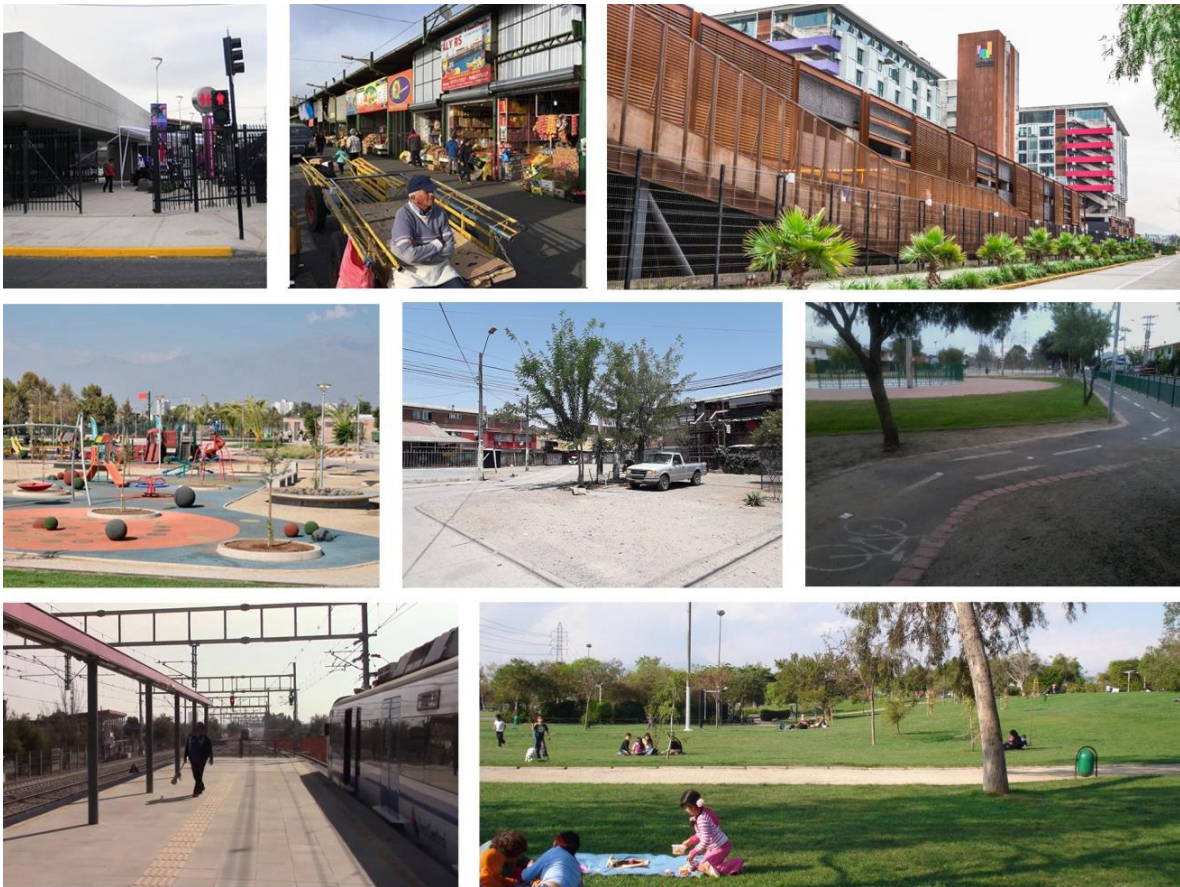


ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL COMUNA DE PEDRO AGUIRRE CERDA



ETAPA 6, APROBACIÓN INSTITUCIONAL

Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental

Marzo 2025

Índice

1 Introducción	4
1.1 Área de Estudio	4
1.2 Objetivos	4
1.3 Marco Jurídico	5
1.4 Alcances y Limitaciones	8
2 Metodología	8
2.1 Análisis de imágenes satelitales.....	9
2.2 Catastro de Factores Condicionantes y Desencadenantes	9
2.3 Campaña de terreno.....	9
3 Antecedentes del area de estudio	11
3.1 Clima, Vegetación e Hidrografía.....	11
3.2 geomorfología	13
3.3 Geología.....	14
4 Riesgos naturales y antrópicos reconocidos en PAC	15
4.1 Clasificación de los Riesgos	15
4.2 Riesgos Naturales:	18
4.2.1 Zonas inundables o potencialmente inundables.....	18
INUNDACIONES O AVENIDAS.....	18
4.2.2 Zonas con peligro de ser afectadas por remociones en masa	21
REMOCIONES EN MASA	21
4.2.3 Zonas con peligro de ser afectadas por actividad sísmica	22
SISMOS	22
4.3 Diagnóstico de riesgos naturales en comuna Pedro Aguirre Cerda	23
4.3.1 Riesgos de inundaciones para PAC	23
4.3.2 Riesgos de remociones en masa para PAC	28
4.3.3 Riesgos de daños por sismos para PAC	29
5 Recomendaciones y Conclusiones	34
5.1 Recomendaciones	34
5.2 Conclusiones	34

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca en el Instrumento “Actualización Plan Regulador Comunal Pedro Aguirre Cerda”, Región Metropolitana, identificando zonas susceptibles a ser afectadas por procesos de inundación, sismos, deslizamientos y remociones en masa, además, de poder establecer zonas de riesgo específicas para la formulación de los respectivos instrumentos de planificación territorial.

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

La comuna de Pedro Aguirre Cerda es una de las 32 comunas pertenecientes a la Provincia de Santiago, Región Metropolitana y se ubica hacia la porción Centro – Sur. Sus límites son (Figura 1):

- Al Norte con las comunas de Estación Central y Santiago a través del Zanjón de la Aguada (Avenida Centenario, Lindero Sur del Complejo Judicial y Penitenciario de Santiago).
- Al Este con la comuna de San Miguel a través de la Ruta 5 Sur.
- Al Oeste con la comuna de Cerrillos en la Autopista Central – Eje General Velásquez.
- Al Sur con la comuna de Lo Espejo, separadas por la Avenida Lo Ovalle.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es generar un estudio fundado de riesgo y protección ambiental, identificando y delimitando en el área de estudio los riesgos que han de ser incorporados y/o adecuados en la Actualización Plan Regulador Comunal, de acuerdo con lo señalado por el artículo 2.1.17 y 2.1.18 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Junto con ello se identificarán las áreas de protección de recursos de valor natural.

Los objetivos específicos de este estudio consisten en:

1. Elaborar de un catastro, descripción y reconocimiento de los principales peligros naturales y antrópicos que pueden afectar al área de estudio, así como sus factores condicionantes y detonantes.
2. Elaborar una Línea de base del medio físico y natural a través de información secundaria y primaria levantada en terreno.
3. Identificar y describir los tipos de riesgos presentes en el área de estudio.
4. Delimitar las áreas de riesgos consideradas en el área de estudio.

Figura 1. Ubicación Comuna Pedro Aguirre Cerda y límites con comunas adyacentes.



Fuente: Plano Regulador Ilustre Municipalidad de Pedro Aguirre Cerda. SECPLAN. 2015.

1.3 MARCO JURÍDICO

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su artículo 2.1.17 “Disposiciones complementarias” indica que en los planes reguladores podrán definir áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas, se denominarán “áreas de riesgo” o “zonas no edificables” según sea el caso de acuerdo con la siguiente descripción. 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 del presente estudio, “áreas de riesgo” son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un “peligro geológico”. Las zonas no edificables” corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, líneas ferreras, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

Para el territorio en estudio se identifican como “zonas no edificables” la faja de resguardo referida al tendido y torres de alta tensión emplazada por Avda. Clotario Blest - Avda. Isabel Riquelme, así como también la faja de resguardo de la línea férrea.

Ambas fajas se encuentran reguladas por sus respectivos ordenamientos jurídicos, las cuales deberán ser reconocidas en la actualización de este PRC. El municipio cuenta con información referida a la existencia de redes de gas natural presentes en la comuna, siendo la principal de estas la que acompaña el trazado de Avda Departamental. Se ratificará dicha información con los organismos competentes, lo que permitirá conocer con mayor precisión el trazado y los requerimientos de faja de resguardo de tal infraestructura. Ello será informado en la próxima etapa del estudio.

De acuerdo con la OGUC, las “áreas de riesgo” se determinarán en base a las siguientes características:

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. De acuerdo con las definiciones utilizadas en este informe, corresponde a las áreas de riesgo por desbordes de cauces, anegamiento y tsunami.
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, Corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa
3. Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas, no zonificados en este estudio
4. Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana. Corresponde a riesgo de incendio

Para autorizar proyectos a emplazarse en áreas de riesgo, se requerirá que se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un Estudio Fundado, elaborado por profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda. Haciendo una agrupación de las amenazas naturales que generan la definición de zonas de riesgo según la OGUC, se reconocen procesos de Inundación por desborde de cauces, inundación por tsunami, anegamiento; Remociones en Masa e incendios. Además de lo anterior, las Normas Chilenas de construcción incorporan las variables sísmicas, considerando que Chile es uno de los países más sísmicos del mundo (de la cual sólo se hará referencia en el presente estudio). Más adelante se presenta una descripción de las amenazas antes señaladas.

Finalmente, las “áreas de protección de recursos de valor natural” corresponden a todas aquellas en que existan zonas o elementos naturales protegidos por el ordenamiento jurídico vigente, tales como: bordes costeros marítimos, lacustres o fluviales, parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales.

Las “Áreas de Riesgo” corresponderán a zonas con distintos niveles de susceptibilidad ante un determinado proceso, evaluada como la superposición de antecedentes, no determinándose niveles de peligrosidad o probabilidad de ocurrencia en el tiempo. La definición de áreas de riesgo estará acotada la comuna de Pedro Aguirre Cerda. Respecto de Áreas de protección de recursos de valor natural, se recopilará la información del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, para el área de la intercomuna. (2.1.18 OGUC).

Plan Regulador Metropolitano de Santiago

El Plan Regulador Metropolitano de Santiago (**PRMS. Texto Actualizado del 04.11.94**) presenta en su **Título 1° Disposiciones Generales**:

(Artículo 1.2 PRMS). Las disposiciones contenidas en esta Ordenanza se refieren a las materias siguientes:

Límites de extensión urbana, zonificación metropolitana, uso del suelo, equipamientos de carácter metropolitano e intercomunal, zonas exclusivas de usos molestos, áreas de restricción, áreas de resguardo de la infraestructura metropolitana, intensidad de ocupación del suelo, como asimismo actividades que provocan impacto en el sistema metropolitano y exigencias de urbanización y edificación cuando sea pertinente. No obstante, lo anterior, la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, podrá calificar, de acuerdo con sus facultades, otras materias que deban ser tratadas a nivel intercomunal.

En todo lo no previsto en la presente Ordenanza regirán las disposiciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, su Ordenanza y la legislación y normas complementarias que corresponda.

Artículo 1.3. Para los efectos de la aplicación del presente Plan se consideran los siguientes niveles de planificación:

a) Metropolitano: Es aquel en que el tema tratado o la norma que se establece involucra al conjunto de comunas que componen el territorio del Plan (v.g.: Sistemas Viales Metropolitanos, etc.)

b) Intercomunal: Es aquel en que el tema tratado o la norma que se establece involucra a dos o más comunas sin alcanzar la totalidad del territorio del Plan.

c) Comunal o Local: Es aquel en que el tema tratado o la norma que se establece involucra a una comuna específica.

(Artículo 1.4 PRMS) Las disposiciones de este Plan que constituyan alteraciones de los Planes Reguladores Comunales se entenderán automáticamente incorporadas a éstos, como modificaciones conforme lo establece el Artículo 38° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Asimismo, en los territorios comunales que no cuenten con Plan Regulador hará las veces de tal el presente Plan.

(Artículo 1.5 PRMS) Sin perjuicio de lo anterior, en el área territorial del Plan Metropolitano, tendrán plena vigencia las disposiciones de los Instrumentos de Planificación actualmente existentes, tales como: Planes Reguladores Comunales, Planes Seccionales y Límites Urbanos, en cuanto no se contrapongan con las disposiciones de este Plan.

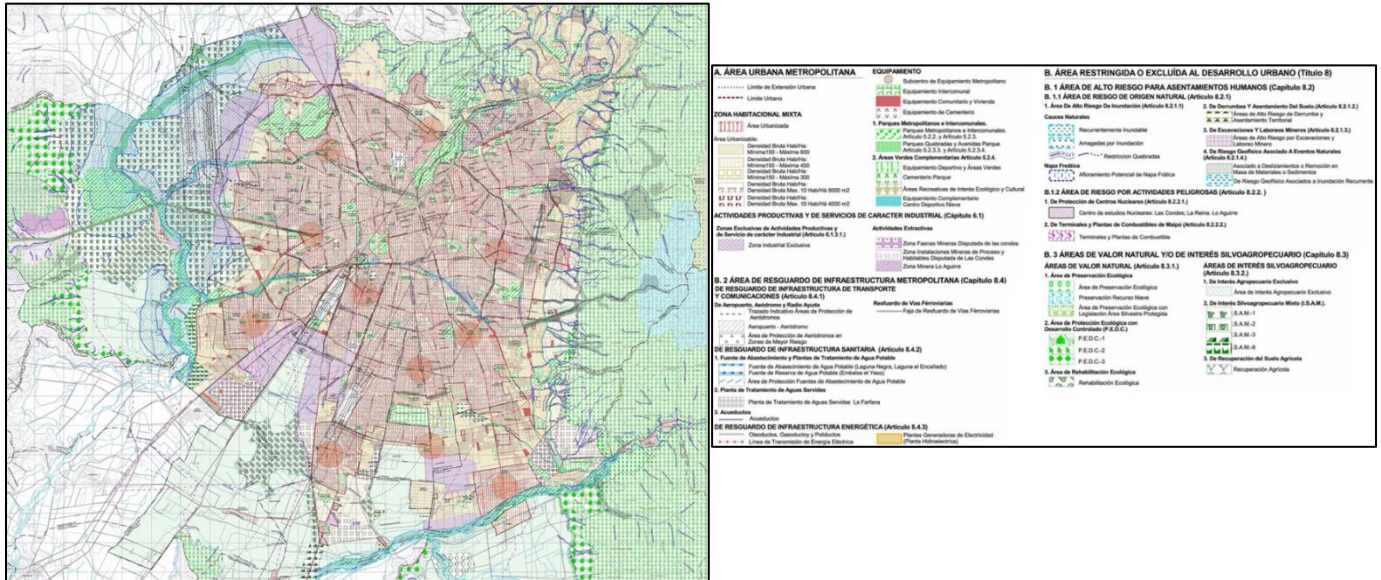
Así mismo el **PRMS** en su **Título 2° “Ámbito Territorial del Plan Metropolitano”** establece:

Artículo 2.1. El Plan Metropolitano se aplicará en todo el territorio de las siguientes comunas, definidas en el Decreto con Fuerza de Ley 1-3260, del 9/3/81 (Diario Oficial del

17/3/81) y sus modificaciones posteriores, que establece la división político-administrativa del país:

Correspondiendo a su numeral 22 de 40, la **Comuna Pedro Aguirre Cerda** estableciendo que “Las disposiciones del Plan Metropolitano se deberán cumplir obligatoriamente en los instrumentos de planificación local de estas comunas”.

Figura 2: Plano PRMS 1994



Fuente: SEREMI MINVU RM, 2007

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Para este estudio se realizó una compilación de referencias bibliográficas, antecedentes históricos, visitas a terreno y la evaluación de los distintos factores condicionantes para zonificar las áreas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico, a una escala 1:5.000 (considerando que la gran mayoría de la información geológica está a una escala mayor a 1:50.000). Se debe destacar que los resultados de este trabajo no deberían ser utilizados a una escala más detallada que la de referencia, ya que esto podría llevar a errores en la interpretación. El resultado de este estudio corresponde a mapas de factores condicionantes, principalmente geológicos y mapas de inventarios. A partir del análisis de los anteriores, se generaron mapas de susceptibilidad para los peligros geológicos reconocidos en la zona a escala 1:5.000. Respecto de la inundación por desborde del Zanjón de la Aguada y anegamientos se realizó una revisión de estudios hidráulicos e históricos en la comuna y de los Instrumentos de Planificación vigentes y visitas a terreno.

2 METODOLOGÍA

El catastro de riesgos geológicos se realiza en base a un análisis de imágenes satelitales, reconocimiento geológico en terreno, a una recopilación de antecedentes bibliográficos y registros históricos disponibles para el área de estudio. Los riesgos geológicos analizados

corresponden a riesgos de aluviones, riesgos de inundaciones y riesgos sísmicos. Para la elaboración del catastro se realizaron las siguientes actividades:

2.1 ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES

A partir de zonas históricamente conocidas como riesgosas, previamente identificadas por URBE en la plataforma Google Earth (**Figura 3**), se define una visita a terreno para evaluar estas zonas in situ y la presencia de elementos geológicos y geomorfológicos, para identificar rasgos tales como terrazas fluviales, aluviales, redes de drenaje, llanuras de inundación y depósitos de rebalse del encauzamiento del Zanjón de la Aguada. Debido a la topografía prácticamente plana de PAC y su completa urbanización, no fue posible realizar una interpretación directamente sobre las imágenes disponibles a escala local – comunal.

2.2 CATASTRO DE FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

La clasificación de los distintos fenómenos de remoción en masa se basa por un lado en el tipo de movimiento que presentan, y por otro lado, en la naturaleza de los materiales involucrados (Varnes, 1978). Los movimientos más frecuentes son de tipo deslizamientos (superficiales y profundos), desprendimientos, volcamientos, mecanismos tipo flujo y extensiones laterales. Mientras que la naturaleza de los materiales afectados puede ser muy variable entre rocas y suelo o combinación de ambos, incluyendo en ocasiones fragmentos material orgánico, troncos de árboles e incluso escombros y basura. La velocidad de una remoción en masa junto al volumen del material movilizado, condicionan en gran medida la capacidad de control que existe sobre el proceso mediante obras de contención o medidas de mitigación.

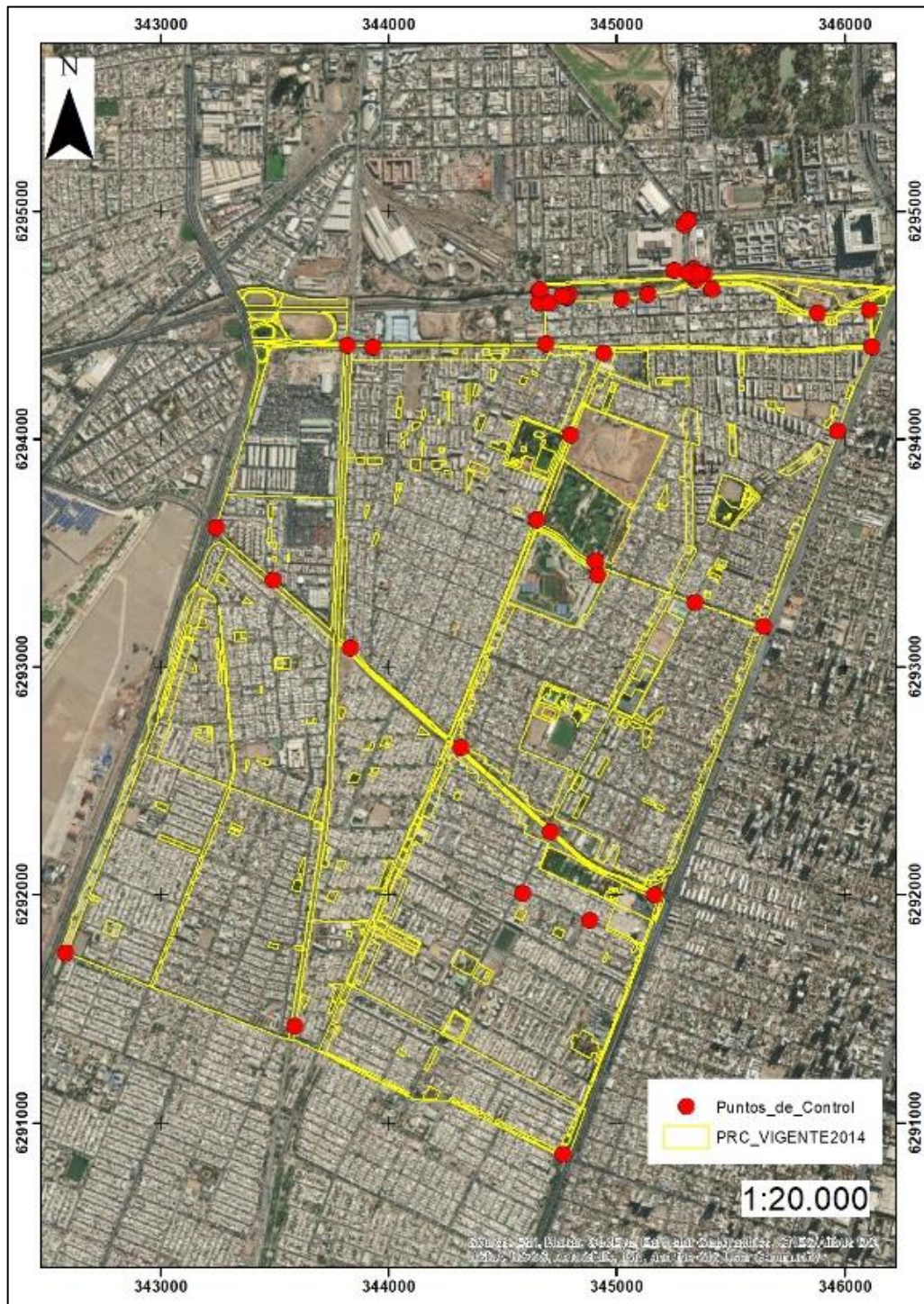
Con el objetivo de determinar las áreas más susceptibles, se recopiló y desarrolló una serie de mapas de factores considerados condicionantes para la ocurrencia de un riesgo geológico dado. Dentro de estos se encuentra:

1. Mapa Geomorfológico, producto de la integración de distintos mapas geológicos y una interpretación de geformas susceptibles a ser afectadas por riesgos geológicos.

2.3 CAMPAÑA DE TERRENO

Para el desarrollo del proyecto se realizó una visita a terreno el día 10 de Abril del 2021 con el objetivo de verificar el catastro realizado recolectando datos locales, información por parte de personas naturales, y realizar observaciones directas de las condiciones geológicas y geomorfológicas para dimensionar la escala de los riesgos presentes dentro de la Comuna Pedro Aguirre Cerda.

Figura 3: Puntos de Control geológico donde se levantó información sobre riesgos de inundación, remoción en masa y sismos.



Fuente: Elaboración propia sobre Google earth

3 ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO

3.1 CLIMA, VEGETACIÓN E HIDROGRAFÍA

El clima de la Región Metropolitana corresponde al tipo "mediterráneo", de estación seca larga y con un invierno lluvioso (Modificado de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile). La temperatura media anual es de 13,9°C, en tanto que el mes más cálido corresponde al mes de enero, alcanzando una temperatura de 22.1°C, y el mes más frío corresponde al mes de julio con 7,7°C. El sello característico lo constituyen las lluvias, cuyas variaciones presentan condiciones bastantes precarias con promedios anuales de 356,2 mm. Las precipitaciones decrecen desde la costa hacia la depresión intermedia, para aumentar nuevamente en la cordillera de los Andes; originándose de esta manera líneas bioclimáticas generales de la región y de la zona central de Chile.

En la cuenca de Santiago, las precipitaciones son irregulares con años lluviosos intercalados con años muy secos. En el sector de Colina y en menor grado en la zona de Santiago, existen climas más áridos y con mayores fluctuaciones térmicas, que reflejan la penetración del clima de estepa, fenómeno que se debe a la presencia de la cordillera costera relativamente alta que actúa como pantalla, dificultando la penetración de las condiciones climáticas marítimas, en cuanto a la humedad relativa que se presenta en la cuenca de Santiago se puede decir que esta decrece progresivamente.

La presencia de la Cordillera de la Costa y el alejamiento del mar son los principales factores que producen las características de continentalidad del clima en la cuenca de Santiago. Este tipo de clima se desarrolla en todo el territorio regional. Su característica principal es la presencia de una estación seca prolongada y un invierno bien marcado con temperaturas extremas que llegan a cero grados. Santiago registra una temperatura media anual de 14°C pero los contrastes térmicos son fuertes en verano las máximas alcanzan valores superiores a 30°C durante el día. Las precipitaciones se registran durante las temporadas invernales, especialmente durante los meses de mayo, junio, julio y agosto. Santiago presenta 369,5 mm de agua caída promedio anual.

Dentro de la Cuenca de Santiago existen diferencias climáticas locales producidas por el efecto del relieve, al pie oriental de la Cordillera de la Costa y, debido al rol de biombo climático de ésta, se presentan áreas de mayor sequedad, e incluso con características semiáridas. El paisaje vegetacional de la Región Metropolitana se caracteriza por ser predominantemente de cordillera, aunque en los valles y cuencas se desarrolla la estepa de acacia caven (Modificado de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).

Debido al alto grado de población que presenta la región, el paisaje se ha visto alterado disminuyendo notablemente la vegetación natural, permaneciendo sólo en las laderas y faldeos cordilleranos. La agricultura y las plantaciones forestales de especies exóticas como eucalipto, álamos y pino han transformado el paisaje agrícola de la región. Sobre los 500 metros de altura se encuentran bosques esclerófilos característicos por su follaje duro y siempre verde que necesita una mayor precipitación (entre 400 y 1.000 mm) para desarrollarse. El depósito paulatino de suelos finos a través del transporte de material en suspensión, proveniente de ríos, esteros y canales, puede generar un relleno de materiales de baja consistencia o compacidad en sus planicies adyacentes.

Antiguos cauces podrían haber sido rellenados sin control y corresponder – por ejemplo – a singularidades de mayor demanda sísmica.

La **Figura 4** presenta el mapa con los cursos de aguas naturales y artificiales. Los cursos artificiales son trazados en color rojo, mientras que los antiguos cursos naturales en color negro y los cursos naturales actuales en azul: Río Mapocho y Zanjón de la Aguada figuran como los más importantes en la actualidad.

Figura 4: Red Hidrográfica de la Cuenca de Santiago

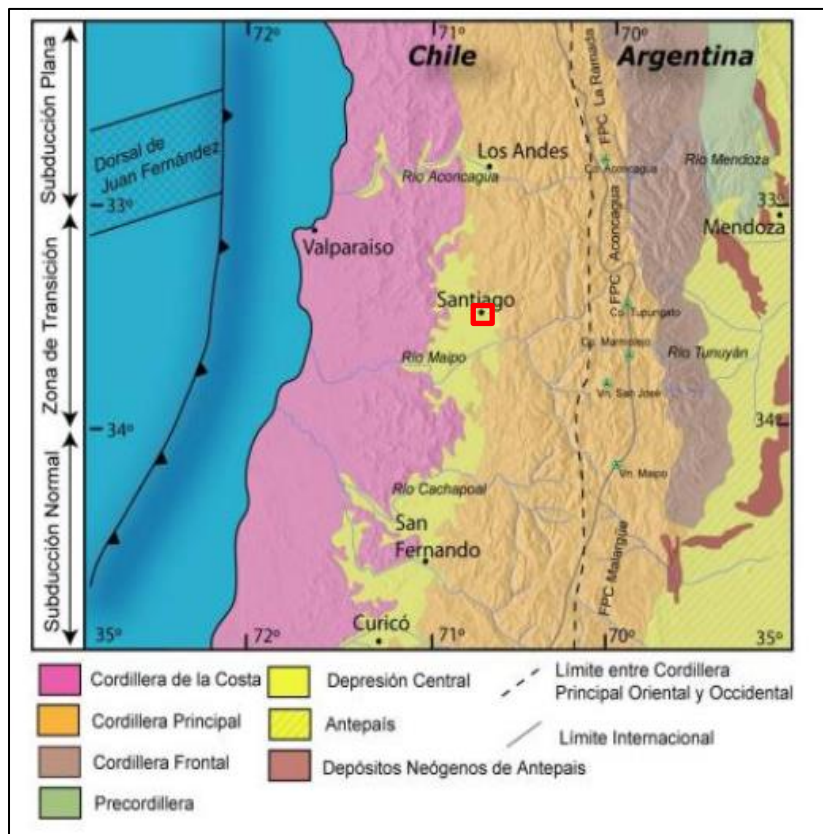


Fuente: Vergara, L. y Verdugo, R.; 2015

3.2 GEOMORFOLOGIA

La cuenca de Santiago se encuentra en parte de la Depresión Intermedia o Valle Central de Chile (**Figura 5**). La cuenca presenta un extenso depósito de sedimentos Cuaternarios con forma aproximadamente elíptica, cuyo eje mayor tiene orientación Norte - Sur con un área cercana a 2,440 km². En ella se encuentran insertos cerros islas de carácter volcánico y granítico que ocupan un área aproximada de 110 km². Brüggén (1950) y Thiele (1980) indican que la cuenca corresponde a un graben limitado por fallas normales al Este y Oeste. Farias et al. (2006) postula que la Depresión Intermedia no puede ser atribuida solamente a procesos tectónicos, sino que gran parte fue generada por el desarrollo de un drenaje lateral. Fallas secundarias habrían originado varias rinconadas al interior de la cuenca principal, tales como La Dehesa, Conchalí, Lo Aguirre y otras. Resultados de investigaciones sobre la neotectónica de la Depresión Intermedia (Lavenú y Cembrano, 2008) permiten evidenciar deformaciones del tipo compresivo en depósitos Pleistocenos cercanos a la ciudad de Santiago, en la parte superior del río Maipo. La cuenca de Santiago se ubica en la Hoya Hidrográfica del río Maipo que se extiende entre el límite con Argentina y el océano Pacífico. Esta Hoya Hidrográfica está compuesta por otras menores, tales como Maipo Superior, Mapocho, Colina, Lampa, Angostura, Maipo Inferior y Depresión Intermedia, constituida principalmente por sedimentos de edad Cuaternaria y cerros islas de composición volcánica y granítica de edad Terciaria.

Figura 5. Morfoestructuras principales 32-25°S en las inmediaciones del área de estudio.



En rojo área de estudio. Fuente: Fock (2005).

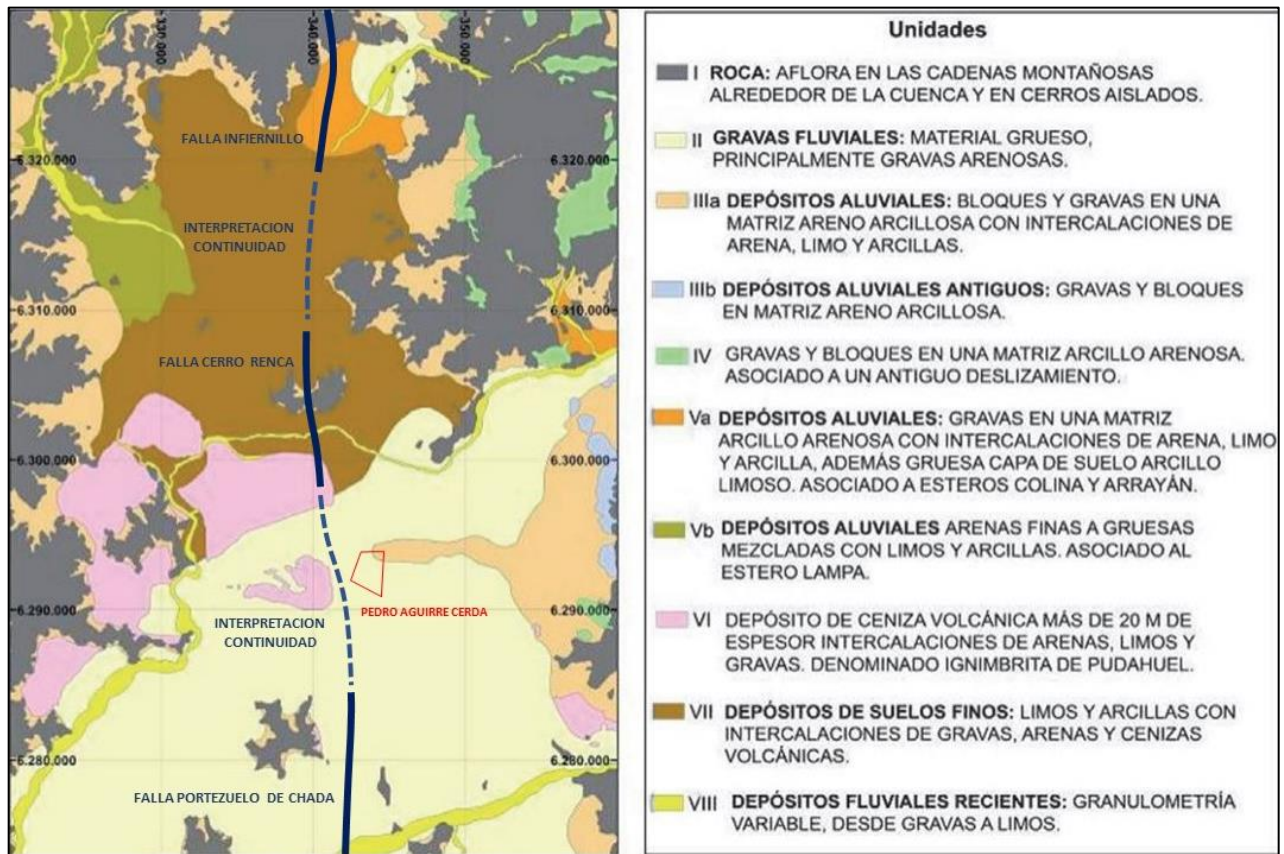
3.3 GEOLOGIA

Según Vergara L. y Verdugo, R. (2015). “Condiciones Geológico – Geotécnicas de la Cuenca de Santiago y su relación con la distribución de daños del Terremoto del 27 F”, Leyton et al. (2010) definen 10 unidades geológicas que conforman el relleno de la cuenca de Santiago (**Figura 6**).

Estas unidades fueron definidas utilizando la información obtenida de pozos y de los estudios desarrollados por Valenzuela (1978), Wall et al. (1999), Milovic (2000), Fernández (2001, 2003), Sellés y Gana (2001), Rauld (2002) y Fock (2005), considerando las principales características granulométricas de los primeros 30 m de profundidad.

Así mismo uniendo (infiriendo continuidad) las trazas de las fallas documentadas: Infiernillo, Cerro Renca y Portezuelo de Chada, se completa el mapa geológico – estructural.

Figura 6. Mapa Geológico – Estructural de la cuenca de Santiago.



Fuente: Vergara L y Verdugo, R. (2015)

4 RIESGOS NATURALES Y ANTRÓPICOS RECONOCIDOS EN PAC

4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Un riesgo geológico es cualquier **condición geológica**, proceso o suceso potencial que suponga una amenaza para la salud, seguridad o bien estar de un grupo de personas, o para las funciones o economías de una comunidad. Los riesgos o catástrofes naturales ocurren por la conjunción de diferentes factores:

























- **Peligrosidad:** la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, potencialmente perjudicial, en un determinado periodo de tiempo y lugar.
- **Exposición:** número de personas y bienes, potencialmente sometidos al riesgo.
- **Susceptibilidad:** está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre un determinado espacio geográfico. Se basa en un análisis heurístico e histórico a diferencia de la Peligrosidad que es un análisis estadístico.
- **Vulnerabilidad:** porcentaje de víctimas y daños (económicos, ecológicos) previsibles estadísticamente. Según su origen y características, los riesgos se clasifican en:
 - **Riesgos Naturales:** El riesgo natural es definido como la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado, de un fenómeno natural potencialmente peligroso para la comunidad y susceptible de causar daño a las personas y a sus bienes; como la actividad sísmica, erupciones de los volcanes, inundaciones, deslizamientos de tierras, avalanchas, aludes, erosiones eólicas y fluviales, incendios de los bosques y demás desastres naturales. Algunos de estos riesgos afectan a personas todos los años.
 - **Riesgos Antrópicos:** Están relacionados con el impacto humano producido sobre los suelos y de las napas de agua subterráneas susceptibles a ser contaminadas. Esta contaminación puede estar causada por productos químicos (principalmente fertilizantes y plaguicidas, y en ocasiones por otros productos tóxicos); por aguas cloacales, efluentes industriales, actividades mineras o industriales y, en general, por el mal uso de las tecnologías.

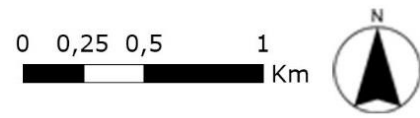
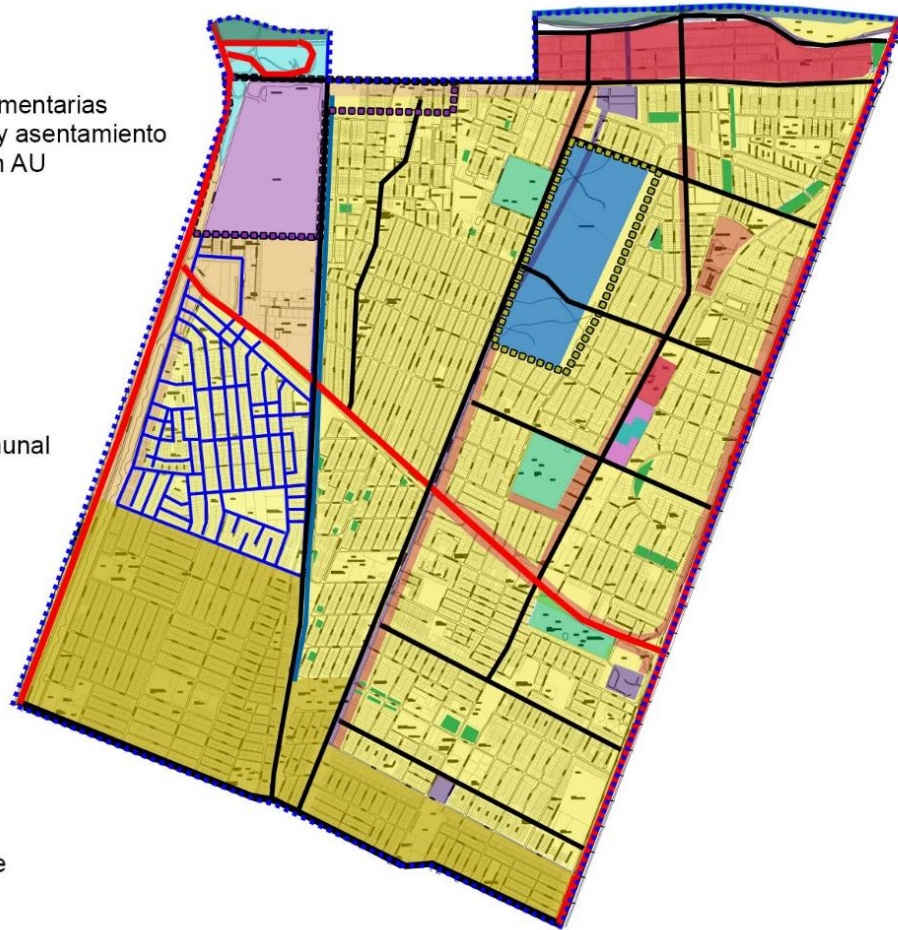
4.1.1 Plan Regulador Comunal

Pedro Aguirre Cerda cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente (Figura 7), cuya zonificación resultante del traspaso o herencia normativa de los PRCs de las comunas de La Cisterna, Santiago y San Miguel, además de normativa de la escala metropolitana del PRMS (Tabla 1). Dicha zonificación está constituida por zonas mixtas (uso residencial y de equipamiento), zonas de equipamiento y zonas de protección y restricción (URBE, 2021).

Figura 7. Plan Regulador Comunal Vigente, comuna de Pedro Aguirre Cerda

SIMBOLOGÍA

-  Límite comunal
- PRMS
-  Parque intercomunal
-  Áreas verdes complementarias
-  Riesgo de derrumbe y asentamiento
-  Industria Exclusiva en AU
-  Vialidad Expresa
-  Vialidad Troncal
- PRC SAN MIGUEL
-  Zona PAC 1
-  Zona PAC 2
-  Zona PAC 3
-  Zona AR 1
-  Zona AR 2
-  Zona Área verde comunal
-  Zona A
-  Zona B
-  Comunal
- PRC SANTIAGO
-  Zona C
-  Zona D
-  Zona E
-  Zona F
-  Colectora secundaria
-  Calle local
- PRC LA CISTERNA
-  Zona R
-  Vialidad Estructurante



Fuente: Elaboración URBE en base a Plano Base I. M. Pedro Aguirre Cerda

Tabla 1. Zonificación, Plan Regulador Comunal Vigente, comuna de Pedro Aguirre Cerda

Zonificación IPT remanente	Descripción de Zonificación
Plan Regulador de Santiago	Zona C. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal, comunal y metropolitano. Actividades productivas inofensivas (talleres, industria y almacenamiento). Agrupamiento aislado, pareado y continuo y 14 m. de altura máxima.
	Zona D. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal, comunal y metropolitano. Actividades productivas inofensivas (talleres almacenamiento). Agrupamiento aislado, pareado y continuo y 12 m. de altura máxima.
	Zona E. Usos permitidos: equipamiento comunal y metropolitano. Actividades productivas inofensivas (talleres almacenamiento). Agrupamiento aislado, pareado y continuo y 14 m. de altura máxima.
	Zona F. Usos permitidos. Usos permitidos: Equipamiento vecinal, comunal y metropolitano. Actividades productivas inofensivas (talleres almacenamiento).
Plan Regulador de San Miguel	Zona Pedro Aguirre Cerda 1. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal y comunal. Talleres artesanales. Agrupamiento aislado, pareado y continuo y 7 m. de altura máxima.
	Zona Pedro Aguirre Cerda 2. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal y comunal. Almacenamiento y talleres inofensivos Agrupamiento aislado, pareado y continuo 10.5 m. de altura máxima.
	Zona Pedro Aguirre Cerda 3. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal, comunal y metropolitano. Actividades productivas inofensivas (talleres, industria y almacenamiento). Agrupamiento aislado, pareado y continuo y 10.5 m. de altura máxima.
	Zona AR1. Área de protección de subestación eléctrica y sus redes de distribución. Almacenamiento de agua potable, de pozos de captación y estanques elevados.
	Zona AR2. Franja de protección de línea férrea. Áreas de restricción de rellenos sanitarios.
Plan Regulador La Cisterna	Zona R. Usos permitidos: vivienda, equipamiento vecinal y comunal. Talleres artesanales. Agrupamiento aislado y pareado 10.5 m. de altura máxima.

Por otro lado, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) también establece disposiciones para la elaboración del Plan Regulador Comunal en materia de intensidad de ocupación de suelo, zonificación para industria exclusiva, áreas verdes y vialidad. Complementariamente contiene disposiciones programáticas para la definición de un subcentro de equipamiento intercomunal o metropolitano. Como parte del sistema intercomunal de áreas verdes y recreación, se identifican las siguientes áreas verdes intercomunales y áreas verdes complementarias:

- Áreas verdes intercomunales: Isabel Riquelme, Las Torres – Pte. Lo Espejo
- Áreas verdes complementarias: Estadio M. León Prado, Estadio La Feria y Estadio Municipal.

Los terrenos próximos al Zanjón de La Aguada corresponden a un parque adyacente a cauce, establecido normativamente como faja de protección de cauce, a partir del cual se consolidan los parques Isabel Riquelme y La Aguada.

Dichos terrenos corresponden a áreas verdes de uso público, cuyo objetivo es vincular los principales componentes del Sistema Metropolitano de Áreas Verdes y Recreación para brindar servicios ecosistémicos a la ciudadanía. En dicha área sólo se permiten instalaciones mínimas complementarias a la función de actividades recreativas y de esparcimiento al aire libre.

En cuanto a la zonificación para industria exclusiva, el PRMS ha definido en Pedro Aguirre Cerda cerca de 37 hectáreas como zona industrial exclusiva existente con actividades molestas, las que pueden contener diversas actividades de equipamiento, excluido el residencial. La zona corresponde a las instalaciones Agrícola Industrial Lo Valledor y Comunidad Feria Lo Valledor.

Dentro de las áreas de riesgos en que el PRMS restringe el desarrollo urbano, se identifican:

- Áreas de riesgo geofísico asociado a inundación recurrente, sector del Zanjón de la Aguada.
- Área de derrumbe y asentamiento del suelo: Pozo La Feria 13. Actualmente este sector se ha desarrollado como área verde, dentro del proyecto de Parque André Jarlan, en sus etapas 1, 2 y 3, ya materializadas las etapas 2 y 3 (Parque André Jarlán y Parque Pierre Dubois). Estos sectores materializados ya se deberían encontrar desafectados de la restricción, ya que actualmente son parques intercomunales asociadas a pozos extractivos (artículo 5.2.3.5 PRMS).

4.2 RIESGOS NATURALES:

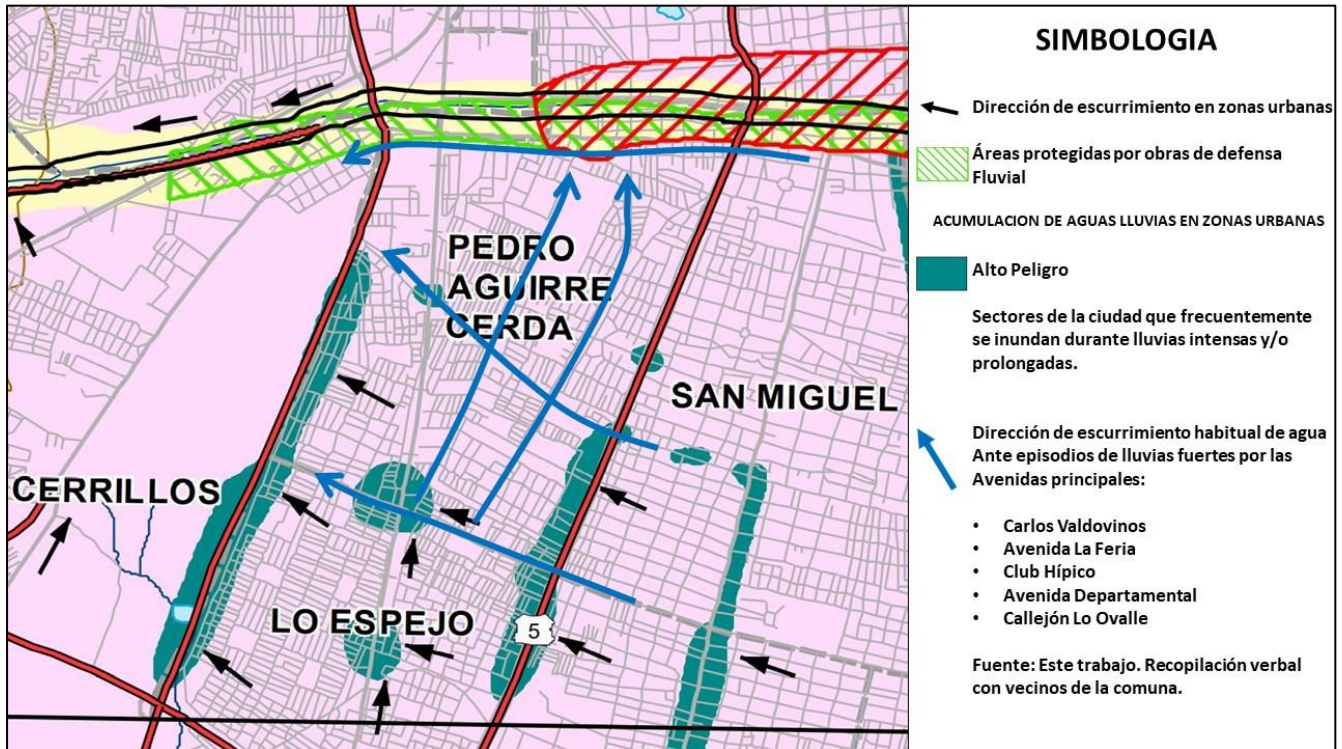
4.2.1 Zonas inundables o potencialmente inundables INUNDACIONES O AVENIDAS

Una inundación es cualquier flujo de las aguas superficiales mayor de lo habitual que supera su confinamiento normal, cubriendo una porción de tierra que por lo general permanece seca. Suelen estar asociados a eventos pluviométricos extremos (lluvias torrenciales, huracanes y deshielo por el aumento de temperatura), produciendo inundaciones por desborde de cauce o anegamientos; pero también pueden ser una consecuencia de fenómenos geológicos (fusión del hielo producto de la actividad volcánica).

La comuna de Pedro Aguirre Cerda es conocida por eventos de inundación que convierten sus avenidas prácticamente en “ríos” afectando sectores – barrios, históricamente (fuente: Este trabajo. Comunicación verbal con vecinos y episodios de ayuda Universitaria ante anegamientos en la comuna, período 1998 – 2004). Así lo muestra el “Mapa de Peligro y Remociones en Masa e inundaciones de la Cuenca de Santiago” (Carta Geológica de Chile – Serie Ambiental, 2003), que muestra para la comuna si bien una baja a nula impermeabilidad de los terrenos y buen drenaje lo que impide el ascenso de los niveles freáticos e inundaciones mayores, si indica zonas específicas de acumulación de aguas lluvias (**Figura 8**).

Esto puede deberse a diversos factores antrópicos como impermeabilización de suelos por pavimentación de calles y pasos bajo nivel sin drenajes adecuados, entre otros (op. cit.).

Figura 8. Detalle para la Comuna PAC en Mapa de Peligro y Remociones en Masa e inundaciones de la Cuenca de Santiago Escala 1:100.000.



Fuente: Carta Geológica de Chile – Serie Ambiental, 2003., modificada con avenidas históricamente inundables en episodios de media – alta precipitación.

Nota: En achurado rojo se define como un área de facies distales de inundación por flujos hiperconcentrados, asociada a algunas quebradas en las que es posible el escurrimiento de flujos de detritos, como los ocurridos en el sector oriente de Santiago el 3 de mayo de 1993, debido a precipitaciones líquidas de alta intensidad (>10mm/h).

Para el año 2008 y según el Ministerio de Obras Públicas, en el Gran Santiago existen 42 puntos críticos de anegamiento e inundaciones, ninguno de ellos presente en el territorio comunal. Sin embargo, según un estudio realizado por la empresa Location Based Business Solutions Chile, existen varias las zonas vulnerables a riesgo de inundación en el Gran Santiago, incluyendo la comuna de Pedro Aguirre Cerda (Figura 9).

Figura 9: De Riesgo de Inundación a nivel comunal del Gran Santiago. Riesgo Alto (Rojo):

Riesgo Medio (Azul): Se inundan con tormentas de frecuencia igual o mayor a una vez cada dos años y menor que una vez por década. **Riesgo Bajo (Verde):** Con frecuencia menor a una vez por década



Fuente: Location Based Business Solutions Chile. 2006

Es así que se pueden observar varios puntos de inundaciones en el territorio comunal, tendiendo como origen, el escurrimiento de las aguas desde el sector oriente, las cuales son evacuadas por la pendiente natural de la cuenca a los sectores más bajos del Gran Santiago. De esta manera, Pedro Aguirre Cerda tiene nodos críticos de los cuales se puede mencionar:

- Intersección de Av. Cerrillos entre Departamental y Av. Lo Ovalle
- Intersección de Av. Maipú/ Av. Lo Ovalle
- Intersección de Av. Maipú/ Av. Departamental
- Intersección de Av. Maipú/ Av. Alcalde Carlos Valdovinos
- Intersección de Av. Alcalde Carlos Valdovinos , entre Bascañan Guerrero y Autopista 5 Sur.
- Intersección de Av. Isabel Riquelme, entre Bascañan Guerrero y Autopista 5 Sur
- Intersección de Av. La Marina/ Manuela Errázuriz

4.2.2 Zonas con peligro de ser afectadas por remociones en masa

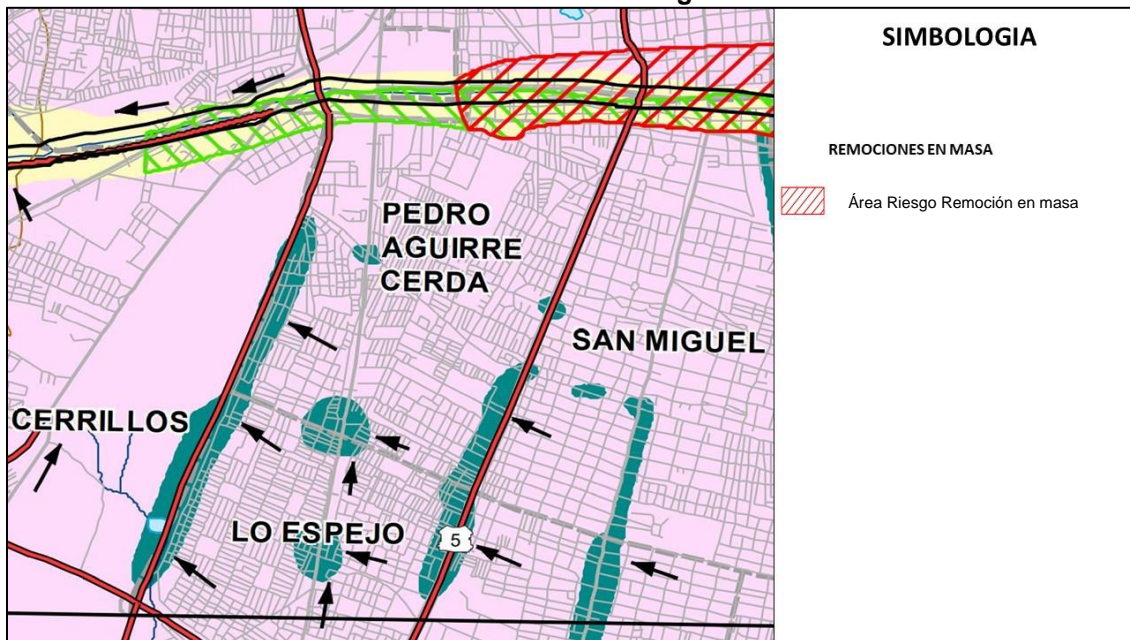
REMOCIONES EN MASA

Las remociones en masa más características dentro de la cuenca de Santiago son los flujos de detritos y, en menor grado, los deslizamientos de laderas. Estos fenómenos son causados, principalmente, por la acción de aguas lluvias torrenciales sobre materiales disgregados de las partes altas de las hoyas hidrográficas y acumulaciones inestables en laderas (Hauser, 1993). Los rangos críticos de pendientes para cada tipo de remoción en masa son variables. Hauser (1993) señala que pendientes mayores a 25° en las cabeceras de las hoyas hidrográficas serían favorables para el desarrollo de flujos o aluviones, mientras que Sepúlveda (1998) señala que aluviones podrían generarse en pendientes menores (que no sobrepasan los 15°).

Los flujos de detritos que han alcanzado mayor desarrollo en el pasado reciente se han producido en el sector de Santiago oriente, debido a que su relieve cordillerano es más alto que el del flanco occidental de la cuenca (Naranjo y Varela, 1996). Los cauces de algunas quebradas donde es posible la ocurrencia de flujos, son señalados como zonas de alto peligro y los abanicos aluviales de las quebradas San Ramón, Nido de Águilas, Macul y Lo Cañas, son considerados con moderado peligro. Los flujos de detritos se diluyen progresivamente al perder parte de su carga sólida, y se transforman en flujos hiperconcentrados a medida que aumenta la distancia desde su fuente (Pierson y Scott, 1985)

En Pedro Aguirre Cerda se ha reconocido asociado a los depósitos geológicos presentes en los bordes del Zanjón de la Aguada hacia su límite NE, un alto peligro de flujo de detritos correspondiente a áreas de facies distales de inundación por flujos hiperconcentrados (Figura 10).

Figura 10. Detalle para la Comuna PAC en Mapa de Peligro y Remociones en Masa e inundaciones de la Cuenca de Santiago Escala 1:100.000.



Fuente: Carta Geológica de Chile – Serie Ambiental, 2003.

4.2.3 Zonas con peligro de ser afectadas por actividad sísmica SISMOS

Un sismo o terremoto se define como un movimiento de tierra provocado por la liberación repentina de energía. Las causas más comunes de esta liberación energética son la tectónica y la actividad volcánica. La mayor parte de los terremotos se produce por la liberación rápida de la energía elástica almacenada en la roca que ha sido sometida a grandes esfuerzos. Una vez superada la resistencia de la roca, ésta se rompe súbitamente, provocando las vibraciones de un terremoto.

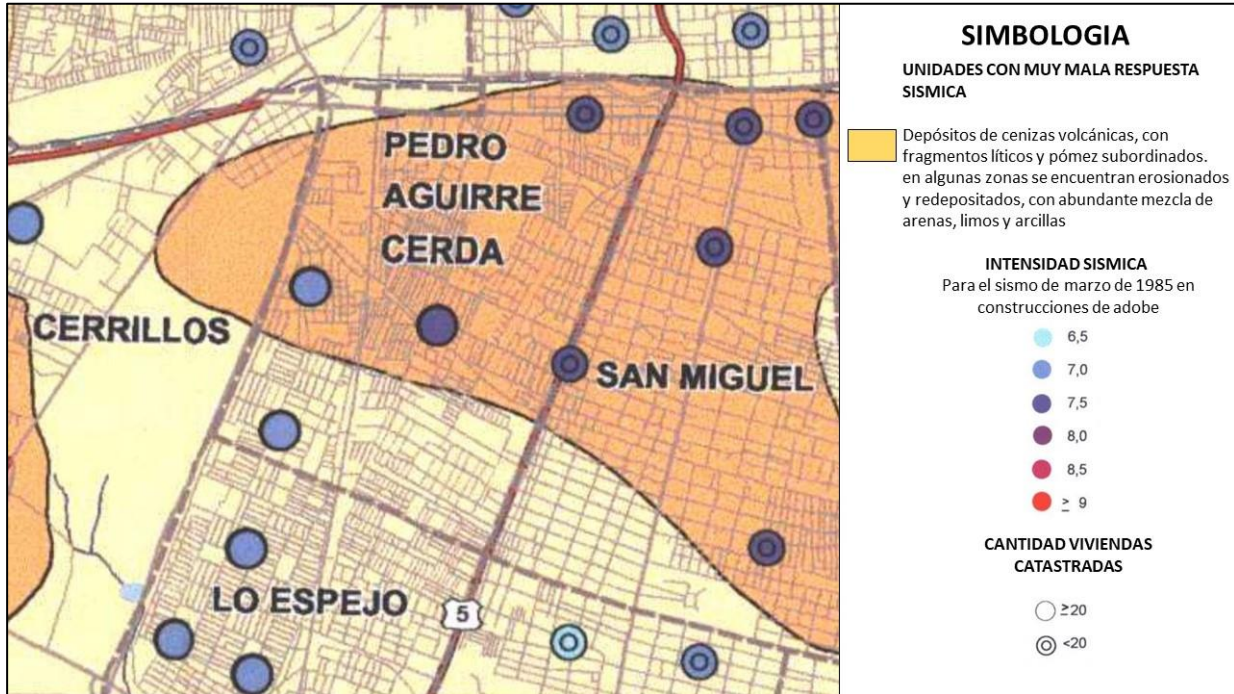
Los daños ocasionados por los sismos pueden ser directos (destrucción o deterioro de edificios) o indirectos (deja la población en situaciones muy precarias debido a la destrucción de viviendas). Laderas en roca con pendientes mayores a 35° serían susceptibles a que se generen deslizamientos, y en un caso sísmico, está pendiente podría ser sólo mayor que 15° (Keefer, 1984). En el caso de caídas de rocas, podrían generarse ante un sismo a partir de un macizo rocoso fracturado, meteorizado, y poco resistentes, en zonas donde los taludes son mayores o iguales a 40° (Keefer, 1984).

Acorde al estudio Respuesta Sísmica de la Cuenca de Santiago (Juan Cristóbal Fernández. Carta Geológica de Chile – Serie Geológica Ambiental. SERNAGEOMIN 2003), la comuna de Pedro Aguirre Cerda se emplaza mayoritariamente sobre Unidades de depósitos de cenizas volcánicas, con fragmentos líticos y pómez subordinados, que en algunas zonas se encuentran erosionados, con abundante mezcla de arenas, limos y arcillas.

No obstante, dada la cercanía al Zanjón de la Aguada y los elementos descritos anteriormente en **Zonas inundables o Potencialmente Inundables**, sectores se pueden comportar como **Unidades con muy mala respuesta sísmica** correspondientes a Depósitos de cauces fluviales actuales o recientes, compuestos por materiales sin cohesión, con granulometría variable entre ripios y limos acorde con el análisis mostrado en los riesgos presentados anteriormente en este informe.

En efecto, el trabajo de J. Fernández (2003) corresponde a una recopilación e interpretación realizada en base a los datos registrados para el terremoto 7.8° (Ms) de 1985 y los daños ocurridos en PAC para el terremoto 8.8° (Mw) de 2010 mostraron la mala a muy mala respuesta sísmica general de la comuna, con barrios especialmente afectados con gran cantidad de viviendas declaradas inhabitables como la Población San Francisco, emplazada sobre una histórica zona de pozos y canteras areneras, convertido posteriormente en rellenos, zona que habitualmente se inunda ante eventos de lluvias y cuyo relleno sigue cediendo (**Figura 11**).

Figura 11. Detalle para la Comuna PAC en Mapa de Respuesta Sísmica de la Cuenca de Santiago.



Fuente: Juan Cristóbal Fernández. Carta Geológica de Chile – Serie Geológica Ambiental. SERNAGEOMIN 2003

4.3 DIAGNÓSTICO DE RIESGOS NATURALES EN COMUNA PEDRO AGUIRRE CERDA

Según lo descrito anteriormente los riesgos asociados a la Comuna de Pedro Aguirre Cerda se clasifican en:

4.3.1 Riesgos de inundaciones para PAC

La causa principal de las inundaciones en el área de estudio de debe a que Pedro Aguirre Cerda es parte del recorrido natural del drenaje de agua lluvia desde el Este y el Sur, de la subred Zanjón de la Aguada hacia el río Mapocho. Esto, en concomitancia con la impermeabilidad natural de los suelos de la comuna sumado a la impermeabilidad adicional de origen antrópico (pavimentación de calles y otras construcciones) y las escasas pendientes presentes en esta antigua llanura de inundación generan la mezcla perfecta para inundaciones por anegamiento producto de precipitaciones y aportes de aguas lluvias desde topografías más altas que superan la capacidad de infiltración de los suelos.

Así mismo, lluvias intensas en lapsos cortos de tiempo que produjesen inundación por desbordes del Zanjón de la Aguada (cómo amenazó, por ejemplo, a fines de junio 2020), adicionan una nueva fuente de aporte de agua a las inundaciones. Con datos de más de un siglo de mediciones pluviométricas, la ocurrencia de años lluviosos extremos no muestra un comportamiento cíclico que permita algún grado de predicción” (JL Antinao et. al., 2003), que permita anticiparse a las inundaciones en la comuna.

Si bien se han mejorado a través del tiempo las obras de drenaje en la comuna Pedro Aguirre Cerda y aledañas, en planes intercomunales (Construcción Parque Intercomunal Víctor Jara), continúa siendo susceptible a eventos de lluvias extremas y un desafío presente y futuro para mitigar los daños asociados para sus vecinos e infraestructura. En efecto, durante la visita a terreno para la confección de este informe, se corroboró que no se ha terminado el empalme entre el Parque y las obras de enlozado del cauce aguas abajo, por lo que a la fecha de este documento existe un “tapón artificial” que ante una crecida abrupta del cauce del Zanjón de la Aguada podría contribuir a un desborde de los materiales hacia la comuna y el consiguiente daño a sus habitantes e infraestructura (**Fotografía 1 y 2**).

Un análisis comparativo entre los reportes que detallan las inundaciones en la comuna de Pedro Aguirre Cerda (SERNAGEOMIN, 2003; y Location Based Business Solutions Chile, 2006), reflejan áreas comunes donde las inundaciones son recurrentes (**Figura 8 y 9**). Durante la visita a terreno se corrobora que no existen topografías naturales elevadas superiores a 6 metros, que permitan mitigar nuevos eventos de inundación; sino más bien se reconocieron varios pasos bajo nivel e intersecciones de avenidas principales que clásicamente conducen inundaciones, que serán puestos a prueba en cada episodio de lluvias extremas (**Fotografía 3 y 4**).

Fotografía 1. Vista aérea del sector del Zanjón de la Aguada (Calle Club Hípico y Avenida Isabel Riquelme) destacando las obras en construcción del Parque Víctor Jara. Fuente: <https://parquevictorjara.cl/avances-de-obra/>



Fuente: Registro propio.

Fotografía 2. Trabajos en la zona del Zanjón de la Aguada (Calle Club Hípico y Avenida Isabel Riquelme).



Fuente: Registro propio.

Fotografía 3. Paso bajo nivel al norte de la comuna Pedro Aguirre Cerda (Avenida Alcalde Carlos Valdovinos) con recurrentes inundaciones.



Fuente: Registro propio.

Fotografía 4. Paso bajo nivel al oeste de la comuna Pedro Aguirre Cerda (Avenida Departamental) con recurrentes inundaciones.



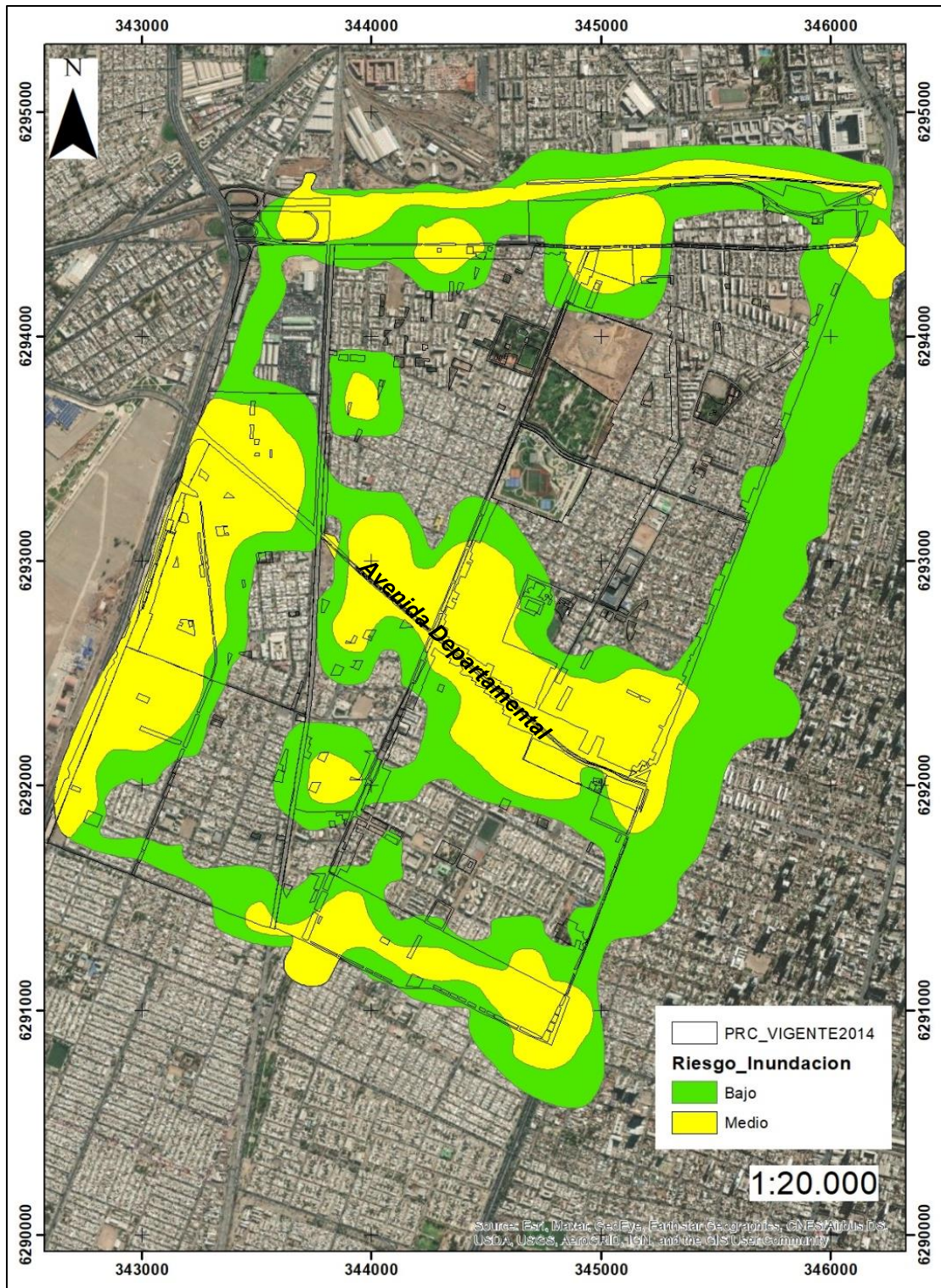
Fuente: Registro propio.

Es importante destacar, como menciono anteriormente, que Pedro Aguirre Cerda es parte de un paso natural de agua lluvia desde la cordillera hacia el oeste, por lo cual muchos elementos que pueden generar las inundaciones (topografías elevadas, cauces importantes, zonas de desbordes, etc) no se encuentran en esta comuna; por lo cual muchas medidas de mitigación tienen que ser tomadas fuera de la comuna.

Dicho esto, y según las observaciones en terreno se utilizará como base para la evaluación de riesgos por inundación los trabajos realizados por SERNAGEOMIN (2003) y Location Based Business Solutions Chile (2006), ya que reflejan zonas con inundaciones recurrentes, incluyendo no solo residencias, sino también infraestructura crítica intercomunal como una línea de torres de alta tensión por Clotario Blest (Ex La Feria), Gasoducto por Avenida Departamental y la línea de férrea, que según lo observado en terreno no han sido tratadas adecuadamente con medidas de mitigación.

Sin una solución ingenieril de mitigación real a escala comunal – intercomunal a la fecha, el **riesgo de inundación** para la comuna de Pedro Aguirre Cerda es **Medio-Bajo**, para cada episodio de lluvias intensas, principalmente asociada a el escurrimiento por avenidas principales, pasos bajo nivel y el área del Zanjón de la Aguada (**Figura 12**).

Figura 12. Mapa de Riesgos de Inundaciones en Pedro Aguirre Cerda.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Riesgos de remociones en masa para PAC

Los riesgos de remoción en masa para la comuna de Pedro Aguirre Cerda se concentran hacia su límite Norte – Noreste por la presencia del Zanjón de la Aguada. La revisión bibliográfica y búsqueda en prensa no arrojó un solo evento de remoción en masa registrado en los últimos años, que hubiese avanzado desde las zonas precordilleranas hasta la ubicación de Pedro Aguirre Cerda, sin embargo, es posible reconocer depósitos sedimentarios asociados a estos eventos geológicos (depósitos de secuencias sedimentarias de rípios y bolones), los cuales son recientes en tiempo geológico, pero del orden de cientos a miles de años desde su última ocurrencia (**Fotografías 5 y 6**).

La construcción de obras de mitigación a lo largo de todo el recorrido del Zanjón de la Aguada, desde su nacimiento aguas arriba en la Quebrada de Macul pasando por las comunas de Peñalolén, La Florida, Macul, San Joaquín y San Miguel, antes y posterior al evento de aluvión de la Quebrada de Macul de 1993, han mostrado su efectividad a través del tiempo y los eventos de gatillamiento de aluviones por caída de lluvia en zonas habitualmente acumuladoras nieve (aumento en cota de la isoterma cero). El Parque Víctor Jara es una de las obras hidráulicas construida en la comuna de Pedro Aguirre Cerda, con el objeto de prevenir inundaciones en áreas aledañas.

El **riesgo de remociones en masa** para la comuna de Pedro Aguirre Cerda es **Bajo** (**Figura 13**).

Fotografía 5. Afloramientos aludiales al Zanjón de la Aguada (10m al norte de ribera) correspondientes a hombreras de eventos de alta energía fuera de la canalización actual del cauce.



Fuente: Registro propio.

Fotografía 6. Detalle Fotografía anterior. Clastos bien redondeados y de múltiples tamaños indican importante transporte y energía de los eventos aluvionales en zonas aledañas al cauce actual del Zanjón de la Aguada.

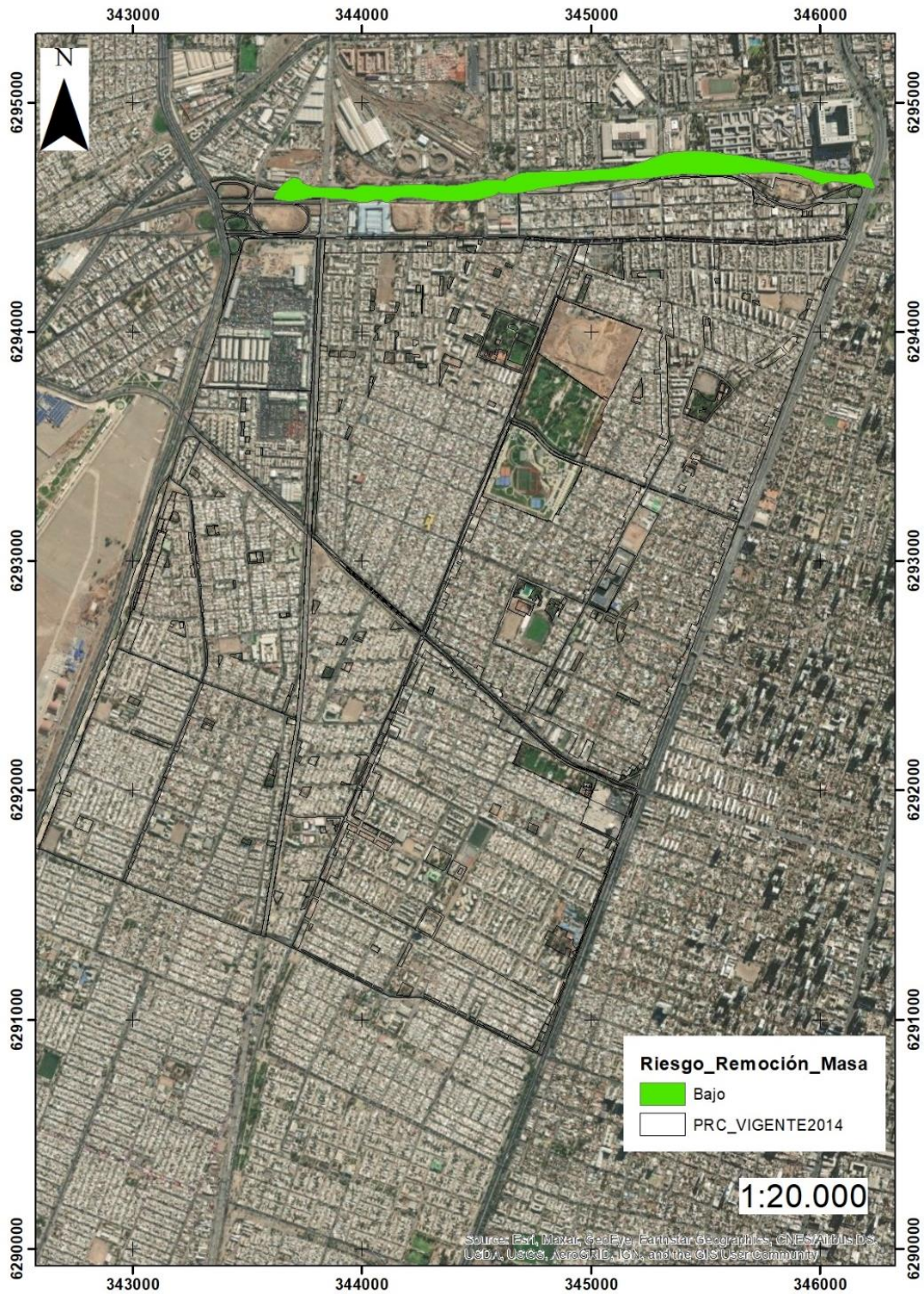


Fuente: Registro propio.

4.3.3 Riesgos de daños por sismos para PAC

Los rellenos sedimentarios que constituyen el suelo de la comuna de Pedro Aguirre Cerda corresponden en un 80% a Unidades con mala respuesta sísmica para su porción Centro – Norte. No obstante, ante el evento sísmico del 27F 2010 magnitud 8.8° (Mw) los daños habitacionales no fueron catastróficos a nivel comunal, pero si a nivel local (poblaciones específicas), donde las construcciones se encuentran sobre otrora rellenos antrópicos, canteras y/o arenales (depocentros naturales de eventos de inundación y/o paleo superficies de anegamiento del sistema de drenaje Zanjón de la Aguada). Obras de gran envergadura en la comuna han requerido sistemas de fundaciones profundas para cumplir con la Norma sísmica (**Fotografía 7**).

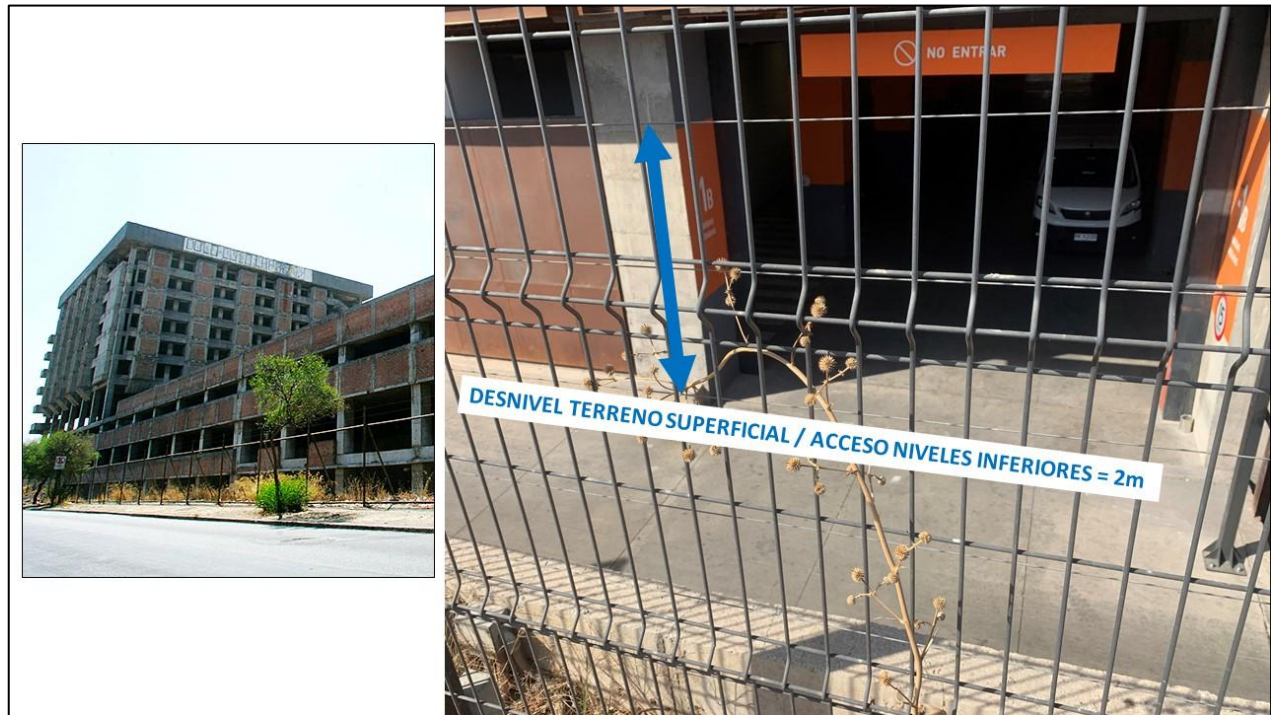
Figura 13. Mapa de Riesgos de Remoción en Masa en Pedro Aguirre Cerda.



Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente el PRMS identificó como potencial riesgo por derrumbe y asentamiento del suelo la zona del Pozo La Feria 13. Actualmente la mayoría de este sector se ha desarrollado como área verde, dentro del proyecto de Parque André Jarlan, en sus etapas 1, 2 y 3, ya materializadas las etapas 2 y 3 (Parque André Jarlán y Parque Pierre Dubois) (**Fotografías 8 y 9**). Según lo observado en terreno, estos sectores ya que se encuentran desafectados de la restricción, debido a que actualmente son parques intercomunales (artículo 5.2.3.5 PRMS), sin embargo, la parte norte del Parque André Jarlán aun no presenta ninguna obra de remediación por lo cual sigue manteniendo la restricción.

Fotografía 7. Desnivel existente entre superficie con acceso a niveles inferiores Núcleo Ochagavía (Ex Hospital Ochagavía). La construcción de esta obra tan emblemática para la época y la mala calidad de los suelos de la comuna exigió una gran profundización en los suelos para dar cimiento a la obra



Fuente: Registro propio.

Fotografía 8. Parque André Jarlan localizado en una zona de riesgo de derrumbe, actualmente desafectado por la restricción del PRMS.



Fuente: Registro propio.

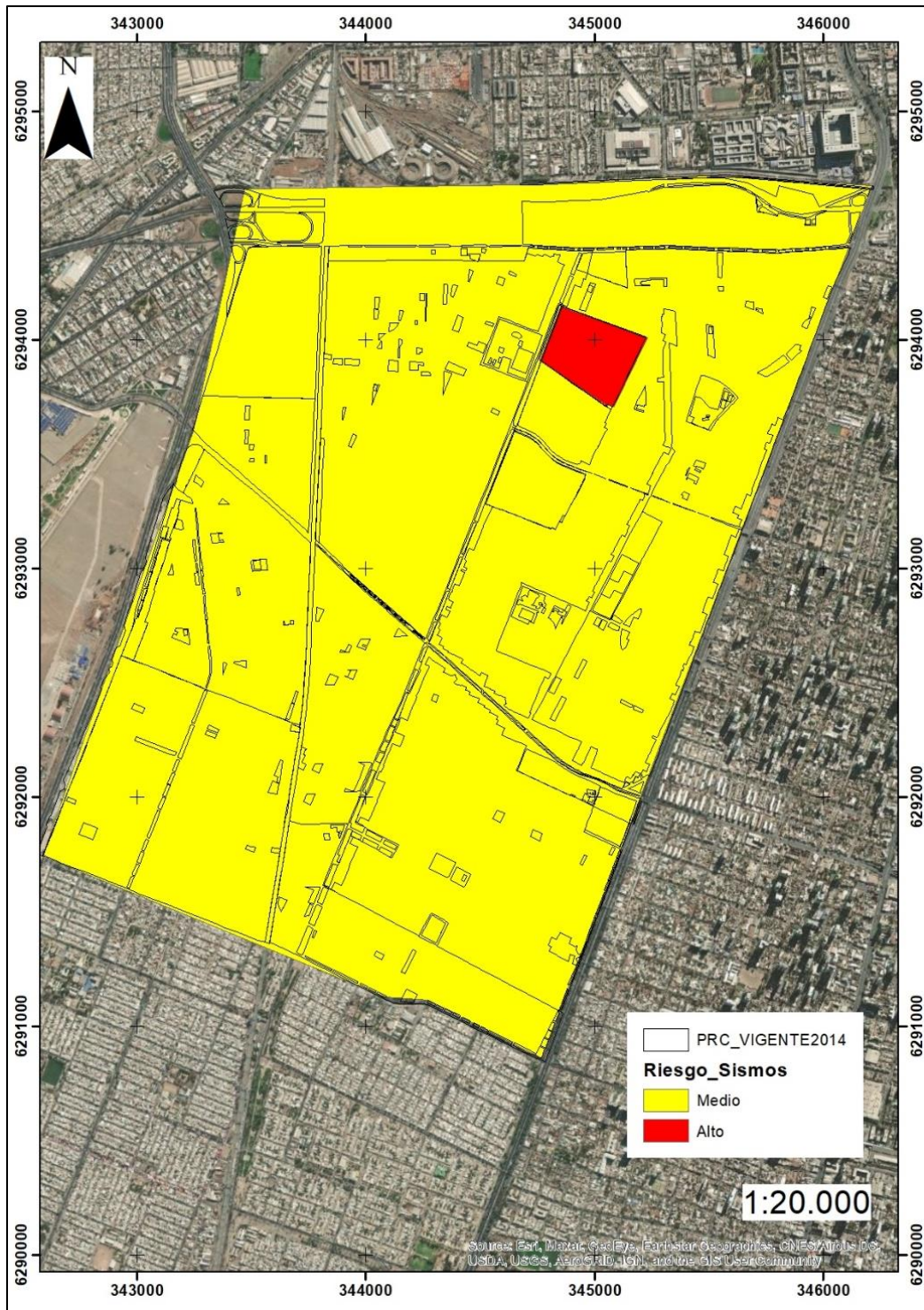
Fotografía 9. Parque Pierre Dubois, desarrollado en una zona de riesgo de derrumbe, actualmente desafectado por la restricción del PRMS.



Fuente: Registro propio.

Según lo expuesto anteriormente el **riesgo sísmico** para la comuna de Pedro Aguirre Cerda corresponde a **Medio – Alto (Figura 14)**.

Figura 14. Mapa de Riesgos de Sismos en Pedro Aguirre Cerda



Fuente: Elaboración propia.

5 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

5.1 RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de proyectos en la comuna de Pedro Aguirre Cerda, se debe considerar lo siguiente:

- Evaluación del impacto de los diferentes estilos para nuevas construcciones, con énfasis en localizar la profundidad necesaria para los cimientos de estas tal que aseguren el cumplimiento de la norma sísmica chilena. Ejemplo de buena práctica en la comuna lo constituye el Núcleo Ochagavía. Construcción de grandes dimensiones y altura, que ha resistido en estos terrenos, los terremotos de 1985 y 2010 sin daño estructural.
- Respecto a los eventos de inundación “históricos” en la comuna cada vez que las lluvias son intensas, el escaso desnivel en la comuna plantea un desafío de ingeniería presente y futuro para otorgar una solución definitiva de drenaje de aguas lluvias hacia el cauce del Zanjón de la Aguada.
- El punto anterior debe ser complementado con políticas de integración y fiscalización efectiva para la construcción de toda nueva obra, asegurando que impacte de manera positiva en la dinámica de drenajes de la comuna ante eventos de lluvia, nunca generando nuevos “represamientos” de estas.
- Los planes de mitigación regionales/intercomunales, enfocados en los mejoramientos a través del tiempo del cauce del Zanjón de la Aguada – elemento más crítico de la comuna -, tales como la construcción del Parque Intercomunal Víctor Jara deben ser revisados y mantenidos continuamente en el tiempo, para asegurar flujo de aguas y detritos ante episodios de crecidas abruptas.

5.2 CONCLUSIONES

En base al reconocimiento realizado en terreno, la recopilación de información histórica y algunos testimonios de personas locales, se puede concluir lo siguiente:

- El área de estudio presenta riesgos naturales de Inundación, Remoción en Masa y Sismos.
- Los riesgos de inundación por anegamiento, históricos en PAC, son de carácter medio a bajo y se deben principalmente a la morfología de planicie de inundación con escasa inclinación, ubicada a mitad de camino entre drenajes desde zonas aledañas por el Norte y el Sur en su camino natural hacia el sistema Zanjón de la Aguada – Río Mapocho, para eventos de precipitaciones fuertes – intensas. Eventos de precipitación extrema que pudiesen provocar el desborde del Zanjón de la Aguada y la canalización de flujos en las principales avenidas, que se concentrarían en topografías bajas (pasos bajo nivel) y/o en sectores morfológicamente susceptibles (intersección de avenidas), solo agravarían los daños a personas e infraestructura.

Sin una solución ingenieril de mitigación real a escala comunal – intercomunal a la fecha, el riesgo de inundación para la comuna de Pedro Aguirre Cerda es medio – bajo, para cada episodio de lluvias intensas. Según el presente estudio de riesgos por inundación en el área del Zanjón de la Aguada, se considera en riesgo medio ya que, debido a las recientes obras de infraestructura desarrolladas a lo largo de su cauce, se ha logrado disminuir el riesgo.

Sin embargo, en la medida que estas obras no estén terminadas y se pueda observar su impacto real en la reducción de riesgo, se debe considerar como una zona con alta vulnerabilidad a inundaciones.

- Los riesgos de remoción en masa son prácticamente inexistentes, aunque preocupa la fecha de finalización de las obras para conectar el tramo **Parque Intercomunal Víctor Jara** con el **Enlozado Canal aguas abajo hacia comuna de Maipú** (entrampado por litigio con empresa de telecomunicaciones) y el posible desarrollo de eventos de precipitación intensa, que podrían afectar el área del Zanjón de la Aguada.
- Los riesgos sísmicos para la comuna de Pedro Aguirre Cerda son de carácter Medio – Alto y se deben principalmente a construcciones sobre rellenos no aptos, ya sean de origen natural o antrópico, mala calidad natural de los suelos, constituidos por Unidades mal consolidadas e inadecuado aseguramiento de los cimientos de las construcciones.

El PRMS identifico como potencial riesgo por derrumbe y asentamiento del suelo la zona del Pozo La Feria 13. Actualmente este sector se ha desarrollado como área verde, dentro del proyecto de Parque André Jarlan, en sus etapas 1, 2 y 3, ya materializadas las etapas 2 y 3 (Parque André Jarlán y Parque Pierre Dubois). Según el presente estudio estos sectores ya que se encuentran desafectados de la restricción, debido a que actualmente son parques intercomunales asociadas a pozos extractivos (artículo 5.2.3.5 PRMS).

Sin embargo, la parte norte del parque André Jarlan aun se encuentra con esa restricción de riesgo alto, debido a la ausencia de medidas de mitigación.

Las Áreas de Riesgo identificadas en el presente estudio como medio y/o alto se grafican en Plano de Riesgos y deben ser consideradas como áreas de riesgo en el Plano de Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano del expediente del Anteproyecto del Plan Regulador Comunal de Pedro Aguirre Cerda.

REFERENCIAS

Antinao, J.L., Fernández, J.C., Naranjo, J.A.; Villarroel, P. 2003. Peligro de remociones en masa de la cuenca de Santiago, Región Metropolitana de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental N° 2, escala 1:100.000

Brüggen J., 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile. 153 pp.

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 Management, p. 657-669.

Farías, M.; Comte, D.; Charrier, R. 2006. Sismicidad superficial en Chile central: Implicancias para el estado cortical y crecimiento de los Andes Centrales australes. In Congreso Geológico Chileno, No. 11, Actas 1: 403-406. Antofagasta.

Fernández, J.C. (2003). Respuesta sísmica de la cuenca de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental N°1.

Fernández, J.C. (2001). Estudio geológico-ambiental para la planificación territorial del sector Tiltil - Santiago. Memoria de título, Universidad de Chile

Fock, A., 2005. Cronología y tectónica de la exhumación en el neógeno de Los Andes de Chile Central entre los 33° y los 34°S: Tesis de Magíster. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, 235 p.

González de Vallejo, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. 2002. Ingeniería Geológica. Editorial Pearson.

Gonzalez E., 2003. Aspectos geomecánicos de los deslizamientos rápido: Modelación y diseño de estructuras de contención. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Hauser, A. 1993. Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago. Boletín No. 45, p. 7-29

Keefer, D.K., 1984. Landslides caused by earthquakes. Geological Society of America Bulletin, vol. 95, p. 406-421

Lara, M. 2007. Metodología para la evaluación y zonificación de Peligro de Remociones en Masa con Aplicación en la Quebrada San Ramón, Santiago Oriente, Región Metropolitana. Tesis para optar el Grado de Magíster en Ciencias Mención Geología y Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología.

Lara, M., & Sepúlveda, S. A. (2010). Landslide susceptibility and hazard assessment in San Ramón Ravine, Santiago de Chile, from an engineering geological approach. Environmental earth sciences, 60(6), 1227-1243.

Lavenu, A., Cembrano, J., 2008. Deformación compresiva cuaternaria en la Cordillera Principal de Chile central (Cajón del Maipo, este de Santiago). Andean Geology, Vol 35, No 2, p. 233-252.

Leyton, F., Ruiz, S., Sepúlveda, S.A., 2010. Reevaluación del peligro sísmico probabilístico en Chile central. *Andean Geology*.

Milovic, J.J. (2000). Estudio geológico-ambiental para el ordenamiento territorial de la mitad sur de la cuenca de Santiago. Memoria de título, Universidad de Concepción

OGUC. 2018. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Pierson, T.C. y Scott, K. M. (1985). Downstream dilution of a lahar: Transition from debris flow to hyperconcentrated streamflow. *Water Resources Research* 21: 1511-1524.

Rauld, R. (2002). Análisis morfoestructural del frente cordillerano Santiago Oriente, entre el río Mapocho y quebrada de Macul. Memoria de título, Universidad de Chile.

Ruiz, S. y G.R. Saragoni. 2005. "Fórmulas de atenuación para la subducción de Chile considerando los dos mecanismos de sismogénesis y los efectos del suelo". IX Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Concepción, p. 16-19.

Sellés, D. y Gana, P. (2001). Geología del área de Talagante-San Francisco de Mostazal, regiones Metropolitana de Santiago y del Libertador General Bernardo O'Higgins. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geológica Básica, N°74.

Sepúlveda, S.A., 1998. Metodología para Evaluar el Peligro de Flujos de Detritos en Ambientes Montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título de Geólogo, Departamento de Geología, Universidad de Chile.

SEREMI MINVU RM. (2016). Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), D.O. 04.11.1994 y sus modificaciones: (1) Resolución N°6, D.O. 20.11.2000, (2)MPRMS-80, D.O. 12.02.2006 y (3)MPRMS-105, D.O. 11.11.2016.

Thiele, R. 1980. Carta Geológica de Chile 1:250.000. Hoja Santiago, Región Metropolitana. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile 39: 51 p.

URBE, 2021. Actualización Plan Regulador Comunal, Comuna Pedro Aguirre Cerda. 53 p.

Valenzuela, 1978. Suelo de fundación del gran Santiago. Instituto de Investigaciones Geológicas, 84 páginas.

Varnes, D. J. 1984. Landslides hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazard* 3.

Vergara, L. y Verdugo, R. (2015). Condiciones geológicas-geotécnicas de la cuenca de Santiago y su relación con la distribución de daños del terremoto del 27F. *Obras y Proyectos* 17, 52-59

Wall, R., Sellés, D. y Gana, P. (1999). Área Tilttil-Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas Geológicos N°11.