficie aproximada de 19.330 m2, con lo cual se entiende reconocido y resguardado su carácter de área verde existente
	Solicita protección de bosque nativo	El proyecto de viviendas de interés público que se desarrollará en el sector sujeto a modificación se encuentra sujeto al art. 21 de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, por lo que deberá presentar un plan de manejo.
	Solicita protección de humedales mediante declaración de humedal urbano	La modificación no tiene pertinencia en la declaración de humedal urbano, pero se está impulsando, por parte de la municipalidad, la declaración de humedal urbanos a la quebrada el Gabino y su afluente, lo que implica el resguardo del área corredor biológico de alta relevancia. Cabe destacar que de igual manera se protegen las quebradas con la zona ZERH.
Servicios Básicos	Expresa preocupación por planificación para bombas elevadoras de agua y matriz eléctrica existente en quebradas	Lo solicitado es una materia que deberá ser evaluada en el marco del desarrollo del proyecto de urbanización habitacional, puesto que depende de los proyectos de ingeniería de detalle. No es competencia de la modificación del Plan.
Vialidad	Expresa preocupación por accesibilidad vial	Se plantea una opción de conectividad que mejora la capacidad de acceso al terreno mediante la incorporación de dos nuevas conexiones sobre Av. El Rodeo que incrementan la capacidad actual que se reduce a la calle Nido de Águila. Es importante consignar que el proyecto no genera nueva demanda de viajes puesto que los futuros habitantes del proyecto de viviendas de interés público ya viven en la comuna.
	Expresa preocupación por congestión vial	
Urbanización	Solicita urbanización y mejora de servicios adyacentes	La modificación del plan se limita al polígono particular del terreno CPEIP por lo tanto no tiene injerencia en servicios adyacentes.
	Solicita equipamiento en la zona de intervención	La modificación del plan presenta zonificaciones donde se permite área verde y equipamiento. Además, todo proyecto habitacional debe considerar, por obligación, cesión de suelo destinado a área verde y equipamiento comunitario, con los cuales se pueden mejorar las condiciones de conectividad, accesibilidad, operación y movilidad, así como la calidad de espacios públicos.
Impacto Ambiental	Solicita aclaración sobre impactos hídricos del proyecto	La modificación del plan regulador se acompaña de un estudio de factibilidad de agua potables, alcantarillado y aguas lluvias.

	Solicita estudios de impacto ambiental para el proyecto de viviendas	La presente modificación MPRC-LB-30 no cuenta con competencias para realizar Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental asociadas a la construcción de viviendas, dado que se enfoca en la normativa territorial y no en el proyecto de construcción en sí.
	Solicita la elaboración de planes de manejo de flora-fauna-ruidos-residuos-emergencias u otros	El presente instrumento de planificación no tiene las facultades para la creación de planes de manejo
Riesgo	Expresa preocupación por limitaciones y condicionantes de urbanización por riesgo de pendientes	La pendiente promedio de la zona con destino habitacional, varía entre 14,26 y 15%, lo que arroja un porcentaje máximo de ocupación del suelo de 30%
	Expresa preocupación por susceptibilidad a procesos de ladera	En el sector sujeto a modificación las pendientes superiores al 46,7% o 25° se encuentran concentradas en torno al cauce de la Quebrada El Gabino (límite poniente) y afluente La Rucia (límite norte). De acuerdo a lo señalado en el Estudio Fundado de Riesgos que acompaña el estudio de modificación MPRC-LB-30, las pendientes superiores al 46,7% o 25° se consideran “áreas de riesgo” y por ende se encuentran sujetas a lo establecido en el art. 2.1.17 de la OGUC
	Solicita informe de riesgo asociado a quebrada Los Pitufos	El presente estudio de modificación MPRC-LB-30 se encuentra acompañado de un Estudio Fundado de Riesgos que se concentra exclusivamente en el sector sujeto a modificación y su entorno inmediato
	Expresa preocupación por susceptibilidad de inundación	La modificación MPRC-LB-30 define una Zona Especial Recurso Hídrico (ZERH) que reconoce tanto la muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces existente en el sector, como las dos franjas de restricción por riesgo de inundación asociadas a quebradas, emplazadas en el extremo norte y poniente del terreno Nido de Águilas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se destaca que a pesar que la ley no obliga a responder, cada una de las observaciones recibidas en la Consulta Pública, estas fueron respondidas mediante correo electrónico a cada uno de los remitentes por parte de la municipalidad, además, se publicó el informe de observaciones en la página web de la modificación.

12. Plan de Seguimiento

Conforme a lo establecido en el Reglamento EAE, el Plan de Seguimiento se encuentra constituido por criterios e indicadores de seguimiento del Plan Regulador Comunal (PRC). Los criterios e indicadores de seguimiento corresponden a un conjunto de elementos de análisis destinados al conocimiento y evaluación, dentro de un plazo determinado, de los resultados de la implementación del PRC.

Según las orientaciones contenidas en la “Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile”, el Plan de Seguimiento contribuye a ejercer control sobre los resultados de desempeño y conformidad, abordando igualmente los problemas inesperados que surjan del proceso de implementación del Plan, propiciando el conocimiento del comportamiento y evolución del Plan, el que permitirá tomar medidas correctivas en caso de que así se requiera.

En síntesis, el Plan de Seguimiento constituye una herramienta destinada a efectuar una medición periódica del Plan una vez que este haya entrado en vigencia, considerando que a partir de dicho momento el proceso de desarrollo urbano se orientará y regulará según las directrices y normas contenidas en el PRC, incidiendo en los procesos de poblamiento, de desarrollo económico y de puesta en valor de los elementos de patrimonio natural y cultural presentes en el territorio.

a) Propósitos del plan de seguimiento

El propósito del plan de seguimiento es verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales y de planificación de la modificación del PRC, de acuerdo con las Directrices de Planificación y considerando indicadores posibles de implementar por el servicio encargado de velar por el cumplimiento de la planificación urbana comunal, en este caso la Dirección de Obras Municipales (DOM) en conjunto con la Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) y la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA).

Se plantea desarrollar un modelo de seguimiento aplicable a mediano y largo plazo y con capacidad de adaptación a las modificaciones que pueda sufrir el instrumento durante su ciclo de vida

b) Sistema de revisión

Se propone la utilización de sistemas de control de los parámetros establecidos, preferentemente a partir de fuentes de información existentes y de fácil acceso para efectuar el seguimiento ambiental y cotejar el progreso de la implementación del instrumento, por parte del auditor del proceso. En este sentido, se formula como fuente de información la utilización de los siguientes registros.

- Registro de base de datos de Permisos de Edificación.
- Desarrollo y materialización de proyectos de áreas verdes y espacios públicos.
- Desarrollo y materialización de proyectos viales de inversión pública.

c) Períodos de recurrencia

Para la definición de los períodos de tiempo de revisión de las variables identificadas se ha procurado evitar periodos superiores a 5 años, para así poder contemplar un tiempo de reacción apropiado frente a intervenciones o cambios en las dinámicas urbanas.

12.1. Criterios e indicadores de seguimiento

Los criterios de se relacionan con las directrices de gestión, planificación y de gobernabilidad, que resultan de la evaluación de riesgos y oportunidades de los factores críticos de decisión, de la Opción de Desarrollo Seleccionada o Opción de Desarrollo Ajustada del Plan.

El seguimiento del plan comprende los criterios y sus indicadores de medición, plazos de medición y responsables junto a las fuentes de información que permiten monitorear el seguimiento del Plan.

Tabla 12-1 Criterios de seguimiento de la Modificación del Plan Regulador Comunal

FCD 1: Adecuada inserción de viviendas de interés público	Directriz de Gestión y Planificación:						
	Materialización de equipamiento en ZEE-6						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Porcentaje de avance de la construcción en ZEE-6	Velocidad de materialización del equipamiento en ZEE-6	Porcentaje ejecutada del proyecto propuesto	Anual	Tiempo total de ejecución del proyecto de vivienda	Visita a terreno	SECPLA Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
	Directriz de Gestión y Planificación:						
	Materialización de los tramos de vías proyectadas						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Metros lineales de vías proyectadas ejecutadas	Materialización de los tramos de vías proyectadas propuestas por la modificación	Metros lineales de vías ejecutadas	Anual	Tiempo total de ejecución del proyecto de vivienda	Visita a terreno Catastro de vialidad Acta de recepción del proyecto de vialidad	SECPLA Dirección de Tránsito y Transporte público
	Directriz de Gobernabilidad						
	Coordinación para la construcción de viviendas de interés público SERVIU						
Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable	
Reuniones de coordinación entre municipio y SERVIU Metropolitano	Reuniones de coordinación entre municipalidad y SERVIU en el marco del proyecto de viviendas de interés público en el terreno Nido de Águilas	Verificación	Trimestralmente	Al menos 1 reunión o evento de coordinación	Actas de reunión	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público	

FCD 2: Fortalecimiento de la integración y cohesión social	Directriz de Gestión y Planificación: Asegurar la consolidación de áreas verdes y espacios públicos de nivel comunal en zona AVN-2 mediante su ejecución y financiamiento						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Porcentaje de avance de la construcción de AVN2	Velocidad de materialización del área verde y espacios públicos en AVN2	Porcentaje ejecutado del proyecto propuesto	Anual	Tiempo total de ejecución del proyecto de vivienda	Visita a terreno	SECPLA Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
	Directriz de Gestión: Monitoreo de la contaminación acústica asociada a nuevas vialidades (fuentes móviles) y su impacto sobre áreas de borde de contacto						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Número de denuncias por ruidos molestos en el sector sujeto a modificación y zonas aledañas	Mide los conflictos asociados a ruidos molestos asociados al proyecto	Cantidad de denuncias por ruidos molestos en el sector sujeto a modificación y zonas aledañas / Cantidad de las mismas denuncias en año anterior	Anual	<90%	Carabineros de Chile	Carabineros de Chile
	Directriz de Gobernabilidad: Coordinación para la habilitación urbana integral de los terrenos destinados a proyectos de integración social						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Desarrollo Plan Urbano Habitacional	Establecer una oficina técnica intersectorial que facilite el desarrollo de la estrategia de habilitación urbana integral del proyecto de integración social.	Verificación	Anual	Verificación	Departamento de Vivienda de DIDECO	SECPLA Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO), a través de su Departamento de Vivienda

FCD 3: Conservación de elementos naturales y protección frente al riesgo	Directriz de Gestión y Planificación: Estudiar iniciativas municipales de gestión del agua que involucren reutilización de aguas grises						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Porcentaje de reutilización de aguas grises por parte del proyecto	Promover que el proyecto reutilice aguas grises	M3 agua gri reutilizada en relación a m3 de aguas grises generadas totales	Anual una vez concretado el proyecto de viviendas	Sin parámetro	SERVIU	DOM
	Directriz de Gestión: Tratamiento de áreas verdes y elementos de valor natural existentes						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Declaración de humedal quebrada El Gabino	Evolución de la declaración de humedal en quebrada El Gabino	Verificador	Semestral	N/A	Ministerio de Medio Ambiente	Dirección de Sostenibilidad
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Porcentaje de áreas verdes materializadas	Habilitación de territorios que integran el sistema de áreas verdes, espacios públicos dentro del área urbana	m2 materializados destinados a áreas verdes (AVN-2) / m2 totales destinados a áreas verdes (AVN-2) del plan	Anualmente	Bueno: ≥10%	Catastro de áreas verdes y Base de datos Municipal	DOM Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
	Directriz de Gestión y Planificación: Considerar la elaboración de un Plan de gestión de desastres mediante la incorporación vías de evacuación y áreas de seguridad						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
	Sin Indicador	Elaboración de un plan de gestión de desastre considerando el Estudio de Riesgos de la Modificación del Plan	Verificador	Cada 2 años	Plan finalizado	Sección de Emergencia municipal	Dirección de Seguridad Pública, a través de su Sección de Emergencia
	Directriz de Gobernabilidad: Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para socializar los planes de emergencia y organizar simulacros de evacuación						
	Indicador	Descripción	Fórmula	Plazo de medición	Parámetro de referencia	Fuente de información	Responsable
Número de reuniones de coordinación y socialización de planes de emergencia	Conformación de una mesa de trabajo intersectorial	Instancias de Coordinación y socialización de planes de emergencia	Anual	1 reunión anual	Acta de reuniones	Dirección de Seguridad Pública, a través de su Sección de Emergencia	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

12.2. Criterios de rediseño

Corresponden a un conjunto de elementos de análisis, derivados de los Criterios e Indicadores de seguimiento que definen el comportamiento que se espera tenga del indicador seguimiento, dentro de un plazo determinado.

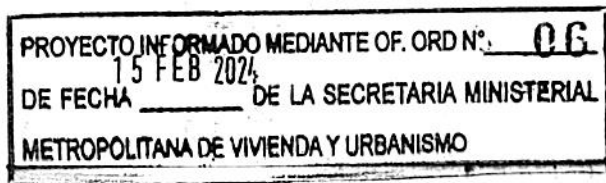
A continuación, se definen los criterios e indicadores que permiten evaluar la vigencia del Plan y la necesidad de reformulación, los cuales se relacionan directamente con los indicadores de seguimiento de la eficacia del plan y el cumplimiento de los parámetros definidos en cada caso.

La reformulación del plan obedecerá a una adecuación o actualización del instrumento conforme a los cambios que se esperan referidos a la tendencia de localización, las dinámicas de demandas de suelo comunal, cambio en la tendencia de poblamiento y despoblamiento de la comuna. Se considerarán además las modificaciones a la normativa de urbanismo y construcciones, que impliquen una modificación sustantiva al ámbito de acción del instrumento. Para ello se proponen los siguientes criterios a tener presente para los fines de dar respuesta a la imagen objetivo del desarrollo urbano territorial.

Tabla 12-2 Criterios de rediseño de la modificación del Plan Regulador Comunal

Objetivo de Planificación:						
Extender la red de movilidad sustentable al sector, integrando los circuitos que relacionan los barrios y áreas de preservación ambiental						
Indicador	Descripción	Formula del Indicador	Plazo de Medición	Parámetro referencia	Fuente de Información	Responsable
Porcentaje de metros lineales de ejes de circulación proyectados	Considera la ejecución de la red de circulación proyectada	Metros lineales de vialidad proyectada ejecutada *100 /total de vialidad proyectadas	Una vez finalizada la construcción de viviendas del proyecto propuesto	<20%	Catastro de vialidad	SECPLA Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público DOM
Objetivo de Planificación:						
Mantener condiciones de accesibilidad a bienes públicos urbanos de la población						
Indicador	Descripción	Formula del Indicador	Plazo de Medición	Parámetro referencia	Fuente de Información	Responsable
Recepción del equipamiento ubicado en ZEE-6	Considera la construcción de equipamiento comunal en ZEE-6	N/A	Una vez finalizada la construcción de viviendas del proyecto propuesto	Recepción municipal del equipamiento	Certificado de recepción	SECPLA DOM

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

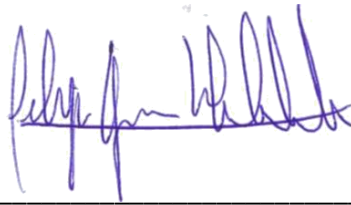


ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS

Modificación al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea
"MPRC-LB-30 PROYECTO NIDO DE ÁGUILAS"



Febrero 2024



FELIPE GARCÍA-HUIDOBRO COVARRUBIAS
Profesional Responsable del Estudio Fundado de Riesgos

Índice de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Marco jurídico	8
1.2	Alcance y limitaciones	9
1.3	Objetivos	10
1.4	Ubicación del área de estudio.....	10
1.5	Metodología general del estudio	12
1.5.1	Recopilación y revisión de antecedentes	13
1.5.2	Elaboración de líneas de base	13
1.5.3	Catastro de peligros	14
1.5.4	Diagnóstico de peligros	14
1.5.5	Modelación de peligros	14
1.5.6	Elaboración de mapas de peligros	14
1.5.7	Definición de áreas de riesgo y recomendaciones.....	15
2	INUNDACIONES TERRESTRES	16
2.1	Catastro	16
2.2	Diagnóstico.....	23
2.3	Susceptibilidad	25
3	REMOCIONES EN MASA	27
3.1	Catastro	28
3.2	Flujos de barro y/o detritos.....	35
3.2.1	Diagnóstico.....	35
3.2.2	Susceptibilidad	36
3.3	Procesos de ladera	38
3.3.1	Diagnóstico.....	38
3.3.2	Susceptibilidad	39
4	SISMICIDAD	40
4.1	Catastro	40
4.2	Diagnóstico.....	41
5	VOLCANISMO	41
5.1	Catastro	41
5.2	Diagnóstico.....	45
6	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	46
6.1	Zonificación de la susceptibilidad	46
6.2	Definición de las áreas de riesgo.....	48
6.3	Conclusiones y recomendaciones específicas.....	49
6.3.1	Inundaciones	49
6.3.2	Flujos de barro y/o detritos.....	50
6.3.3	Procesos de ladera	50
6.3.4	Sismicidad.....	50
6.3.5	Volcanismo	51
7	BIBLIOGRAFÍA.....	52
8	APÉNDICES	56

Índice de Figuras

Figura 1-1 Contexto territorial del sector sujeto a modificación MPRC-LB-30	11
Figura 1-2 Predios y ubicación de sector modificado	12
Figura 1-3 Metodología general del estudio	13
Figura 2-1 Catastro de Inundaciones ocurridas en la comuna de Lo Barnechea	22
Figura 2-2 Obra de canalización para la quebrada El Gabino	23
Figura 2-3 Franjas de Restricción en predio del CPEIP	24
Figura 2-4 Obras de mitigación para la quebrada Los Pitufos	24
Figura 2-5 Mapa de susceptibilidad de inundación por desborde de cauces	27
Figura 3-1 Catastro de remociones en masa ocurridas en la comuna de Lo Barnechea	34
Figura 3-2 Mapa de susceptibilidad de remoción en masa por flujos de barro y/o detritos.....	37
Figura 3-3 Mapa de susceptibilidad de remoción en masa por procesos de ladera.....	40
Figura 5-1 Centros y depósitos volcánicos en contexto regional con el área urbana de la comuna.	43
Figura 6-1 Esquema del daño provocado por eventos de inundación por desborde de cauces con diferente magnitud en zonas que presentan distinto grado de susceptibilidad.	47

Índice de Tablas

Tabla 1-1 Cuadro de homologación “áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 del OGUC.	9
Tabla 1-2 Categorías en el análisis del nivel de amenaza y susceptibilidad comparable	15
Tabla 2-1 Catastro de inundaciones en el “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m.”	17
Tabla 3-1 Catastro de remociones en masa de procesos de ladera y eventos de flujos de barro y/o detritos	29
Tabla 5-1 Volcanes activos de la Región Metropolitana.	42
Tabla 5-2 Historia Eruptiva Volcán Tupungatito	44
Tabla 5-3 Historia Eruptiva Complejo Volcánico San José	44
Tabla 5-4 Historia Eruptiva Volcán Maipo.....	45
Tabla 6-1 Resumen de factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y criterios de zonificación de la susceptibilidad.....	46
Tabla 6-2 Criterios de definición de las áreas de riesgo en el área del proyecto (escala 1:1.000) según el artículo 2.1.17 de la OGUC para cada peligro estudiado.	48

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Estudio Fundado de Riesgos de la modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea “**MPRC-LB-30 PROYECTO NIDO DE ÁGUILAS**” (en adelante **MPRC-LB-30**), e incluye las metodologías y antecedentes utilizados en el estudio, las líneas de base necesarias para la elaboración del estudio, un catastro de los peligros geológicos relevantes para el estudio, un diagnóstico de cada uno de ellos y su zonificación por susceptibilidad.

Los resultados de este trabajo corresponden a la identificación y zonificación de las áreas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural de acuerdo a las definiciones expuestas en el Apéndice A “Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio”. Éstos se presentan en mapas de riesgos y cuadros de resumen, de acuerdo a la nomenclatura propuesta por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (en adelante OGUC). La zonificación aquí presentada sirve de base para definir las zonas de riesgo y zonas no edificables para la formulación de los respectivos instrumentos de planificación territorial (IPT).

1.1 Marco jurídico

La OGUC, en su apartado 2.1.17 “Disposiciones complementarias” indica que: “En los planes reguladores podrán definirse áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas, se denominarán “zonas no edificables” o bien, “áreas de riesgo”, según sea el caso, como se indica a continuación:

Por “zonas no edificables”, se entenderán aquéllas que *por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias.*

Por “áreas de riesgo”, se entenderán aquellos territorios en los cuales, *previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para subsanar o mitigar tales efectos.*

En el marco de este informe, las “áreas de riesgo” son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico, puesto que la zonificación fue realizada a partir de mapas de susceptibilidad y de factores condicionantes (ver las definiciones presentadas en el Apéndice A “Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio”).

En la tabla 1-1 se presentan los peligros naturales definidos en el artículo 2.1.17 de la OGUC y la homologación con la nomenclatura internacional utilizada por este informe. A continuación, se presenta la definición de estos peligros geológicos y sus criterios de zonificación.

- Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC: *Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.*

De acuerdo con las definiciones utilizadas en este informe, el Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de inundaciones terrestres e inundaciones litorales. Dentro de inundaciones terrestres se incluyen las inundaciones por desborde de cauces e inundaciones por anegamientos, de las cuales la comuna de Lo Barnechea sólo presenta condiciones para ser afectada por las inundaciones por desborde de cauces.

- Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC: Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

El Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa, analizados separadamente como: (1) flujos de barro y detritos, (2) procesos de ladera, entendidos como aquellos desplazamientos de masas de tierra o rocas que se encuentran en pendiente que ocurren debido a la inestabilidad de los materiales que forman la ladera (incluyendo caída de bloques, deslizamientos y retrocesos de laderas).

- Apartado 3 del artículo 2.1.17 de la OGUC: Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.

Dentro de este apartado definido por la OGUC se analizan conceptualmente los procesos endógenos internos de la tierra, es decir, sismicidad y volcanismo.

Tabla 1-1 Cuadro de homologación “áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 del OGUC.

“Áreas de riesgo” según artículo 2.1.17 de la OGUC	Peligros Geológicos estudiados en este informe		Descripción conceptual	Análisis
1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos	Inundaciones terrestres	Por desborde de cauce	Apéndice B.2.1	Capítulo 2
		Anegamiento		
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas	Remociones en masa	Flujos de barro y/o detritos.	Apéndice B.2.2	Capítulo 3
		Procesos de ladera		
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas	Sismicidad		Apéndice B.1.1	Capítulo 4
	Volcanismo		Apéndice 0	Capítulo 5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A LA NORMATIVA 2.1.17.

1.2 Alcance y limitaciones

Este trabajo corresponde al Estudio Fundado de Riesgos y forma parte de la modificación MPRC-LB-30 del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, que tiene por objetivo definir “áreas de riesgo” según lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

En este estudio se precisa la definición de las áreas de riesgos definidas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, especialmente en lo referido a inundación, según la metodología que se describe en la sección 1.5. Esta metodología consiste en definir áreas de riesgo a partir de la

susceptibilidad asociada a los peligros identificados en el área estudiada, que a su vez se define a partir de las características del territorio y el clima, el catastro de peligros que ha afectado al territorio y los resultados de modelaciones numéricas.

Las principales limitaciones que tiene la metodología aplicada son: (1) no fue posible incorporar al documento la totalidad de información documentada, específicamente algunos Ordinarios, (2) no se contó con un registro sistemático de los peligros que han afectado a la comuna, (3) la información disponible no permite hacer un análisis riguroso de los períodos de retorno asociados a los diferentes procesos, y (4) este estudio se elaboró a escala 1:1.000, lo que implica que no es posible analizar peligros resultantes de procesos de escala aproximada a 1 m o menores.

1.3 Objetivos

El objetivo de este trabajo es la elaboración del Estudio Fundado de Riesgos, relativo a los peligros de origen natural, que acompañe y entregue criterios para el desarrollo de la modificación al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, MPRC-LB-30.

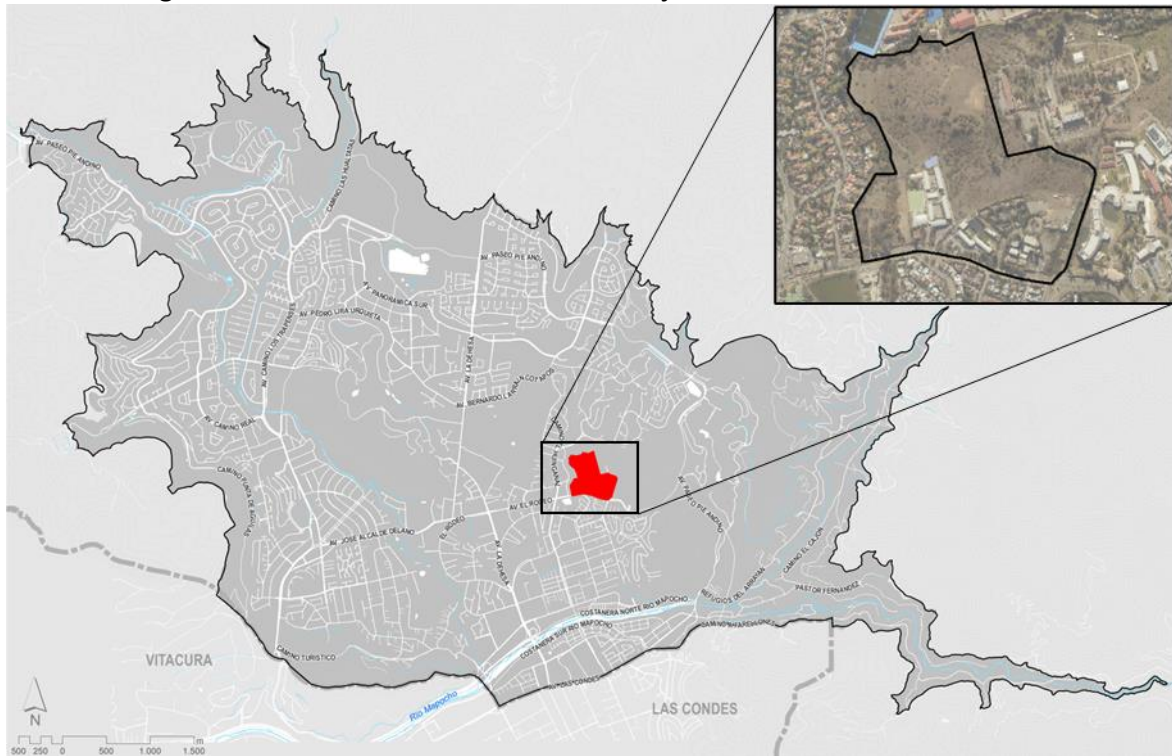
Asociado al objetivo propuesto, es necesario reconocer y delimitar las áreas de riesgos, de acuerdo con las definiciones expuestas en el artículo 2.1.17 de la OGUC, que han de ser incorporadas y/o adecuadas en el desarrollo de la mencionada modificación. Los peligros naturales identificados por el artículo 2.1.17 de la OGUC son:

- Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
- Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas

El objetivo de esta etapa es identificar y delimitar áreas de riesgos naturales (geológicos) del área del Proyecto “Nido de Águilas” a escala 1:1.000.

1.4 Ubicación del área de estudio

El sector sujeto a modificación, identificado en la siguiente ilustración, se encuentra ubicado en el sector de El Huinganal al suroriente del “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m.” (Figura 1-1), la cual forma parte de la comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana. Este sector tiene una vocación de uso preferentemente habitacional, con la excepción de los establecimientos educativos que se concentran en torno al territorio sujeto a modificación, y la presencia de usos mixtos en los predios que enfrentan Av. El Rodeo.

Figura 1-1 Contexto territorial del sector sujeto a modificación MPRC-LB-30

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

El estudio de modificación MPRC-LB-30 del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea abarca una superficie de 17,7 ha donde se emplazan 9 predios (Figura 1-2), de los cuales sólo 2 mantienen sus condiciones actuales y los 7 restantes reciben modificaciones: 5 acogen cambios de zonificación y 4 acogen afectaciones de utilidad pública para conformar vialidad proyectada:

- Predio **Rol 3597-798**, correspondiente al terreno Nido de Águilas ubicado en Camino Nido de Águilas 14.520, que acoge un cambio de zonificación.
- Predio **Rol 4155-028**, correspondiente al terreno del Colegio Polivalente San Rafael, ubicado en Av. El Rodeo 13.680, que acoge parte de una afectación de utilidad pública asociada a una apertura vial.
- Predio **Rol 0516-AVP**, ubicado en Av. El Rodeo 13.566 y 13.600, corresponde al Área Verde Pública donde se ubica el Parque El Huinganal y acoge un cambio de zona.
- Predio **Rol 3597-615**, correspondiente al terreno del Colegio Bertait College, ubicado en Av. El Rodeo 13.710 (Lote 1-A), que no acoge ningún cambio.
- Predio **Rol 3597-620**, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.754 (Lote 6), que acoge un cambio de zona y parte de una afectación de utilidad pública asociada a una apertura vial.
- Predio **Rol 3597-621**, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.762 (Lote 7), que acoge un cambio de zona y parte de una afectación de utilidad pública asociada a una apertura vial.
- Predio **Rol 3597-624**, ubicado en Av. El Rodeo 13.798 (Lote 9A), que acoge parte de una afectación de utilidad pública asociada a una apertura vial.
- Predio **Rol 3597-625**, ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.770 (Lote 8A), que acoge parte de una afectación de utilidad pública asociada a una apertura vial.
- Predio **Rol 3597-90649**, correspondiente al Condominio "Los Prados de La Dehesa", ubicado en Av. El Rodeo Interior 13.738 (Lote 4+5), que no acoge ningún cambio.

Figura 1-2 Predios y ubicación de sector modificado

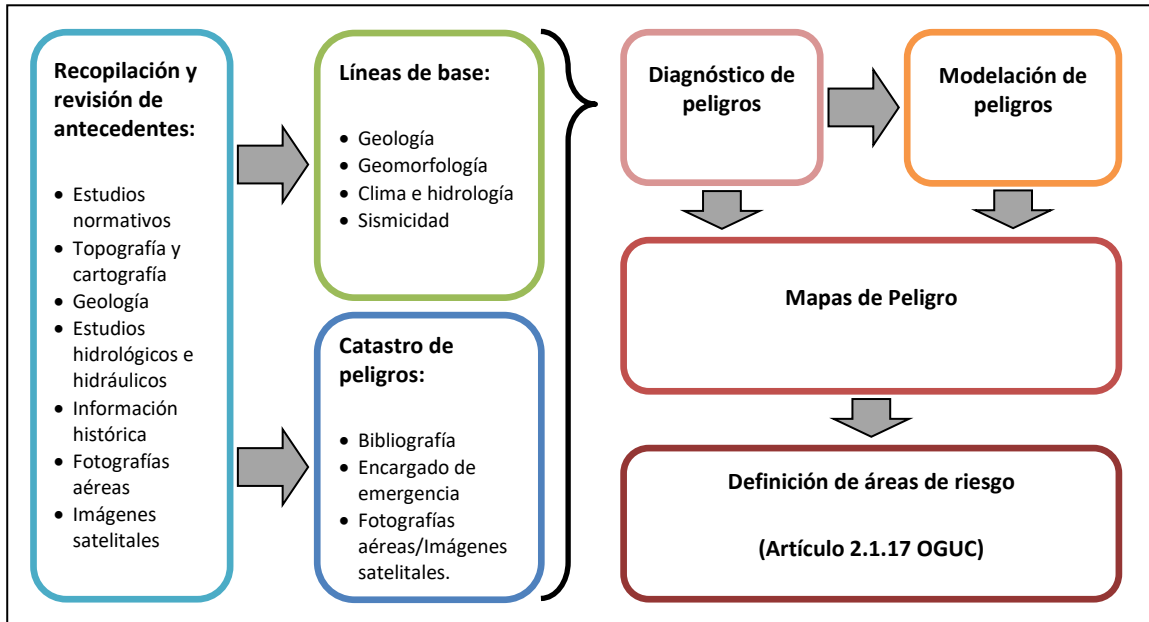


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

1.5 Metodología general del estudio

En función de los objetivos propuestos, la metodología de este estudio está orientada a identificar, caracterizar y delimitar las áreas que presenten peligro por causas naturales que pudieran afectar a la población y/o su infraestructura asociada dentro del área de estudio; además de aquellas áreas ocupadas por la población, se considerarán aquellas donde se puedan establecer nuevas poblaciones u obras de infraestructura, según corresponda, para, de esta forma, definir las áreas de riesgo, según la definición de la OGUC (Figura 1-3). A continuación, se describen de manera general las actividades que se realizaron para elaborar este estudio.

Figura 1-3 Metodología general del estudio



1.5.1 Recopilación y revisión de antecedentes

Se recopilaron y revisaron los antecedentes que entregó la municipalidad, que fueron relevantes para la elaboración del presente estudio. Adicionalmente, se utilizó información disponible en instituciones públicas y privadas. La información recopilada es:

- Estudios de peligro con carácter normativo.
- Información topográfica y cartográfica, ya sea levantada para este estudio o en alguno anterior.
- Cartografía geológica de la comuna.
- Estudios hidrológicos e hidráulicos.
- Información histórica y estudios de carácter técnico relativos a peligros que han afectado a la comuna.
- Fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Los antecedentes recopilados, son la base para el desarrollo de este trabajo, y se complementaron con información generada durante el estudio. Ellos se utilizaron para la elaboración de las líneas de base y para definir las metodologías más adecuadas al territorio en análisis.

1.5.2 Elaboración de líneas de base

Se elaboraron líneas de base para caracterizar factores que se relacionan con la ocurrencia de los peligros que pueden afectar al sector del proyecto "Nido de Águila", para identificar aquellas zonas que son más propensas a su ocurrencia y estimar, aunque sea de manera general, la recurrencia de estos peligros. De esta forma, la línea de base para el estudio fundado de riesgos considera las siguientes componentes:

- Geología: En ella se identifica y caracteriza los materiales y estructuras presentes en el territorio estudiado.
- Geomorfología: Reconoce y describe las formas presentes en el área del proyecto, y cuantifica sus parámetros morfométricos.
- Clima e hidrología: En ella se caracterizan las precipitaciones y las cuencas aportantes, junto con la red de drenaje. A partir de esto se cuantifican los caudales esperados para la comuna.
- Sismicidad: Identifica las distintas fuentes sísmicas que pueden afectar al territorio comunal.

1.5.3 Catastro de peligros

Se elaboraron cuadros con los eventos peligrosos que han afectado a la comuna de Lo Barnechea, que contendrán, en la medida que sea posible, tipo de peligro, fecha de ocurrencia, tipo y magnitud de evento gatillante, daños y fuentes de información utilizados. La información contenida en estos cuadros se utilizará para elaborar los diagnósticos de cada uno de los peligros estudiados y, en los casos que corresponda, para calibrar modelos que se utilicen. Las fuentes de información a utilizar serán:

- Fuentes bibliográficas.
- Reunión con el equipo encargado de emergencia comunal.
- Revisión de fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- Visita a terreno.

1.5.4 Diagnóstico de peligros

La información recopilada y generada se sistematizó, para definir las áreas donde existen condiciones para que ese peligro las afecte. El resultado es un análisis de los factores condicionantes, que permiten identificar los sectores que presentan condiciones más favorables para la ocurrencia del peligro y desencadenantes, para así estimar la recurrencia de los eventos del peligro en cuestión, de cada uno de los peligros reconocidos a partir de la información disponible y las características físicas de los peligros estudiados. Además, a partir de este diagnóstico, se diferenciaron los peligros que se pueden zonificar a escala del proyecto, de aquellos que no son zonificables.

1.5.5 Modelación de peligros

El diagnóstico permitió definir las áreas en donde se necesita contar con más información para definir las zonas con condiciones favorables para ser afectadas por los peligros. La modelación de peligros delimita las áreas afectadas por eventos de diferentes magnitudes y recurrencias, entendiendo que los eventos de mayor magnitud tienen una recurrencia menor. Los peligros modelados son remociones en masa e inundaciones.

1.5.6 Elaboración de mapas de peligros

A partir de los factores condicionantes reconocidos en la actividad anterior y, en los casos que correspondiera, de los modelos numéricos, se definieron criterios objetivos que permitieran asignar un nivel de susceptibilidad en el territorio. En términos generales, se asignó un grado de susceptibilidad 'muy alta' a aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir un

evento del peligro analizado, una susceptibilidad ‘alta’ a aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y susceptibilidad ‘moderada’ a las áreas afectadas por eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas. En el Tabla 1-2 se comparan los grados de susceptibilidad anteriormente propuestos con las categorías establecidas por la SUBDERE. Estos criterios se representaron gráficamente mediante mapas de peligro que representan gráficamente los diferentes niveles de susceptibilidad.

Tabla 1-2 Categorías en el análisis del nivel de amenaza y susceptibilidad comparable

Estratificación		Descripción	Probabilidad	Susceptibilidad comparable
Muy probable	5	Ocurre más de una vez por año	1,0	Muy alta
Bastante probable	4	Ocurre una vez entre 1 y 10 años	0,99 – 0,10	Muy alta
Probable	3	Ocurre una vez entre 10 y 50 años	0,10 – 0,02	Alta
Poco probable	2	Ocurre una vez entre 50 y 100 años	0,02 – 0,01	Alta o moderada
Improbable	1	Ocurre cada 100 y más años	<0,01	Moderada

FUENTE: MODIFICADO DE “GUÍA ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL” (SUBDERE, 2011)

1.5.7 Definición de áreas de riesgo y recomendaciones

Una vez que se tienen los mapas de susceptibilidad, se definen las “áreas de riesgo” de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC. Para ello, se asignó esta categoría en función de los mapas de peligros generados anteriormente y de los criterios utilizados para asignar cada categoría. Adicionalmente, se establecieron recomendaciones de carácter general con respecto a los criterios de uso de suelo en el área estudiada, a partir del nivel de peligrosidad representada por los resultados de las modelaciones o, en su defecto, mediante los distintos niveles de susceptibilidad.

2 INUNDACIONES TERRESTRES

Este peligro se denomina inundaciones terrestres, en el sentido de que estas ocurren “tierra adentro”: las aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes. Dentro de las inundaciones terrestres estudiadas, se encuentran:

- **Inundaciones por desborde de cauces:** Este tipo de fenómeno ocurre cuando los cauces de ríos, esteros o quebradas desbordan su cauce natural.
- **Inundaciones por anegamiento:** Este tipo de inundaciones se producen en zonas deprimidas, de baja permeabilidad, con niveles freáticos someros y deficiente drenaje del terreno, frecuentemente inundadas debido a lluvias intensas y/o prolongadas.

2.1 Catastro

En la Tabla 2-1 se presenta un catastro construido a partir de los antecedentes revisados durante el desarrollo de este trabajo para inundaciones que han afectado el área del proyecto o la comuna. Cabe mencionar que, en los archivos de prensa, sobre todo en los más antiguos, se utiliza un lenguaje impreciso, que no permite diferenciar los eventos de inundación por desborde de cauces con anegamientos, e incluso con flujos de barro y/o detritos. Por lo tanto, los eventos catastrados deben ser interpretados considerando dicha imprecisión.

Se destacan entre los eventos de inundación los años 1953, 1982, 1986 y 1987 que coinciden con años del Fenómeno del Niño. En estas ocasiones el río Mapocho sufrió grandes inundaciones que provocaron daños a la infraestructura y a vidas humanas. Los eventos que pudieron ser ubicados geográficamente con mayor precisión se grafican en la Figura 2-1.

Tabla 2-1 Catastro de inundaciones en el “Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m.”

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC01	1544	Primavera	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC02	1574	Julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC03	1581	Junio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC04	1597	Invierno	Inundación	Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho y en casi todos los ríos de la zona central de Chile	Petit-Breuilh (2004)
DC05	1607	Invierno	Inundación	Río Mapocho	X	Lluvias torrenciales provocaron desbordes en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
DC06	1609	Marzo	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC07	1618	¿?	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC08	1620	Junio	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho. Importantes pérdidas en infraestructura	Petit-Breuilh (2004)
DC09	1650	Junio-Julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho. Daños en infraestructura y construcciones	Petit-Breuilh (2004)
DC10	1660	Agosto	Inundación	Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC11	1687		Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC12	1688		Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC13	1694	Primavera	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC14	1722	Invierno	Inundación	Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC15	1744	¿?	Inundación y RM	Río Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho y aluviones por lluvias torrenciales	Petit-Breuilh (2004)
DC16	1748	30 abril	Inundación	Río Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho por lluvias torrenciales. Destrucción de puentes	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC17	1764	7 nov.	Inundación y RM	Río Mapocho		Inundaciones y aluvión por el río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC18	1779	Otoño	Inundación y RM	Río Mapocho		Aluviones en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
DC19	1783	16 junio	Inundación y RM	Río Mapocho	X	Rotura en el cauce del río Mapocho. Inundación y derrumbes. Daños en viviendas cercanas al río	Petit-Breuilh (2004)

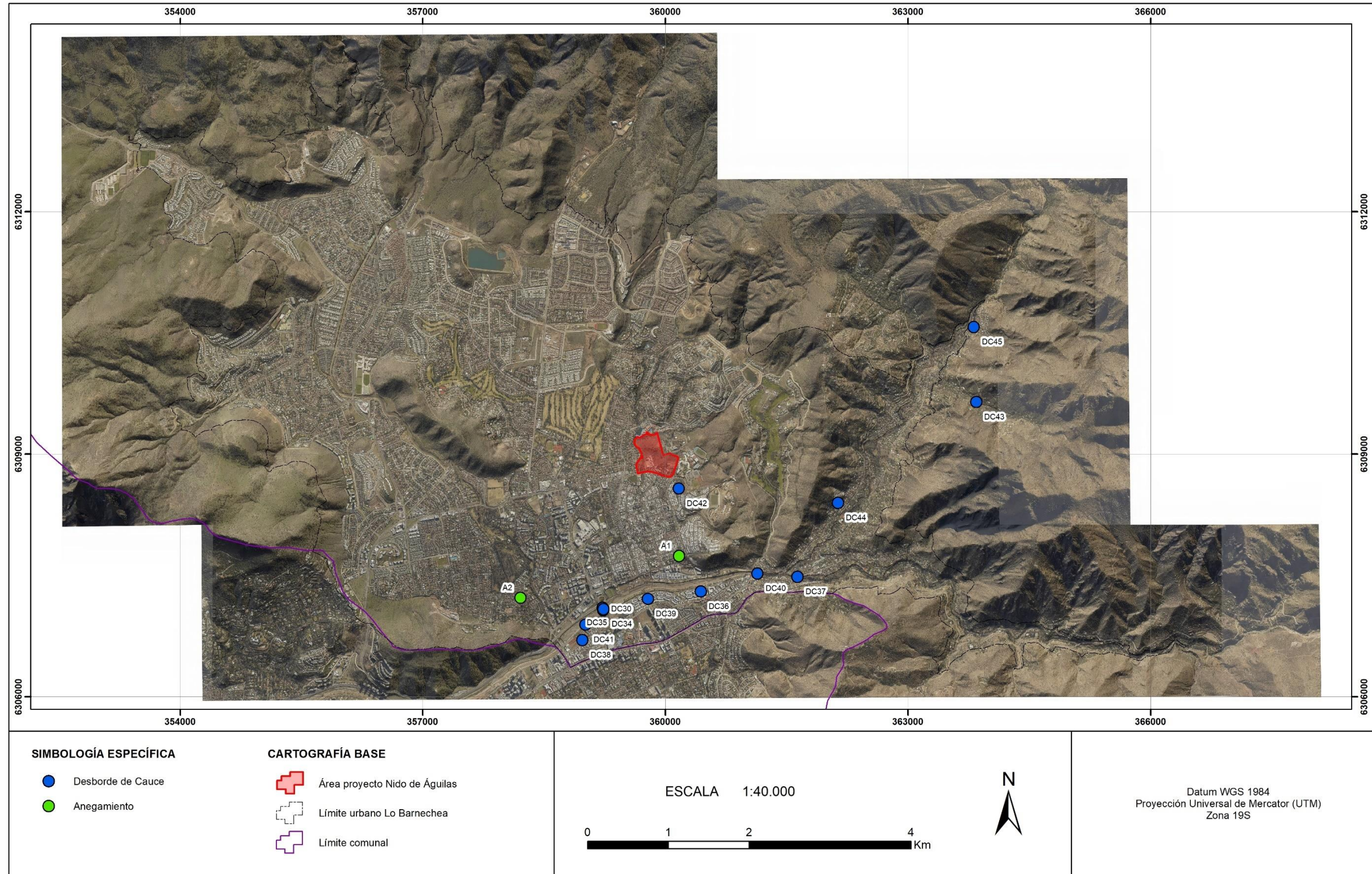
Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC20	1827	Invierno	Inundación	Río Mapocho	X	El río Mapocho se desbordó afectando principalmente a los que vivían en sus riberas y dejando personas fallecidas	Petit-Breuilh (2004)
DC21	1850	24 junio	Inundación	Río Mapocho	X	Dstrucción de un puente por inundaciones en el río Mapocho deja alrededor de 9 personas fallecidas.	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC22	1856	Marzo	Inundación	Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC23	1877	17 julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC24	1888	Agosto	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC25	1912	Junio	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC26	1934	Mayo-Junio	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC27	1941	Agosto	Inundación y RM	Camino a Farellones	X	Temporal dejó a esquiadores aislados en Farellones. Desbordes del río Mapocho. En el asentamiento minero Pérez Caldera un rodado mató a 8 personas	Urrutia y Lanza (1993)
DC28	1949	Mayo	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC29	1953	20 de agosto	Inundación	Río Mapocho	X	Desde el día 19 de Agosto un fuerte temporal afectó la zona central y en menor intensidad al sur de Chile. En Santiago hubo centenares de personas que fueron evacuadas desde poblaciones ribereñas debido a desbordes del río Mapocho, del canal San Carlos, y del Zanjón de la Aguada. Las lluvias comenzaron la madrugada del 19 de Agosto y continuaron los siguientes dos días lo que provocó varios cortes de luz en comunas de la ciudad. En Lo Barnechea el primer día 200 personas fueron llevadas al Estadio Nacional y los días posteriores 14 familias también fueron evacuadas.	Urrutia y Lanza (1993). Diario El Ilustrado (1953)
DC30	1958	Junio	Inundación y RM	Río Mapocho en puente que unía Lo Barnechea con Las Condes	X	Dstrucción del puente que unía Lo Barnechea con Las Condes dejó personas aisladas. Casas sólidas del sector alto se inundaron con las aguas del Mapocho, que rebasó las ventanas y dejó completamente inutilizados los automóviles dentro de las propiedades al ser tapados por agua y barro	Urrutia y Lanza (1993)
DC31	1969	Junio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC32	1970	Julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC33	1980	22 de feb.	Inundación	Sector del Arrayán		Vecinos del sector informaron que el río Mapocho experimentó una súbita crecida, que en El Arrayán alcanzó a un metro y medio, arrastrando piedras, árboles y tierra lo que podría dañar modestas viviendas del sector de Lo Barnechea. Hubo cuatro desaparecidos, quedaron aisladas 300 personas, y 8 vehículos fueron arrastrados.	El Mercurio
DC34	1982	27 de jun.	Inundación	Puente nuevo, antiguo acceso entre las comunas de Las Condes y Lo Barnechea	X	En la comuna de Las Condes, el Puente nuevo, que sirve de acceso a Lo Barnechea, fue dañado por el río, el cual además cubrió una población de tránsito habitada por más de 200 familias. Según relato de vecina del sector, el río se llevó 8 casas durante la crecida. Se cortaron el camino a Farellones y Ñilhue, y los puentes El Arrayán, La Pirámide, Lo Curro y La Dehesa. El evento fue de 96 horas de precipitaciones y 126,3 mm de agua caída.	El Mercurio https://www.memoriasdelsigloxx.cl/601/w3-article-3403.html Catálogo Desinventar (https://www.desinventar.org/es/database)
DC35	1982	29 de jun.	Inundación	Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. Puente La Dehesa	X	En el barrio alto, la zona más devastada por las inundaciones fue la comprendida por las calles Lo Arcaya, Monseñor Escrivá de Balaguer, Joaquín Cerda, Manquehue Norte y Espoz. En la comuna de Las Condes se registraron 370 damnificados. El Puente La Dehesa se quebró en dos partes, y tiene parte de su base destruida. Incluso uno de sus accesos está completamente inutilizado.	El Mercurio
DC36	1986	15 al 17 de Jun.	Inundación	Río Mapocho, sector Lo Barnechea.	X	Registro de viviendas destruidas en las riberas del Mapocho.	3w.memoriasdelsigloxx.cl (consulta: 2/08/2013)
DC37	1986	17 de jun.	Inundación	Sectores de las poblaciones Las Lomas, San Antonio y Quinchamalí. Puente San Enrique. Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. El Arrayán.	X	1050 familias damnificadas a raíz del desborde del río Mapocho. Se registra un muerto al intentar cruzar el puente San Enrique. Las Personas afectadas fueron albergadas en distintos colegios de la comuna de Las Condes. El puente San Enrique fue destruido en la ribera norte. Se derrumbó el terraplén del puente "Pastor Fernández", ubicado en la calle Pastor Fernández con La Puntilla. En el Arrayán, a la altura del puente Ñilhue, un camino secundario resultó cortado.	El Mercurio

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC38	1986	18 de jun.	Inundación	Calle Monseñor Escrivá de Balaguer	X	Los habitantes de las casas ubicadas en la avenida Monseñor Escrivá debieron abandonar sus viviendas debido a la inundación y contratar equipos para bombear el agua que escurrió hacia los subterráneos y primeros pisos de sus hogares.	El Mercurio
DC39	1987	14-18 de julio	Inundación	Riberas del río Mapocho, poblaciones Las Lomas y San Antonio.	X	Desborde del Mapocho que afectó poblaciones ribereñas de Lo Barnechea. Inundaciones en viviendas pertenecientes a las poblaciones Las Lomas Uno y Dos, San Antonio y Quinchamalí. Desalojo de poblaciones ribereñas al Mapocho en Lo Barnechea (problemas en Lo Curro)	El Mercurio
DC40	1989	23 de ago.	Inundación	Puente San Enrique		Debido a desborde del río Mapocho se inundó la población San Antonio afectando el puente San Enrique.	Catálogo Desinventar (https://www.desinventar.org/es/database)
	2003	Jul.	Inundación	Lo Barnechea		Doce viviendas resultaron con daños menores.	ONEMI
A1	2005	Ago.	Inundación	Villa Cerro 18 con pasaje Gómez.	X	Calles anegadas por precipitaciones ocurridas entre el 25 y 28 de Agosto del 2005.	ONEMI
	2005	Sept.	Inundación	Lo Barnechea		Se reportaron 207 damnificados y albergados.	ONEMI
DC41	2009	Ago.	Inundación y RM	Río Mapocho, sector campamento Juan Pablo II, Lo Barnechea.	X	Desborde del río Mapocho produjo deslizamiento de tierra que afectó al campamento Juan Pablo II, en sector puente Las Hualtatas.	ONEMI
DC42	2009	6 de sept.	Inundación	Quebrada Nido de Águilas, pasajes El tiuque, El chuncho y calle Los zorzales	X	Inundación en los pasajes El tiuque, El Chuncho y calle Los zorzales, producto del afloramiento de aguas pertenecientes a las napas de la quebrada Nido de Águilas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
DC43	2009	6 de sept. (Síntesis del evento)	Inundación	Quebrada Del Ñilhue, Quebrada Huallalolén, Quebrada Novillo Muerto, Quebrada seca, Quebrada Nido de Águilas.		Desborde de las cuencas asociadas al cerro Pochoco. Desborde de la Quebrada Del Ñilhue, con resultado de 2 viviendas destruidas y 2 personas fallecidas; Desborde de la quebrada Huallalolén, con resultado de 4 viviendas destruidas; Desborde de la quebrada Novillo Muerto, con resultado de 5 viviendas destruidas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC44	2010	6 de jun.	Inundación y RM	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza.		Se registraron doce casas anegadas, severos daños estructurales en el colegio Anglo American International School. Un muro de sustento del canal, que cruza de oriente a poniente el cerro La Poza, cedió con la presión del agua, arrastrando gran cantidad de lodo y piedras.	3w.La tercera.cl (consulta: 1/08/2013)
DC45	2012	14 de abr.	Inundación	Camino El cajón nº 20.200, Quebrada El arrayán.		Una emergencia se produjo en la noche del viernes en una zona montañosa de Lo Barnechea alto, a causa del desborde de un río que dejó un total de 6 personas atrapadas. No se registraron daños a la propiedad ni heridos.	3w.BioBiochile.cl (consulta: 1/08/2013)

Figura 2-1 Catastro de Inundaciones ocurridas en la comuna de Lo Barnechea



2.2 Diagnóstico

Los antecedentes históricos contenidos en el catastro levantado, las características geológicas y geomorfológicas de la comuna (Apéndice C) y la hidrología (Apéndice D) son indicadores de que los cauces del área corresponden a zonas inundables o potencialmente inundables por eventos de desbordes de cauces, con distinta frecuencia y magnitud. Las principales diferencias radican en aspectos como: tipo de escorrentía del cauce (permanente o intermitente), evidencias de eventos ocurridos en el periodo catastrado, presencia de terrazas aledañas, y el tipo de depósito que rellena el cauce.

En el área del proyecto existen tres quebradas, que se describen a continuación en orden de importancia decreciente.

La principal de ellas es la quebrada El Gabino, que escurre principalmente de norte a sur, se encuentra al oeste del área de intervención del proyecto y tiene grados importantes de intervención en otros sectores de la comuna, pero que en el entorno del proyecto presenta una menor cantidad de obras destinadas a canalizarla y no tiene tramos entubados (Figura 2-2).

Figura 2-2 Obra de canalización para la quebrada El Gabino



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

Este cauce cuenta con una franja de restricción por riesgo de inundación de 20 m a cada lado de su eje hidráulico, de acuerdo con lo expresado en Ord. DOH-RM N° 0884 de fecha 19.10.2004 (Figura 2-3).

La segunda quebrada corresponde al estero (o afluente) La Rucia, que escurre principalmente de este a oeste, es un tributario de la quebrada El Gabino, se encuentra al norte del área de intervención del proyecto. Este cauce presenta un bajo grado de intervención y cuenta con una franja de restricción por riesgo de inundación de 10 m a cada lado de su eje hidráulico, de acuerdo con lo expresado en Ord. DOH-RM N° 0884 de fecha 19.10.2004 (Figura 2-3).

Figura 2-3 Franjas de Restricción en predio del CPEIP

FUENTE: EXTRAÍDO DE ORD. DOH-RM N° 0884 DE FECHA 19.10.2004

La tercera quebrada es Los Pitufos, que escurre principalmente de norte a sur y se encuentra al este del área de intervención del proyecto. Al llegar a Av. El Rodeo, este cauce es entubado (tubos de cemento centrifugado de base plana de 800 mm de diámetro). Este cauce no cuenta con una faja de protección definida por la DOH. En el tramo, el cauce se encuentra intervenido por la presencia de un muro de contención de a lo menos 4 metros de altura en su ribera occidental (Figura 2-4).

Figura 2-4 Obras de mitigación para la quebrada Los Pitufos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

Los factores condicionantes para este tipo de amenaza corresponden a las características ya descritas, donde una morfología que permita el encauce de aguas ya sean ríos, esteros o quebradas, determina los sectores susceptibles a ser afectados por inundaciones por desborde de cauces. Esta aseveración es respaldada por el catastro, las observaciones de terreno y por la opinión de los encargados de seguridad de la comuna.

En la comuna de Lo Barnechea existen varios tranques en operación (La Dehesa 1 y 2, La Poza y Larraín, también conocido como El Rodeo) y uno drenado (Los Trapenses). Ninguno de ellos presenta condiciones para generar inundaciones en el área del proyecto.

Por otro lado, no existen datos concretos sobre inundaciones por anegamiento en el área del proyecto. La morfología de la zona, caracterizada por altas pendientes, elevaciones, y desnivel no reúne las condiciones necesarias para que este peligro sea de relevancia. Por ello, el peligro de inundaciones por anegamiento no se ha zonificado.

Con respecto a los factores desencadenantes, la ocurrencia de lluvias intensas corresponde al principal desencadenante natural, que puede activar tanto una pequeña parte de la red, sin esorrentía, o aumentar el caudal normal de un cauce activo, tal como lo evidencia el catastro. Lo anterior, permite determinar que todos los cauces deben tener algún grado de susceptibilidad de inundaciones, independiente del tamaño o forma de la cuenca aportante.

Por último, el Reglamento de la Ley N° 21.202 (Decreto 15 del Ministerio del Medio Ambiente, 30 de julio de 2020), elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente, define como humedal urbano a *“todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano”*. Bajo esta definición, parte importante de las quebradas y todos los tranques que se encuentran en el Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m. pueden ser catalogados como humedales urbanos. A la fecha de la elaboración de este informe, se han declarado los siguientes humedales urbanos:

- Humedal Urbano Tranque La Poza (Resolución Exenta N° 1267 del 11/11/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Embalse Larraín (Resolución Exenta N° 533 del 07/06/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Tranque La Dehesa 1 y 2 (Resolución Exenta N° 533 del 07/06/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Los Trapenses (Resolución Exenta N° 727 del 19/07/2021 del Ministerio del Medio Ambiente).
- Humedal Urbano Humedal Estero Las Gualtatas (Resolución Exenta N°962 del 17/08/2022 del Ministerio del Medio Ambiente).

También se encuentran en proceso de declaratoria los siguientes humedales:

- Estero del Arrayán y sus afluentes (Ordinario Alcaldicio N°34/2022 de fecha 19/01/2022).
- Quebradas sector Los Litres (Ordinario Alcaldicio N°276/2022 de fecha 29/06/2022).

2.3 Susceptibilidad

La zonificación de la susceptibilidad de inundaciones por desborde de cauces considera cauces activos e inactivos, además incorpora las características geomorfológicas obtenidas a partir del mapa geológico del área, el catastro de eventos históricos y los resultados de los modelos construidos en este estudio. La metodología que se describe a continuación entrega resultados

sobre áreas de referencia que se encuentran susceptibles a ser inundadas como respuesta a factores desencadenantes. Las áreas susceptibles graficadas en los mapas elaborados no consideran periodo de retorno, sin embargo, esta variable temporal es considerada dentro de la elaboración del modelo hidrológico de la sección anterior.

Se utilizaron cinco fuentes de información para definir los diferentes grados de susceptibilidad: (1) levantamiento topográfico utilizado para este estudio, (2) declaración de zonas inundables mediante ordinarios, y (3) geología y geomorfología de la zona estudiada. Según estos antecedentes se asignaron diferentes grados de susceptibilidad según los criterios que se describen a continuación.

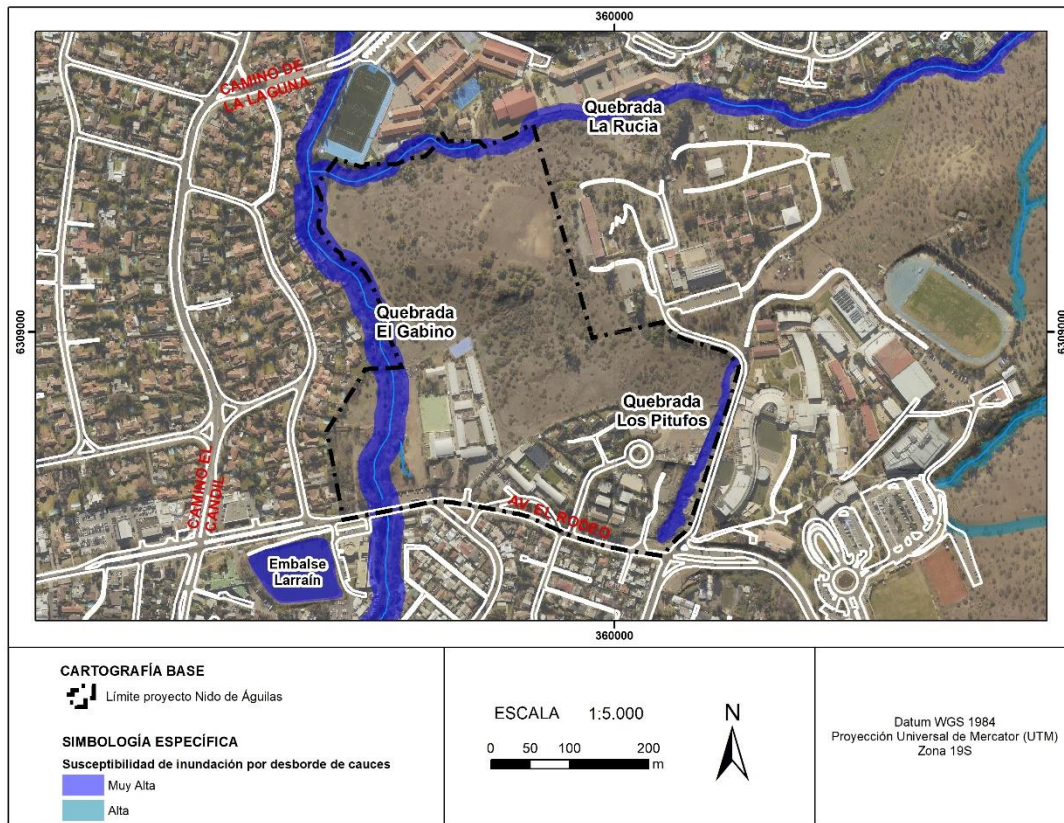
Se consideraron las declaraciones de zonas inundables mediante Ordinarios de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Dirección General de Aguas (DGA), además de la SEREMI Ministerio de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana. Estos documentos definieron fajas en Las quebradas El Gabino y La Rucia. A dichas fajas se les asignó una susceptibilidad Muy Alta.

En la quebrada Los Pitufos, como no se cuenta con una delimitación oficial del área de restricción, se observó en terreno el área que presenta condiciones favorables para inundarse, considerando factores como la morfología del cauce y la cuenca aportante. A partir de estos antecedentes, se definió una zona inundable y se le asignó una susceptibilidad de inundación Muy Alta.

De esta forma, se definió la susceptibilidad según los siguientes criterios (Figura 2-5):

Susceptibilidad Muy Alta: Faja medida desde el eje de las quebradas El Gabino y La Rucia hacia cada lado, con un ancho de 20 y 10 m, respectivamente, y zona de inundación definida en función de la morfología del cauce en la quebrada Los Pitufos.

Figura 2-5 Mapa de susceptibilidad de inundación por desborde de cauces



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

3 REMOCIONES EN MASA

El término “remoción en masa” incluye una amplia variedad de procesos que generan el movimiento aguas abajo de los materiales que constituyen las laderas, incluyendo roca, suelo, relleno artificial o una combinación de las anteriores. El movimiento de estos materiales puede ser por caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral o flujo (PMA-GCA, 2007). Para los fines de este informe, las remociones en masa se han separado en dos tipos principales: “Procesos de ladera” y “Flujos de barro y/o detritos”.

- **Procesos de ladera:** Este tipo de peligro se subdivide en dos categorías que afectarían al área de estudio: caída de rocas y deslizamientos. La caída de rocas corresponde a bloques de rocas o suelo que se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Los deslizamientos corresponden a masas de suelo o roca que se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 2000).
- **Flujos de barro y/o detritos:** Los flujos de detritos, referidos comúnmente como “aluviones”, son un tipo de remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao, Fernández, Naranjo, & Villarroel, 2002).

3.1 Catastro

En el Tabla 3-1 se presenta un catastro construido a partir de los antecedentes revisados durante el desarrollo de este trabajo para eventos de procesos de ladera y flujos de barro y/o detritos que han afectado a la comuna, las cuales se ilustran en la Figura 3-1. Cabe mencionar que, en los archivos de prensa, sobre todo en los más antiguos, se utiliza un lenguaje impreciso que confunde los eventos de flujos de barro y/o detritos con eventos de inundación por desborde de cauces e incluso con anegamientos. Por lo tanto, los eventos catastrados deben ser interpretados considerando dicha imprecisión. Por otra parte, debido a esta imprecisión, se ha elaborado un único catastro para los diferentes tipos de remociones en masa.

En los eventos aluvionales catastrados, el río Mapocho y las zonas cercanas a la quebrada El Arrayán sufrieron grandes inundaciones por flujos de barro y detritos que provocaron daños a la infraestructura y a vidas humanas.

Tabla 3-1 Catastro de remociones en masa de procesos de ladera y eventos de flujos de barro y/o detritos

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
	1536		RM	Río Mapocho		Después de algunos años de sequía se produjo un copioso aluvión por el cauce del río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
	1723	25 junio	RM	Río Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho y aluviones por lluvias torrenciales	Petit-Breuilh (2004)
	1744	¿?	RM e Inundación	Río Mapocho	X	Inundaciones y aluvión por el río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
	1764	7 noviembre	RM e Inundación	Río Mapocho		Aluviones en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
	1779	Otoño	RM e Inundación	Río Mapocho		Rotura en el cauce del río Mapocho. Inundación y derrumbes. Daños en viviendas cercanas al río	Petit-Breuilh (2004)
	1783	16 junio	RM e Inundación	Río Mapocho	X	Temporal dejó a esquiadores aislados en Farellones. Desbordes del río Mapocho. En el asentamiento minero Pérez Caldera un rodado mató a 8 personas	Urrutia y Lanza (1993)
	1941	Agosto	RM e Inundación	Camino a Farellones	X	Destrucción del puente que unía Lo Barnechea con Las Condes dejó personas aisladas. Casas sólidas del sector alto se inundaron con las aguas del Mapocho, que rebasó las ventanas y dejó completamente inutilizados los automóviles dentro de las propiedades al ser tapados por agua y barro	Urrutia y Lanza (1993)
F08	1958	Junio	RM e Inundación	Río Mapocho en puente que unía Lo Barnechea con Las Condes	X	Tres precarias viviendas se cayeron al río. Sus habitantes ya habían sido evacuados.	Urrutia y Lanza (1993)
	1980	20 al 23 de Feb.	RM	Quebrada El arrayán.		Debido a lluvias se generaron deslizamientos en Farellones, cayeron 42.4 cm de nieve.	Catalogo Desinventar.org
	1992	30 de agosto	RM	Farellones		Se registra un deslizamiento en el kilómetro 3 de la ruta G-21	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea

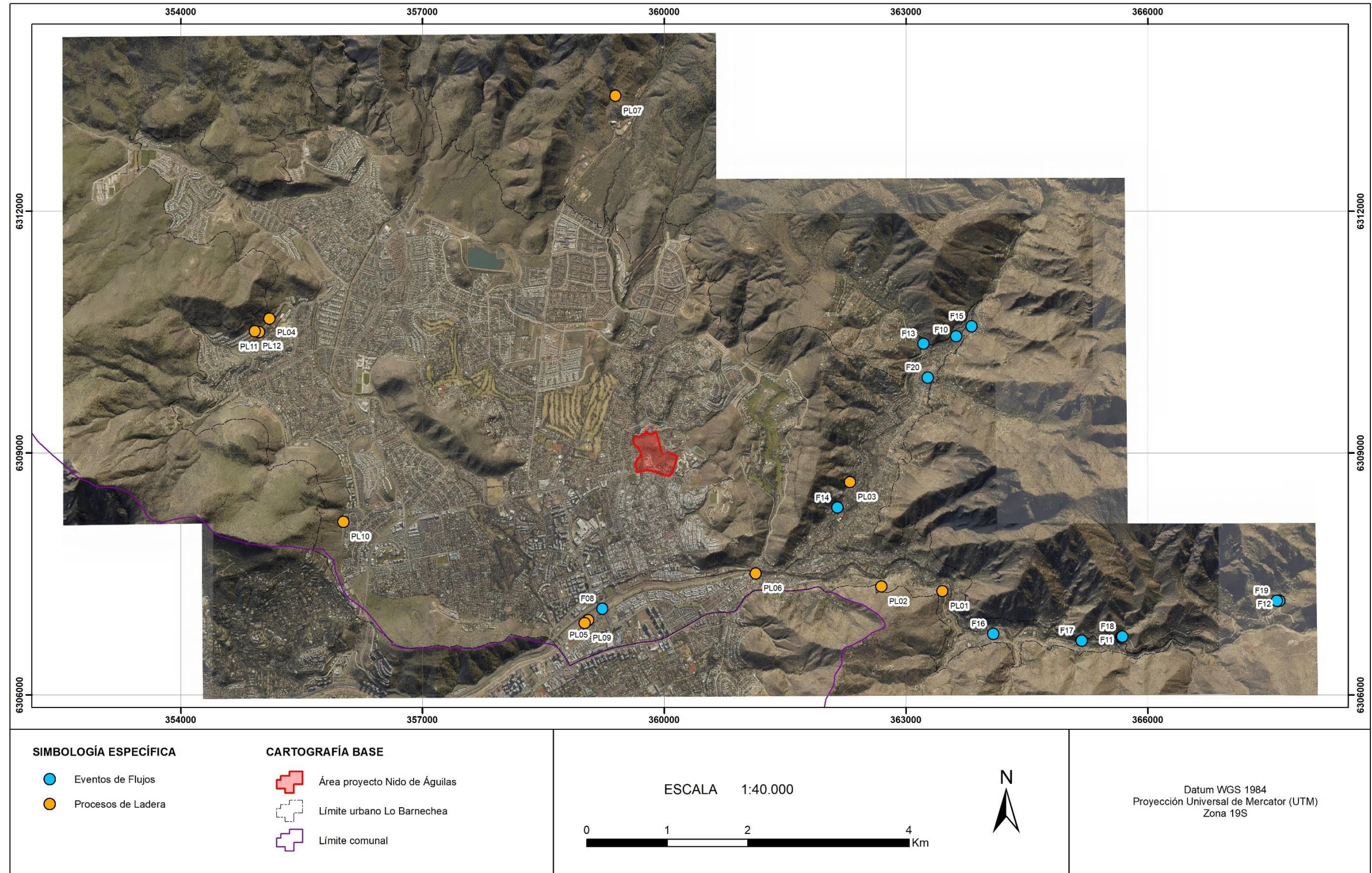
Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
PL01	1997	SE	RM	Kilómetro 3, ruta G.21, camino a Farellones	X	Se produce un deslizamiento en el kilómetro 2 de la ruta G-21	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
PL02	2000	SE	RM	Kilómetro 2 de la ruta G-21		Un deslizamiento de 3 toneladas de tierra y piedras afectaron el camino El Cerro en el sector del Arrayán, el material fue removido por las lluvias.	Catalogo Desinventar.org
PL03	2004	14 de noviembre	RM	Camino El Cerro, El Arrayán.		En Lo Barnechea, el caudal del Mapocho socavó la orilla sur del curso de agua, lo que no acontece comúnmente, y afectó un campamento donde vivían cerca de 15 familias.	www.emol.cl (consulta: 1/08/2013)
PL04	2005	18 de ago.	RM	Ribera sur del río Mapocho, Lo Barnechea.		Se produce un deslizamiento en la calle Punta de Águila, a la altura del colegio Everest, el cual implicó la rotura del camino.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
PL05	2005	26 y 27 de agosto	RM	Ribera izquierda del río Mapocho, entre los puentes La Dehesa y San Francisco		"Se socavó la base del relleno artificial sobre el cual está emplazado el campamento Juan Pablo II. A lo largo de aproximadamente 50 m, se produjeron colapsos parciales originando el retroceso del escarpe de 8 m de alto y Casi vertical, destruyendo algunas viviendas de material ligero. Además, se generó una franja de 4 m de ancho de agrietamiento desde el escarpe al interior del	
PL06	2005	26 y 27 de agosto	RM	Aguas arriba del puente San Enrique		La sección del caudal del río Mapocho se elevó hasta un máximo de 2 m en segmentos encajonados y hasta 1,5 m en segmentos más abiertos. Aguas arriba del puente San Enrique (La Querencia), el caudal fluvial transportó troncos de eucaliptos de hasta 20 m de largo y produjo un socavamiento de la base del corte vertical en gravas de relleno del lado izquierdo (sur). Como consecuencia de ello colapsaron algunas edificaciones de madera del sector.	Naranjo & Hauser (2005)

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
F10	2007	10 de ago.	RM	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza, calle Las Higueras.		Agua, nieve, árboles y rocas arrasaron con todo lo que encontraron a su paso, cuenta Flavia Valentino, la principal damnificada del alud que la madrugada de ayer afectó a cuatro casas en la calle Las Higueras, en Lo Barnechea. Pasadas las 4:30 horas, un kilómetro más arriba, la caída de un árbol de 6 metros de altura rompía una de las paredes del canal La Poza, originando una avalancha.	www.EMOL.cl (consulta: 1/08/2013)
PL07	2007	agos.	RM	Club Ecuestre Internacional		Deslizamiento rotacional, cárcavas y grietas relleno de camino	Arenas (2007).
	2007	SE	RM	Cerro Blanco	-	Se produjeron deslizamientos menores	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
	2009	23 de julio	RM	El Colorado		Un alud se generó por malas condiciones climáticas afectado la zona del El Colorado.	Catalogo Desinventar.org
F11	2009	6 de sept.	RM	Kilómetros 6 (quebrada Ñilhue), 9 y 11 de la ruta G-21, camino a Farellones.	X	El desplazamiento del kilómetro seis habría arrastrado a varios vehículos y afectado a unas cinco casas del sector. Al momento de la edición de la noticia se registra 1 muerto y 3 desaparecidos. El alud tendría un ancho de 80 metros y se habría desplazado por la ladera de los cerros unos 150 metros abajo.	www.Elrancahuaso.cl (consulta: 1/08/2013)
F12	2009	6 de sept.	RM	Quebrada seca, altura del kilómetro 7	X	Un alud produjo el colapso de obras de arte.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
F13	2009	6 de sept.	RM	Quebrada Novillo muerto, Quebrada Huallalolén.	X	En la quebrada Novillo Muerto, el alud arrasó cuatro viviendas de cuidadores de parcela, donde hubo pérdida material y drama humanitario.	http://jdvelarrayan.blogspot.com/search?updated-max=2009-12-28T19:11:00-03:00&max-results=14&start=14&by-date=false (consulta: 1/09/2019)

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
PL09	2009	Ago.	RM e Inundación	Río Mapocho, sector campamento Juan Pablo II, Lo Barnechea.	X	Desborde del río Mapocho produjo deslizamiento de tierra que afectó al campamento Juan Pablo II, en sector puente Las Hualtatas.	ONEMI
PL10	2010	27 Feb	RM	Calle Aguas Claras, ladera oriental cerro Manquehue		Caída de rocas gatillada por el terremoto que afectó a la zona centro sur del país. Se estima un peso aproximado de 3 toneladas para el bloque caído, el cual generó daños en un muro de contención y sobre la calzada de la calle interior del loteo Manquehue Oriente	Fernández (2010)
F14	2010	6 de jun.	RM e Inundación	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza.		Se registraron doce casas anegadas, severos daños estructurales en el colegio Anglo American International School. Un muro de sustento del canal, que cruza de oriente a poniente el cerro La Poza, cedió con la presión del agua, arrastrando gran cantidad de lodo y piedras.	www.la tercera.cl (consulta: 1/08/2013)
PL11	2010	19 de jun.	RM	Camino Punta de Águilas, ladera oriental cerro Manquehue		Se produjo caída de rocas luego de las intensas precipitaciones del día anterior (al menos 30 mm de agua acumulada), afectando a viviendas ubicadas en la ladera que no contaban con ningún tipo de protección. Los bloques cayeron desde el sector alto, rebotaron en la calle y golpearon la parte alta de la pared que separa las viviendas de la calle Camino Punta del Águila, cayendo al jardín de las mismas y a la piscina de una de ellas.	Fernández (2010)
F16	2012	17 de jun.	RM	Kilómetro 4,5 de la ruta G-21, camino a Farellones.		Cinco viviendas dañadas y 27 personas aisladas. Un camión quedó atrapado en la ruta. ONEMI decretó alerta amarilla para las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo por inestabilidad potencial en laderas de cerros y quebradas.	https://www.emol.com/noticias/nacional/2012/06/17/546036/alud-en-farellones.html
PL12	2013	Mayo	RM	Calle punta de Águila, a la altura del colegio Everest.	-	Se observaron deslizamientos de hasta 4 metros de la calzada de camino Punta de Águila, a aprox. 200 m de los afloramientos de agua ocurridos en los años 2004 y 2005.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
F17	2016	17 de abr.	RM	Kilómetro 5-6 de la Ruta G-21 camino a Farellones		Se registró un deslizamiento de barro que cortó el camino y dejó a 60 personas aisladas. En el sector también se suspendió el servicio de agua potable, lo que afecta a más de 800 personas.	https://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/04/17/798387/Lluvias-en-zona-centro-dejan-deslizamientos-de-tierras-cortes-de-caminos-y-provoca-aumento-de-caudales-en-rios.html https://www.t13.cl/noticia/nacional/ltimo-balance-de-la-Onemi-Lluvias-dejan-284-personas-damnificadas-y-83-viviendas-con-dano-mayor
F18 F19 F20	2021	30 y 31 de enero	RM	Rutas G21 y G-245 y El Arrayán		Lluvia de verano en las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo provocó aluviones en las quebradas Ñilhue, Seca, La Ermita, La China, Huallalolén y otras quebradas menores, además del estero Manzanito (sector Puente Corral Quemado).	https://biblioteca.sernageomin.cl/opac/datafiles/15993.pdf

Figura 3-1 Catastro de remociones en masa ocurridas en la comuna de Lo Barnechea



3.2 Flujos de barro y/o detritos

Las remociones de tipo flujo son procesos gravitacionales controlados usualmente por condiciones meteorológicas anómalas en zonas susceptibles a la generación de procesos de ladera, como por ejemplo deslizamientos de suelo y/o roca que se pueden fluidizar canalizando el material hacia zonas urbanas a través del cauce de una quebrada.

Estos procesos son altamente peligrosos dadas las altas velocidades que pueden alcanzar y las largas distancias que pueden recorrer, generando uno de los riesgos más dañinos para la población circundante a quebradas con potencial de generación de este tipo de fenómenos.

3.2.1 Diagnóstico

Los eventos de tipo flujo se asocian a fenómenos meteorológicos intensos en zonas susceptibles a deslizamientos superficiales de suelo que puedan alcanzar cauces o donde existen depósitos de material que pueden fluidizarse como consecuencia de estas precipitaciones. También se asocian a cauces de alta pendiente, donde el material puede alcanzar gran energía y con ello desplazarse grandes volúmenes de material y/o distancias. Entre los factores geológicos/geomorfológicos que condicionan la ocurrencia de flujos de detritos y/o barro se consideran el tamaño de la cuenca aportante, la pendiente de las laderas adyacentes a cauces de quebradas y la disponibilidad de material para ser transportado, tanto como laderas con posibilidad de generación de deslizamientos superficiales o depósitos de remociones en masa no consolidados. Adicionalmente, la intensidad de los flujos de barro y/o detritos también se relaciona con la pendiente de los cauces por donde circulan, ya que esta determina la energía disponible para transportar materiales y, por lo tanto, la velocidad y facilidad con la que podría transportar el material disponible en los cauces y/o laderas.

De esta forma, para determinar las zonas que pueden ser afectadas por este peligro, se han tomado en consideración los resultados de las líneas de base de geología y geomorfología (Apéndice C) y de hidrología (Apéndice D), y el catastro de remociones en masa, obtenido a partir de antecedentes bibliográficos, reuniones con el equipo encargado de emergencia comunal y observaciones realizadas en terreno.

Las zonas favorables para la generación de este peligro se asocian a quebradas dependientes altas, con importantes cuencas aportantes al área estudiada. En la zona existen dos quebradas capaces de generar flujos de detritos y/o barro, las cuales son El Gabino y La Rucia. Ambas quebradas provienen de cuencas que se encuentran en el cordón montañoso al norte del estero El Arrayán, las cuales son de medianas dimensiones, con pendientes relativamente bajas asociadas a la existencia de remociones en masa antiguas en el sector y en el catastro no se cuenta con eventos de flujos. En caso de que estas quebradas generasen flujos, tenderían a depositar la mayor proporción de material detrítico en la misma cuenca y, en casos más desfavorables, el flujo puede continuar por el cauce y desembocar en sus zonas bajas donde existen medidas de mitigación.

Un fenómeno adicional a tener en cuenta es que un cauce pueda ser bloqueado por procesos de ladera (deslizamiento o caída de bloques). Este bloqueo natural puede represar temporalmente el cauce aguas arriba, y luego, al colapsar la represa, desencadenar en un flujo de mayores dimensiones aguas abajo.

En Chile, el principal factor desencadenante para los flujos de barro y/o detritos son eventos meteorológicos anómalos de alta intensidad, ya sea en forma de precipitaciones muy copiosas en un tiempo muy corto o precipitaciones moderadas a intensas en un tiempo muy largo, que afectan localmente a las quebradas y modifican las condiciones de saturación de las laderas, desestabilizando el material detrítico disponible en ellas, transportándolo aguas abajo.

Por otro lado, en nuestro país existen muy pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Recientemente (durante las últimas décadas) se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora); de momento, solo se dispone de registros más sostenidos en el tiempo de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Esto dificulta los análisis que ponen en relación estas variables, ya que a veces basta una lluvia extremadamente intensa de corta duración, para generar un flujo de detritos de proporciones considerables, y alto poder destructivo.

Otro factor desencadenante corresponde a la altura de la línea de nieve, ya que condiciona la superficie que captará precipitaciones líquidas, aumentando la susceptibilidad de generación de procesos de laderas en la cuenca aportante. Este factor es particularmente importante en los meses de verano, cuando caen precipitaciones con altas temperaturas. En el actual escenario de cambio climático, las precipitaciones asociadas al fenómeno conocido como “invierno altiplánico” cada vez pueden llegar con mayor frecuencia hasta más al sur, y por lo tanto, cada vez debieran ser más recurrentes las precipitaciones de verano en la comuna.

Es importante mencionar que los flujos de detritos y/o barro son fenómenos complejos, que dependen en gran medida de las condiciones de las cuencas aportantes al momento que éstos ocurren, y según distintos escenarios, las quebradas se pueden comportar de diferentes maneras. Los fenómenos tipo flujo pueden variar en la concentración de sólidos que transportan, el tipo de material (barro y/o detritos) y la magnitud del evento, dependiendo de los distintos escenarios posibles en la zona de estudio.

3.2.2 Susceptibilidad

Los factores que ejercen mayor impacto sobre la generación de flujos de barro y/o detritos, y que al mismo tiempo pueden ser aplicados de manera adecuada a la escala de análisis de este estudio, corresponden a las pendientes, tanto de laderas como de los canales de las quebradas, el nivel de incisión de los cauces y el tamaño de las cuencas hidrográficas, además de la existencia de eventos catastrados en el área. Por ello, la base para la zonificación de estos procesos corresponde a dichos elementos condicionantes. Para el análisis de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos se consideró la siguiente metodología y criterios de zonificación:

1. Se determinaron las áreas de generación a partir del geoprocesamiento del modelo de elevación digital en donde se delimitan las cuencas hidrográficas y se calculan las superficies de quebradas de la zona de estudio.
2. A los cauces principales, esteros y cauces de quebradas se atributan, preliminarmente, con un grado de susceptibilidad alta, asumiendo que todos los canales son susceptibles a transportar un flujo de detritos.
3. Abanicos aluviales y terrazas fluviales adyacentes se atributan con grados de susceptibilidad moderada.

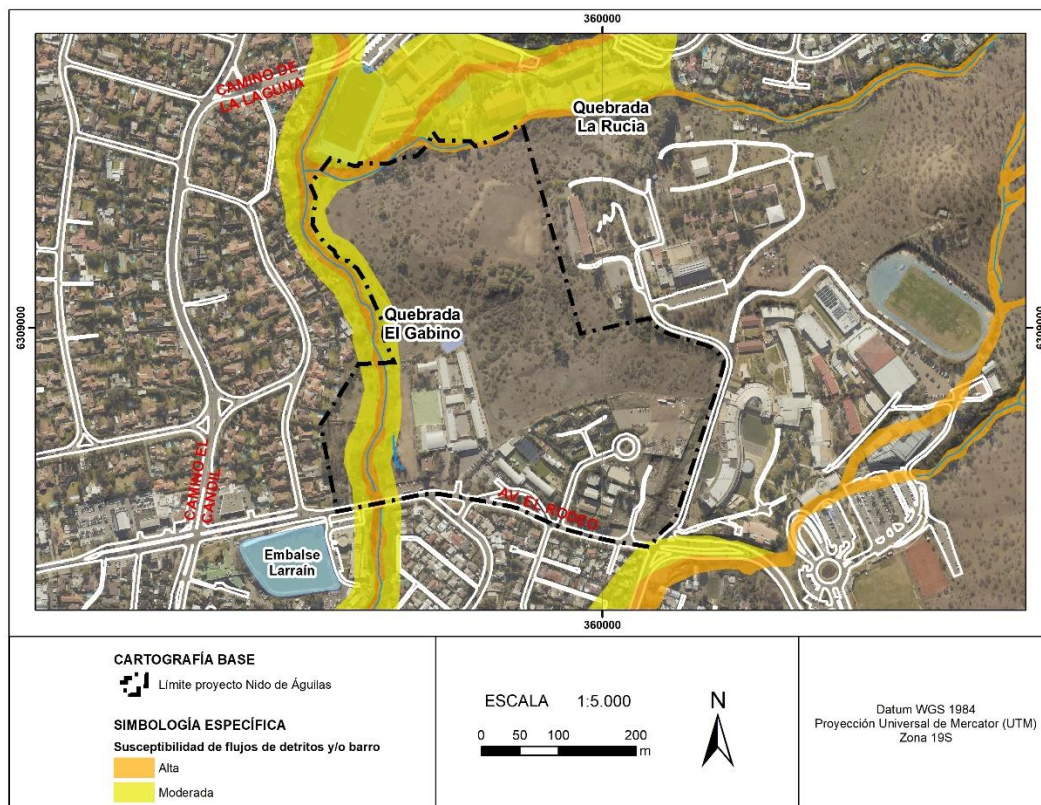
4. Para quebradas que presenten catastro de eventos aluvionales y/o que posean cuencas hidrográficas de grandes dimensiones (superiores a 1,5 km²) y pendientes superiores a 20° desde su nacimiento al ápice de su abanico aluvial, se aumentó su nivel de susceptibilidad en un grado, asimismo los abanicos y terrazas fluviales adyacentes a ellas.

Los procesos anteriores dan como resultado un producto vectorial que representa los diferentes grados de susceptibilidad muy alta, alta y moderada dando origen a las siguientes categorías de susceptibilidad (Figura 3-2):

- **Susceptibilidad Alta de flujos de barro y/o detritos:** corresponde a cauces de quebradas con potencial de generación de flujos, pero pendientes en su cauce entre 10° a 20° y sin eventos registrados en la zona, así como abanicos aluviales y terrazas fluviales adyacentes a cauces con susceptibilidad muy alta de generación de flujos de barro y/o detritos.
- **Susceptibilidad Moderada de flujos de barro y/o detritos:** corresponde a cauces en zonas con pendientes menores a 10° con baja potencialidad de generación de flujos, pero que pueden transportar eventos aluvionales. Además de terrazas fluviales y abanicos aluviales adyacentes a zonas con susceptibilidad alta de flujos de detritos.

La escala de trabajo para el mapeo de susceptibilidad fue de 1:1.000, observándose una susceptibilidad alta y moderada de remoción en masa por flujos de barro y/o detritos en el deslinde norte y poniente del sector sujeto a modificación, asociado al cauce principal de la quebrada El Gabino (deslinde poniente) y a su afluente quebrada La Rucia (deslinde norte).

Figura 3-2 Mapa de susceptibilidad de remoción en masa por flujos de barro y/o detritos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

3.3 Procesos de ladera

3.3.1 Diagnóstico

La caída de bloques se asocia a la existencia de discontinuidades en la roca, con condiciones de inestabilidad favorables para que los fragmentos caigan a través de un talud. Entre los factores condicionantes se diferencian aquellos que determinan la probabilidad de ocurrencia de los que controlan el nivel de daño generado. Entre los primeros; se cuenta la existencia de afloramientos de rocas, la orientación y la frecuencia de discontinuidades, y la pendiente del talud formado por afloramientos de roca fresca en superficie. En este estudio, los factores que se han considerado como determinantes para la ocurrencia de este peligro son la existencia de afloramientos y la pendiente del territorio alrededor del área afectada por el proyecto. Entre los factores que controlan el nivel de daño se encuentra el tamaño de los bloques que caen y la distancia vertical recorrida por estos. En general, a mayores pendientes y relieve, las laderas presentan una mayor tendencia a la inestabilidad (y por lo tanto, a la generación de caída de bloques) y los bloques desprendidos a alcanzar mayores distancias en sentido horizontal (mayor alcance).

Los deslizamientos pueden ocurrir de varias formas, dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno, sin embargo, uno de los principales controles de este peligro corresponde a la pendiente del territorio. En esta zona, el alcance de los deslizamientos está fuertemente controlado por el relieve entre el punto de generación y el cauce al fondo de las cuencas: a mayor desnivel, mayor será la posibilidad de alcanzar mayores distancias.

La caída de bloques y los deslizamientos pueden ser abordados de una manera conjunta, mediante el concepto de “proceso de laderas”, porque ambos peligros comparten en gran parte los factores condicionantes. Estos procesos dan cuenta de la dinámica propia de las laderas montañosas a escala de tiempo geológico, en el sentido de que la exposición continua a los agentes de meteorización propicia la erosión de los materiales superficiales (ya sea mediante la forma de caída de rocas o deslizamiento). En este sentido, la susceptibilidad asociada a procesos de ladera busca dar cuenta de todos los lugares que podrían verse afectados por la evolución dinámica natural de las laderas, y que al mismo tiempo sean representables a la escala de este estudio, según distintos grados o categorías. Por último, tal como se describió en las secciones anteriores, los procesos de ladera están determinados principalmente por las características geológicas del terreno, las pendientes y el relieve de las laderas.

En cuanto a los factores desencadenantes para los procesos de ladera, se identifican dos principales: los grandes sismos; y los eventos meteorológicos extremos, que disminuyen la cohesión de los materiales geológicos. En ambos casos, los sectores susceptibles ven acrecentados los factores que los hacen inestables, de tal manera que los materiales que componen las laderas pueden llegar a caer pendiente abajo.

En consecuencia, para determinar las zonas que pueden ser afectadas por este peligro, se tomaron en consideración los resultados de las líneas de base de geología y geomorfología (Apéndice C) y de hidrología (Apéndice D), el catastro de remociones en masa.

3.3.2 Susceptibilidad

Como se explicó anteriormente, los factores que ejercen mayor injerencia sobre la ocurrencia de los procesos de ladera, y que al mismo tiempo pueden ser aplicados de manera adecuada a la escala de análisis de este estudio, corresponden al tipo de unidad litológica, las pendientes y el relieve de las laderas. Por ello, la base para la zonificación de estos procesos corresponde a dichos elementos condicionantes.

Para el análisis de susceptibilidad de procesos de ladera, la metodología considera los siguientes pasos y criterios de zonificación:

1. Determinación de las áreas de generación a partir del geoprocesamiento digital del *raster* de pendientes derivado de la topografía levantada para este estudio. Este análisis contempló la clasificación de las pendientes considerando los intervalos propuestos por Esaki et al. (2005). Así, los intervalos de categorización de pendientes utilizados fueron: 0°-15°, 15°-25°, 25°-35° y >35°, a los que se denominaron como 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Posteriormente, a partir de una serie de algoritmos de geoprocesamiento se procedió a la suavización automatizada de las categorías de pendientes 1, 2, 3 y 4, a modo de disminuir el ruido propio de un *raster* de este tipo dada la resolución del modelo de elevación digital del cual se deriva.
2. A modo de incluir, en cierto modo, las variables geotécnicas y geométricas dadas por el tipo de unidad geológica y el relieve topográfico en el cual se exponen, se procedió con la ponderación en 1 de las categorías 1, 2, 3, si estas áreas yacían sobre las unidades geológicas de la Formación Abanico (OIMa) o de depósitos de remoción en masa (PIHrm), ambas unidades expuestas en paisajes montañosos con relieve topográfico importante y presentando, generalmente, calidad geotécnica regular (ver Apéndice C).
3. Para permitir una correcta aplicabilidad en planificación de la cobertura de susceptibilidad obtenida hasta este punto, se procedió a una edición final de carácter manual de aquellas zonas que, aun habiendo ejecutado los pasos anteriores, todavía presentaban ruido innecesario o anchos reducidos menores a 100 m (zonas con pequeños y persistentes polígonos aislados, bordes de polígonos irregulares o con embahiamientos estrechos, etc.).

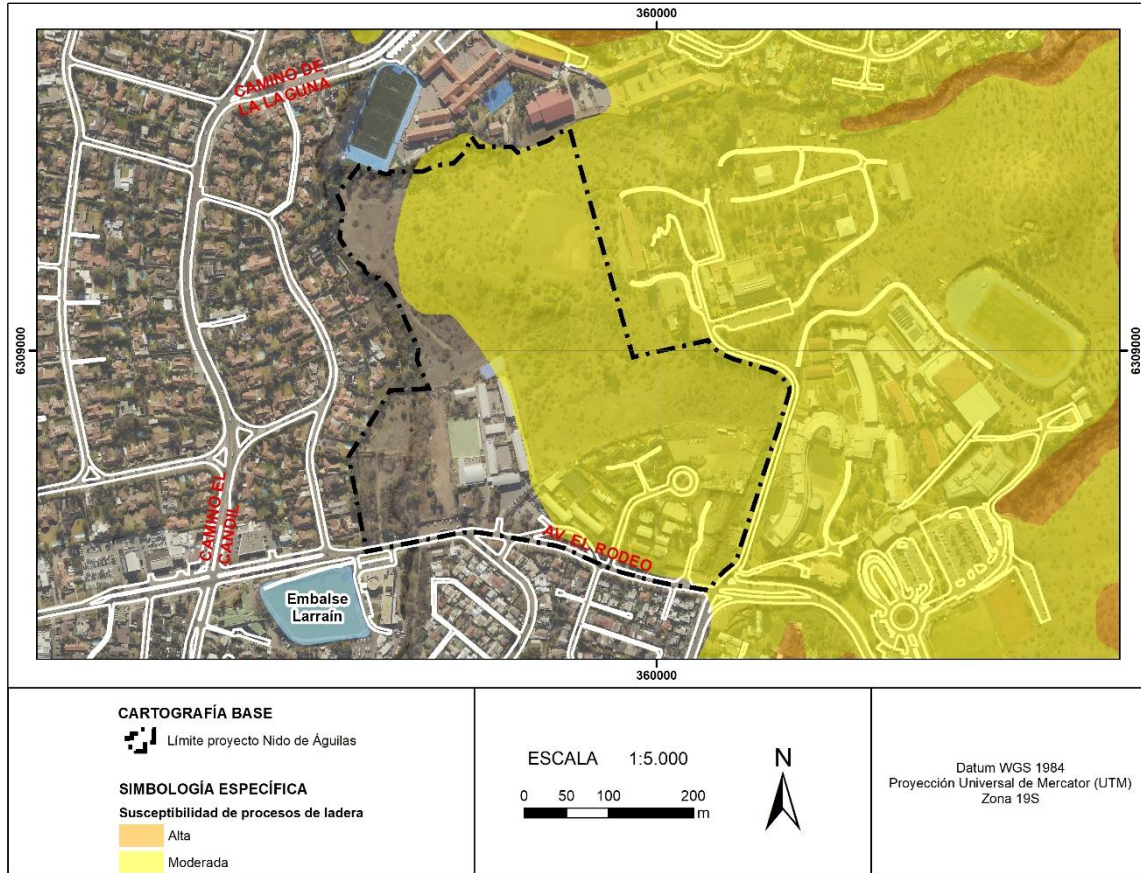
La consecución de los procesos anteriores da como resultado un producto vectorial que representa los diferentes grados de susceptibilidad muy alta, alta y moderada dando origen a las siguientes categorías de susceptibilidad:

- **Susceptibilidad Muy Alta de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes con pendientes por encima de 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 25° y 35°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico.
- **Susceptibilidad Alta de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes cuyas pendientes en el intervalo entre 25° y 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 15°-25°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico.
- **Susceptibilidad Moderada de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes con pendientes en el intervalo entre 15° y 25°.

Bajo estos criterios, en el área del proyecto sólo se identifican zonas de susceptibilidad moderada de procesos de laderas.

La escala de trabajo para el mapeo de susceptibilidad fue de 1:1.000, observándose una susceptibilidad moderada de remoción en masa por procesos de ladera en la mayor parte del sector sujeto a modificación, con excepción del sector poniente aledaño al cauce de la quebrada El Gabino, emplazado debajo de la cota 850 m.s.n.m (Figura 3-3).

Figura 3-3 Mapa de susceptibilidad de remoción en masa por procesos de ladera



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

4 SISMICIDAD

4.1 Catastro

En la línea de base de la sismicidad (Apéndice D) se identifica una gran cantidad de sismos que han ocurrido en una zona que pueden sentirse o producir efectos en el área del proyecto. Estos registros son el resultado de recopilaciones históricas y de registros instrumentales. De esta forma, la amenaza sísmica en la comuna de Lo Barnechea se asocia a tres tipos de sismos:

- Sismos de interplaca, ocurridos en el contacto entre las placas Sudamericana y Nazca, con altas intensidades como consecuencia de un terremoto de gran magnitud a una escala regional, donde destacan los terremotos que afectaron a la zona en 1730, 1906, 1985 y 2010.

- Sismos intraplaca de profundidad intermedia, con epicentro en la plaza de Nazca bajo la depresión intermedia, cuyos efectos pueden ser muy destructivos, como los ocurridos en 1965 y 1971.
- Sismos corticales, asociados a actividad que ocurre en el interior de la Placa Sudamericana, como resultado del movimiento a través de estructuras como fallas activas. De ellas, no se cuenta con registro histórico, pero sí con registro instrumental.

4.2 Diagnóstico

Las fuentes sismogénicas descritas anteriormente generan terremotos que afectan al territorio a una escala regional, en particular, los sismos interplaca que corresponden a los que ocurren con mayor frecuencia y magnitud y se encuentran considerados en la norma sísmica. Sin embargo, respecto a los intraplaca no se tiene suficiente información debido a que no han ocurrido muchos en el país. En este mismo sentido, la amenaza asociada a este tipo de sismos no se puede zonificar en el marco de este estudio.

Por último, se tienen los sismos corticales o generados por fallas activas, entre estas estructuras cordilleranas destaca la Falla San Ramón, cuya traza ha sido identificada y delimitada de forma detallada entre los ríos Mapocho y Maipo, por ende, no se ha reconocido en la comuna de Lo Barnechea.

Debe tenerse en consideración que la traza de la estructura solo se asocia al peligro de ruptura en superficie de la falla, pero áreas cercanas podrían verse afectadas por aceleraciones suficientes para producir daños en infraestructura en casos de eventos de gran magnitud generados por la falla, lo que sí podría ocurrir dentro del área del proyecto.

En conclusión, el área del proyecto se encuentra expuesta a la amenaza sísmica de tres fuentes sismogénicas. Sin embargo, en el caso de dos de las fuentes, el alcance de este estudio a escala de detalle de 1:1.000 no permite que se pueda zonificar esta amenaza a la escala urbana. Para la tercera, si bien podría zonificarse la amenaza a una escala adecuada, no existe información suficiente para hacerlo, y se requieren estudios específicos al respecto.

5 VOLCANISMO

Chile se dispone en la zona de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, en la costa occidental del Océano Pacífico, que se caracteriza por concentrar una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca. En particular, el área de estudio se ubica en el extremo norte del segmento denominado Zona Volcánica Sur (ZVS) desarrollado a lo largo de 1400 km del margen andino, desde los 33,3°S (Volcán Tupungatito) hasta los 45,9°S (Volcán Hudson).

5.1 Catastro

La comuna de Lo Barnechea abarca parte del sector cordillerano de la Región Metropolitana, por lo tanto, corresponde a una de las zonas urbanas relativamente cercanas a centros volcánicos del Gran Santiago. Existen tres volcanes considerados activos por el SERNAGEOMIN en la región, estos son: Volcán Tupungatito, Complejo Volcánico San José, y Volcán Maipo, de los cuales solo los dos

primeros se encuentran monitoreados por la Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Estos tres volcanes tienen las características que se resumen en el Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Volcanes activos de la Región Metropolitana.

Volcán	Tipo de Volcán	Coordenadas		Ranking de Peligrosidad ¹	Distancia
		Longitud	Latitud		
Tupungatito	Estratovolcán	-69.802	-33.401	22	60 Km
San José	Estratovolcán	-69.894	-33.790	21	68 Km
Maipo	Estratovolcán	-69.828	-34.166	47	106 Km

FUENTE: RED NACIONAL DE VIGILANCIA VOLCÁNICA (2015).

Además de estos tres centros volcánicos, existen otros inactivos (Tupungato, Cerro Negro, Piuquenes, Marmolejo, La Engorda), que se muestran en la Figura 5 1. Al norte de los 33° el segmento volcánico no presenta actividad volcánica reciente debido a su contexto geodinámico de subducción plana. La historia eruptiva del Volcán Tupungatito, del Complejo Volcánico San José y del Volcán Maipo se presenta en el Tabla 5-2, el Tabla 5-3 y el Tabla 5-4, respectivamente.

¹ Considera la peligrosidad, relacionada con características del volcán y sus erupciones, y la vulnerabilidad, que se asocia a factores relacionados con la población y la infraestructura que podrían ser afectados.

Figura 5-1 Centros y depósitos volcánicos en contexto regional con el área urbana de la comuna.

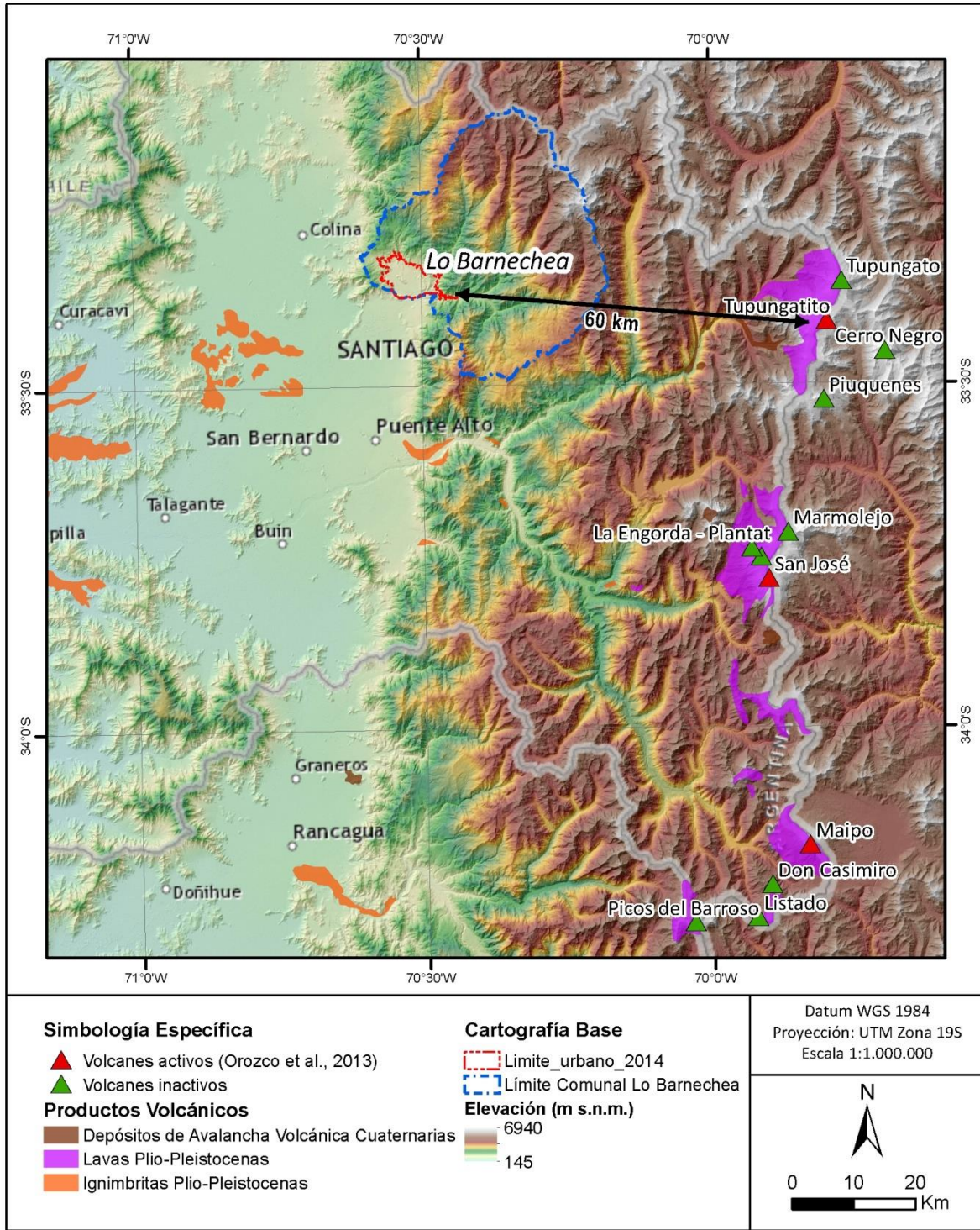


Tabla 5-2 Historia Eruptiva Volcán Tupungatito

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
28/11/1987	30/11/1987	Confirmada	2	Observaciones históricas
20/01/1986	20/11/1986	Confirmada	1	Observaciones históricas
10/01/1980	11/01/1980	Confirmada	2	Observaciones históricas
02/07/1969 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
03/08/1964	19/09/1964	Confirmada	2	Observaciones históricas
05/05/1961 +- 4 d	16/08/1961 +- 15 d	Confirmada	2	Observaciones históricas
15/07/1960 +- 5 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
16/10/1959	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
26/03/1959 +- 5 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
16/01/1958 +- 15 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1946	1947	Confirmada	2	Observaciones históricas
1925	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
15/02/1907	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
04/1901	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
01/1897	12/04/1897	Confirmada	2	Observaciones históricas
1889	1890	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Incierta		Observaciones históricas
1861	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1835	Desconocido	Incierta	2	Observaciones históricas
1829	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas

FUENTE: INSTITUTO SMITHSONIANO, GLOBAL VOLCANISM PROGRAM.

Tabla 5-3 Historia Eruptiva Complejo Volcánico San José

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
02/07/1960 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
02/07/1959 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1895	1897	Confirmada	2	Observaciones históricas
1889	1890	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1838	Desconocido	Confirmada	1	Observaciones históricas
19/11/1822	1838	Confirmada	2	Observaciones históricas

FUENTE: INSTITUTO SMITHSONIANO, GLOBAL VOLCANISM PROGRAM.

Tabla 5-4 Historia Eruptiva Volcán Maipo

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
1912	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1908	Desconocido	Incierta	2	-
28/10/1905	30/10/1905	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Incierta		-
24/08/1869	Desconocido	Incierta	2	-
1837	Desconocido	Incierta		-
1835	Desconocido	Incierta		-
1833	Desconocido	Incierta	2	-
16/02/1831	Desconocido	Incierta	2	-
26/09/1829	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
01/03/1826	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1822	Desconocido	Incierta		-
1788	Desconocido	Incierta		-

FUENTE: INSTITUTO SMITHSONIANO, GLOBAL VOLCANISM PROGRAM.

5.2 Diagnóstico

La ausencia de material de origen volcánico que se aprecia en el mapa geológico y la Figura 5-1, y que se constató durante la visita a terreno, indican que el área del proyecto no ha sido afectada por actividad volcánica en tiempos recientes. Por otra parte, la amenaza volcánica asociada a erupciones de carácter explosivo extremo, como la que generó la unidad geológica conocida como Ignimbrita Pudahuel (Stern, y otros, 1994), producida por el colapso de la caldera El Diamante, y cuyos depósitos se encuentran incluso en la Cordillera de la Costa, no son un peligro para la comuna, debido a que la mayor parte de los peligros relacionados con el volcanismo se expanden a través de los cauces, y los tres centros volcánicos más cercanos no tienen conexión hidráulica con el área estudiada.

De esta forma, el único peligro relacionado con volcanismo que realmente podría afectar al territorio estudiado es la caída de tefra. Con respecto a este peligro, debe tenerse en consideración que el viento en la zona de estudio tiene una dirección predominante hacia el noreste, lo que reduce la probabilidad de que la tefra se dirija hacia la zona estudiada, aunque no lo descarta, porque también existen épocas en que el viento se dirige hacia el suroeste y oeste. En consecuencia, aunque es posible que en caso de ocurrir una erupción caiga tefra sobre la comuna de Lo Barnechea, la cantidad de material que se puede acumular no debiera ser peligroso para las personas o infraestructura, por lo que a este peligro se le asigna una susceptibilidad moderada de manera homogénea en toda el área estudiada.

En función de lo descrito en los párrafos precedentes, no es necesario construir mapas de zonificación para los peligros relacionados con el volcanismo.

6 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Una vez identificados los peligros, definidos los grados de susceptibilidad y el alcance territorial de ellos, es necesario incorporar estos resultados en los instrumentos de planificación. Esto debe realizarse a través de la aplicación del artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y/o tomando otras medidas de planificación acordes a las atribuciones que otorga la LGUC y la OGUC a los Instrumentos de Planificación Territorial, como, por ejemplo, la diferenciación de usos de suelo y regulación de la forma e intensidad de su ocupación.

6.1 Zonificación de la susceptibilidad

Para definir los criterios que permitan incorporar los peligros naturales dentro de la presente modificación, es necesario tener claros los criterios utilizados en la definición de las diferentes categorías de susceptibilidad y la zonificación resultante. En este sentido, en el Cuadro 6-1 se resumen los factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y los elementos metodológicos con los que se asignó la distribución espacial de la susceptibilidad, los que son descritos en detalle en los capítulos 0, 3 y 5.

Tabla 6-1 Resumen de factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y criterios de zonificación de la susceptibilidad

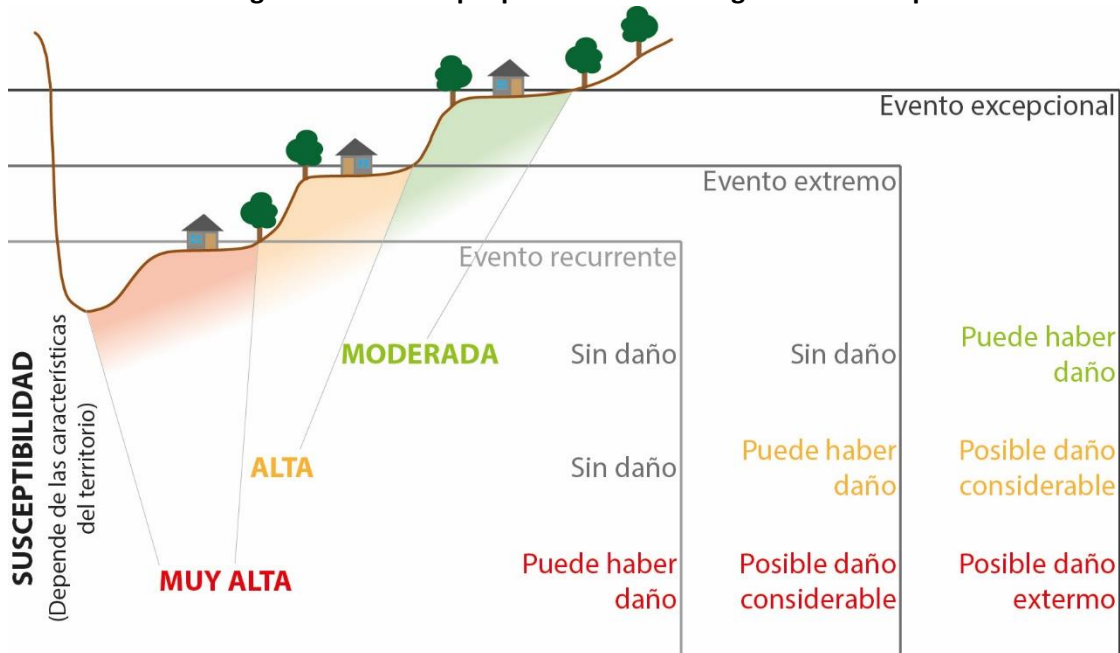
Peligro	Factores condicionantes	Factores desencadenantes	Elementos de zonificación
Inundaciones por desborde de cauce	<ul style="list-style-type: none"> - Características morfológicas de la red de drenaje - Obras para mitigar el peligro 	<ul style="list-style-type: none"> - Lluvias intensas 	<ul style="list-style-type: none"> - Catastro de eventos de inundación - Unidades geológicas - Red de drenaje - Modelos hidráulicos - Observaciones de terreno
Flujos de barro y/o detritos	<ul style="list-style-type: none"> - Morfología de las quebradas y sus zonas de descarga. - Características de la cuenca aportante (tamaño, pendiente, altura, materiales). 	<ul style="list-style-type: none"> - Lluvias intensas 	<ul style="list-style-type: none"> - Observaciones de terreno - Catastro - Características morfológicas de la red de drenaje (pendiente, forma de los cauces) - Modelos de flujo
Procesos de ladera	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Material que compone la ladera (geología) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos - Lluvias intensas - Viento 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente del terreno - Catastro de remociones en masa - Unidades geológicas asociadas a procesos de ladera
Sismicidad	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de fallas activas - Características de los depósitos (efecto de sitio) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos 	<ul style="list-style-type: none"> - No se zonificó a escala de comuna

Peligro	Factores condicionantes	Factores desencadenantes	Elementos de zonificación
Volcanismo (caída de ceniza)	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia a los centros eruptivos - Morfología de la red hidrográfica - Dirección del viento 	<ul style="list-style-type: none"> - Erupciones 	<ul style="list-style-type: none"> - No se zonifica a escala de comuna

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2022)

Es muy relevante comprender que la categorización de susceptibilidad se relaciona con la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno dado en un área determinada, pero corresponde a una categorización cualitativa, de carácter relativo, y no cuantitativa. Pese a que el concepto de susceptibilidad no contempla la cuantificación de períodos de retorno, ni probabilidades de ocurrencia, sí estipula niveles que indican de manera relativa la frecuencia con que ocurre un cierto fenómeno. En este sentido, las zonas de ‘muy alta’ susceptibilidad son aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir cualquier evento del peligro analizado, las zonas de ‘alta’ susceptibilidad serán aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y las de ‘moderada’ susceptibilidad se asocian a eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas. Por otra parte, mientras la magnitud de un evento sea más intensa, se producirán daños mayores, y al mismo tiempo, los daños serán más importantes en la medida que mayor sea la susceptibilidad del territorio, de la forma que se ejemplifica en la Figura 6-1 para el caso de las inundaciones por desborde de cauce. En consecuencia, se recomienda que, mientras mayor sea la susceptibilidad de un área específica, mayores sean las restricciones y/o condicionantes para su utilización.

Figura 6-1 Esquema del daño provocado por eventos de inundación por desborde de cauces con diferente magnitud en zonas que presentan distinto grado de susceptibilidad.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

6.2 Definición de las áreas de riesgo

Para los peligros que es posible zonificar en este estudio de modificación MPRC-LB-30 del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, desde la perspectiva de la relación entre la magnitud de un evento, su recurrencia y el daño generado, y con el fin de homologar las categorías de susceptibilidad al lenguaje de la OGUC, se propone aplicar el concepto de área de riesgo establecido en el artículo 2.1.17 a las zonas de ‘muy alta’ y ‘alta’ susceptibilidad de cada uno de los peligros, pero no a las zonas de susceptibilidad ‘moderada’ (Tabla 6-2). Pese a esto, no se debe considerar que las zonas de susceptibilidad moderada no puedan ser afectadas por los peligros analizados.

No se propone aplicar diferencias de criterios entre las áreas de riesgo relacionadas con flujos e inundaciones. Por lo tanto, se puede definir una única área de riesgo para ambas amenazas.

En cuanto a la sismicidad, aunque se le ha asignado una susceptibilidad ‘alta’ de manera homogénea, las normas chilenas NCh 433 (“Diseño sísmico de edificios”) y la NCh 2369 (“Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales”) definen las exigencias de diseño que deben cumplir diferentes tipos de edificaciones debido al peligro sísmico, con herramientas más eficientes que las que ofrece la OGUC. Por lo tanto, no se ha aplicado la definición de área de riesgo para este peligro.

Finalmente, se asignó susceptibilidad moderada de forma homogénea a los peligros relacionados con el volcanismo, por lo que, aplicando el mismo criterio que en el caso de los peligros que se pueden zonificar, no se aplicó la definición de área de riesgo.

Tabla 6-2 Criterios de definición de las áreas de riesgo en el área del proyecto (escala 1:1.000) según el artículo 2.1.17 de la OGUC para cada peligro estudiado.

PELIGRO GEOLÓGICO ESTUDIADO EN ESTE TRABAJO	SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	“Áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 de la OGUC
Inundaciones por desborde de cauces	MUY ALTA	Faja medida desde el eje de las quebradas El Gabino y La Rucia hacia cada lado, con un ancho de 20 y 10 m, respectivamente, y zona de inundación definida en función de la morfología del cauce en la quebrada Los Pitufos.	X
Flujos de barro y/o detritos	ALTA	Cauces de quebradas con potencial de generación de flujos, pero pendientes en su cauce entre 10º a 20º y sin eventos registrados en la zona, así como abanicos aluviales y terrazas fluviales adedañas a cauces con susceptibilidad muy alta de generación de flujos de barro y/o detritos.	X
	MODERADA	Cauces en zonas con pendientes menores a 10º con baja potencialidad de generación de flujos, pero que pueden transportar eventos aluvionales. Además de terrazas fluviales y abanicos aluviales adyacentes a zonas con susceptibilidad alta de flujos de detritos.	

PELIGRO GEOLÓGICO ESTUDIADO EN ESTE TRABAJO	SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	“Áreas de riesgo” según el artículo 2.1.17 de la OGUC
Procesos de ladera	MODERADA	Zonas con laderas naturales o taludes con pendientes en el intervalo entre 15°y 25°.	
Sismicidad	ALTA	De acuerdo con el nivel de conocimiento actual, el territorio de la comuna se encuentra expuesto de manera homogénea a este peligro.	
Volcanismo	MODERADA	La susceptibilidad asociada a este proceso es moderada en toda el área estudiada.	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (2023)

6.3 Conclusiones y recomendaciones específicas

La comuna de Lo Barnechea, por el hecho de estar ubicada en el borde de una zona montañosa, se encuentra expuesta a la ocurrencia de muchos peligros en prácticamente la totalidad de su territorio. Por esta razón, la extensión del territorio urbano debe ocurrir de manera controlada, para evitar que estos peligros afecten a la población.

En este escenario, la modificación MPRC-LB-30 considera dos medidas destinadas a gestionar el riesgo en el sector sujeto a modificación:

- a. **Restricción al desarrollo urbano:** corresponden a aquellas áreas en que se restringe la urbanización y/o construcción en el territorio. Las disposiciones normativas de la modificación propuesta se orientan a consolidar áreas verdes o usos complementarios al área verde.
- b. **Habilitación condicionada:** se orienta a los sectores que permiten su habilitación, condicionada solamente a la ejecución de obras de mitigación por parte de los particulares – urbanizadores, en cumplimiento con lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

Aunque en este estudio no se hace una verificación al respecto, se hace notar que para que las obras de mitigación funcionen adecuadamente se necesita que cuenten con las mantenciones que ellas requieren.

En un escenario de cambio climático, el análisis de los peligros que pueden afectar a la comuna se hace en condiciones de incertidumbre. Aunque en este trabajo no se hace un análisis detallado al respecto, algunos factores que pueden afectar el análisis son la incertidumbre respecto a la cantidad de precipitaciones, la ubicación del límite entre la zona de precipitaciones líquidas y sólidas y el estado de conservación de la vegetación.

6.3.1 Inundaciones

Como la mayor parte de la red de drenaje ha sido modificada, ya sea mediante obras de contención en el mismo lugar o por modificaciones del trazado, en caso de que la cantidad de agua supere la

capacidad de los cauces, el excedente no necesariamente seguirá los cauces y existirá un nivel de incertidumbre importante respecto de las zonas por donde escurriría el agua.

Las pendientes relativamente altas que se encuentran en la mayor parte del territorio favorecen el escurrimiento a través de la superficie e impiden que se formen zonas de acumulación de agua. Este estudio sólo incorpora las obras terminadas a la fecha en que se realizó.

6.3.2 Flujos de barro y/o detritos

Los flujos o aluviones son procesos diferentes de las inundaciones, y ambos peligros no se comportan de igual manera. En este sentido, aunque las obras de mitigación reducen el riesgo asociado a este peligro, no han sido diseñadas para esto, y, en caso de ocurrir un flujo, podrían ser superadas. Según los modelos numéricos, esto podría ocurrir en algunos sectores, ubicados en las terrazas del río Mapocho, donde los flujos pueden superar las medidas de contención diseñadas para inundaciones. Una consecuencia de esta situación es que las medidas de mitigación podrían generar una falsa sensación de seguridad respecto de los peligros.

6.3.3 Procesos de ladera

Los factores considerados para definir la susceptibilidad asociada a este peligro fueron la pendiente del terreno, la presencia de afloramientos de roca y la existencia de unidades geológicas de mala calidad geotécnica (Formación Abanico) o asociadas a grandes remociones en masa (megadeslizamientos) ocurridas en el pasado.

Las zonas susceptibles a estos peligros se concentran mayoritariamente en las laderas de las zonas montañosas y de los cerros isla, aunque también se pueden encontrar en algunos cauces. Pese a lo anterior, en el área del proyecto no se identificaron zonas donde se justifique definir áreas de riesgo asociados a procesos de ladera.

En general, el territorio estudiado se encuentra más expuesto a caídas de rocas que a deslizamientos.

6.3.4 Sismicidad

En la comuna de Lo Barnechea, existen tres mecanismos sísmicos:

- Sismos interplaca. A ellos se orienta la normativa sísmica.
- Sismos interplaca de profundidad intermedia.
- Sismos corticales. En la comuna se han reconocido sismos corticales que se asocian a las estructuras del frente cordillerano occidental como, por ejemplo, la falla de San Ramón.

Respecto a los sismos corticales, y en particular respecto de aquellos relacionados con la falla de San Ramón, sus efectos con potencial impacto corresponden a ondas sísmicas que pueden afectar a las estructuras con una mayor intensidad que lo previsto por las normas.

Sin embargo, no corresponde restringir el uso del territorio ya que, a partir de los insumos y antecedentes disponibles, no ha sido posible delimitar la traza de la falla en la comuna de Lo

Barnechea con una precisión adecuada, desconociendo así una serie de factores relevantes que no son posibles de determinar. Dicho lo anterior, dada esta ausencia de insumos suficientes no es posible establecer una zonificación relacionada al peligro por sismos corticales, según el artículo 2.1.17.

Así, es necesario hacer estudios específicos para delimitar la traza de fallas corticales con mayor precisión y así incorporar la Falla de San Ramón en los instrumentos de planificación territorial que afecten a la comuna. Dada la magnitud de los estudios requeridos, es necesario enfrentar esta modificación a los instrumentos de planificación territorial desde una visión intercomunal que escapa a este estudio.

6.3.5 Volcanismo

No existe conexión hidráulica entre el territorio estudiado y ningún volcán, de manera que el peligro volcánico no es relevante para el territorio comunal.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. (1960). *Geología de los Andes de Chile Central*. Santiago: Instituto de Investigaciones Geológicas.
- Anderson, M., Alvarado, P., Zandt, G., & Beck, S. (2007). Geometry and brittle deformation of the subducting Nazca Plate, Central Chile and Argentina. *Geophysical Journal International*, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2007.03483.x>.
- Antinao, J., Fernández, J., Naranjo, J., & Villarroel, P. (2002). *Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones en la Cuenca de Santiago*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental, No. 2, 1 mapa escala 1:100.000.
- Arenas, M. (2007). *Peligro de remociones en masa asociado a un relleno no autorizado en un sector del Club Ecuestre Internacional comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana de Santiago*. Santiago: SERNAGEOMIN.
- Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R., & Kausel, E. (2010). The West Andean Thrust, the San Ramón Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, 29(2).
- CADE Consultores en Ingeniería. (2001). *Plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago*. Santiago: DOH-MOP.
- Cahill, T., & Isacks, B. (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca Plate. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/92JB00493>.
- Centeno, J., Fraile, M., Otero, M., & Pividal, A. (1994). *Geomorfología Práctica. Ejercicios de fotointerpretación y planificación geoambiental*. Madrid: Ed. Rueda.
- Cisternas, M. (2012). El terremoto de 1647 de Chile central como un evento intraplaca: ¿otra amenaza para Chile metropolitano? *Revista de Geografía del Norte Grande*, 53, 23-33.
- Coloma, F., Valin, X., Oliveros, V., Vásquez, P., Creixell, C., Salazar, E., & N. Ducea, M. (Mayo de 2017). Geochemistry of Permian to Triassic igneous rocks from northern Chile (28°-30°15'S): Implications on the dynamics of the proto-Andean margin. *Andean Geology*, 44(2), 147-178.
- Costa, J. (1984). Physical geomorphology of debris flows. In Developments and Applications of Geomorphology. En J. E. Costa, & P. J. Fleisher (Edits.), *Developments and Applications of Geomorphology* (págs. 268-317). Berlin: Springer-Verlag.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996). *Landslide types and processes*. Washington D.C.: Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board.
- DeMets, C., Gordon, R., Argus, D., & Stein, S. (1994). Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, 21(20), 2191-2194.

- DeMets, C., Gordon, R., Argus, D., & Stein, S. (1994). Effects of recent revisions of the geomagnetic reversal time scale on estimates on current plate motion. *Geophysical Research Letters*, 21(20), pp.2191-2194.
- DGA-MOP. (1991). *Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días*. Santiago.
- DGA-MOP. (1995). *Manual de cálculo de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información flouviométrica*. Santiago: Cenmtro de Información de REcursos Hídricos.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L., & Lloremte-Isidro, M. (2008). *Mapas de Peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Serie Riesgos Geológicos/Geotecnia No. 1, 190 pág.
- Esaki, T., Thapa, P., Mitani, Y., & Ikemi, H. (2005). Landslide and debris flow characteristics and hazard mapping in mountain hillslope terrain using GIS, Central Nepal. Vancouver: En: Eberhardt, E., Hungr, O., Fell, R., Couture, E. (eds), *Proceedings, International Conference on Landslide Risk Managment*, p. 657-669.
- Fernández, J. (2010). *Caída de Rocas, Comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana*. Santiago: SERNAGEOMIN.
- Gonzalez de Vallejo, L., Ferre, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica (Segunda ed.)*. Madrid: Pearson Educación.
- González-Ferrán, O. (1995). *Volcanes de Chile*. Santiago: Instituto Geográfico Militar, 410 pág.
- Hasanzadeh Nafari, R., Ngo, T., & Mendis, P. (2016). An assessment of the effectiveness of tree-based models for multi-variate flood damage assessment in Australia. *Water*, v. 8(n. 282), p. 1-18.
- Hauser, A. (1985). Flujos aluvionales de 1870 y 1896 ocurridos en la ladera norte del volcán Yates, X Región: su implicancia en la evaluación de riesgos naturales. *Revista Geológica de Chile*, 25-26, 125-133.
- Hauser, A. (2000). *Remociones en masa en Chile (2da ed.)*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 59, versión actualizada, 89 pág.
- Hayes, G., Wald, D., & Johnson, R. (2012). Slab1.0: A three-dimensional model of global subduction zone geometries. *Journal of Geophysical Research*.
- INFRACON. (2014). *Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea*. Santiago.
- ISRM. (1981). Rock characterization, testing and monitorin. En E. Brown, *ISRM suggested method* (págs. pp. 75-105). Oxford, OK: Pergamon Press.

- JTC-1. (2008). Guidelines for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for land use planning. *Engineering Geology*, 102(3-4), 85-98.
- Kausel, E., & Ramírez, D. (1992). Relaciones entre parámetros focales y macrosísmicos de grandes terremotos chilenos. *Revista Geofísica, Volumen 37*, pp. 36 - 194., 37, 36-194.
- Keefer, D. (1984). Landslides caused by earthquakes. *Geological Society of América Bulletin*, 95(4), 406-421.
- Keller, E., & Blodgett, R. (2004). *Riesgos Naturales*. Madrid: Pearson Education S.A., 448 pág.
- Kreibich, H., Piroth, K., Seifert, I., Maiwald, H., Kunert, U., Schwartz, J., . . . Thieken, H. (2009). Is flow velocity a significant parameter in flood damage modelling? *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* (n. 9), p. 1679-1692.
- Manea, V., Pérez-Gussinye, M., & Manea, M. (2012). Chilean flat slab subduction controlled by overriding plate thickness and trench rollback. *Geology*, V.40(N° 1), pp.35-38.
- Martin, G., & Lew, M. (1999). *Recommended Procedures for Implementation of DMG Special Publication 117: Guidelines for Analyzing and Mitigating Liquefaction Hazards in California*. Los Angeles: Southern California Earthquake Center, University of Southern California, 63 pág.
- Merz, B., Kreibich, H., & Lall, U. (2013). Multi-variate flood damage assessment: a tree-based data mining approach. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, v. 13, p. 53-64.
- MINVU. (1996). *Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño*. Santiago.
- MOP. (2018). *Manual de Carreteras*. Santiago.
- Mpodozis, C., & Ramos, V. A. (1989). *The Andes of Chile and Argentina In: Ericksen, G. E.; Cañas, M. T.; Reinemund, J. A. (eds) Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Energy Resources. Circum-Pacific Council for Energy and Hydrothermal Resources, American Association of Pet* (11 ed.). Houston, Texas: Earth Science Series.
- Myers, B., & Brantley, S. (1995). *Hazardous phenomena at volcanoes*. Vancouver, Washington.: USGS Open File Report, pág. 95-231.
- Naranjo, J. A., & Hauser, A. (2005). *Informe geológico sobre efectos de las lluvias torrenciales del 26 y 27 de agosto de 2005 en el sector oriente de Santiago*. Subdirección Nacional de Geología. Santiago, Chile: SERNAGEOMIN.
- Naranjo, J., & Varela, J. (1996). *Debris and mud flows that affected the eastern area of Santiago on May 3, 1993*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín No. 47, 42 pág.

- ONU/EIRD. (2004). *Vivir con el Riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Versión en español 2004*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
- Pain, C. (1986). *Scarp Retreat and Slope Development Near Picton, New South Wales, Australia*. Braunschewig.
- Pérez et al. (2013). Improving seismotectonics and seismic hazard assessment along the San Ramón Fault at the eastern border of Santiago city, Chile. *Natural Hazards*, V.69, Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-013-0908-3/f>.
- Petit-Breuilh, M. E. (2004). *Desastres naturales y ocupación del territorio en Hispanoamérica (siglos XVI al XX)*. España: Universidad de Huelva.
- Pierson, T., & Scott, K. (1985). Downstream dilution of Lahar: transition from debris flow to hyperconcentrated streamflow. *Water Research*, 21(10), 1511-1524.
- PMA-GCA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.
- Rauld, R. (2002). *Análisis morfoestructural del frente cordillerano: Santiago oriente entre el río Mapocho y Quebrada de Macul, Memoria para optar al título de Geólogo*. Santiago: Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Rauld, R. (2011). *Deformación cortical y peligros sísmico asociado a la Falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33° S), tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias mención Geología*. Santiago: Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Sancho, C. (1997). Los mapas de riesgos. En J. Peña (Ed.), *Cartografía geomorfológica básica y aplicada* (págs. 181-200). Zaragoza: Geomorfa.
- Scholz, C. (1990). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*. Cambridge: Cambridge University Press, 439 pág.
- Sepúlveda, S., Murphy, W., Jibson, R., & Petley, D. (2005). Seismically-induced Rock Slope Failures Resulting from Topographic Amplification of Strong Ground Motions: The Case of Pacoima Canyon, California. *Engineering Geology*, 80, 336-348.
- Sepúlveda, S., Serey, A., Lara, M., Pavez, A., & Rebolledo, S. (2010). Landslides induced by the April 2007 Aysén Fjord earthquake, Chilean Patagonia. *Landslides*, doi: 10.1007/s1034VI-010-0203-2.
- SERNAGEOMIN. (2003). *Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digital, N°4*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.

- Somoza, R. (1998). Updated Nazca (Farallon)- South America relative motions during the last 40 My: implication for mountain building in the central Andean region. *Journal of South American Earth Sciences*(11), 211-215.
- Sruoga, P. (2002). *El volcanismo reciente y riesgo asociado en la Provincia de Mendoza*. Mendoza: IANIGLA, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales, pág. 255-259.
- Stern, C., Amini, H., Charrier, R., Godoy, E., Hervé, F., & Varela, J. (1994). Petrochemistry and age of rhyolitic pyroclastic flows which occur along the drainage valleys of the río Maipo and río Cachapoal (Chile) and río Yaucha and río Papagayos (Argentina). *Revista Geológica de Chile*, Issue 23, pp.39-52.
- SUBDERE. (2011). *Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial*. Santiago: Subsecretaría de Desarrollo Regional.
- Tichelaar, B. W., & Ruff, L. J. (1993). *Depth of seismic coupling along subduction zones*, *Jour. Geoph. Res.*, 98, pp. 2017-2037.
- Urrutia, R., & Lanza, C. (1993). *Catástrofes de Chile 1542-1992*.
- USGS. (2008). *The landslide handbook—A guide to understanding landslides*. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.
- Varnes, D. (1978). *Slope movement types and processes*. Washington, D.C.: Special report 17VI: Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board.
- Varnes, D. (1984). Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice. Commission of Landslide of IAEG, UNESCO. *Natural Hazards*, 3, 1-61.
- Wall, R., Sellés, D., & Gana, P. (1999). *Hoja Tilti-Santiago, Región Metropolitana. Escala 1:100.000*. Santiago: SERNAGEOMIN.
- Yañez, G., Ranero, C., von Heune, R., & Díaz, J. (2001). Magnetic anomaly interpretation across the southern central Andes (32°–34°S): The role of the Juan Fernández Ridge in the late Tertiary evolution of the margin. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2000JB900337>.

8 APÉNDICES

Apéndice A	Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio.....	57
Apéndice B	Descripción de los peligros geológicos analizados.....	60
Apéndice C	Línea de base de geología y geomorfología.....	80
Apéndice D	Línea de Base Hidrología.....	91
Apéndice E	Línea Base de Sismicidad.....	103

Apéndice A Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio

Los procesos geodinámicos producen modificaciones de diversas magnitudes en la superficie terrestre que constituyen peligros geológicos que afectan de forma directa o indirecta las actividades humanas. Se entiende como **Peligro Natural** a cualquier fenómeno de origen natural que puede tener efectos negativos en el territorio (personas, infraestructura, medio ambiente, etc.). Los peligros naturales pueden subdividirse en distintas categorías: geológicos, hidrológicos, climáticos, incendios, etc.

Asociados a los peligros naturales se reconocen cuatro conceptos principales: **susceptibilidad**, **vulnerabilidad**, **amenaza** o peligrosidad (hazard) y **riesgo** (risk).

La **susceptibilidad** corresponde a una estimación cualitativa o cuantitativa de la distribución espacial de un fenómeno dado que existe o que potencialmente podría ocurrir en un área. Aunque se espera que un cierto fenómeno peligroso ocurra con mayor frecuencia en las áreas de mayor susceptibilidad, debe tenerse en cuenta que el análisis de susceptibilidad no considera el período de retorno de los eventos, es decir, el factor tiempo (JTC-1, 2008). La susceptibilidad depende directamente de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, como la geomorfología o factores intrínsecos de los materiales geológicos, y de factores externos que pueden actuar como desencadenantes (por ejemplo, precipitaciones intensas, sismos, etc.). Para la construcción de mapas de susceptibilidad se utilizan los mapas de catastro, en los que se identifican las áreas que han sido afectadas por determinados procesos, y mapas de factores condicionantes que favorecen o entorpecen el desarrollo de estos procesos. Además, los mapas de susceptibilidad apuntan a cubrir el peor escenario posible en la zona estudiada.

El concepto de **amenaza** o **peligrosidad** (hazard*) corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un proceso, con una magnitud determinada dentro de cierto período de tiempo y en un área específica (Varnes, 1984). La estimación de la amenaza o peligrosidad implica necesariamente una consideración de la variable temporal, es decir, el período de recurrencia de un evento (período de retorno). Por otro lado, la amenaza para períodos de retorno infinitos tiende a ser similar que la susceptibilidad. Por lo anterior, cuando no se cuenta con datos suficientes para estimar períodos de retorno, resultan útiles los mapas de susceptibilidad, que consideran solo las variables intrínsecas del material para la zonificación de peligros geológicos.

Los **elementos expuestos** pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, actividades económicas, etc., que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un proceso geológico en una determinada zona (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

La **vulnerabilidad** corresponde al grado de pérdidas o daños potenciales de un elemento o conjunto de elementos dados, como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud

* La traducción literal corresponde a peligro, pero de acuerdo a la ONEMI y al proyecto Multinacional de GeocienciasAndino (MAP-GAC) para evitar confusiones se utiliza Amenaza o Peligrosidad

determinada. Se expresa en una escala de 0 (sin daños) a 1 (pérdida o destrucción total del elemento) o entre 0% y 100% de daños (Varnes, 1984; Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002; JTC-1, 2008).

Por otro lado, el concepto de **riesgo** (risk) incorpora consideraciones socio-económicas, y se define como las potenciales pérdidas debidas a un fenómeno natural determinado, por ejemplo vidas humanas, pérdidas económicas directas o indirectas, daños en infraestructura, etc. (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

Según Varnes (1984), se denomina riesgo específico al grado de pérdidas esperado durante un período de tiempo dado, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado proceso, expresado en términos de probabilidad. Puede ser expresado como el producto $A \times V$, donde A corresponde a la amenaza y V a la vulnerabilidad. En este caso no es posible obtener una evaluación cuantitativa de las pérdidas (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

De acuerdo a las definiciones de la UNESCO (Varnes, 1984) el riesgo total corresponde al número esperado de vidas, personas heridas, daños a la propiedad, o a las actividades económicas debido a un fenómeno natural específico y se expresa como el producto del riesgo específico y los elementos expuestos, esto es:

$$R_t = R_e \times E = A \times V \times E$$

Donde R_t corresponde al riesgo total, R_e al riesgo específico y E a los elementos expuestos considerados. La Figura Apéndice A—1 muestra la relación entre el conocimiento y la estimación de la susceptibilidad, amenaza y riesgo.

La definición de riesgo, o áreas de riesgo, utilizadas internacionalmente difieren a la nomenclatura propuesta por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción en su artículo 2.1.17. En la OGUC, el concepto utilizado de riesgo corresponde a la definición de “Peligro Natural” definida internacionalmente.

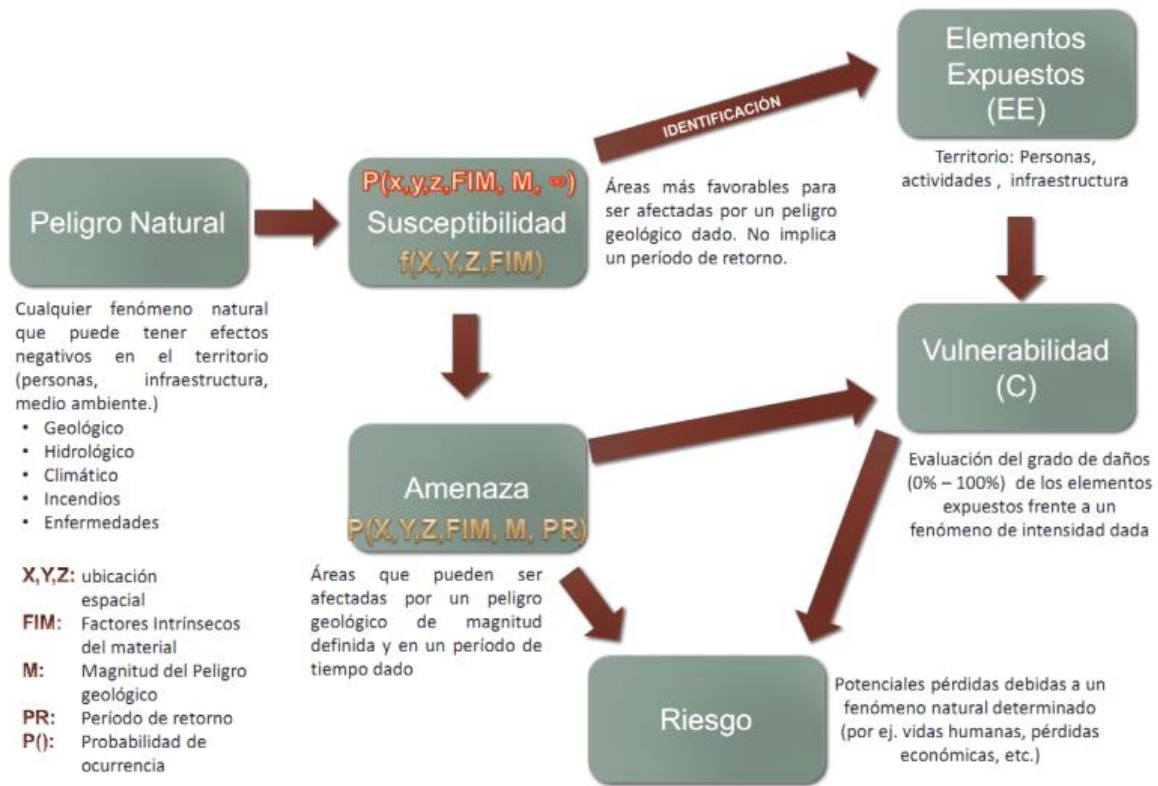
En resumen, los peligros geológicos pueden analizarse desde el punto de vista de las condiciones intrínsecas del material (estudios de susceptibilidad o determinísticos) y desde el punto de vista de los factores desencadenantes de un fenómeno (estudios de amenaza o probabilísticos). Considerando que para un estudio probabilístico es necesario contar con set de datos históricos de los procesos desencadenantes, los que normalmente no se encuentran registrados de manera adecuada, y que para períodos de retornos infinitos los mapas de amenaza tienden a ser similares a los mapas susceptibilidad, se considera que los mapas de susceptibilidad corresponden al escenario más conservador y adecuado para ser aplicado en la Planificación Territorial.

Finalmente, la reducción y mitigación de los riesgos vinculados a los diversos peligros geológicos presenta igual o mayor importancia que el manejo de las emergencias y la respuesta posterior al evento catastrófico. El desarrollo sustentable de la urbanización está directamente asociado a la reducción y mitigación de estos riesgos. La generación de conciencia a partir del conocimiento de los peligros y riesgos geológicos es fundamental para reducir y mitigar las consecuencias de estos eventos sobre la población (ONU/EIRD, 2004).

Es importante destacar que las definiciones previamente presentadas corresponden a una terminología aceptada y utilizada a nivel internacional, tanto en el ámbito científico (ver por ejemplo JTC-1, (2008)) como en instituciones públicas de diversos países. Estas definiciones son usadas por la Estrategia Internacional para la reducción de Desastres de la ONU (ONU/EIRD, 2004), por UNESCO (ver por ejemplo Varnes, (1984)) y por los servicios geológicos de diversos países (ver por ejemplo USGS, (2008) y PMA-GCA (2007)). A nivel nacional, estas definiciones han sido adoptadas por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en la “Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial” (SUBDERE, 2011) y por el Servicio Nacional de Geología y Minería (ver por ejemplo PMA-GCA (2007)).

Se recomienda incorporar esta terminología en el ejercicio de los instrumentos de planificación territorial, lo que permitirá que exista concordancia en la terminología y las metodologías adoptadas, tanto a nivel nacional, entre los diferentes servicios públicos relacionados, como a nivel internacional.

Figura Apéndice A—1: Etapas de evaluación de un evento geológico peligroso.



Fuente: Elaboración propia basado en Varnes (1984).

Apéndice B Descripción de los peligros geológicos analizados

En este capítulo se detallan los peligros geológicos que potencialmente podrían afectar o han afectado a la zona estudiada, constituyendo un riesgo de catástrofe permanente o potencial, amenazando el emplazamiento de población.

Para cada peligro, se describe en qué consiste, cuáles son sus factores condicionantes, y los principales efectos para la población y sus actividades. El análisis se realiza dividiendo los peligros geológicos en dos grupos, procesos internos o endógenos de la tierra (peligro sísmico y volcánico), y los procesos externos o exógenos (remociones en masa, inundaciones).

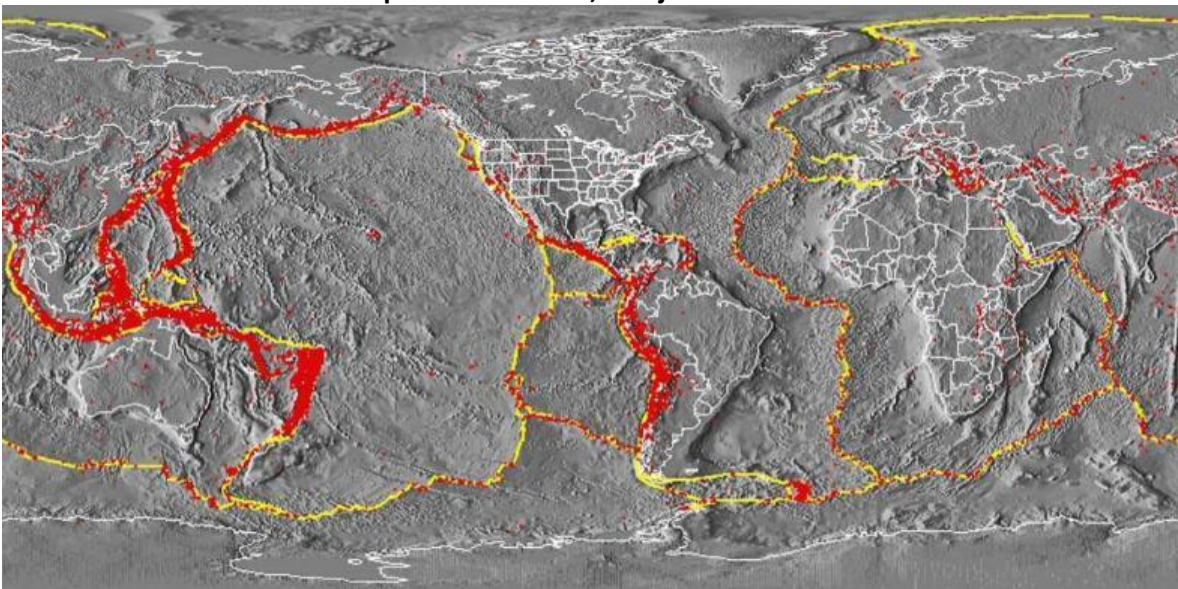
B.1 Procesos internos o endógenos de la Tierra

B.1.1 Sismicidad

a) Tipos de sismos en Chile

La costa Oeste de Sudamérica está delineada por el borde occidental de la placa Sudamericana y se caracteriza por una intensa sismicidad debido a su convergencia con la placa de Nazca. En planta se aprecia una banda sísmica activa muy angosta (100-150 km) y de profundidad variable (~5-200 km) entre el cordón montañoso de los Andes y la fosa Perú-Chile. La Figura Apéndice B—1 ilustra la sismicidad mundial que resalta los márgenes de las placas tectónicas y muestra, además, cómo Chile se encuentra en un ambiente de gran producción sísmica.

Figura Apéndice B—1: Sismicidad mundial entre los años 1980 y 1990, se representan en puntos rojos los epicentros con magnitud mayor que 5. Nótese cómo la sismicidad “ilumina” los límites de las placas tectónicas, dibujados en amarillo.

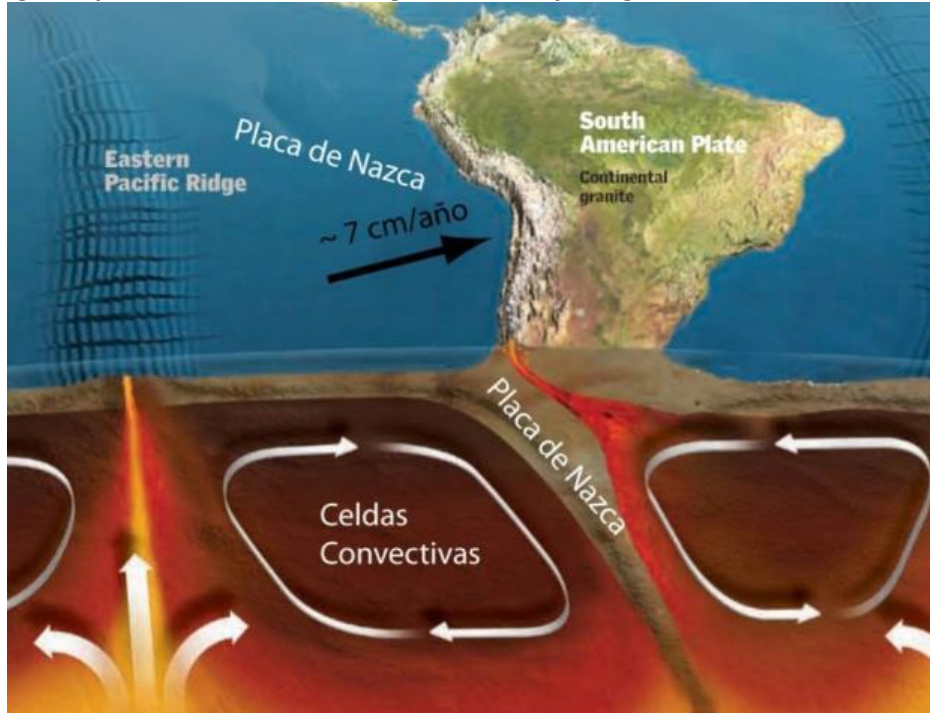


Fuente: Western Washington University(2011).

El margen de subducción donde se ubica Chile está caracterizado por una convergencia del orden de 8 cm/año (DeMets, Gordon, Argus, & Stein, Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, 1994). Una serie de fuerzas actúan sobre la Placa de Nazca, como por ejemplo el flujo convectivo de material del manto, que “mueve” a la placa en

dirección al este generando la convergencia, o el mismo peso de la placa oceánica que “tira hacia abajo” esta placa, favoreciendo la subducción. Debido a sus distintas composiciones, la placa oceánica que es comparativamente más densa (de composición basáltica) tiende a introducirse bajo la corteza continental menos densa (de composición granítica). Las fuerzas que actúan sobre la interface entre ambas placas, así como las de interacción entre las placas y el manto generan el llamado acoplamiento sísmico interplaca, el que puede entenderse como la resistencia al deslizamiento en la zona de contacto entre ambas. A mayor acoplamiento interplaca la capacidad de generar terremotos de gran magnitud aumenta (Scholz, 1990).

Figura Apéndice B—2: Contexto geodinámico y margen de subducción de Chile



Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

El sistema de subducción, además de acumular energía que se libera por sismos de interplaca, genera campos de esfuerzos en la placa continental, en la oceánica y en la zona de acople entre ambas. El método para descargar la energía acumulada es a través de diferentes tipos de sismos, ejemplificados en la Figura Apéndice B—3, que corresponde a:

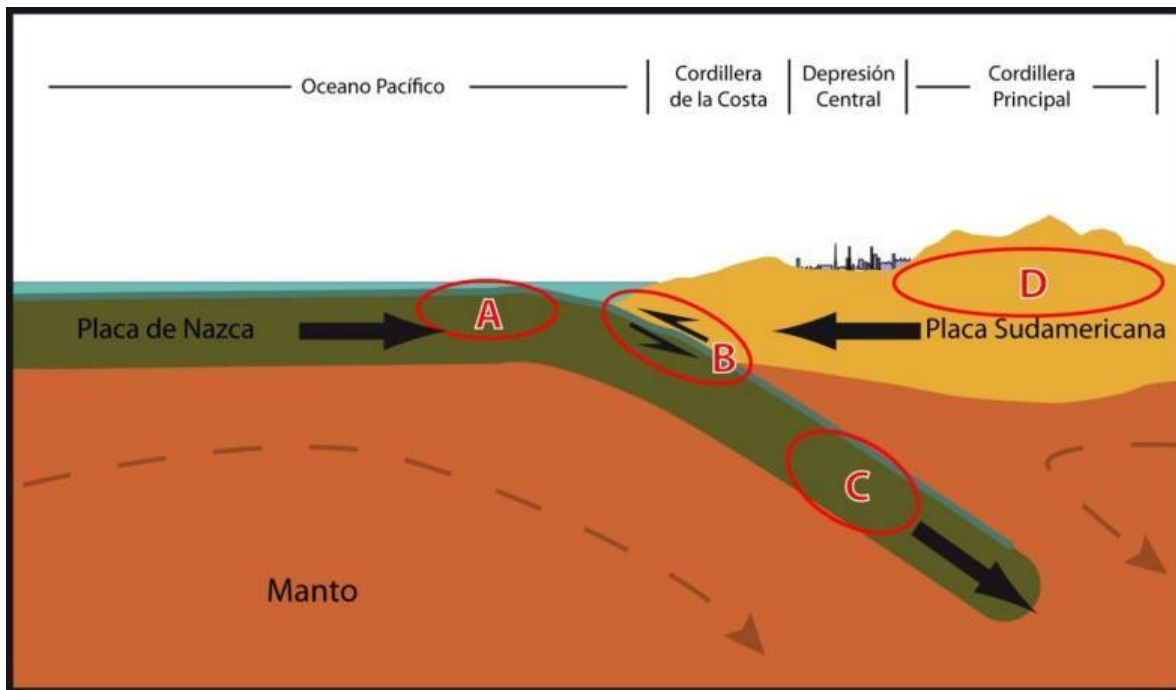
Zona A: Sismos “Costa afuera”, que se producen por los esfuerzos extensivos por abombamiento en la placa subductante antes de la zona de contacto. A pesar de llegar a tener magnitudes cercanas a $M_w = 6$, prácticamente no causan efectos significativos en áreas pobladas debido a su ocurrencia en zonas mar adentro.

Zona B: Sismos asociados al contacto interplaca, como los ocurridos en Antofagasta 1995, Chile Central 1985, Mejillones 2005 y Constitución-Concepción en el 2010. Estos son producto de la liberación de energía acumulada por la convergencia de placas.

Zona C: Sismos intraplaca de profundidad intermedia, como los sismos de Punitaqui 1997, Copiapó 2002, Calama 1950, Tarapacá 2005 y Chillán 1939. Se producen por el fracturamiento tensional de la placa de Nazca (la placa se quiebra por su propio peso).

Zona D: Sismos superficiales intraplaca, como los sismos de Las Melosas en 1958, Aroma en 2001, Curicó en 2004 y Aysén, 2007. Son producto del esfuerzo intraplaca inducido por la subducción, que a la vez contribuye a la generación de relieve. En general, los sismos superficiales intraplaca se encuentran asociados a fallas superficiales que pueden tener movimientos normales, inversos y de rumbo, que responden a campos de esfuerzos compresivos o extensivos.

Figura Apéndice B—3. Tipos de sismos que ocurren en un margen de subducción (explicación en el texto).



Fuente: Elaboración propia.

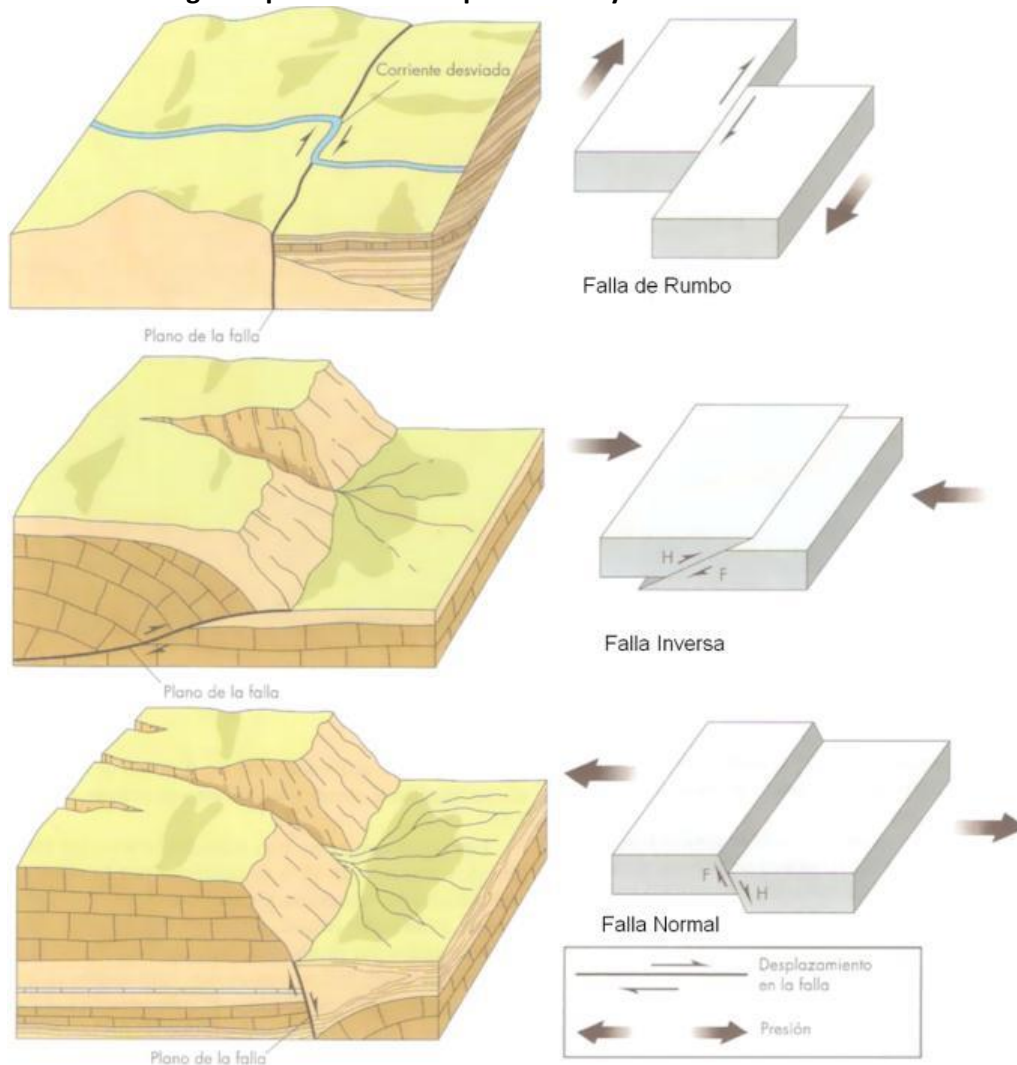
a) Mecanismos de daños asociados a los sismos

Independientemente de la ubicación particular de uno u otro sismo, todos ellos corresponden a un desplazamiento violento paralelo al plano de falla que libera la energía acumulada en la interfaz. La energía que se acumula producto de la convergencia de placas, tanto en el contacto interplaca como en la corteza, en algún momento supera la resistencia de las rocas. En dicho instante se produce una ruptura que se propaga a través de un plano de falla, el que, de acuerdo a su geometría, generará diferentes tipos de movimientos (Figura Apéndice B—4). A su vez, esta ruptura conlleva una liberación de energía que se propaga por medio de ondas sísmicas.

Las ondas que transmiten la energía sísmica se agrupan en dos tipos principales: ondas de cuerpo y ondas de superficie. Las primeras se dividen en ondas P (compresivas) y ondas S (ondas de corte o de cizalle), mientras que las segundas se dividen en ondas Rayleigh y Love (Figura Apéndice B—5).

En las ondas P el movimiento de partículas se produce en forma paralela al de la propagación de la onda y en las ondas S es en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas Rayleigh tienen un movimiento oscilatorio elíptico y las ondas Love tienen un movimiento oscilatorio horizontal. Con respecto a su impacto en superficie, debido a que las ondas S transportan la mayor cantidad de energía y a que las ondas superficiales tienden a tener movimientos de mayor frecuencia, ambos tipos corresponden a los de carácter más destructivo del movimiento sísmico. Aun así, a medida que las ondas se alejan de la fuente van perdiendo o disipando energía, siendo cada vez menos destructivas, fenómeno que se conoce como atenuación.

Para medir los sismos se utilizan, principalmente, dos escalas: *magnitud* e *intensidad*. La *magnitud* es una medida única y objetiva, que normalmente se relaciona con la escala de RICHTER (M_s). Actualmente para grandes sismos se utiliza la escala de magnitud de momento (M_w) que se calcula a partir del tamaño de la zona de ruptura y el desplazamiento medido para un sismo ocurrido, y da cuenta de la energía total liberada por el evento. La *intensidad* es una medida subjetiva del impacto de un sismo sobre la población, en términos de percepción humana del evento y sus efectos en la infraestructura. Este parámetro se mide en la escala de MERCALLI-CANCANI, denominada también como Modificada de Mercalli (M.M.).

Figura Apéndice B—4: Tipos de falla y esfuerzos asociados

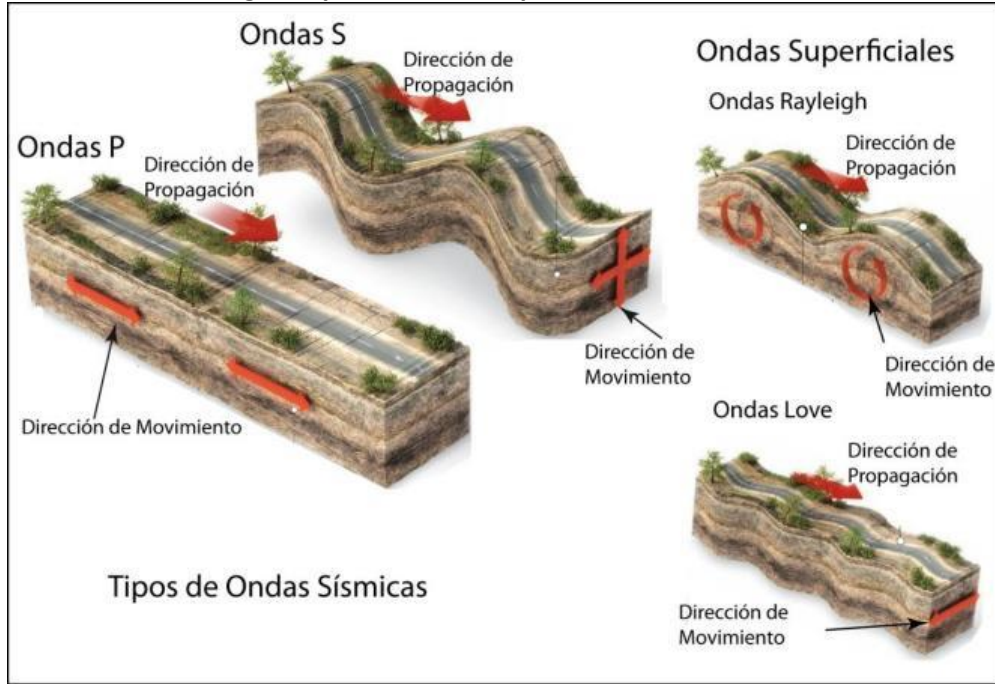
Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Finalmente, debe destacarse el llamado “efecto sitio”, que indica un condicionamiento de carácter local bajo el cual para un mismo terremoto y dependiendo del tipo de terreno donde uno se encuentra ubicado, las ondas sísmicas pueden amplificarse durante el desarrollo del terremoto (Figura Apéndice B—6).

El principal efecto asociado a la ocurrencia de sismos son fuertes movimientos del terreno, que originan un peligro directo sobre las estructuras y sobre las personas, debido a las fuertes aceleraciones generadas por las ondas sísmicas. Sumado a lo anterior, la ocurrencia de estos fenómenos es generalmente sin previo aviso, por lo que la única manera de mitigar el riesgo es con campañas de educación y estrictas normas de construcción. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías. Esto implica en una alta vulnerabilidad estructural, económica y social. Particularmente con respecto a esta última se deben mencionar las potenciales pérdidas de vidas humanas y heridos por el derrumbe de estructuras, además de la vulnerabilidad a enfermedades gastrointestinales y epidemias por el colapso de los sistemas sanitarios y de

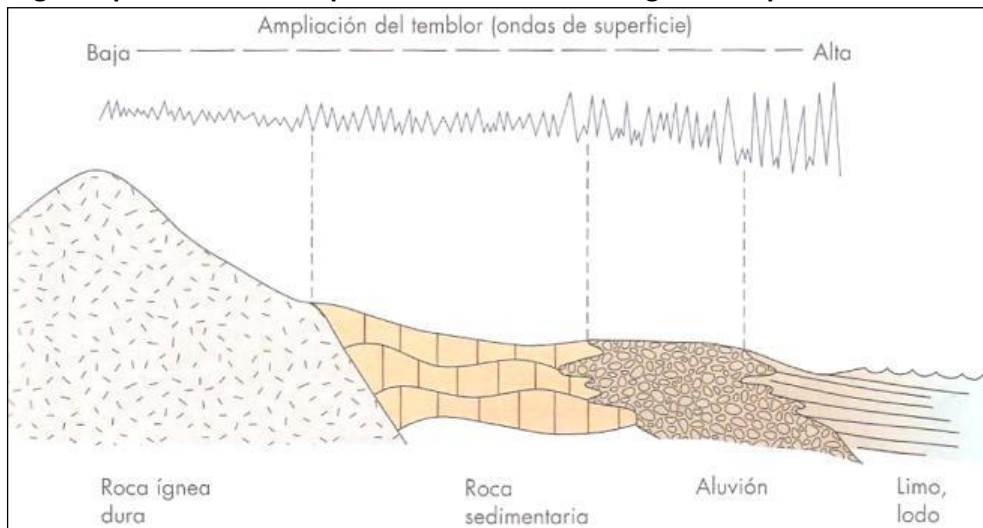
conectividad, entre los innumerables efectos adversos para la sociedad que provocan este tipo de fenómenos.

Figura Apéndice B—5: Tipos de ondas sísmicas



Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

Figura Apéndice B—6: Amplificación de la vibración generada por un terremoto.



Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Más allá de los efectos directos mencionados anteriormente, los sismos pueden también inducir la ocurrencia de otros fenómenos, como es el caso de procesos de remoción en masa (caídas de bloques y deslizamientos), maremotos y licuefacción.

Los deslizamientos y derrumbes se dan en diversos tipos de suelos y bajo variadas condiciones sismotectónicas, incluso se han detectado en sismos de grado $M_w = 4.0$. La cantidad y severidad de estos están en directa relación con la cercanía al epicentro y la magnitud del evento causante (Keefer, 1984; Sepúlveda, Murphy, Jibson, & Petley, 2005; Sepúlveda, Serey, Lara, Pavez, & Rebolledo, 2010). Sea cual sea su origen, los deslizamientos y derrumbes están asociados principalmente a tres factores: las pendientes del terreno, la resistencia mecánica de los materiales involucrados y antecedentes de eventos anteriores (Centeno, Fraile, Otero, & Pividal, 1994; Sancho, 1997). Para más detalle acerca de estos procesos ver el Apéndice B.2.2 "Procesos de remociones en masa".

Los maremotos o tsunamis corresponden a una ola o un grupo de olas de gran energía y tamaño que se producen cuando algún fenómeno extraordinario desplaza verticalmente una gran masa de agua y en aproximadamente un 90% de los casos, estos fenómenos son provocados por terremotos. La energía de un maremoto depende de su altura (amplitud de la onda) y de su velocidad, y estará asociada a la magnitud del evento que lo generó.

Otro proceso que se asocia comúnmente a la actividad sísmica es la licuefacción del terreno, que corresponde al fenómeno donde un material sólido saturado en agua se comporta como líquido a causa de la intensa vibración. Las ondas sísmicas hacen aumentar la presión de agua presente en el sedimento, de forma que los granos de arena o limo pierden el contacto entre ellos causando una pérdida de resistencia del sólido y permitiendo que el depósito pueda fluir. Bajo estas condiciones, el suelo puede perder su capacidad de soporte de estructuras, producir deslizamientos (incluso en superficies con muy bajas pendientes) y formar volcanes de arena. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías.

Para la ocurrencia de licuefacción se requiere de tres factores (Martin & Lew, 1999):

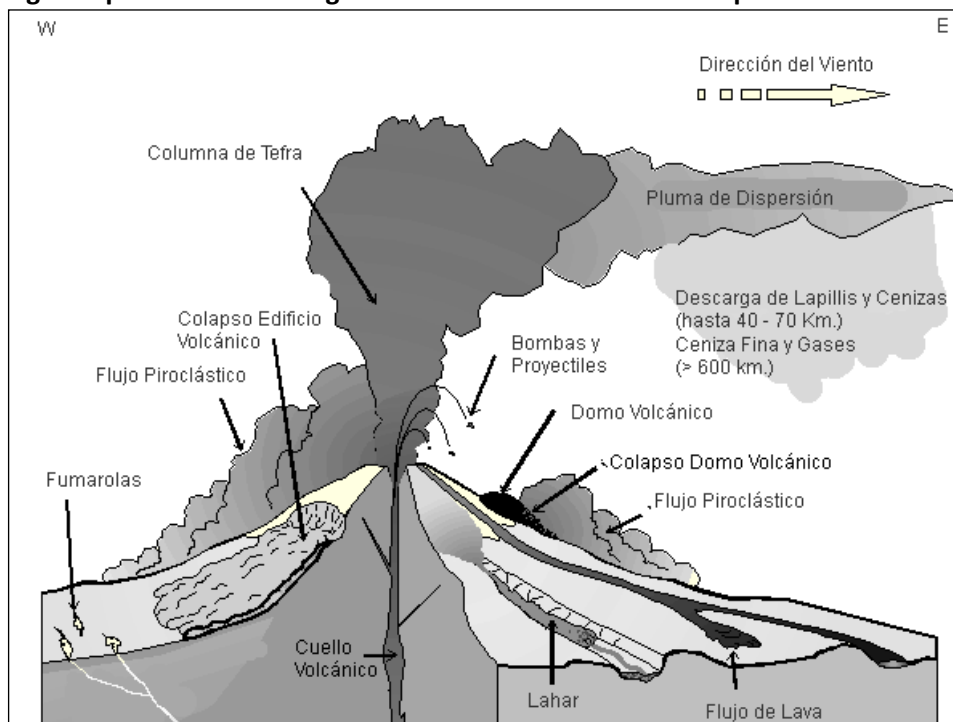
- Depósitos o suelos, granulares poco consolidados (suelos y no cementados) de tamaño fino a medio (limo a arena, aunque en algunos casos se ha presentado en arcillas y en gravas). Típicamente pueden ser rellenos artificiales, especialmente aquellos creados por relleno hidráulico (ej. puertos y tranques de relaves), depósitos eólicos (dunas), depósitos de playas o de cursos de agua lo suficientemente jóvenes para estar sueltos. Los suelos con partículas de diferentes tamaños son menos propensos a sufrir licuefacción, debido a que las partículas menores tienden a rellenar los espacios entre las mayores, reduciendo así la tendencia a densificación del suelo y evitando los efectos del aumento de presión de agua. También influye la forma de las partículas que conforman el suelo, siendo un depósito de partículas redondeadas más susceptible de sufrir licuefacción.
- Saturación de los depósitos por aguas subterráneas, el agua debe rellenar los espacios entre los granos de limo o arena. Puede producirse en zonas donde el nivel de agua subterránea es somero como en desembocadura de cursos de agua, humedales, pantanos, vegas y zonas costeras.
- Fuertes movimientos sísmicos, durante los cuales las ondas sísmicas aumentan la presión del agua contenida en los depósitos. Cabe destacar, que todo Chile, en especial desde la península de Taitao al norte, tiene el potencial de ser afectado por grandes terremotos.

B.1.2 Volcanismo

El peligro volcánico deriva de los procesos asociados a la erupción de un volcán. En Chile el volcanismo activo se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes, pero de forma discontinua. En la zona entre los 18° y 27°S y aquella al sur de los 33°S se ubica el volcanismo activo, mientras que entre los 27°-33°S está ausente. Los principales peligros asociados a una erupción volcánica se resumen en la Figura Apéndice B—7 y en el Cuadro Apéndice B—1.

La lluvia de ceniza y tefra se produce durante erupciones explosivas en las que una gran cantidad de material volcánico se inyecta en la atmósfera a gran altura, generando columnas de tefra, compuestas por piroclastos y gases. Estas columnas, ascienden velozmente alcanzando en pocos minutos alturas estratosféricas, siendo dispersadas por el viento y esparcidas las cenizas y piroclastos alrededor de una gran área. En caso de colapso de esta columna se producen flujos y oleadas piroclásticas que pueden alcanzar centenares de kilómetros, en función de la altura de la columna de tefra (energía potencial transformada en energía cinética) y la dirección del viento, generando grandes depósitos de ceniza y piroclastos incandescentes. Adicionalmente, es común que se produzca contaminación de aguas superficiales en todo el sector afectado por la caída de cenizas, así como también de los acuíferos en los alrededores del volcán por la inyección de aguas hidrotermales, además del envenenamiento por dispersión de gases tóxicos hacia la atmósfera.

Figura Apéndice B—7: Peligros volcánicos asociados a la erupción de un volcán.



Fuente: Myers y Brantley (Myers & Brantley, 1995).

Los flujos de lava se producen cuando material magmático se desplaza aguas abajo del centro de emisión. El alcance que tendrán estos flujos está determinado por la tasa de efusión (emisión del centro volcánico), la pendiente del terreno sobre el cual la lava escurre y la viscosidad de la lava. Además, en las cercanías del centro de emisión se producen comúnmente temblores de magnitud inferior a 6 en la escala de Richter (M_w), pero a poca profundidad (entre 1 y 20 km), los que están

asociados a intensidades mayores a VI en las cercanías del epicentro. Estos sismos provienen de diversos procesos, tales como ascenso del magma y fracturamiento de la corteza, explosiones volcánicas y esfuerzos tectónicos compresivos y expansivos asociados al ciclo eruptivo (González-Ferrán, 1995).

Los procesos de remoción en masa asociados a una erupción volcánica se pueden clasificar en tres grandes grupos: lahares, colapso parcial o total del edificio volcánico y deslizamientos de laderas (González-Ferrán, 1995). Los lahares se producen por el brusco derretimiento de hielos y nieve durante una erupción volcánica. Corresponden a una mezcla de rocas fragmentadas preexistentes en las laderas de un volcán con materiales efusivos frescos y una gran cantidad de agua. Esta mezcla desciende aguas abajo a altas velocidades y de manera turbulenta, arrasando e incorporando a su flujo todo lo que encuentra en su trayecto (árboles, casas, etc.). Reportes históricos describen que las velocidades que alcanzan estos flujos van desde los 1,3 m/s hasta los 40 m/s, recorriendo decenas de kilómetros aguas abajo del valle, y en casos en que la velocidad sea mayor a 150 Km/h pueden remontar barreras topográficas.

El colapso, total o parcial, del edificio volcánico puede producirse como consecuencia de una gran cantidad de energía liberada durante la erupción. Este proceso puede provocar tsunamis si ocurre en la cercanía de lagos o embalses, ya que puede producir el desplazamiento de volúmenes importantes de agua en pocos minutos generando olas destructivas de gran energía. Finalmente, asociado a la sismicidad producida por la erupción, pueden generarse deslizamientos de terreno en la cercanía del centro eruptivo, lo que puede dar paso a flujos de barro y/o detritos aguas abajo.

El impacto en la población y sus actividades es muy alto en las cercanías de los centros volcánicos, ya que los procesos asociados a una erupción (caída de ceniza, flujos piroclásticos, contaminación de aguas superficiales), pueden generar grandes catástrofes en la vida diaria e infraestructura de las comunidades. Los efectos más directos para la población, aunque la erupción se encuentre a distancia, son:

- a) Pérdida de tierras cultivables
- b) Colapso de techos y obras civiles
- c) Pérdidas de vidas humanas y forraje
- d) Contaminación de aguas y problemas sanitarios derivados.

Se debe destacar que, la duración de una catástrofe por actividad volcánica puede ser considerable dado que un ciclo eruptivo puede extenderse por meses o años (por ejemplo, el ciclo eruptivo del volcán Chaitén), y pueden afectar grandes áreas de terreno, como por ejemplo la erupción del volcán Quizapú en el año 1932, cuya pluma de ceniza alcanzó la ciudad de Johannesburgo, Sudáfrica o la erupción del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle, cuya pluma de ceniza dio la vuelta al mundo.

Cuadro Apéndice B—1: Peligros asociados al volcanismo.

Peligro	Factores de Peligro	Tipo de Daño	Alcance	Condicionantes
Lluvia de Tefra y Proyectiles Balísticos	Proyección de Bombas y Escorias Incandescentes	Daños por impacto, incendios.	Alrededores del volcán (<10 km)	Tamaño de proyectiles. Mayor tamaño, menor alcance; menor tamaño, mayor alcance
	Caída de Piroclastos y Dispersión de Cenizas	Recubrimiento de cenizas, colapso de estructuras, daños a la agricultura, daños a instalaciones industriales y viviendas, problemas de tráfico aéreo, falta de visibilidad, contaminación de aguas.	Centenares de kilómetros	Dirección del viento
	Flujos y Oleadas Piroclásticas	Daños a estructuras, incendios, recubrimiento por cenizas.	Decenas a centenares de kilómetros*	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Gases	Envenenamiento, contaminación aire y agua.	Decenas a centenares de kilómetros	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Inyección de Aerosoles a la Estratósfera	Impacto en el clima, efecto a largo plazo y/o a distancia.		Dirección del viento
Lavas y Edificio Volcánico	Lavas y Domos	Daño a estructuras, incendios, recubrimiento por lavas.	Alrededores del volcán (<10 km)	
	Deformación del Terreno	Fallas, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	
	Terremotos y Temblores Volcánicos	Colapso del edificio volcánico, remociones en masa, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología
Remociones en masa	Lahares	Daños a estructuras, arrastres de materiales, recubrimiento por barros.	Decenas a centenares de kilómetros	Red de drenaje
	Colapso Parcial o Total del Edificio volcánico	Daños estructuras, recubrimiento por detritos, avalanchas, tsunami inducido.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos
	Deslizamiento de Laderas	Arrastre de materiales, recubrimiento por detritos, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos

Peligro	Factores de Peligro	Tipo de Daño	Alcance	Condicionantes
Otros	Ondas de Choque	Rotura de cristales y paneles.	Decenas de kilómetros	Dirección del viento y geomorfología
	Variaciones en el Sistema Geotérmico de Acuíferos	Cambios de temperatura y calidad del agua.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Red de drenaje

Fuente: Elaboración propia a partir de González-Ferrán (1995), Myers y Brantley (1995) y Sruoga (2002). (*) El peligro de Flujos y Oleadas Piroclásticas, si bien presenta un alcance de hasta centenares de kilómetros, este se restringe únicamente a las hoyas hidrográficas que drenan cada aparato volcánico.

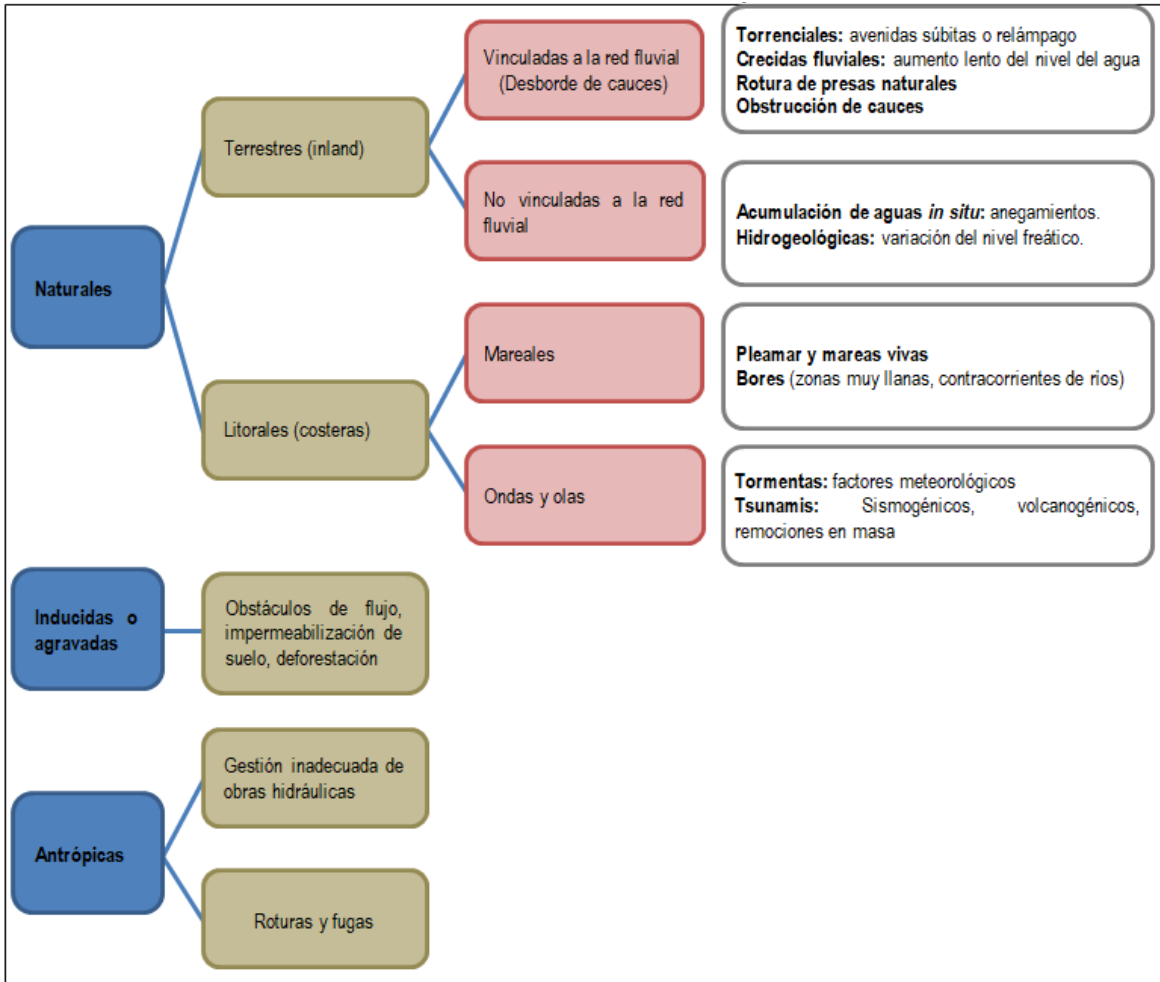
B.2 *Procesos externos o exógenos de la Tierra*
B.2.1 *Inundaciones terrestres y litorales*

Las inundaciones, sin considerar aquellas generadas por causas antrópicas, pueden ser de dos tipos (Figura Apéndice B—8): (1) terrestres, en el sentido de “tierra adentro”, en las que aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes, y (2) litorales o costeras, en las que aguas marinas o lacustres-palustres invaden los sectores limítrofes con el dominio terrestre (por las características de la comuna, éstas no se analizan). Los procesos de inundación pueden originarse por varios factores, tales como lluvias intensas durante temporales, pero también pueden originarse por colapso o desbordamiento de represas y canales, marejadas en zonas costeras, o como afloramiento de aguas subterráneas en zonas pantanosas.

Cabe notar que existe una estrecha relación entre los fenómenos pluviométricos estacionales y los fenómenos de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones. Los últimos se ven acentuados por el aumento de la capacidad de arrastre de material, por inundación y por desborde de cauces, todos ellos asociados a la activación de quebradas por lluvias ocasionales y que ponen en riesgo a la población en los alrededores.

A continuación, se presenta una breve descripción de los distintos tipos de inundaciones.

Figura Apéndice B—8: Clasificación de los tipos de inundación.



Fuente: Modificado de Diez Herrero et al. (2008).

a) Inundaciones por desborde de cauces

Como su nombre lo indica, estos tipos de fenómenos ocurren cuando ríos o esteros desbordan su cauce natural anegando las terrazas fluviales laterales o adyacentes, debido a la ocurrencia de caudales extremos. Estos fenómenos se producen generalmente debido a eventos de precipitaciones líquidas intensas y/o prolongadas en el tiempo. Los valores que pueden alcanzar los caudales, así como el tamaño del cauce, dependen también de otros factores como del área de la cuenca correspondiente, su forma, la diferencia de cota, la presencia de rocas o sedimentos permeables, etc.

Para este tipo de inundaciones, se pueden identificar dos tipos principales de cauces:

- Perennes: ríos o esteros con cuencas que abarcan grandes áreas y que tienen sus cabeceras en zonas cordilleranas. Aunque no presenten necesariamente una escorrentía superficial continua, se consideran como perennes dado que la mayoría del flujo escurre en el acuífero ubicado bajo la superficie. Estos presentan cauces de gran extensión, bien definidos, con diferentes niveles de terrazas fluviales, y fácilmente identificables a partir del análisis

estereoscópico de fotos aéreas. Las terrazas más altas generalmente están ocupadas por actividades agrícolas o asentamientos humanos.

- **Intermitentes:** Esteros y quebradas de escurrimiento temporal como consecuencia directa de precipitaciones intensas. En general, algunas de estas quebradas pueden presentar amenaza por fenómenos de remociones en masa del tipo flujos de detritos, existiendo una estrecha relación entre estos fenómenos e inundaciones por escorrentía torrencial de gran velocidad. Como se explicará posteriormente, los flujos de detritos, al perder su carga sólida, van transformándose paulatinamente en inundaciones torrenciales. Normalmente no existen estaciones fluviométricas en estos cauces, por lo que la estimación de caudales máximos se debe hacer con modelos matemáticos y estadísticas de precipitaciones máximas de gran intensidad.

Los efectos que se pueden generar como consecuencia de una inundación estarán dados por varios factores. Naturalmente, los efectos dependen de la intensidad de la inundación, sin embargo, se deben diferenciar los efectos sobre los edificios, que se correlacionan mejor con la altura de inundación, de la afectación a la infraestructura vial, que se correlaciona mejor con la velocidad de escurrimiento (Kreibich, y otros, 2009), aunque, se debe tener en consideración que existe una buena correlación entre ambas variables. Por otra parte, existen otras variables que inciden en el nivel de daño que generan las inundaciones (Merz, Kreibich, & Lall, 2013; Hasanzadeh Nafari, Ngo, & Mendis, 2016):

- Superficie de las construcciones (que se correlaciona con la densidad de población y con el nivel socioeconómico de los habitantes), valor de las propiedades y calidad de la construcción.
- Medidas preventivas, asociadas a la construcción.

b) *Inundación por acumulación de aguas lluvia en zonas llanas o anegamiento*

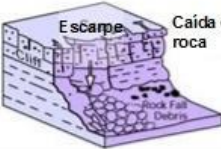
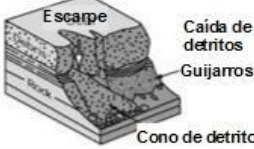
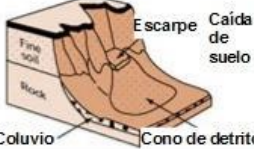


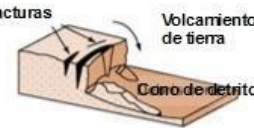

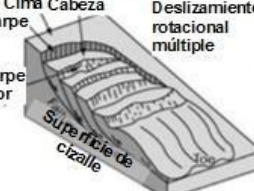
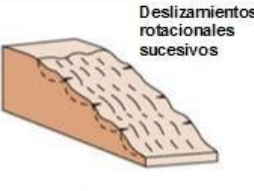




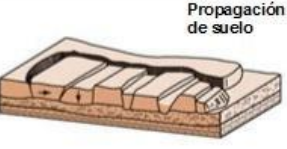
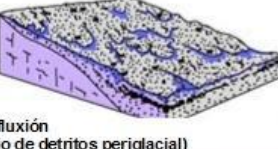
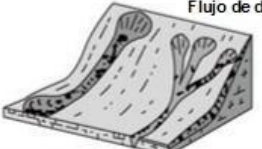


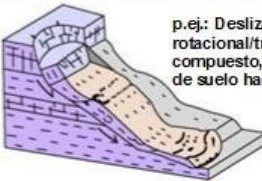
Este tipo de inundaciones se producen en zonas deprimidas, de baja permeabilidad, con niveles freáticos someros y deficiente drenaje del terreno, frecuentemente inundadas debido a lluvias intensas y/o prolongadas. Este tipo de inundaciones se asocia a la zona de desembocadura de algunas quebradas, las que son “embalsadas” por caminos y obstrucciones antrópicas. Estas barreras no permiten que el río escurra fácilmente hacia el mar, sino solo de forma subterránea, provocando el ascenso de los niveles freáticos y la formación de zonas pantanosas y humedales. Solo en eventos de pluviosidades extremas, el caudal transportado por las quebradas tiene la suficiente fuerza para romper esta barrera, atravesándola y provocando inundaciones por desborde de cauces.

En las zonas urbanas consolidadas, las acumulaciones de aguas lluvia ocurren especialmente en cruces viales, donde la evacuación de las aguas lluvias es insuficiente, ya sea por el colapso de los sistemas de colección, acumulación de basuras que obstruyen los desagües, la no existencia de redes de evacuación y vialidad pavimentada, por la diferencia de nivel de las carpetas de rodado en las intersecciones de las calles existentes, o por diseñar las obras de mitigación para un período de retorno no adecuado.

B.2.2 *Procesos de remociones en masa*

El término “remoción en masa” incluye una amplia variedad de procesos que generan el movimiento aguas abajo de los materiales que constituyen las laderas, incluyendo roca, suelo, relleno artificial o una combinación de las anteriores (Figura Apéndice B—9). El movimiento de estos materiales puede ser por caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral o flujo (PMA-GCA, 2007).

Figura Apéndice B—9: Clasificación de tipos de remociones en masa en relación al movimiento que lo origina y el tipo de material constituyente de la ladera.

Material		ROCA	DETRITO	SUELO
Tipo de movimiento				
CAIDA				
	VOLCAMIENTO			
DESPLAZAMIENTO	Rotacional			
	Traslacional (planar)			
PROPAGACION				
FLUJO				
COMPLEJO				

Fuente: Clasificación utilizada por el British Geological Service, modificada de Varnes (1978) y Cruden & Varnes, (1996). Disponible en: http://www.bgs.ac.uk/landslides/how_does_BGS_classify_landslides.html

a) Flujos de detritos y barro

Los flujos de detritos, referidos comúnmente como 'aluviones', son remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se

movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao, Fernández, Naranjo, & Villarroel, 2002). Los flujos de detritos usualmente son descritos como fluidos no-newtonianos o plásticos de Bingham, donde la fracción sólida varía generalmente entre 50 a 90% en volumen (Costa, 1984). En los casos en que la granulometría del material transportado sea predominantemente fina estos flujos se conocen como flujos de barro.

Las partículas sueltas que cubren pendientes desnudas y otros depósitos detríticos no consolidados, disponibles dentro de la cuenca de recepción, son transportadas hacia el cauce principal donde continúa su movimiento. Se remueven así depósitos de gravas y arenas sueltas del lecho, hasta alcanzar el área de depositación, que corresponde al sitio de salida de dichas quebradas a zonas más llanas donde se forman abanicos aluviales. Con la disminución de la pendiente, a medida que aumenta la distancia desde su fuente, los flujos van perdiendo su carga sólida de mayor granulometría, por lo que van pasando paulatinamente a flujos de barro y finalmente a inundaciones o flujos hiperconcentrados donde la fracción sólida varía generalmente entre 1 a 25% en volumen (Pierson & Scott, 1985).

Para la ocurrencia de flujos de detritos es necesario que exista una cuenca donde se colecten los aportes de lluvia y una zona de acumulación de material donde los detritos se acopien para ser posteriormente transportados en el caso de que se cumpla alguna condición desencadenante.

En Chile, el factor desencadenante más común de flujos de detritos son las lluvias esporádicas, de corta duración y de intensidad excepcional. Por otro lado, en nuestro país existen muy pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Solo durante las últimas décadas se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora). Solo se disponen de registros más sostenidos en el tiempo de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Esto dificulta los análisis de relación a estas variables ya que a veces basta una lluvia “corta” pero extremadamente intensa para generar un flujo de detritos.

Los flujos o “aluviones” del 18 de Junio de 1991 en Antofagasta y del 3 de Mayo de 1993 en la Quebrada de Macul en Santiago Oriente son ejemplos de eventos que han suscitado el interés nacional tanto por el alto grado de daños materiales como el costo de vidas humanas. Estos eventos han sido, por otra parte, un aporte para el conocimiento de los umbrales de intensidad de precipitaciones mínimas para la generación de flujos de detritos en Chile. En el caso de Antofagasta, en una de las zonas más secas del país, se estimaron precipitaciones mínimas de 30 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1997). En el caso de Santiago Oriente, se contó con datos pluviográficos más precisos, donde se registraron casi 10 mm en una sola hora (1996). Anteriormente, para la Región Metropolitana se estimó un mínimo de 60 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1985).

Si bien los casos anteriores se encuentran fuera de la comuna, cabe destacar que corresponden a los pocos eventos donde se ha relacionado cuantitativamente la ocurrencia de estos fenómenos y la intensidad de precipitaciones. Sin embargo, estos constituyen datos valiosos en cuanto a los umbrales de intensidad de precipitaciones en las que se podrían generar flujos de características catastróficas.

El grado de daño producido por un flujo dependerá de varios factores:

- Tiempo de aviso: Los sistemas de emergencia y alerta a la población disminuyen considerablemente la vulnerabilidad social. Si se tienen mediciones continuas de la intensidad de precipitación, será posible alertar a la población de que existe la posibilidad de que se genere un flujo, entregando quizás minutos valiosos que podrían salvar vidas.
- Distancia al origen del fenómeno: Mientras más alejado sea el origen, y si se cuenta con sistemas de emergencia y alerta a la población, se puede disminuir la vulnerabilidad social.
- La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno (tamaño del flujo): Un flujo de mayor tamaño y rápido tiene mayor capacidad de afectar a una población que uno más pequeño y lento.
- Densidad de población en la zona susceptible a ser afectada: En caso de que la población se encuentre directamente en el cauce del flujo, los daños pueden ser catastróficos, ya que pueden producirse muertes, heridos, enfermedades, daños estructurales mayores, etc., tal como ocurrió en los casos de Antofagasta (1991) y Quebrada de Macul (1993). Si el cauce no afecta directamente a la población, pueden producirse cortes de caminos y daños a la infraestructura sanitaria (por ejemplo, destrucción de captaciones de agua para el consumo humano), lo que se traduce en un costo económico en reparaciones y medidas de mitigación.

Este peligro geológico será tratado en conjunto con el peligro de inundación por desborde de cauce, ya que estos dos fenómenos comparten una serie de características comunes que permiten estudiarlos como un mismo proceso.

b) Desprendimientos o caídas de rocas

Los desprendimientos o caída de rocas son remociones en masa en las cuales bloques de rocas o suelo se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Estos ocurren cuando existe una discontinuidad en la roca (por ejemplo, fracturas, planos de estratificación u otras estructuras propias de las características de la roca) cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna, con proyección libre a la cara del talud. Entre las zonas susceptibles a sufrir desprendimientos o caídas de rocas destacan los flancos de quebradas profundas, labradas en secuencias estratificadas con niveles más duros hacia el techo, expuestas a erosión fluvial, o acantilados costeros expuestos a erosión marina.

La gravedad es el principal motor del peligro de caída de rocas. Como este es un proceso gravitacional depende de leyes de fricción y es, por consiguiente, caótico. Dentro de los factores desencadenantes destacan los grandes sismos que pueden generar numerosos desprendimientos a partir de laderas con fuerte inclinación y con condiciones geológicas y estructurales favorables.

La caída de bloques o desprendimientos, puede producir una serie de efectos en personas, desde contusiones menores hasta la muerte, dependiendo del tamaño del bloque y la fuerza con que este cae. En el caso de estructuras, por lo general los daños son casi nulos, pero puede producirse la rotura de vidrios o daños a muros en función del tamaño del bloque y la distancia recorrida por este. Además, al caer un bloque en el camino puede producirse un accidente debido a maniobras de conducción para evitarlo.

En general, este peligro presenta una vulnerabilidad social, económica y estructural menor que otros peligros geológicos. Además, afecta a escala local, pero tiene una mayor incidencia debido a

que su recurrencia es alta. En este peligro, el tiempo de aviso es mínimo, pero se puede mitigar indicando que la zona es susceptible a ser afectada por caída de bloques.

c) *Deslizamientos*

Los deslizamientos son remociones en masa en las cuales las masas de suelo o roca se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 2000). Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de metros cúbicos y pueden adquirir magnitud catastrófica.

Estos fenómenos pueden ocurrir de varias formas dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno, siendo principalmente divididos en rotacionales y traslacionales (Figura Apéndice B—10). Esto implica que las superficies de ruptura son ya sea curvas y cóncavas o a lo largo de un plano o superficie ondulada, respectivamente.

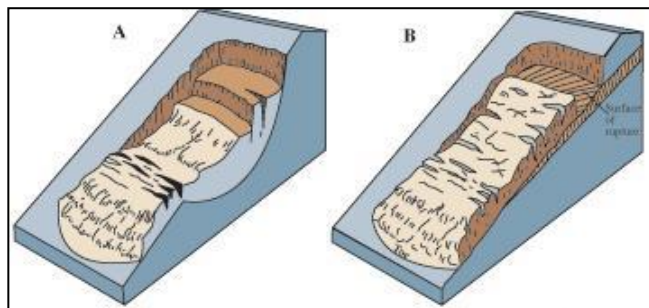
Adicionalmente, los deslizamientos que ocurren en escarpes de terrazas fluviales producto de la erosión fluvial, o el retroceso de acantilados costeros por erosión marina basal, se les denomina como “Retroceso de laderas”, que corresponde a la retirada del escarpe en dirección aguas arriba, sin que esta sufra cambios en sus rasgos geométricos, es decir, con posterioridad al movimiento de material, la forma del escarpe permanece constante (Pain, 1986).

Los factores condicionantes de un deslizamiento corresponden principalmente a: los factores intrínsecos del suelo y la roca, las características geológicas (litología, estructuras, grado de alteración y meteorización, etc.), los factores geomorfológicos (pendiente, aspecto, curvatura, elevación, entre otros), la cantidad y tipo de vegetación y el grado de humedad y posición del agua subterránea.

Por otro lado, estos fenómenos pueden ser generados por factores externos, denominados factores desencadenantes o gatillantes, tales como eventos hidrometeorológicos, sísmicos y actividad antrópica (excavaciones para caminos, canales, terraplenes, etc.).

Los daños en el medio antrópico producto de un deslizamiento que afecta a un área determinada, estarán dados por el volumen de material desplazado durante el proceso y la velocidad con la que se produce el deslizamiento.

**Figura Apéndice B—10: Ejemplos de deslizamientos. A Deslizamiento rotacional.
B Deslizamiento traslacional.**



Fuente: Modificado de Landslide Types and Process, USGS. Fact Sheet 2004-3072.
Disponible en: <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/images/fig3grouping-2LG.jpg>

El grado en que un deslizamiento afecta a la población depende de:

- Distancia al origen del fenómeno: Por lo general, los deslizamientos son procesos que afectan un área limitada (radios menores a 1 km., incluso menores a 500 m). Hay que considerar que este punto depende directamente del tamaño de volumen desplazado.
- La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno: En general, dado que estos procesos son de alta velocidad los daños potenciales son altos.
- Densidad de población: A mayor densidad de población y área expuesta susceptible de ser afectada, mayores serán los daños esperados. Si la población se encuentra directamente en el área de alcance de un deslizamiento, la vulnerabilidad, estructural y económica es muy alta ya que la pérdida de vidas, viviendas y productividad son efectos típicos de este peligro geológico. Por otro lado, si un deslizamiento afecta a caminos, acueductos o líneas eléctricas puede producir aislamiento, enfermedades gastrointestinales y pérdidas económicas en general para la población.
- Tiempo de aviso: Sin estudios de detalle no hay forma de predecir este tipo de procesos. Si se realizan estudios específicos, es posible conocer el o los factores gatillantes de las remociones en masa en un área determinada. Si estos factores gatillantes pueden ser monitoreados, es posible generar sistemas de alerta. Por ejemplo, si el factor gatillante son las precipitaciones sobre un cierto nivel umbral de intensidad, es posible generar sistemas de alerta que se activen cuando se sobrepasa dicho umbral.

Apéndice C Línea de base de geología y geomorfología
C.1 Marco geodinámico

Chile se ubica en un margen convergente activo de placas oceánica-continental (Figura Apéndice C—1), en donde la placa oceánica Nazca subducta bajo el margen occidental de la placa continental Sudamericana dando origen a los Andes Centrales. Este proceso de subducción se reconoce activo, al menos, desde el Jurásico Temprano (Mpodozis & Ramos, 1989), o inclusive podría persistir desde el Pérmico (Coloma, y otros, 2017). A partir del Eoceno, la tasa de convergencia ha variado entre 5 y 15 cm/año (Somoza, 1998), siendo actualmente de 7,5 cm/año (DeMets, Gordon, Argus, & Stein, 1994).

El segmento ubicado entre los 33°S y los 46°S corresponde, dentro del esquema de segmentación andina de Mpodozis y Ramos (1989), a una zona de subducción tipo chilena caracterizada por un ángulo de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana de ~30°. Este segmento de subducción se ubica al sur del segmento Pampeano de subducción plana, desarrollado entre los 27°S y los 33°S, en donde la loza oceánica se deflecha proyectándose con 10° de inclinación bajo la Placa Sudamericana (Cahill & Isacks, 1992; Anderson, Alvarado, Zandt, & Beck, 2007). El desarrollo del segmento Pampeano de subducción plana se ha asociado con (1) la subducción de la Dorsal de Juan Fernández, cuyo punto de colisión contra el continente permanece fijo hace ~10 Ma (Yañez, Ranero, von Heune, & Díaz, 2001; Anderson, Alvarado, Zandt, & Beck, 2007); y con (2) el espesor de la placa superior y el rollback de la fosa (Manea, Pérez-Gussinye, & Manea, 2012). Si se comparan ambos segmentos, se destacan las siguientes características:

1. La costa oeste de la Placa Sudamericana tiene un rumbo aproximado norte-sur en el tramo de subducción plana, mientras que al sur de los 33°, la costa posee un rumbo aproximado N20°E.
2. Mientras que la configuración morfoestructural del antearco, al sur de los 33°S, se compone de oeste a este por la Cordillera de la Costa, Depresión Central y Cordillera Principal. Al norte, sobre el segmento Pampeano de subducción plana, la ausencia de Depresión Central configura un paisaje montañoso continuo denominado como Valles Transversales.
3. Sobre el segmento Pampeano de subducción plana no existe registro de volcanismo Holoceno, mientras que al sur de los ~33°S, el arco volcánico Holoceno se encuentra plenamente desarrollado.

La acumulación y posterior relajación de los esfuerzos producto de la convergencia del régimen de subducción es la causa de que todo Chile hasta la península de Taitao, sea afectado frecuentemente por terremotos. La gran mayoría de estos sismos y los eventos de gran magnitud se originan en la zona del contacto entre placas y surgen de la liberación súbita de gran parte de la energía acumulada durante el proceso de convergencia de placas (Ej. Sismos del 6 de abril de 1943 que afectó a la Región de Coquimbo, 3 de marzo de 1985 en la Región de Valparaíso, sismos de mayo de 1960 en Valdivia). Los esfuerzos acumulados por la subducción también se propagan hacia el interior de la placa continental, y se liberan mediante sismos superficiales, normalmente de magnitud menor pero más destructivos localmente (Ej. Sismo de Las Melosas de 1958, sismo de Chizmisa de 2001). Otros sismos son provocados por la relajación de esfuerzos de la Placa de Nazca una vez subductada, estos sismos pueden ser muy destructivos a pesar de no tener las mayores magnitudes (Ej. Sismo de Chillán de 1939, sismo de Punitaqui de 1997 y sismo de Tarapacá de 2005).

Figura Apéndice C—1 Marco geodinámico representado en 3D.

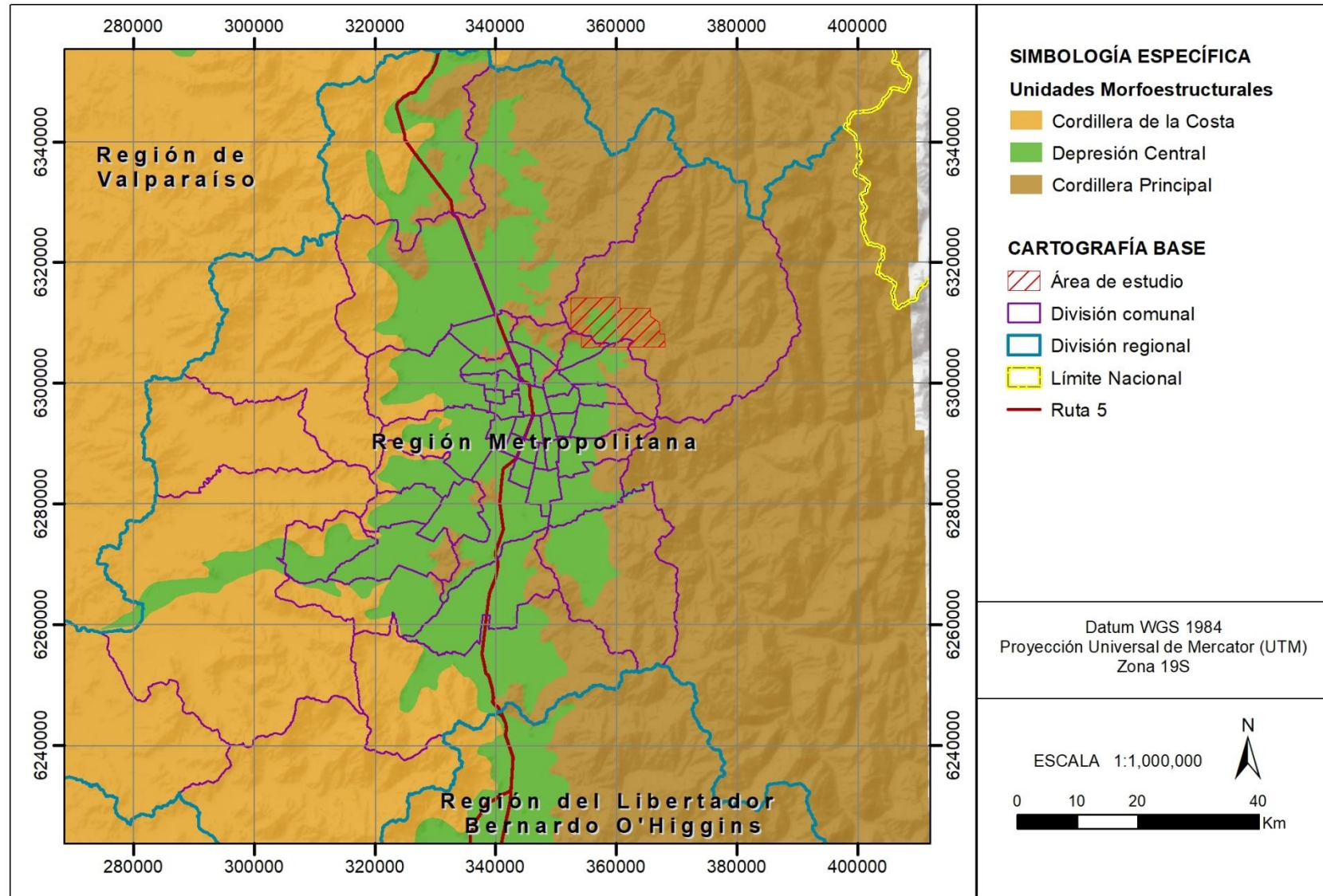
Fuente: Elaboración propia. La Dorsal de Juan Fernández es subductada a los 33°S. La línea verde señala la fosa, lugar donde subducta la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana, y las flechas muestran direcciones y velocidades de convergencia entre ambas.

C.2 *Marco geomorfológico*
 C.2.1 *Unidades morfoestructurales*

El segmento andino chileno ubicado al sur de los 33°S exhibe tres unidades morfoestructurales de primer orden dispuestas en franjas de orientación norte-sur. De oeste a este: Cordillera de la Costa, Depresión Central y Cordillera Principal (que comparten Chile y Argentina). La comuna de Lo Barnechea se ubica en la zona precordillerana de la Región Metropolitana, que corresponde a la transición entre la Depresión Central y la Cordillera Principal (Figura Apéndice C—2).

En la Región Metropolitana, la Depresión Central se presenta como una franja alargada en dirección norte-sur, la cual corresponde a una extensa llanura levemente inclinada hacia oeste, la cual se ve afectada ocasionalmente interrumpida por zonas donde se une la Cordillera de la Costa con la Cordillera Principal (angostura) y por algunos cerros islas, cuyas alturas no superan los 250 m con respecto a la Depresión Central (Ej. Cerro del Medio).

Figura Apéndice C—2 Unidades Morfoestructurales a escala regional 1:1.000.000.



C.2.2 *Aspectos morfológicos relevantes*

El área de estudio se ubica en la transición del valle de Santiago y la zona cordillera, por lo que las principales geoformas a escala local tienen directa relación con las unidades geológicas más recientes.

Las terrazas de origen fluvial generadas por la erosión del cauce del Mapocho destacan entre el relieve montañoso, lo mismo ocurre con las terrazas generadas por el Estero Arrayan. Se identificaron cuatro niveles de **terrazas fluviales** numerados **con respecto al nivel base del río Mapocho que se ubican a distintas alturas**, la terraza 1 (T1) presenta alturas entre 3 y 8 m sobre el cauce del estero Las Hualtatas y del río Mapocho. Por su parte, la terraza 2 (T2) posee alturas entre 9 y 18 m, la terraza 3 (T3) tiene alturas entre 19 y 23 m y la terraza 4 (T4) presenta alturas entre 18 y 26 m sobre el cauce del estero El Arrayán y del río Mapocho.

Además, se distinguen depósitos aluviales asociados al río Mapocho, cuya morfología corresponde al ápice del abanico, el cual se extiende en la cuenca de Santiago. Abanicos aluviales menores se disponen sobre este gran depósito.

Las remociones en masa destacan en esta zona, las cuales han sido catastradas en la literatura. Su naturaleza corresponde generalmente a avalanchas de roca de gran magnitud, las cuales desplazan grandes cantidades de material. Las morfologías son lobulares y alargadas y sus zonas de generación se ubican fuera del área del proyecto, sin embargo, debido a su tamaño alcanzan el área estudiada en algunos sectores.

C.2.3 *Parámetros Morfométricos*

En el área urbana de la comuna de Lo Barnechea, las elevaciones varían entre los 698 y los 2021 m s. n. m. (Figura Apéndice C—3), las mayores alturas se ubican hacia el área cordillerana y en el sector del cerro Manquehue. Por otro lado, las partes más bajas se ubican en el sector sur-poniente de la comuna.

En cuanto a las pendientes, el sector de la dehesa y donde se concentra la mayor parte de la urbanización se emplaza sobre pendientes menores a 15°, estos sectores topográficamente más bajos se conforman geológicamente por depósitos aluviales, fluviales y fluvio-aluviales distales (Figura Apéndice C—4). Con respecto a aquellas pendientes mayores a 15° se encuentran en las laderas de los cerros, como en el cerro del Medio, cerro Alvarado y hacia el sector montañoso entorno del Estero El Arrayan, del río Mapocho y las laderas aledañas a sus quebradas afluentes. Geológicamente estas zonas de altas pendientes se encuentran caracterizadas por la Formación Abanico, donde las máximas pendientes superan los 80°.

Figura Apéndice C—3 Carta morfométrica de elevaciones del área de estudio a escala 1:40.000.

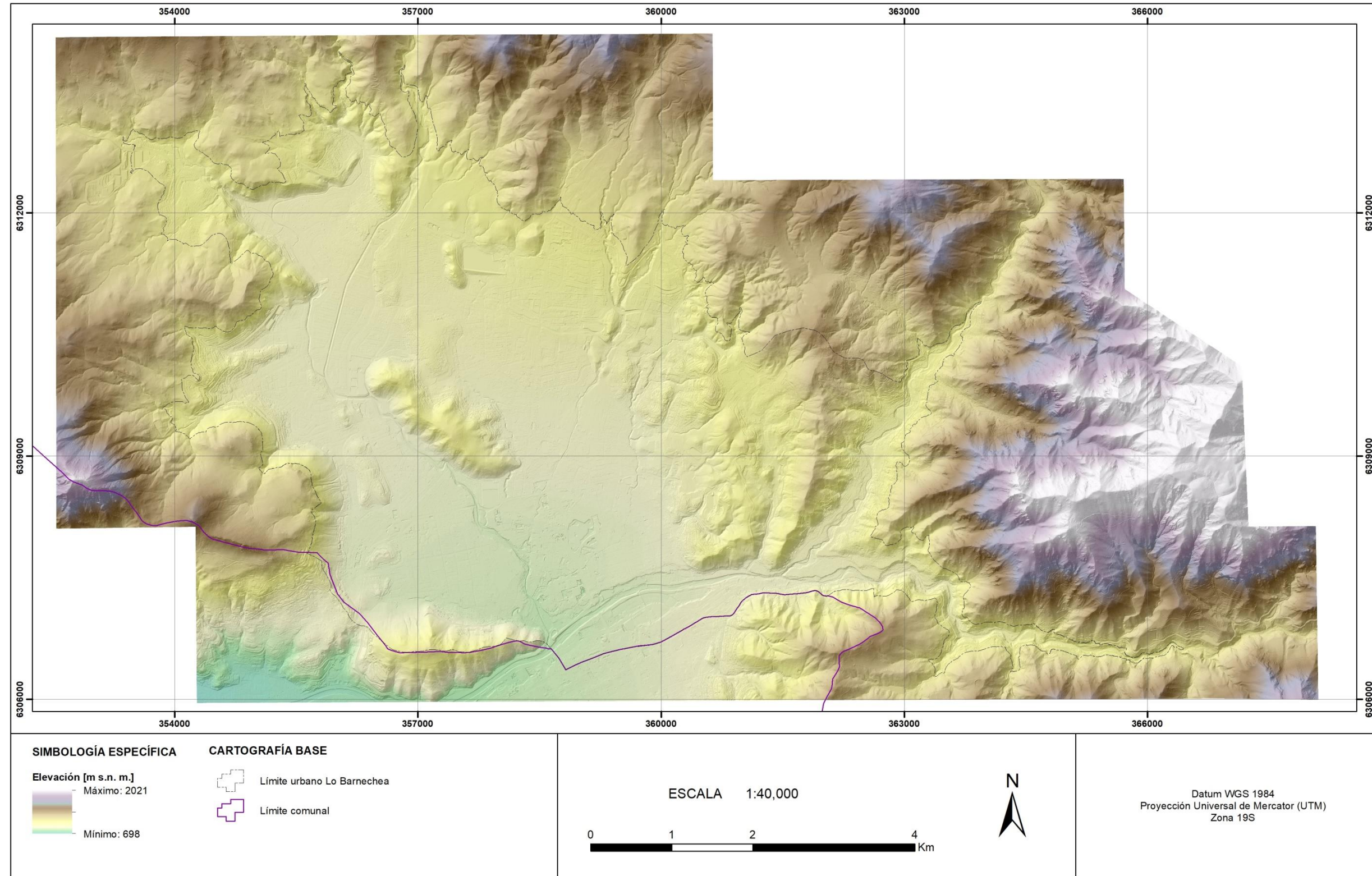
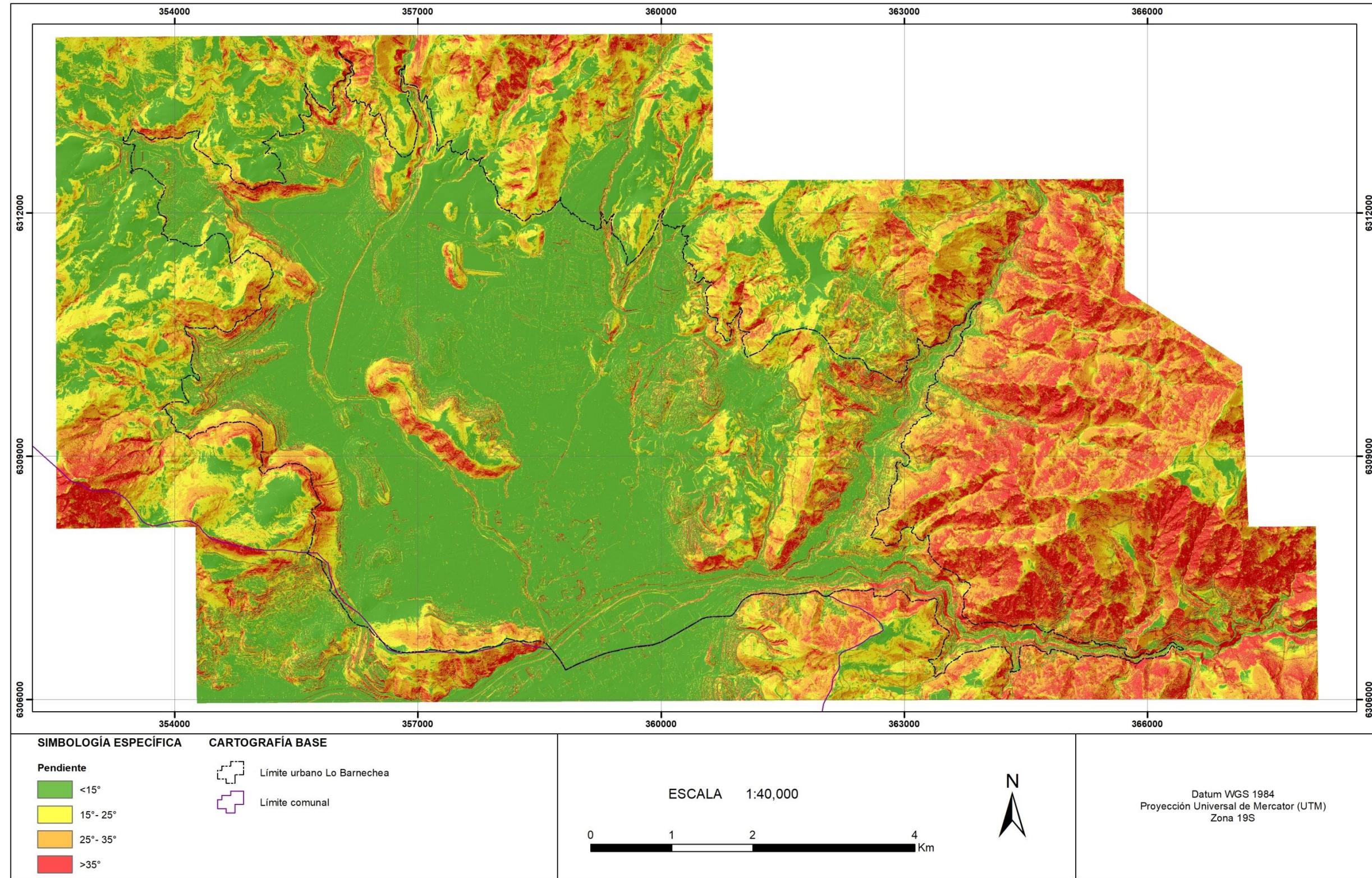


Figura Apéndice C—4 Carta morfométrica de pendientes del área de estudio a escala 1:40.000.



C.3 *Marco geológico*

La geología de la comuna de Lo Barnechea está constituida esencialmente por rocas volcánicas con algunas intercalaciones sedimentarias de edad Eoceno-Mioceno, las que presentan diversos grados de meteorización. Estas rocas se encuentran cubiertas por distintos tipos de depósitos no consolidados, los que son producto de procesos fluviales, aluviales, coluviales y de remoción en masa. Cada una de estas unidades geológicas se describe a continuación. El mapa geológico levantado a escala 1:1.000 se representa en la Figura Apéndice C—9 a una escala de 1:40,000.

C.3.1 *Depósitos no consolidados*

a) *Depósitos fluviales activos de ríos y esteros (Holoceno) (Hf)*

Sedimentos genéticamente relacionados con los cursos fluviales activos del río Mapocho, el estero Arrayán y, la parte distal del estero Las Hualtatas. Están constituidos por ripios, gravas, gravas arenosas clastosoportadas, con clastos redondeados y en parte imbricados (Figura Apéndice C—5).

Figura Apéndice C—5 Vista de los depósitos fluviales activos del río Mapocho. Se distingue la diversidad granulométrica de los clastos redondeados que involucran desde bolones métricos a gravas arenosas.



b) *Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas y esteros (Holoceno) (Hfa)*

Corresponden al conjunto de bloques, gravas y arenas que se encuentran relleno los cauces de quebradas y esteros actuales en sus partes proximales y medias. Estos depósitos se encuentran al fondo de los canales confinados propios de regiones montañosas, como cuando estos se proyectan sobre las fracciones apicales y medias de los abanicos aluviales (Figura Apéndice C—6). Frecuentemente, en las quebradas es posible observar bloques de tamaños métricos yaciendo en el cauce.

Figura Apéndice C—6 Vista de los cauces de las quebradas Los Chanchos (izquierda) y la quebrada Huallalolén. Se reconocen abundantes bloques en los cauces, así como en las zonas ribereñas.



c) Depósitos lacustres activos y cuerpos de agua (Holoceno) (HI)

Corresponden a los sedimentos que se depositan en el fondo de los cuerpos de agua (naturales y artificiales) compuestos principalmente por limos y arcillas.

d) Depósitos fluvio-aluviales de quebradas y esteros (PIHfa)

Sedimentos constituidos por bloques, gravas, arenas y limos que se encuentran ocasionalmente en torno a los cauces activos de quebradas y esteros, en algunos casos formando niveles aterrazados en sus márgenes o abanicos aluviales pequeños en las regiones de desconfinamiento de los cauces. Estos depósitos se asocian a grandes flujos de barro y detritos que sobrepasaron el cauce activo de las quebradas y esteros.

e) Depósitos fluviales aterrazados (PIHf_Tn)

Sedimentos compuestos por ripios, gravas, gravas arenosas, arenas y limos, que se distribuyen en torno de los principales cauces fluviales formando un total de cuatro terrazas principales. Como ya fue mencionado, la terraza 1 (T1, Figura Apéndice C—7) presenta alturas entre 3 y 8 m sobre el cauce del estero Las Hualtatas y del río Mapocho. Por su parte, la terraza 2 (T2) posee alturas entre 9 y 18 m, la terraza 3 (T3) tiene alturas entre 19 y 23 m y la terraza 4 (T4) presenta alturas entre 18 y 26 m sobre el cauce del estero El Arrayán y del río Mapocho.

Figura Apéndice C—7 Vista en corte de los depósitos fluviales aterrazados T1 en la ribera del estero Las Hualtatas. Es posible distinguir diferentes paquetes de sedimentos que gradan de base a techo desde arenas gravosas a ripios de bolones.



f) Depósitos antiguos de remociones en masa (Pleistoceno-Holoceno) (Wall, Sellés, & Gana, 1999) (PIHrm)

Depósitos originados por flujos de detritos, flujos de barro, deslizamientos, avalanchas de roca, desprendimiento de bloques, reptación y hundimiento. En el área urbana de Lo Barnechea, se exponen en diversos sectores, destacando los depósitos en el área del portezuelo Lo Curro, en el extremo suroccidental de la comuna, o sobre la ladera norte del valle del río Mapocho camino a Farellones (Figura Apéndice C—8). Estos sedimentos incorporan bloques de hasta 10 m de diámetro, que forman parte de sendos depósitos de colapso gravitacional originados desde los cerros Manquehue y Loma de Vaca, respectivamente.

Figura Apéndice C—8 Vista en corte de los depósitos antiguos de remociones en masa en el kilómetro 10 del Camino a Farellones. Es posible distinguir bloques métricos polimícticos embebidos en un arreglo caótico de rocas fragmentadas y angulosas de granulometrías diversas.



g) Depósitos aluviales (Pleistoceno Medio-Pleistoceno Superior) (Wall, Sellés, & Gana, 1999) (PIHa)

Unidad conformada por extensos abanicos aluviales coalescentes, de baja pendiente (<5°) y en declive hacia el sur-suroeste, que nacen cuando los drenajes de las principales hoyas hidrográficas abandonan las regiones montañosas confinadas aguas arriba. Sus depósitos están formados por gravas y arenas, con sedimentos finos en menos proporción. Aprovechándose de la vasta extensión de terreno llano que configura esta unidad, sobre ella se desarrolla gran parte de la urbanización de la comuna.

C.3.2 Unidades de Roca

a) Rocas Intrusivas del Cerro Manquehue (Mioceno)

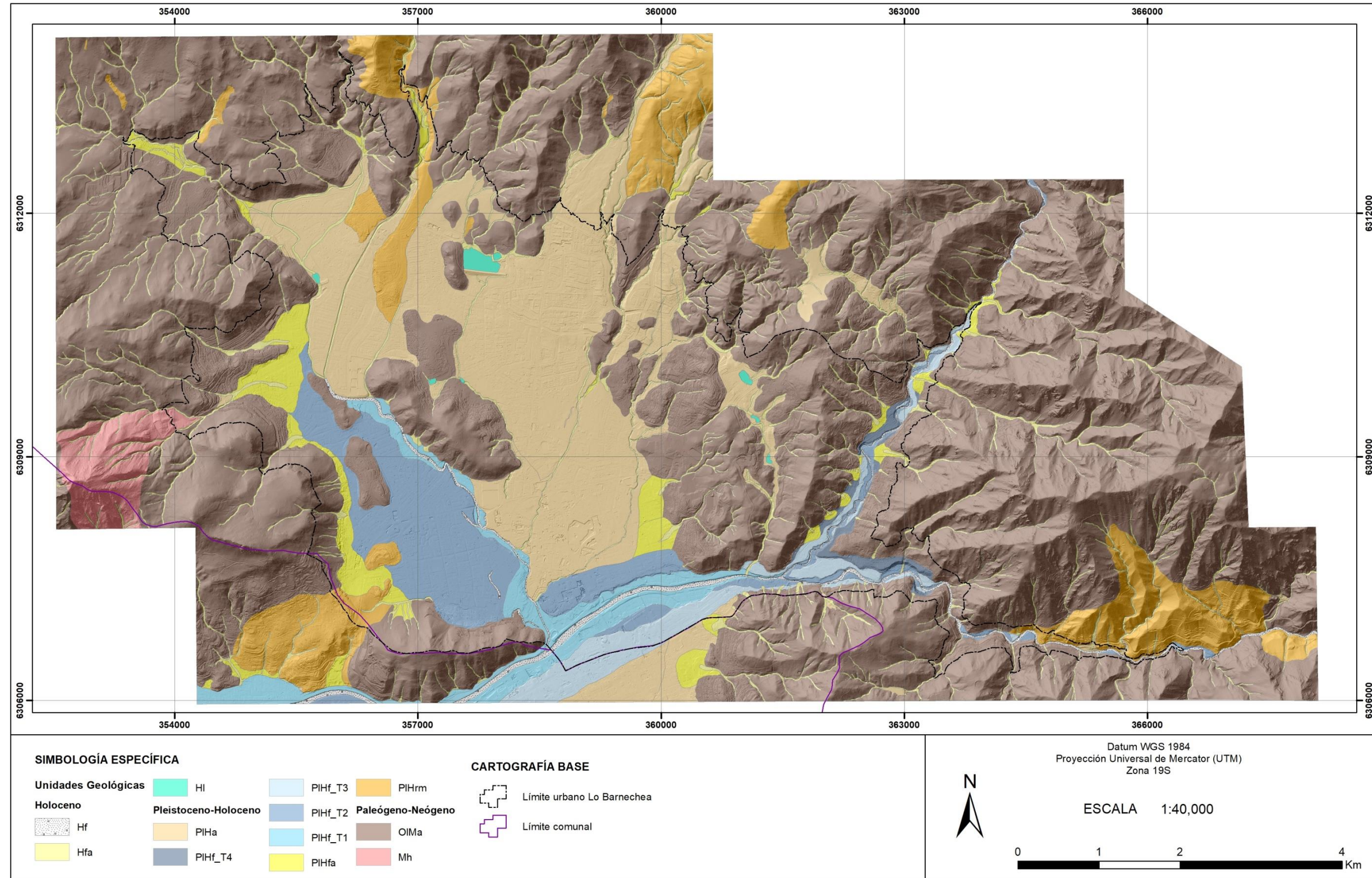
Corresponden a stocks andesíticos y dacíticos que intruyen a la Formación Abanico y que forman parte de un conjunto de intrusivos hipabisales que Wall et al. (1999) dataron en 20-19 Ma. Son rocas leucocráticas, porfídicas, con fenocristales de plagioclasa, hornblenda y en menor proporción piroxeno, parcial o totalmente transformado en anfíbola, los que se encuentran inmersos en una masa fundamental compuesta por plagioclasa, cuarzo y escasa magnetita. Los stocks del cerro Manquehue presentan enclaves máficos microgranulares de anfíbola y plagioclasa (Wall, Sellés, & Gana, 1999).

b) Formación Abanico (Eoceno Superior?-Mioceno Inferior) (Aguirre, 1960)

Secuencia principalmente volcánica andesítica a basáltica, con intercalaciones piroclásticas y sedimentarias continentales, con espesor expuesto de ~2000 m. Aflora en todos los sectores montañosos del área urbana de la comuna, incluyendo a los cerros islas, como por ejemplo al cerro del Medio. Su techo no está expuesto y está intruida por stocks y diques datados entre 34 y 19 Ma. Dataciones radiométricas efectuadas en la región Metropolitana se ubican entre 28-20 Ma. Wall et al. (1999) reconocen dos niveles estratigráficos dentro de la Formación Abanico. En el nivel superior predominan rocas piroclásticas y volcanoclásticas, mientras que, en el nivel inferior, que es el que aflora en el área urbana, predominan las rocas volcánicas de composición andesíticas a basálticas, con algunas intercalaciones de rocas piroclásticas (tobas brechosas, tobas soldadas) y sedimentarias continentales (limolitas y areniscas tobáceas; conglomerados fluviales y tobas de depositación subacuática, portadoras de restos vegetales).

En el área urbana de la comuna de Lo Barnechea, las rocas de la Formación Abanico presentan abundantes diaclasas y en gran parte de los afloramientos se observa un alto grado de meteorización (IV a VI de acuerdo a la clasificación sugerida por la International Society for Rock Mechanics (ISRM, 1981)), lo que genera laderas inestables con una gran cantidad de suelo residual. Los sectores donde la roca se encuentra con un grado de meteorización superior a IV fueron diferenciados en el mapa geológico, siendo agrupados junto con los suelos residuales generados, dentro de la unidad “Rocas meteorizadas y suelos residuales”.

Figura Apéndice C—9 Mapa de unidades geológicas del área de estudio representado a escala 1:40,000.



Apéndice D Línea de Base Hidrología
D.1 Clima

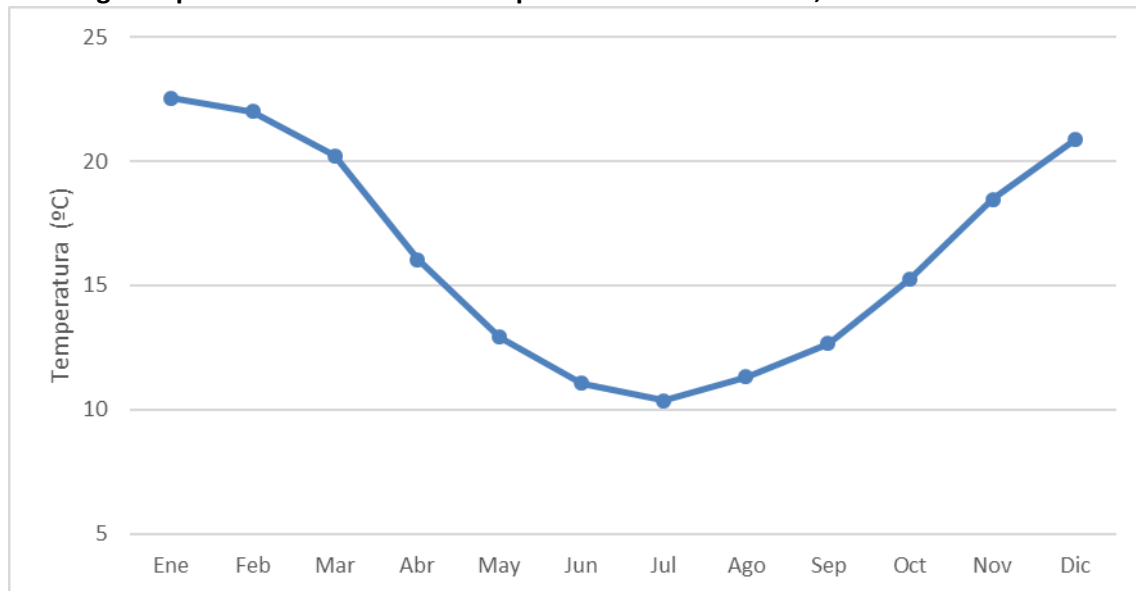
El área de estudio presenta un clima mediterráneo, con precipitaciones moderadas que se concentran en invierno, y con una estación seca prolongada de 7 a 8 meses. La temperatura media anual oscila en torno a los 16°C, con valores medios mensuales cercanos a los 10°C en invierno y 23°C en verano, según se presenta en el Cuadro Apéndice D—1 y en la Figura Apéndice D—1, en la estación meteorológica de la DGA Cerro Calán, cercana a la comuna (ver Figura Apéndice D—3).

Cuadro Apéndice D—1 Temperaturas medias mensuales (°C), estación Cerro Calán

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
22,5	22,0	20,2	16,0	12,9	11,1	10,4	11,3	12,7	15,3	18,5	20,9	16,0

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Figura Apéndice D—1 Variación temperatura media mensual, estación Cerro Calán



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

D.2 Revisión de antecedentes

Se revisaron antecedentes que aportan información relacionada con la determinación de eventos máximos, presentándose a continuación los resultados más relevantes.

D.2.1 Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). MINVU, 1994, y sus actualizaciones.

El PRMS define como áreas de alto riesgo a los territorios en los cuales el emplazamiento de asentamientos humanos se debe restringir en forma parcial o total, en consideración a las características que presentan. En esta tipología se establecen dos categorías con sus correspondientes sub categorías:

1.- De Riesgo de Origen Natural

- a. Áreas de Alto Riesgo Natural por Inundación.
- b. Lugares críticos de concentración de Aguas.
- c. Cauces Artificiales.
- d. Suelos de Mal Drenaje.

2.- De Riesgo por Actividades Peligrosas

Para este estudio es de importancia la categoría 1.a que a su vez presenta una sub categoría de Áreas de Alto Riesgo Natural por Inundación de Cauces Naturales, que comprenden el cauce y fajas adyacentes. Donde se permite sólo las instalaciones mínimas complementarias a las actividades al aire libre, por lo cual se prohíbe expresamente todo tipo de edificaciones y construcciones que impliquen la presencia prolongada de personas o la concentración de ellas sin posibilidad de evacuación expedita y/o que interfieran el libre curso de las aguas.

Los proyectos de urbanización, edificación y/o destinados al acondicionamiento y explotación de los terrenos emplazados en estas áreas, cualquiera sea su finalidad, deberán ser aprobados además por el Ministerio de Obras Públicas, en forma previa a su ejecución o iniciación. Los propietarios de terrenos afectados por estas normas, podrán desarrollar estudios y proyectos específicos, debidamente aprobados por el Ministerio de Obras Públicas, en los cuales se determinen en detalle los límites del área inundable que afecte a su predio, como asimismo las obras que deben realizarse para protegerlo. Si como consecuencia de estudios específicos, resultaran anchos de restricción menores que los establecidos en los cuadros siguientes, se deberá respetar en cada caso el ancho mínimo de área verde fijado para los "Parques Quebradas".

A continuación, se presenta la tabla que define las fajas de restricción para las quebradas de la comuna de Lo Barnechea. Estas franjas de restricción adyacentes a cada borde del cauce están referidas al plano, por lo tanto en pendiente, el distanciamiento mínimo corresponderá a la faja resultante de la proyección de estos.

Cuadro Apéndice D—2 Franjas de restricción para las quebradas de la comuna de lo Barnechea (PRMS)

Nombre Quebrada	Código	Tramo Normado	Ancho Min. Franja Restr. a c/ borde
Agua de Aranda	N-1	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
El Aji	N-2	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
Las Zorras	N-3	Desde su nacimiento hasta el Canal de La Dehesa	40m
El Gabino o Del Garín	N-4	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Loros y brazo secundario	N-5	Desde cota 2.300 1.800 m.s.n.m., respectivamente, hasta confluencia quebrada El Manzano.	40m
El Manzano	N-5	Desde intersección quebrada Los Loros, hasta estero Las Hualtatas	40m
El Quisco	N-6	Desde cota 1.100 m.s.n.m., hasta estero Las Hualtatas	40m
El Maqui y brazos secundarios 1,2 y 3	N-7	Desde cota 1.900, 1.800 y 1.700 m.s.n.m., respectivamente, hasta confluencia estero Las Hualtatas	40m
Esteros Las Hualtatas	N-7	Desde intersección quebrada El Maqui, hasta el Río Mapocho	40m
El Carrizo	N-8	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Chanchos	N-9	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Carboneros	N-10	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
El Guindo	N-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
El Padre	N-12	Desde Límite Extensión Urbana hasta El Canal Conchalí	40m
El Abuelo	N-13	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Metropolitano Desde canal Metropolitano hasta Canal Conchalí	40m 25m
Agua del Palo	N-14	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Metropolitano Desde canal Metropolitano hasta canal Conchalí	40m 25m
La Ermita-La Totora	N-15	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
Del Cerro Gordo	N-16	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
Los Pozos	N-17	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
El Sauce	N-18	Desde Límite Extensión Urbana hasta Camino de Cintura	40m
La Mina-Los Maitenes	N-19	Desde Límite Extensión Urbana hasta Camino de cintura	40m
El Mal Paso	N-20	Desde Límite Extensión Urbana hasta camino de Cintura	40m

FUENTE: PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE SANTIAGO (PRMS). MINVU, 1994, Y SUS ACTUALIZACIONES.

NOTA: DE ACUERDO CON LO EXPRESADO EN ORD. DOH-RM N° 0884 DE FECHA 19.10.2004, EN EL PREDIO DEL CPEIP CORRESPONDE APLICAR UNA FRANJA DE RESTRICCIÓN POR RIESGO DE INUNDACIÓN DE 20 M PARA LA QUEBRADA EL GABINO O DEL GARIN (N-4), MEDIDOS DESDE EL EJE GEOMÉTRICO DE SU CAUCE HACIA EL INTERIOR DEL PREDIO.

D.2.2 *Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores, 2014.*

Estudio Fundado de Riesgos en los cauces de 31 quebradas no reguladas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Los resultados corresponden a la identificación y zonificación de las áreas urbanas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural de acuerdo a los criterios y definiciones expuestos en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Debido a que las subcuencas en estudio no cuentan con registros fluviométricos, la estimación de los caudales máximos puntuales se realizó mediante modelos de precipitación-escorrentía, considerando las recomendaciones de la DGA para la estimación de caudales máximos en cuencas sin información fluviométrica (DGA-MOP, 1995), los criterios de diseño del Manual de Carreteras (MOP, 2018) y la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996). Los resultados consisten en mapas de inundación para crecidas de 100 años de período de retorno. En el Cuadro Apéndice D—3, se presentan los parámetros geomorfológicos para las cuencas del estudio.

Los valores de la precipitación diaria de diez años de periodo de retorno para cada una de las subcuencas fueron obtenidos a partir del mapa de isoyetas del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias para el Gran Santiago.

Cuadro Apéndice D—3 Parámetros morfométricos de las cuencas

Quebrada	A (km ²)	Lc (km)	Sm (%)	Hmín(m)	Hm (m)	Hmáx (m)
Afluente Oscura I	0,104	0,421	38,76	902,2	988,3	1070,0
Afluente Oscura II	0,130	0,584	39,85	905,7	1006,1	1082,5
Afluente Oscura III	0,148	0,750	39,38	909,0	1015,3	1140,0
Chorro de la Vieja	0,379	1,172	33,90	826,0	1067,1	1240,0
Del Ñinhue	1,978	2,390	56,58	971,7	1494,8	1950,0
El Parrón	3,599	3,838	57,01	935,9	1411,1	1859,5
Huallalolén	2,980	3,611	65,11	951,9	1489,3	1950,0
La Carbonera I	2,095	3,093	38,18	935,6	1255,4	1630,0
La Laguna	0,425	1,375	22,68	859,7	922,2	1020,0
Las Lechuzas	2,539	3,987	26,67	926,0	1153,3	1550,0
Quebrada Grande/Las Nipas	0,546	1,414	23,98	844,6	929,3	1022,0
Las Varas	3,522	3,937	44,41	917,0	1206,9	1630,0
Los Clarines	0,606	1,986	29,02	887,1	1087,3	1290,0
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,389	1,221	22,74	853,4	925,0	1020,0
Los Quillayes	2,408	3,197	41,39	965,4	1172,9	1440,0
Oscura	4,377	6,061	28,05	915,9	1320,3	1700,0
Q2	0,458	1,636	26,89	925,7	1024,7	1190,0
Q3	0,188	0,883	29,24	924,0	987,7	1114,5
Q7	0,418	1,130	38,91	969,9	1093,2	1222,0
Q9	0,168	0,633	47,02	910,9	1022,9	1126,5
Q10	0,267	1,250	47,56	922,2	1055,1	1168,0
Q11	0,305	0,889	47,70	935,9	1085,1	1204,2
Q12	0,495	1,323	61,91	990,0	1343,8	1702,3
Q13	0,500	1,610	61,87	909,9	1184,0	1540,0
Q14	0,483	0,941	69,72	901,0	1259,3	1618,3
Q15	0,726	1,379	66,49	947,9	1364,6	1719,1
Q16	0,945	1,760	56,78	974,0	1364,8	1708,0
Q17	0,202	0,657	65,46	970,4	1246,1	1469,3
Q18	0,143	0,500	62,58	976,8	1160,7	1365,0
Q19	0,443	0,837	55,92	867,9	1061,8	1220,0
Q21	0,397	1,362	29,92	883,2	1047,0	1170,0

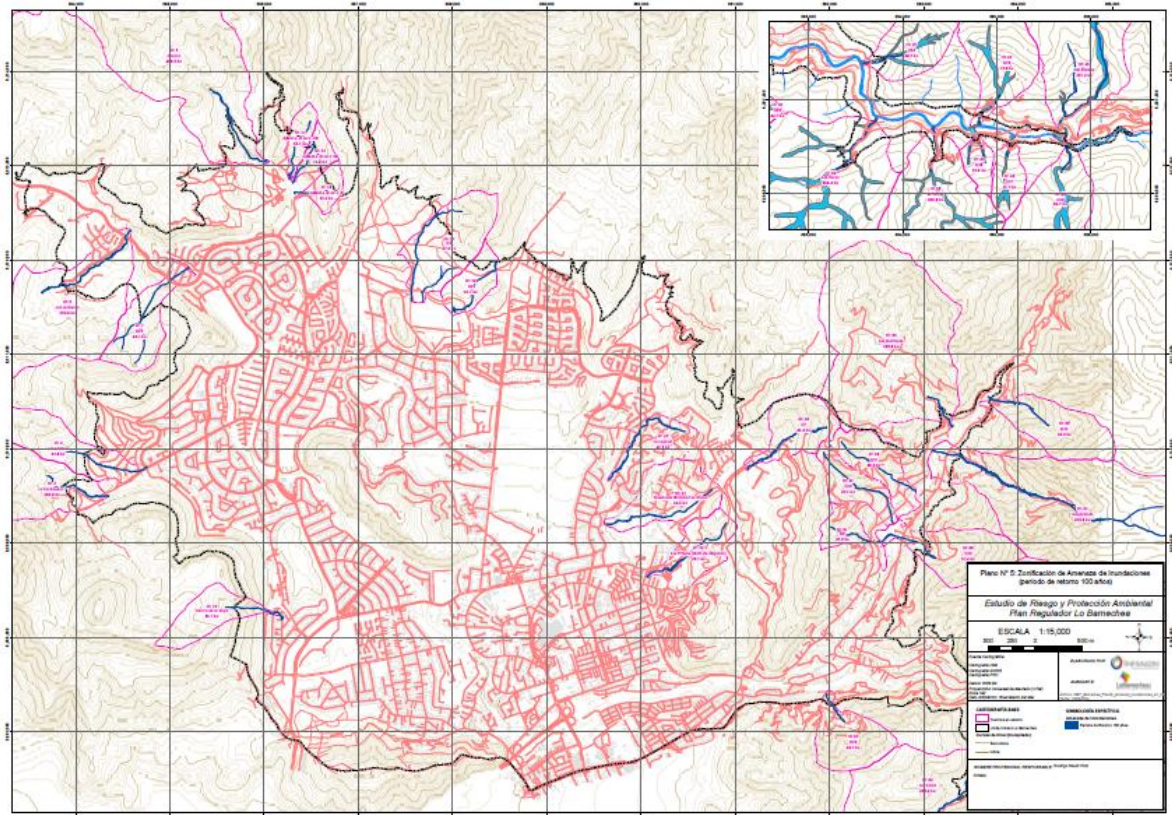
En el Cuadro Apéndice D—4, se presentan los resultados de caudales máximos instantáneos de 100 años de periodo de retorno. Estos caudales fueron estimados con el método racional el cual entregó los caudales más conservadores para todas las cuencas.

Cuadro Apéndice D—4 Caudal instantáneo de 100 años de periodo de retorno estimadas por el Método Racional.

Quebrada	Ap (km ²)	PDT (mm)	i (mm/hr)	C	Qi (m ³ /s)
Afluente Oscura I	0,10	16,63	16,63	0,36	0,17
Afluente Oscura II	0,13	16,63	16,63	0,38	0,23
Afluente Oscura III	0,15	16,63	16,63	0,37	0,26
Chorro de la Vieja	0,38	16,63	16,63	0,35	0,62
Del Ñinhue	1,98	20,33	20,33	0,35	3,91
El Parron	3,60	19,40	19,40	0,35	6,79
Huallalolen	2,98	20,10	20,10	0,35	5,84
La Carbonera I	2,09	16,63	16,63	0,35	3,42
La Laguna	0,42	17,79	17,79	0,55	1,15
Las Lechuzas	2,54	16,63	16,63	0,36	4,24
Quebrada Grande/Las Nipas	0,55	17,79	17,79	0,48	1,30
Las Varas	3,52	18,94	18,94	0,35	6,52
Los Clarines	0,61	16,63	16,63	0,39	1,10
Los Pitufos (Nido de águilas)	0,39	17,79	17,79	0,41	0,79
Los Quillayes	2,41	19,17	19,17	0,38	4,90
Oscura	4,38	16,63	16,63	0,35	7,08
Q2	0,46	17,09	17,09	0,35	0,77
Q3	0,19	17,09	17,09	0,35	0,31
Q7	0,42	18,25	18,25	0,38	0,80
Q9	0,17	18,48	18,48	0,37	0,32
Q10	0,27	18,71	18,71	0,40	0,55
Q11	0,30	18,71	18,71	0,42	0,66
Q12	0,50	20,10	20,10	0,35	0,97
Q13	0,50	19,17	19,17	0,35	0,94
Q14	0,48	19,40	19,40	0,35	0,91
Q15	0,73	19,87	19,87	0,35	1,40
Q16	0,95	20,10	20,10	0,35	1,85
Q17	0,20	19,87	19,87	0,35	0,39
Q18	0,14	19,64	19,64	0,35	0,27
Q19	0,44	18,25	18,25	0,36	0,82
Q21	0,40	16,63	16,63	0,35	0,65

Finalmente, en base a los caudales máximos instantáneos para un periodo de retorno de 100 años se realiza la modelación hidráulica de las quebradas mediante el software HEC RAS entregando los resultados que se presentan en la Figura Apéndice D—2.

Figura Apéndice D—2 Resultados del modelo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.



FUENTE: ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA. MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA, ELABORADO POR INFRACON CONSULTORES, 2014.

D.2.3 Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago (PM-01). Dirección de Obras Hidráulicas, MOP, elaborado por CADE-IDEPE, 2001.

En el capítulo IV.5 de este informe se realiza el catastro y capacidad hidráulica de los cauces naturales en zonas urbanas donde las cuencas aportantes de escorrentía a sectores urbanos se han clasificado en nueve grandes grupos. Los grupos que contienen a las zonas estudiadas corresponden a:

- El segundo grupo (Grupo II): Corresponde a la cuenca del río Mapocho antes de ingresar al área urbana, destacándose dentro de la hoya los ríos San Francisco y Molina, de la unión de los cuales nace el río Mapocho, y el estero Arrayán afluente a este último en su sector de ingreso al área urbana.
- El tercer grupo (Grupo III): Comprende todas las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea por el oriente, norte y poniente, extendiéndose como un gran anfiteatro, al sur del cual se encuentra el río Mapocho, el cual es el receptor final de las aguas. Estas quebradas han sido canalizadas en diversos tramos al cruzar el área urbana.

En ambos casos se analizaron los grandes cauces naturales que atraviesan el área urbana y aquellas quebradas que ingresan al área urbana con un cauce definido. Para las demás quebradas se consideró que concluyen al llegar a las urbanizaciones y actúan como aportantes de escorrentía hacia éstas.

Para el grupo II de la cuenca del río Mapocho, se realizó el análisis de la capacidad hidráulica del río Mapocho basado principalmente en el “Estudio de Antecedentes para la Proposición de Deslindes en el Río Mapocho. Sector Puente San Enrique - Américo Vespucio Poniente”, realizado por Luis Arrau del Canto para el Departamento de Obras Fluviales de Vialidad, del Ministerio de Obras Públicas en 1996. El objetivo básico de dicho estudio fue proporcionar antecedentes para la fijación de deslindes del río Mapocho. Para esto, se efectuó un estudio del eje hidráulico a lo largo de un tramo de 32 km, comprendido entre los puentes San Enrique y Américo Vespucio Poniente.

En el Cuadro Apéndice D—5 se presentan los caudales de crecida adoptados en el río Mapocho, y en el

Cuadro Apéndice D—6 la capacidad hidráulica de los puentes.

Cuadro Apéndice D—5 Caudales de crecidas río Mapocho

Tramo	Kilómetro		Período de Retorno T (años)						
	Final	Inicial	2	5	10	25	50	100	200
8	32.315	29.516	250	470	640	850	1.000	1.100	1.300
7	29.516	25.073	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420
6	25.073	19.982	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420

Cuadro Apéndice D—6 Capacidad hidráulica de los puentes del río Mapocho

Kilometraje	Puente	T (años)	Q (m ³ /s)
32,051	San Enrique	> 200	> 1.300
30,805	Pasarela Quinchamalí	> 200	> 1.300
29,411	Tubería en Puente Nuevo	> 200	> 1.300
29,366	Nuevo La Dehesa	> 200	> 1.300
24,388	Lo Curro	> 200	> 1.420
21,274	Centenario	> 200	> 1.420

Las conclusiones del estudio para el río Mapocho son que el río entre el Puente San Enrique y A. Vespucio, está en condiciones de conducir caudales de períodos de retorno altos, entre 100 y 200 años, excepto en la zona poniente, la cual presenta situación de desbordes para períodos de retorno menores, con problemas en algunos puentes. En la zona canalizada y en la zona oriente, se observan problemas sólo para algunos puentes y desbordes puntuales para las crecidas indicadas.

Para el grupo III de las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea, la información recopilada permitió determinar la capacidad de los cauces para evacuar crecidas de distintos periodos de retorno, sobre la base del análisis de tramos y sectores críticos y los antecedentes de los respectivos estudios hidrológicos.

En el

Cuadro Apéndice D—7 se presentan los caudales de crecida considerando una línea de nieve a 2000 msnm para las cuencas del grupo III y sus afluentes.

En el

Cuadro Apéndice D—8 se presenta el estudio de la capacidad de los cauces en base a las singularidades que presento cada quebrada.

Cuadro Apéndice D—7 Caudales de crecida (m³/s)

Cuenca	Periodo de Retorno (años)		
	2	10	100
Q. El Ají	0,91	1,45	2,66
Q. El Gabino	2,08	4,20	7,99
Q. Las Rosas	3,72	7,48	13,94
Q. El Manzano	1,06	2,21	4,24
Q. El Culén	1,50	3,10	4,17
Q. Las Hualtatas	16,74	30,39	55,68
Q. El Carrizo Bajo	9,80	18,02	32,98
Q. Oscura	13,87	25,83	48,37
Q. La Carbonera	2,75	5,25	9,62
Q. Los Chanchos	1,27	2,04	3,75
El Guindo	2,75	5,22	9,54
E. Arrayán	60,84	102,20	173,11

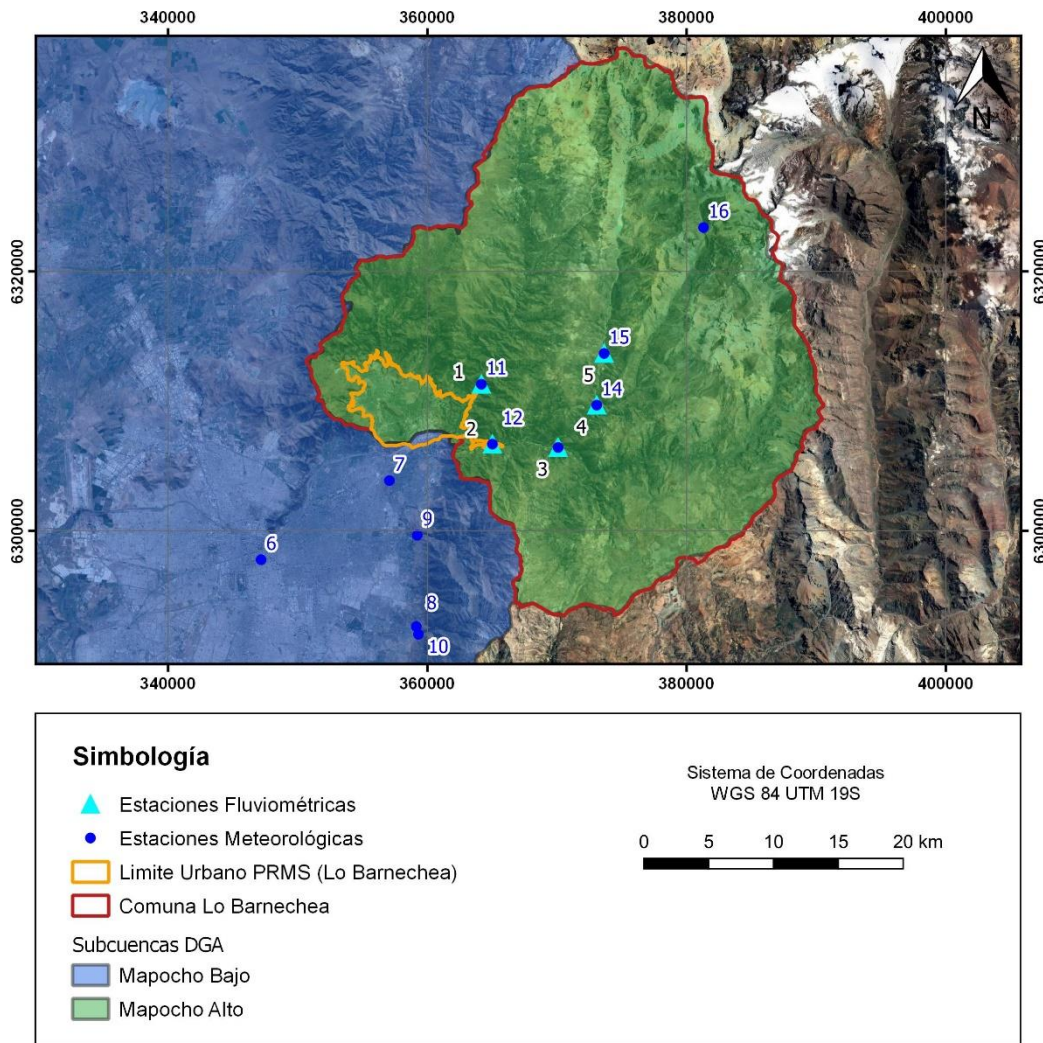
Cuadro Apéndice D—8 Capacidad de los cauces del Grupo II

Quebrada	Capacidad
Q. El Ají	Entubada en algunos cruces con capacidad $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. El Gabino	Entubada en algunos tramos lo que reduce su capacidad a $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$.
Q. Las Rosas	Amplia capacidad de porteo, incluso para $Tr = 100$ años ($Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$).
Q. El Manzano	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años ($Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. El Culén	Capacidad amplia inclusive para $Tr = 100$ años ($4,2 \text{ m}^3/\text{s}$)
Q. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años
Q. El Carrizo Bajo	Se encuentra canalizado con capacidad para $Tr > 100$ años.
El Guindo	Capacidad suficiente para $Tr > 100$ años
E. Arrayán	Canalización del sector camino El Cajón tiene una capacidad $Q = 69,1 \text{ m}^3/\text{s}$ insuficiente para $Tr = 5$ años.

D.3 Información Hidrometeorológica

La información hidrometeorológica disponible en la red de estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA) corresponde a estaciones meteorológicas y fluviométricas. Las primeras entregan información relacionada a precipitaciones (y otros parámetros climáticos), mientras que las segundas entregan información de caudales. Para el análisis se han considerado las estaciones fluviométricas en la subcuenca Mapocho Alto de acuerdo a la delimitación de cuencas de la DGA, que contiene en su delimitación a la comuna de Lo Barnechea, y estaciones meteorológicas que se ubican igualmente en la subcuenca Mapocho Alto y al poniente, en la subcuenca Mapocho Bajo, de acuerdo al detalle presentado en la Figura Apéndice D—3.

Figura Apéndice D—3 Estaciones meteorológicas y fluviométricas DGA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA BNA-DGA

En el Cuadro Apéndice D—9 se presenta el detalle de las estaciones fluviométricas, mientras que en el Cuadro Apéndice D—10 se entrega la información correspondiente a las estaciones meteorológicas. Complementando lo anterior se entrega en el

Cuadro **Apéndice D—11** (estaciones fluviométricas) y en el Cuadro Apéndice D—12 (estaciones meteorológicas) la extensión de la información disponible para descarga en el sitio web de la DGA (<http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>), considerando los meses con más de 20 datos como meses completos. Es posible notar que a nivel fluviométrico las estaciones con un registro más largo corresponden a Río Mapocho en Los Almendros y Estero Arrayán en La Montosa, mientras que a nivel meteorológico son Terrazas oficinas centrales DGA, Antupirén y Cerro Calán.

Cuadro Apéndice D—9 Estaciones Fluviométricas DGA

N°	Cod. BNA	Estación	Coordenadas UTM WGS84 19S		Altitud	Fecha Inicio	Estado
			Este	Norte			
1	05722001-5	Estero Arrayan en La Montosa	364.171	6.311.298	880	01/08/1980	Vigente
2	05722002-3	Río Mapocho en Los Almendros	365.020	6.306.679	966	01/01/1986	Vigente
3	05720001-4	Río Molina antes junta San Francisco	370.094	6.306.419	1.158	01/09/1974	Vigente
4	05721001-K	Estero Yerba Loca antes junta San Francisco	373.072	6.309.689	1.350	01/09/9174	Vigente
5	05721016-8	Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca	373.641	6.313.676	1.550	01/05/2009	Vigente

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA BNA-DGA

Cuadro Apéndice D—10 Estaciones Meteorológicas DGA

N°	Cod. BNA	Estación	Coordenadas UTM WGS84 19S		Altitud	Fecha Inicio	Estado
			Este	Norte			
6	05730016-7	Terraza oficinas centrales DGA	347.173	6.297.768	560	01/01/1960	Vigente
7	05730012-4	Cerro Calán	357.078	6.303.869	848	01/06/1975	Vigente
8	05730013-2	Antupirén	359.149	6.292.612	904	01/06/1975	Vigente
9	05730008-6	Quebrada Ramon en recinto EMOS	359.226	6.299.663	845	01/07/1996	Vigente
10	05730039-6	Quebrada de Macul	359.320	6.292.012	950	29/04/2003	Vigente
11	05722001-5	Estero Arrayan en La Montosa	364.171	6.311.298	880	01/08/1980	Vigente
12	05722002-3	Río Mapocho en Los Almendros	365.020	6.306.679	966	01/01/1986	Vigente
13	05720001-4	Río Molina antes junta San Francisco	370.094	6.306.419	1.158	01/09/1974	Vigente
14	05721001-K	Estero Yerba Loca antes junta San Francisco	373.072	6.309.689	1.350	01/09/1974	Vigente
15	05721016-8	Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca	373.641	6.313.676	1.550	01/05/2009	Vigente
16	05721017-6	Estero Yerba Loca en Piedra Carvajal	381.313	6.323.390	3.250	21/04/2011	Vigente

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA BNA-DGA

Cuadro Apéndice D—11 N° de meses con información en estaciones fluviométricas

ESTACIÓN	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Estero Arrayan en La Montosa					
Río Mapocho en Los Almendros					
Río Molina antes junta San Francisco					
Estero Yerba Loca antes junta San Francisco					
Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca					

Meses Con información



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA BNA-DGA

Cuadro Apéndice D—12 N° de meses con información en estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Terraza oficinas centrales DGA						
Cerro Calán						
Antupirén						
Quebrada Ramon en recinto EMOS						
Quebrada de Macul						
Estero Arrayan en La Montosa						
Río Mapocho en Los Almendros						
Río Molina antes junta San Francisco						
Estero Yerba Loca antes junta San Francisco						
Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca						
Estero Yerba Loca en Piedra Carvajal						

Meses Con información



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA BNA-DGA

Apéndice E Línea Base de Sismicidad

El contexto geodinámico de subducción dado por la convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana, emplaza al territorio chileno sobre un borde tectónicamente activo que ha caracterizado la historia sísmica del país. El fenómeno de convergencia entre las placas oceánica y continental produce un alto nivel de acoplamiento mecánico en la zona de contacto interplacas, lo que genera acumulación de energía que es liberada generando grandes terremotos. Los sismos presentan una clara distribución, donde existe una banda sísmica activa muy angosta (100-150 Km de ancho) y profundidad variable (5-150 Km de profundidad) entre la fosa Perú-Chile, al oeste, y la Cordillera de los Andes, al este.

E.1 Tipos de sismos

Existen cuatro tipos de sismos que afectan al territorio chileno, y estos se reconocen en franjas paralelas de orientación aproximada NS, estas fuentes sismogénicas de oeste a este son: *outer-rise*; interplaca tipo *thrust*; intraplaca de profundidad intermedia; y corticales (Ver anexo B.1.1).

En la zona, el contacto entre las placas se extiende entre los 44 Km (Tichelaar & Ruff., 1993) y los 51 Km (Hayes, Wald, & Johnson, 2012) de profundidad, en esta zona ocurren la mayoría de los hipocentros de los terremotos que han ocurrido en la zona central. Entre este tipo de terremotos destacan: 1730, 1906 y 1985; cuyos largos de ruptura se ilustran en la Figura Apéndice E—1. Adicionalmente, la zona ha sido afectada por sismos intraplaca de profundidad intermedia, tales como los de 1647, 1965 y 1971; y otros sismos de magnitud cercana a 7 con características de terremoto, como el sismo de 1822.

Antes de 1960 el registro de los sismos no tenía la precisión que trajeron los sismómetros modernos, por lo tanto, no existe información exacta para determinar las características de los terremotos previos a esta fecha. Las rupturas de los terremotos anteriores a esta fecha fueron estimadas a partir de datos históricos y la intensidad de los daños de cada uno de los eventos con la metodología propuesta por Kausel & Ramírez (1992). A continuación, se muestran los datos de los sismos de subducción con magnitud superior a 7.2 con zona de ruptura frente a la comuna.

Cuadro Apéndice E—1 Datos de terremotos históricos de subducción con magnitud superior a 7.2 cuya zona de ruptura coincide con el área de estudio.

Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud Aprox.	Año	Mes	Día
-33.05	-71.63	-	8.9	1730	07	07
-33 ≈	-	25	8.2	1906	08	16
-32.01	-71.17	50 a 60 km	7.6	1965	03	28
-32.45	-71.57	60	7.7	1971	07	08
-33.24	-72.04	33	7.7	1985	03	03

Estos sismos anteriormente citados como terremotos de subducción, son denominados por su fuente sísmica como interplaca tipo *thrust*, y tal como se mencionó representan un tipo de las cuatro fuentes que pueden afectar al territorio. A partir de la sismicidad registrada por la red sismológica internacional se puede visualizar la distribución de las cuatro fuentes que se describirán a continuación (Figura Apéndice E—2).

Figura Apéndice E—1 Terremotos de subducción históricos con magnitud estimada y calculada mayor a 7.2 y sus respectivas áreas de ruptura.

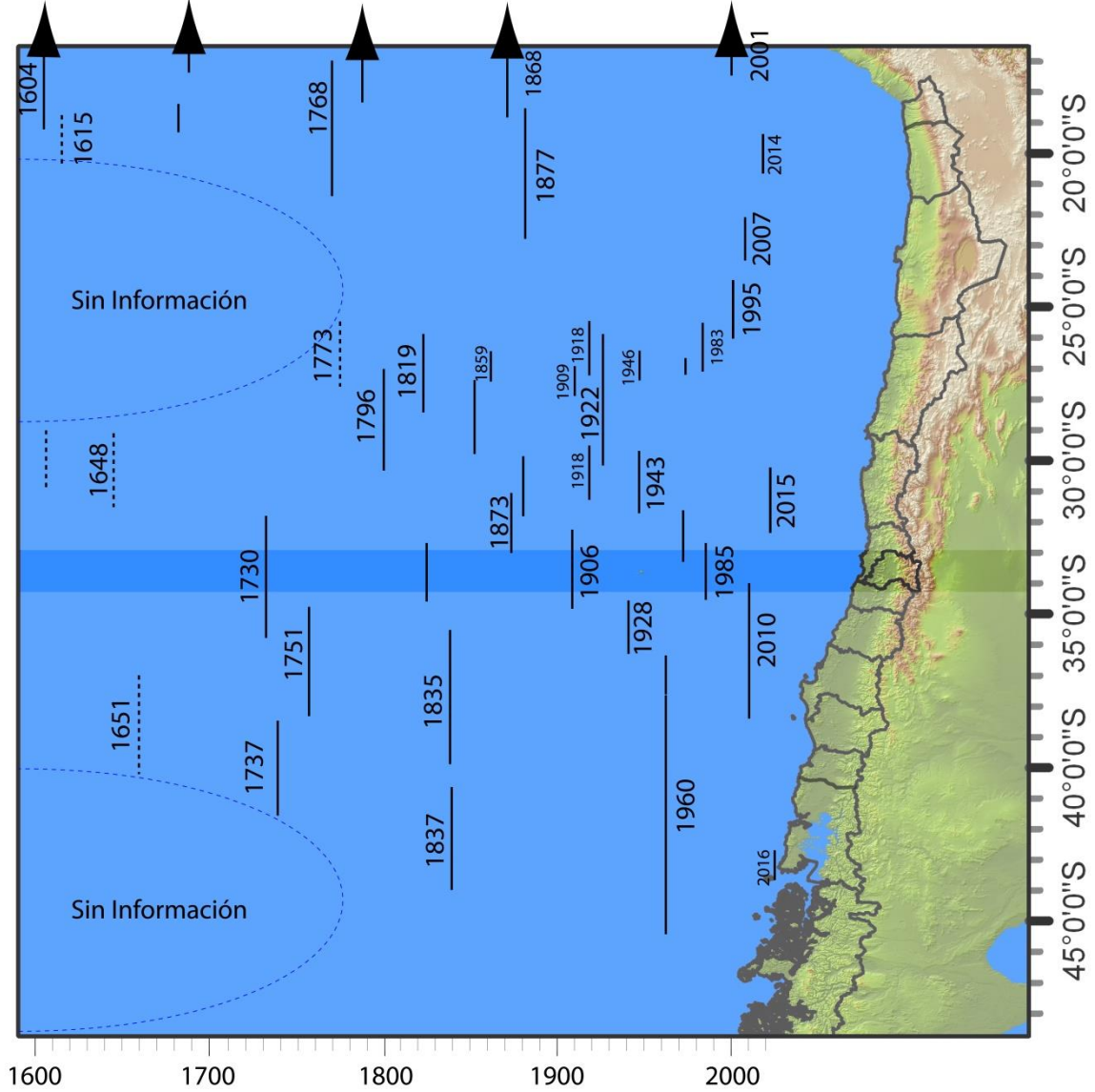
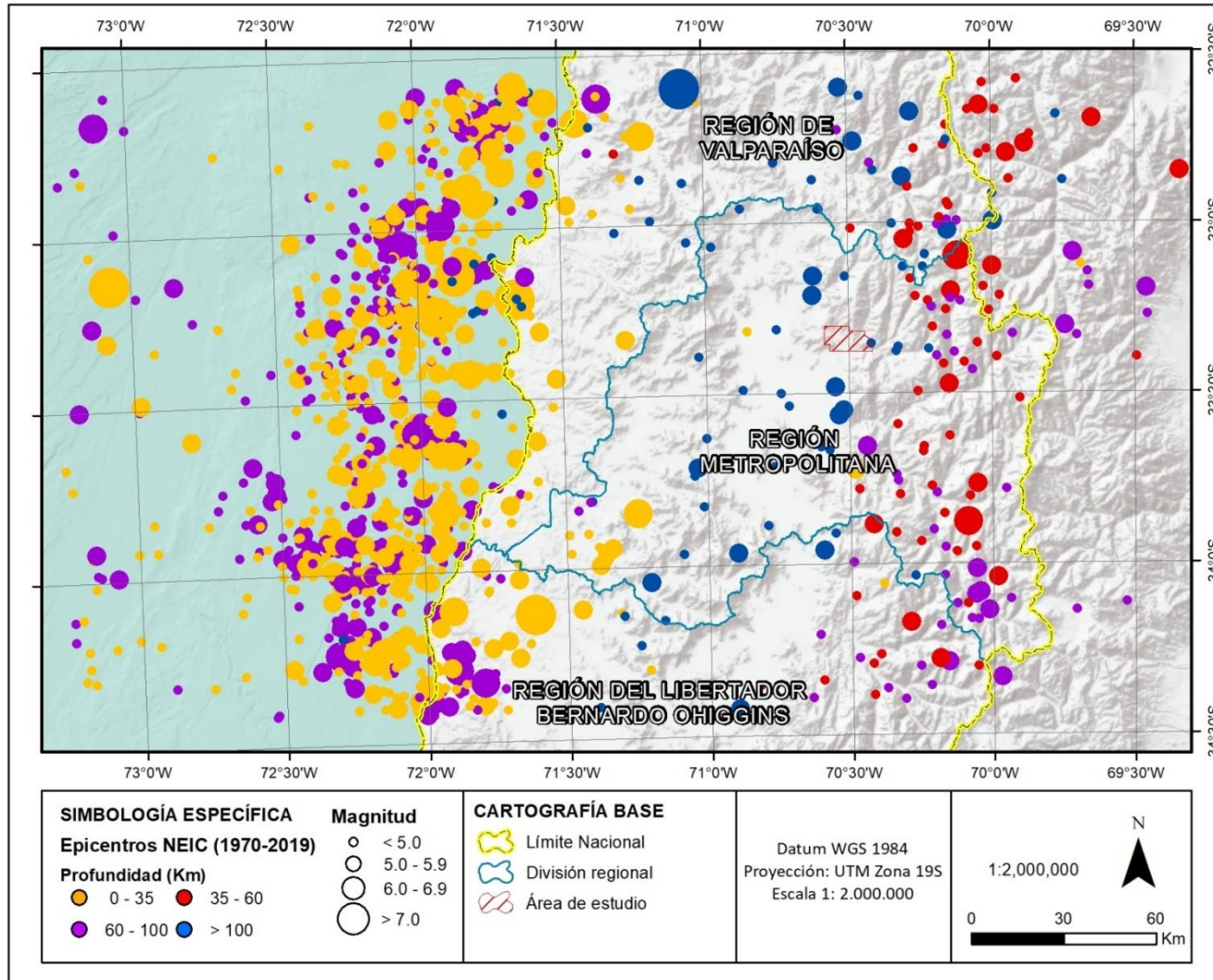


Figura Apéndice E—2 Mapa regional con epicentros de sismicidad registrada de magnitud superior a 4.5 por el catálogo NEIC entre 1970 y 2019.



En Figura Apéndice E—2 se pueden observar cuatro grupos subparalelos de franjas sísmicas, sobre el océano al extremo oeste de la figura se emplazan los sismos con fuente *outer-rise*, en la costa donde hay una mayor densidad de puntos se ubican los sismos con fuente interplaca tipo *thrust*, luego sobre el continente, donde se emplazan los valles centrales la fuente sísmica se denomina interplaca de profundidad intermedia, y en la zona cordillerana se generan los de fuente cortical. Las observaciones que se pueden realizar en la franja espacial entre los 32° y 34° aproximadamente, son las siguientes:

1. La mayor concentración de sismicidad en el periodo registrado por el catálogo NEIC se dispone en la línea paralela a la costa y mayormente sobre los 35 Km de profundidad. Son estos terremotos los que se generarían en el contacto de las placas, es decir, interplaca. Ejemplo de este sismo es el terremoto de 1985 de magnitud 7.2 Mw a 38 Km de profundidad según catálogo NEIC.
2. En la zona central sobre el continente, donde se ubican los valles transversales al norte y el valle central a la latitud de Santiago, la densidad de los sismos es menor que los terremotos interplaca y ocurren a una profundidad mayor a 100 Km (color azul). Estos sismos corresponden a la fuente sísmica intraplaca y dentro de esta categoría destacan los terremotos de 1965 y 1971 con profundidades entre 50 y 60 Km y magnitudes 7.6 M.w y 7.7 M.w respectivamente, este último se puede observar en la Figura Apéndice E—2. Estos eventos afectaron fuertemente a la Región Metropolitana.
3. En la franja cordillerana con una distribución más dispersa se ubican los terremotos cordilleranos de menor magnitud que el resto de los sismos. Estos sismos están asociados a la deformación actual de la cordillera.

En resumen, la comuna de Lo Barnechea se encuentra expuesta a la ocurrencia de tres tipos de sismos observables en la Figura Apéndice E—2, (1) sismos interplaca tipo *thrust*; (2) sismos intraplaca de profundidad intermedia, (3) sismos cordilleranos.

- **Sismos interplaca tipo *thrust***

Como se ha mencionado, esta fuente sismogénica ocurre en el contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, estos eventos que suelen tener grandes magnitudes generan terremotos con alta capacidad de daños a la infraestructura. En la zona de estudio destacan los terremotos de Valparaíso de 1906 con magnitud 8.2 Mw y de Algarrobo de 1985 con magnitud 7.8 según el Centro Sismológico Nacional (CSN)².

- **Sismos intraplaca de profundidad intermedia**

Esta fuente sísmica está asociada a los terremotos que ocurren dentro de la placa de Nazca, por ello sus profundidades son mayores a 50 Km y pueden llegar a los 200 Km. Este tipo de sismos que presentan una menor frecuencia en comparación a los interplaca, estarían asociados a eventos con un potencial muy destructivo con altas aceleraciones máximas debido a la trayectoria que tendrían las ondas desde el hipocentro. De los terremotos históricos destaca el Santiago de 1647, que podría estar asociado a una fuente intraplaca (Cisternas, 2012), el cual

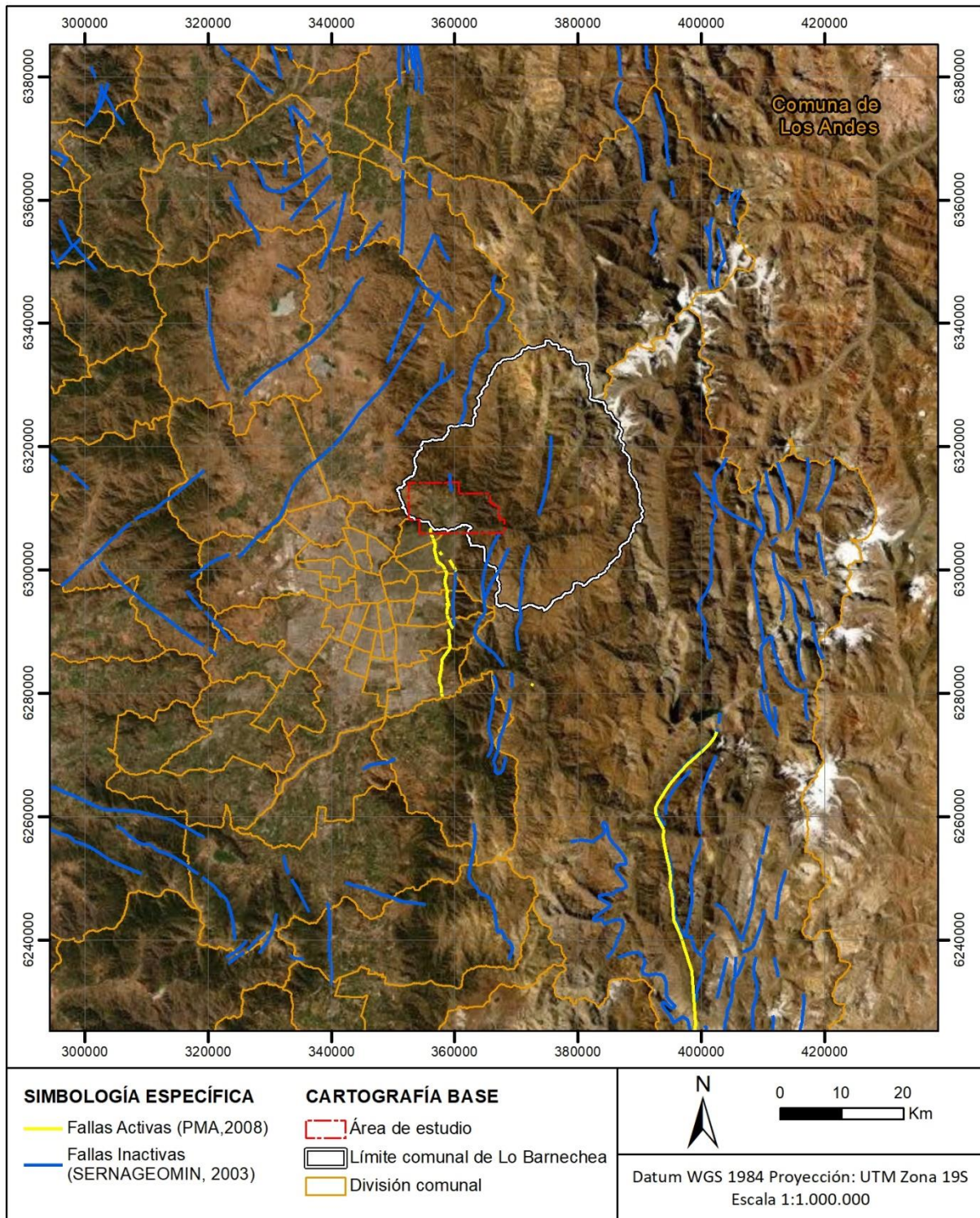
² <http://www.csn.uchile.cl/sismologia/grandes-terremotos-en-chile/> consultado el 12/12/19.

corresponde a uno de los sismos más catastróficos ocurridos en la zona de estudio. Dentro de eventos más recientes destacan los sismos de La Ligua de 1965 e Illapel de 1971.

- **Sismos Cordilleranos**

Corresponden a sismos ocurridos en la zona cordillerana, de estos destacan los sismos corticales generados por fallas geológicas activas. Este tipo de fuente sismogénica se encuentra asociado a eventos de baja profundidad, menores a 30 Km. De acuerdo a los datos levantados por SERNAGEOMIN (2003) y PMA-GCA (2007), solo se reconocería una falla regional como una estructura activa cercana a la comuna (Figura Apéndice E—3), por otro lado, el catálogo NEIC muestra que si habrían algunos pocos eventos de esta categoría pero que al parecer no estarían asociados a esta misma estructura.

Figura Apéndice E—3 Fallas regionales activas e inactivas según PMA y SERNAGEOMIN.



Como se detalló en la línea de base geomorfológica, la comuna de Lo Barnechea se ubica en el límite entre la Cordillera Principal y la Depresión Central, zona que se conoce como frente cordillerano occidental. El frente cordillerano oriental está caracterizado por la ocurrencia de fallas inversas que alzan la cordillera respecto a la depresión central, lo anterior está evidenciado por morfologías como escarpes de falla, terrazas fluviales deformadas, abanicos aluviales cortados por falla y estructuras como pliegues y fallas secundarias que afectan tanto a rocas como a depósitos no consolidados, lo que corresponde a evidencias geológicas de fallas activas (Rauld, 2002; Armijo, y otros, 2010; Rauld, 2011).

En el frente cordillerano occidental la falla más estudiada corresponde a la Falla San Ramón, y su traza superficial está bien delimitada al oeste de Santiago entre los ríos Mapocho y Maipo (Rauld, 2002; Armijo, y otros, 2010; Rauld, 2011). La Falla San Ramón corresponde a la falla inversa más occidental de la cordillera principal y que alza la cordillera sobre el valle central. Esta falla presenta evidencias de actividad durante el Cuaternario, incluyendo el Holoceno y ha estado activa, al menos, desde el Mioceno ya que deforma rocas de la Formación Abanico.

El trazado reconocido de la Falla San Ramón se sigue en el Valle de Santiago hasta el Cerro Alvarado por el norte (Rauld, 2002). En la comuna de Lo Barnechea no ha sido estudiado con detalle, pero se considera que el frente cordillerano occidental, corresponde al sector entre el cordón de las Pozas y el valle del estero El Arrayán en base a las estructuras y morfologías que se observan en dicho sector y su relación con la traza de la falla San Ramón ubicada más al sur.

E.2 Catastro de Sismos

Se recopilaron los principales terremotos registrados en la zona central que afectaron a la zona, con base en Urrutia & Lanza (1993) y Petit-Breuilh (2004).

Terremoto del 13 de Mayo de 1647: La ciudad de Santiago quedó prácticamente arruinada, se cayeron la mayoría de los edificios. Los efectos del terremoto abarcaron desde los ríos Limarí y Choapa por el norte y hasta Cauquenes y Maule por el sur.

Terremoto de 22 de Julio de 1687: De intensidad aproximada de VII. Su epicentro se ubica entre San Felipe y La Ligua, con latitud entre los 32º y 34º sur. Daños en convento en San Felipe y daños en Santiago.

Terremoto del 8 de Julio de 1730 (M ≈ 8.9): Es considerado uno de los mayores sismos que han afectado el territorio de Chile, con magnitud estimada entre 8.5 y 9. Produjo daños entre La Serena-Coquimbo y Chillán. Grandes daños en San Felipe, Tiltil y Renca. Y un maremoto que afectó la zona centro y sur de Chile.

Terremoto del 19 de Noviembre de 1822: Sismo que fue sentido desde Illapel hasta Chiloé. Valparaíso y Quillota fueron afectados, falleciendo en la primera 66 personas. En Santiago no se registraron personas muertas.

Terremoto del 2 de Abril de 1851: Terremoto que causó daños de consideración en Valparaíso y Santiago, dejando una decena de muertos y varios heridos. Grandes daños se registraron en el pueblo de Renca y Pudahuel.

Terremoto del 7 de Julio de 1873: El terremoto afectó la zona central del país produciendo los mayores daños en Petorca, la Ligua y los alrededores. Daños menores en Santiago y Valparaíso.

Terremoto del 16 de Agosto de 1906 (M=8.2): El epicentro de este terremoto se ubicó entre Limache y Valparaíso. Hubo más de dos mil personas fallecidas. En Santiago se registraron daños de consideración. Hubo levantamientos de terreno en la costa.

Terremoto del 14 de Abril de 1927: Terremoto de intensidad IX. El epicentro fue entre los volcanes Tupungato y Aconcagua. Las zonas afectadas fueron Santiago, San Felipe, Los Andes, Mendoza. El sismo produjo grandes daños, pérdidas humanas y heridos.

Terremoto del 28 de Marzo de 1965 (M =7.6): El epicentro se encontró en la comuna de la Ligua. La profundidad del foco fue de 50 a 60 km. En Santiago murieron dos personas.

Terremoto del 8 de Julio de 1971 (M =7.75): Afectó principalmente las zonas de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso y Santiago.

Terremoto del 3 de Marzo de 1985 (M =7.7): El movimiento se sintió desde la III y IX región. Con este terremoto hubo destrucción de viviendas que causaron víctimas fatales, destrucción de pavimentos, caída de puentes.