



## **INFORME ETAPA 4**

# ANTEPROYECTO

ESTUDIO MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR  
COMUNAL DE EL QUISCO

ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS

**VERSIÓN 02**

**DICIEMBRE 2020**





## TABLA DE CONTENIDOS

I.- UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO.....	1
II.- MARCO NORMATIVO PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS DE RIESGO.....	3
III.- DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS .....	4
III.1 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO EN EL IPT INTERCOMUNAL .....	4
III.1.1.- Estudio de Riesgos del SBCS .....	4
III.1.2.- Estudio De Riesgo OCUC.....	19
III.2 OTROS ANTECEDENTES QUE IDENTIFICAN AMENAZAS LOCALES .....	22
III.2.1.- Estudio PRC 2007 .....	22
III.2.2.- Antecedentes ONEMI .....	23
III.3 COMPONENTE RIESGO NATURAL .....	25
III.3.1.- Análisis hidrológico de cuencas incidentes en comuna de El Quisco.....	25
III.4 COMPONENTE RIESGO ANTRÓPICO .....	30
III.4.1.- Susceptibilidad de Incendios forestales .....	30
III.4.2.- Restricción por Infraestructura.....	31
IV.- ÁREAS CON SUSCEPTIBILIDAD DE RIESGO .....	32
IV.1 SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACIÓN .....	33
IV.1.1.- Por Tsunami .....	33
IV.1.2.- Desborde de cauces.....	34
IV.1.3.- Anegamiento .....	35
IV.2 SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIÓN .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de eventos vinculados con temporales según región 2013 .....	25
Tabla 2 Ocurrencia de Incendios Forestales 2012- 2017 .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector poniente de la comuna y localización de Áreas urbana en estudio. ....	1
Figura 2 Caracterización de área de estudio .....	2
Figura 3. Remoción en masa .....	19
Figura 4. Inundación Quebrada Pinomar y Quebrada de Córdova. ....	21
Figura 5. Líneas de inundación de tsunami. ....	22
Figura 6 Síntesis Ambiental El Quisco .....	23
Figura 7 Plano de Evacuación ante Amenaza de Tsunami, El Quisco.....	24
Figura 8 Cuencas incidentes en comuna de El Quisco .....	28
Figura 9. Incendios Forestales. ....	31
Figura 10. Áreas con susceptibilidad de riesgo natural .....	32
Figura 11. Áreas con susceptibilidad de Tsunami .....	33
Figura 12. Áreas con susceptibilidad de Desbordes de cauce .....	34
Figura 13. Áreas con susceptibilidad de anegamiento. ....	35
Figura 14. Áreas con susceptibilidad de remoción. ....	35

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comportamiento de la pluviometría desde el año 2000 al 2017 .....	26
---	----

## ESTUDIO DE RIESGOS Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

El presente documento corresponde al estudio de riesgos, elaborado en el contexto del estudio de “MODIFICACION DEL PLAN REGULADOR COMUNAL DE EL QUISCO”.

El estudio entrega recomendaciones respecto de las amenazas naturales y antrópicas identificadas en el área, contemplando en ellas aspectos referidos a la norma urbana, con la finalidad que se puedan expresar en la zonificación de usos que se establece en el Plan.

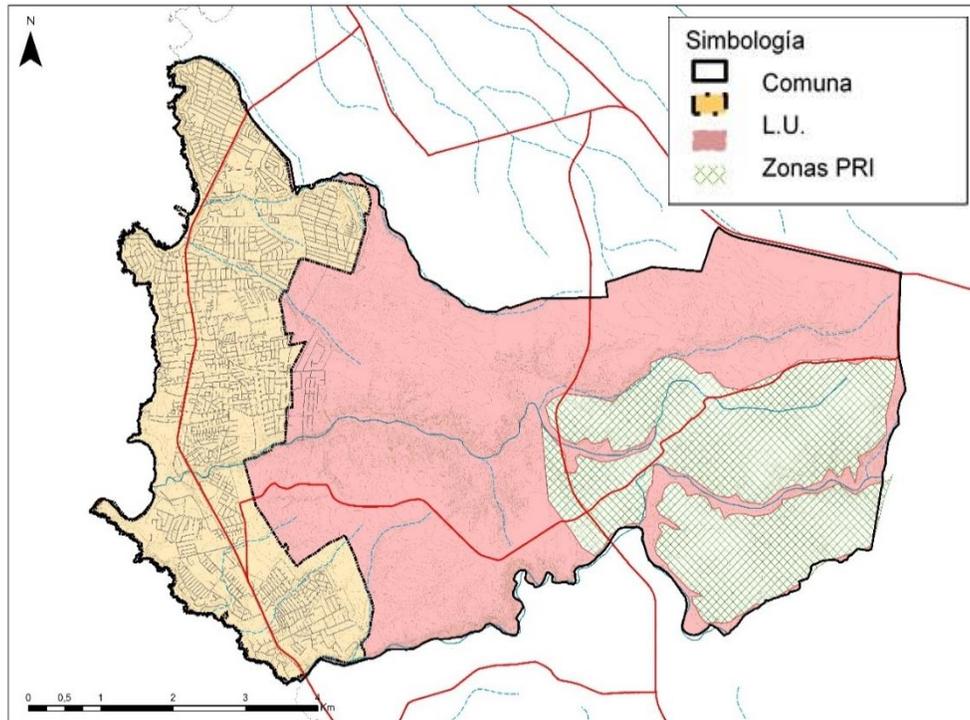
### I.- UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la localidad urbana definidas en el Plan Regulador Comunal de El Quisco, la cual se grafica en la figura siguiente.

**Figura 1. Sector poniente de la comuna y localización de Áreas urbana en estudio.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2 Caracterización de área de estudio**

Fuente: URBE (2007)

Ésta se complementa con las zonas de extensión urbana contenidas en el Plan Regulador Intercomunal (PRI) de Valparaíso, Satélite Borde Costero Sur. De tal modo, el área de influencia del estudio corresponderá a la totalidad de la comuna de El Quisco, que tiene una superficie de 5.065,3 Hás. De ésta un total de 1.062,5 Hás, equivalentes al 20,9% de la superficie total, corresponden a zona rural por lo cual se excluyen del territorio posible de planificar por el presente estudio. El área urbana actual de la comuna tiene un área de 1.499,8 Hás, correspondiente al 29,6% de la superficie comunal total. El área restante de la comuna, correspondiente a 2.503 Hás que equivalen al 49,4% de la superficie total, se encuentra normada por la zonificación del PRI; que define también una zona “excluida del desarrollo urbano”.

En general la comuna de El Quisco se ordena en torno a un sistema de planicies costeras en pendiente que descienden hacia el poniente y se intercalan por quebradas con cursos de agua intermitente. La gran mayoría de la población se emplaza en la única área urbana de la comuna correspondiente a la ciudad de El Quisco, dispuesta linealmente en torno al borde costero y articulada por la ruta G-98-F que conecta los poblados de la provincia de San Antonio formando un frente urbano costero conurbado especializado en la provisión de servicios turísticos y marcado por una alta estacionalidad en sus actividades. Con relación al turismo, y los atributos paisajísticos que sostienen dicha actividad, una parte considerable del crecimiento urbano que se ha desarrollado en las últimas décadas se sustenta en la edificación de cabañas y segundas viviendas, en muchos casos sin adecuada consolidación por infraestructura.

Por la exposición frente a amenazas de la población y la infraestructura, el presente informe entrega antecedentes respecto de las amenazas naturales y antrópicas identificadas para el área urbana, cuyo aporte está en indicaciones para proteger a la población y a las edificaciones frente a amenazas potenciales.

En la definición de áreas bajo amenazas se ha tomado como base el estudio de Riesgos realizado por la Universidad Católica el año 2011 mandatado por el MINVU, y complementariamente por la

identificación de amenazas naturales del estudio de PRC de El Quisco 2007, además de antecedentes de registros de peligros naturales y antrópicos identificados por ONEMI entre otros.

## II.- MARCO NORMATIVO PARA LA DEFINICIÓN DE ÁREAS DE RIESGO

El marco normativo principal del estudio corresponde a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en la que se establecen los requerimientos normativos y las definiciones para establecer una zonificación en los planes reguladores comunales.

En el apartado 2.1.17 “Disposiciones complementarias” se indica: “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”, aquellas que corresponden a franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente. Cabe señalar que el Plan sólo puede reconocer las establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

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.

Como áreas de riesgos la OGUC define las siguientes:

- 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. Corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa, caída de bloques y flujos de barro y detritos.
- Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

El presente estudio abarca la identificación de las “áreas de riesgos” reconocidas por la OGUC, con la finalidad de reconocer éstas en la normativa urbana, e incorporarlas en la planificación de las áreas urbanas en estudio del Plan Regulador Comunal, así como localizar en las áreas urbanas las zonas no edificables establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

La LGUC en su artículo 105° establece “*cumplir con el standard que establezca la Ordenanza General*” en el “*diseño de las obras de urbanización y edificación para las edificaciones que se puedan emplazar en las áreas con riesgo de inundación, anegamiento, socavación, afloramiento potencial de napa freática, quebradas, deslizamiento o remoción en masa de materiales o sedimentos, u otras similares definidas en los planes reguladores, y, en el caso de urbanizaciones que se emplacen en tales áreas, las características de las obras de urbanización destinadas a mitigar los riesgos y facilitar la evacuación hacia zonas seguras o servir, cuando corresponda, como alternativa para el escurrimiento de las aguas.* Al respecto la OGUC en su Artículo 2.1.17. establece que “*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.*”

### III.- DIAGNÓSTICO DEL ESTUDIO FUNDADO DE RIESGOS

De acuerdo a lo señalado en las bases a continuación se desarrolla la revisión y análisis de componentes del Estudio de Riesgos realizado por la Universidad Católica el año 2011, y además, como se ha señalado anteriormente, del estudio de PRC 2007, y de antecedentes de registros de peligros naturales y antrópicos identificados por ONEMI entre otros.

Se suma a éstos el Estudio de Riesgos del SBCS<sup>1</sup> disponible actualmente (ex post etapa de diagnóstico del presente Estudio), y es de mayor interés agregar sus resultados por el área de estudio que cubre las comunas de Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena, San Antonio y Santo Domingo, y una subárea definida al interior donde se desarrolló un estudio de detalle, la cual abarca las áreas urbanas y de extensión urbana de las 6 comunas.

#### III.1 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO EN EL IPT INTERCOMUNAL

La comuna de El Quisco pertenece al sistema intercomunal regulado por el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso, Satélite Borde Costero Sur (PRIVSBCS). La promulgación de este instrumento de planificación territorial fue publicada en el diario oficial el 24 de abril del año 2006, y corresponde a una extensión del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PIV) del año 1965, actualmente reemplazado por el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL) del año 2014.

Este instrumento no distingue, en su ordenanza ni el plano, áreas de riesgo de acuerdo a las actuales definiciones. Como lo indica el posterior estudio de riesgo que se comenta en el punto siguiente, señala zonas de protección natural que inciden favorablemente en el resguardo de dunas costeras (Zona de Extensión 7), Zona de Protección de Borde Costero (ZPBC1-ZPBC2) y de restringir la ocupación urbana. No obstante, la Zona de Protección de Borde Costero sólo norma el ancho de faja variable de 80 hasta 100 m correspondiente a Bienes Nacionales de Uso Público. La zona ZPCB, Zona de protección por cauces naturales y valor paisajístico está definida en su memoria en función de inestabilidad frente a condiciones geológicas, tales como fuerte grado de erosión, pendientes sobre 80%, las que con forman cauces de esteros y quebradas, cuencas, hoyas hidrográficas expuestas a inundación, por lo que corresponden a un área de riesgo.

El IPT distingue Zonas Resguardo de Infraestructura Intercomunal, ZRI, que corresponde a las zonas destinadas a cementerios y aeródromos. Ambos destinos no se localizan dentro del área en Estudio.

##### III.1.1.- Estudio de Riesgos del SBCS

Este estudio, encargado por la SEREMI MINVU de Valparaíso en 2018, tuvo como objetivo principal el proveer la cartografía base actualizada para la provincia de San Antonio, y elaborar la cartografía base para las áreas urbana, zonas de extensión urbana de las comunas que conforman la provincia de San Antonio. Se definieron 2 escalas de trabajo:

- Escala de trabajo en el área de estudio provincial: 1:50.000.
- Escala de trabajo en el área de estudio de detalle: 1:20.000.

Complementariamente se encomendó la ejecución del “Estudio de Riesgo para la Provincia de San Antonio” para abordar las áreas urbanas, de extensión urbana y áreas rurales en lo particular,

---

<sup>1</sup> MODIFICACIÓN AL PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE VALPARAÍSO - SATELITE BORDE COSTERO SUR: CARTOGRAFIA Y ESTUDIOS DE RIESGOS, SEREMI MINVU de Valparaíso, Consultores Xterrae Geología, responsables Rodrigo Rauld geólogo, Marcela Rivas geógrafa, Claudia González arquitecta, abril 2020.

la totalidad de las comunas de Algarrobo y El Tabo. Éstas se integrarían y completarían el conjunto de estudios de riesgos, en la Provincia, ya desarrollados en el año 2010, con posterioridad al terremoto del 27 de febrero (Santo Domingo, San Antonio, Cartagena y El Quisco).

Sin embargo, no resultó posible llevar a cabo de manera lo suficientemente precisa una coherencia de continuidad con dichos estudios. Por lo cual se realizaron los estudios de riesgo en la totalidad del área de detalle. Este Estudio establece un criterio homogéneo que permite comparar los estudios realizados previamente y definir zonificaciones de amenazas y cálculos de riesgos de manera homogénea para la intercomuna, y obtener resultados comparables entre sí. Por el contrario, ante diversos criterios de zonificación para un mismo peligro, diversas metodologías y diversas bases cartográficas, la confiabilidad y utilidad de sus resultados se debilitan ante argumentos de zonificación generados con criterios distintos. Esto último podría incluso ser considerado como arbitrario, y sería contraproducente con la elaboración de un Plan que tendrá un aspecto normativo homogéneo para la intercomuna.

De esta manera se cuenta con la definición de áreas de riesgo para la formulación de los respectivos instrumentos de planificación territorial que permitan mitigar los eventuales efectos de dichos riesgos.

Este estudio entrega las definiciones de las amenazas para determinar áreas de riesgo en el marco de las disposiciones de la OGUC, pero además desagrega los peligros naturales por nivel de vulnerabilidad, lo cual permitirá abordar la reducción del riesgo no solo a través de la mitigación de la amenaza sino también de la reducción de la vulnerabilidad de las personas y actividades económicas habitualmente desarrolladas.

Y además se constituye en un aporte específico para las autoridades en las atribuciones para regular la forma en que se usa el territorio y la gestión en la seguridad de las personas en caso de emergencias y/o catástrofes de origen natural.

#### **A.- Enfoques de análisis**

Se utilizó un enfoque de análisis “determinístico”, en el sentido de que sus razonamientos operan sobre la base de los condicionantes del terreno como los factores que determinan las áreas del territorio que pueden ser afectadas por peligros, y no de las probabilidades de ocurrencia (para un cierto período de tiempo) de un determinado fenómeno. De este modo, los antecedentes geológicos y geomorfológicos, así como los datos obtenidos en los levantamientos catastrales de los peligros estudiados, sirvieron como base en la definición de los criterios de zonificación de susceptibilidad de éstos.

El peligro de inundación por desborde de cauces contó con los resultados de un modelo hidráulico para 6 esteros de la provincia, cuyo enfoque de trabajo es “probabilístico”, que permitió delimitar áreas de inundación lo suficientemente extensas como para ser representadas a escala 1:20.000, fueron integrados en la zonificación de susceptibilidad respectiva.

En el caso del modelamiento de tsunamis, la batimetría disponible solamente permitió desarrollar una modelación numérica detallada en los Puertos de San Antonio y Algarrobo. Para el resto del área de estudio se utilizó un modelo respecto a toda la provincia.

#### **B.- Homologación de peligros estudiados según OGUC Artículo 2.1.17.**

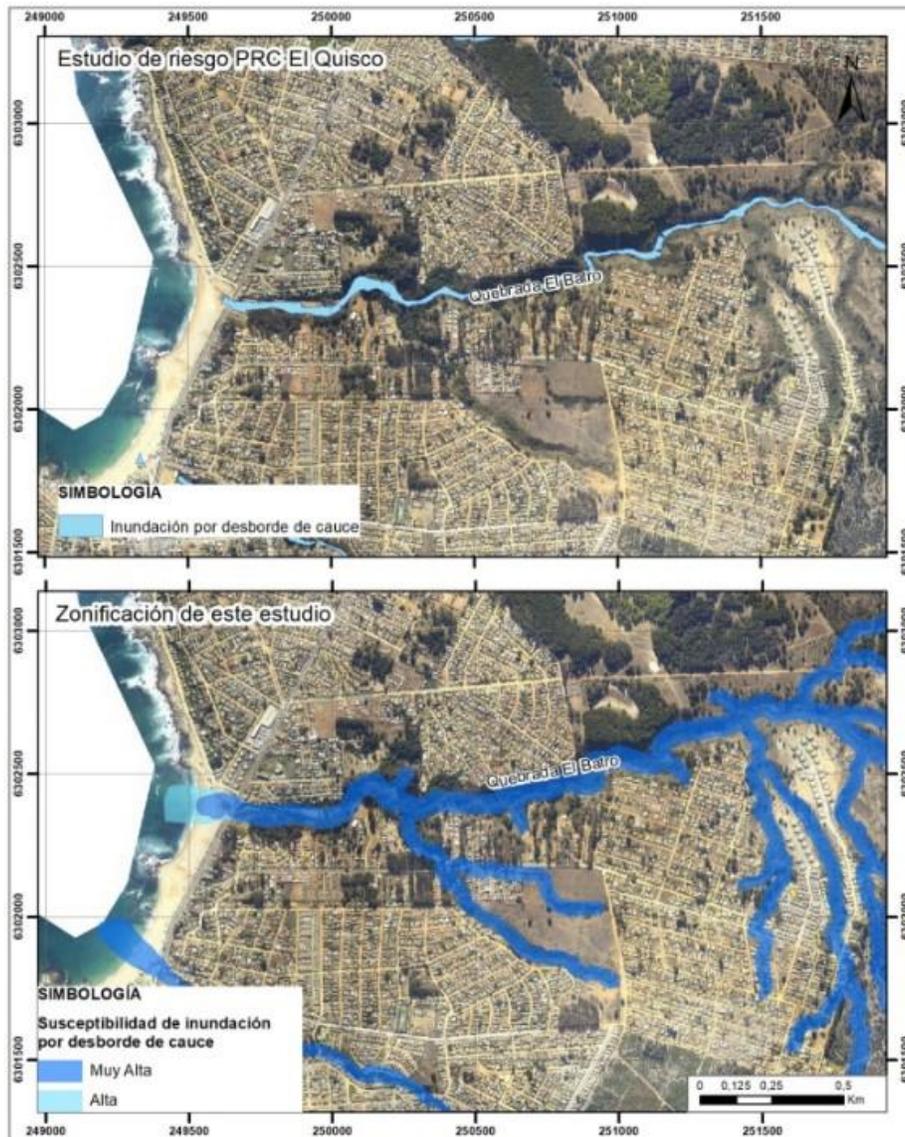
<b>“Áreas de riesgo” según artículo 2.1.17 de la OGUC</b>	<b>Peligros Geológicos estudiados en este trabajo</b>	
1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos	Inundaciones	Inundación por desborde de cauces
	Terrestres	Anegamiento
	Inundaciones	Tsunamis (o maremotos)
	Litorales	Marejadas

"Áreas de riesgo" según artículo 2.1.17 de la OGUC	Peligros Geológicos estudiados en este trabajo		
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas	Remociones en masa	Flujo de barro y detritos.	
		Caída de bloques	
		Deslizamientos	
		Retroceso de laderas	
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas	Sismicidad		
	Volcanismo (no reconocido en el área de estudio)		

**C.- Comparación de zonas expuestas definidas en el estudio de riesgo PRC El Quisco (arriba) y este estudio (abajo).**

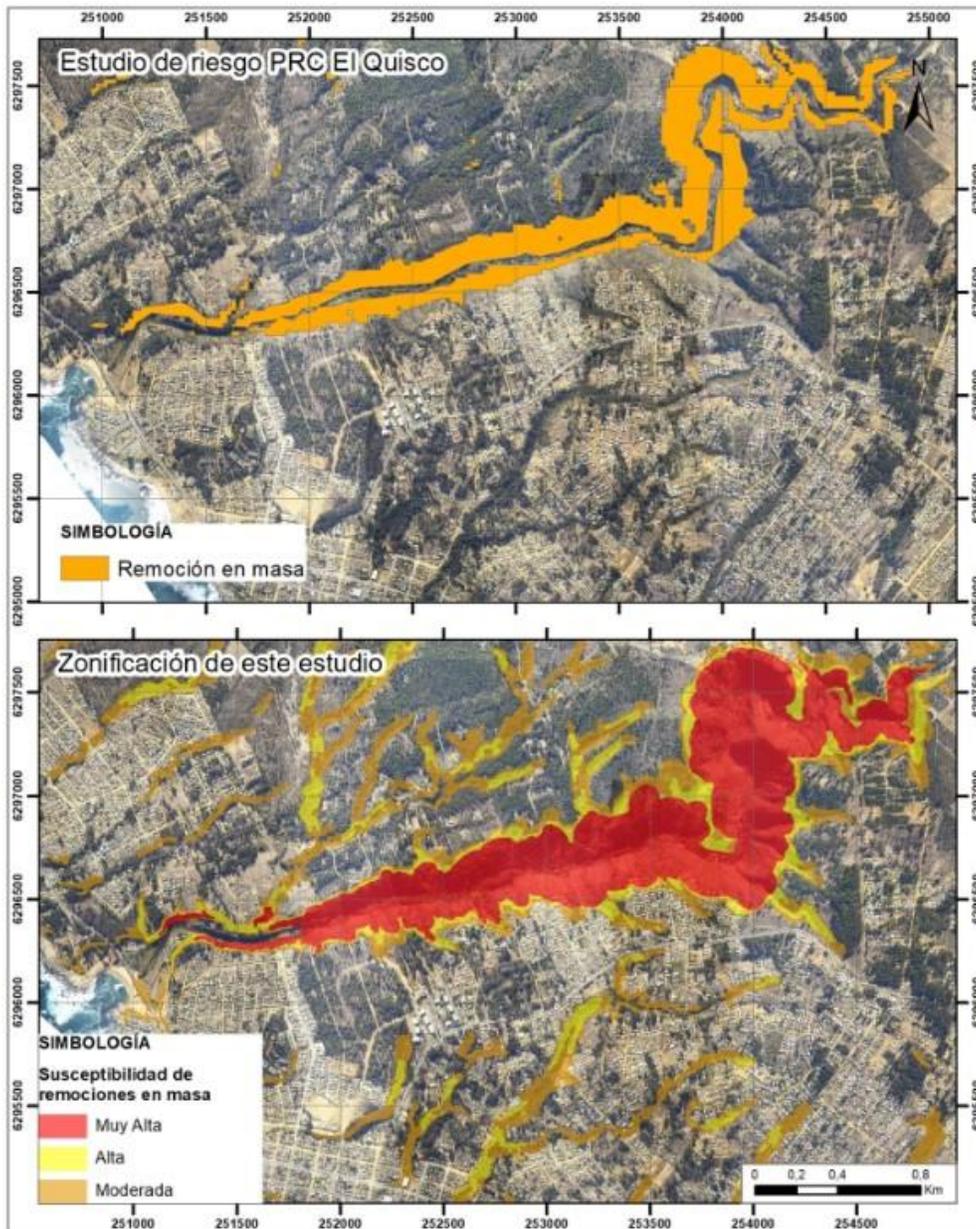
**C.1 Zonas Expuestas A Inundaciones Terrestres**

Ejemplo en que las zonificaciones pueden considerarse "comparables" entre sí, en el sentido de que la zonificación de este estudio "extiende" las zonas que ya habían sido delimitadas en estudios anteriores. La Quebrada El Batro (en ambas zonificaciones) se presenta como el objeto morfológico principal, al cual se le suman (en este estudio) todas las quebradas secundarias.



## C.2 Zonas Expuestas A Remociones En Masa

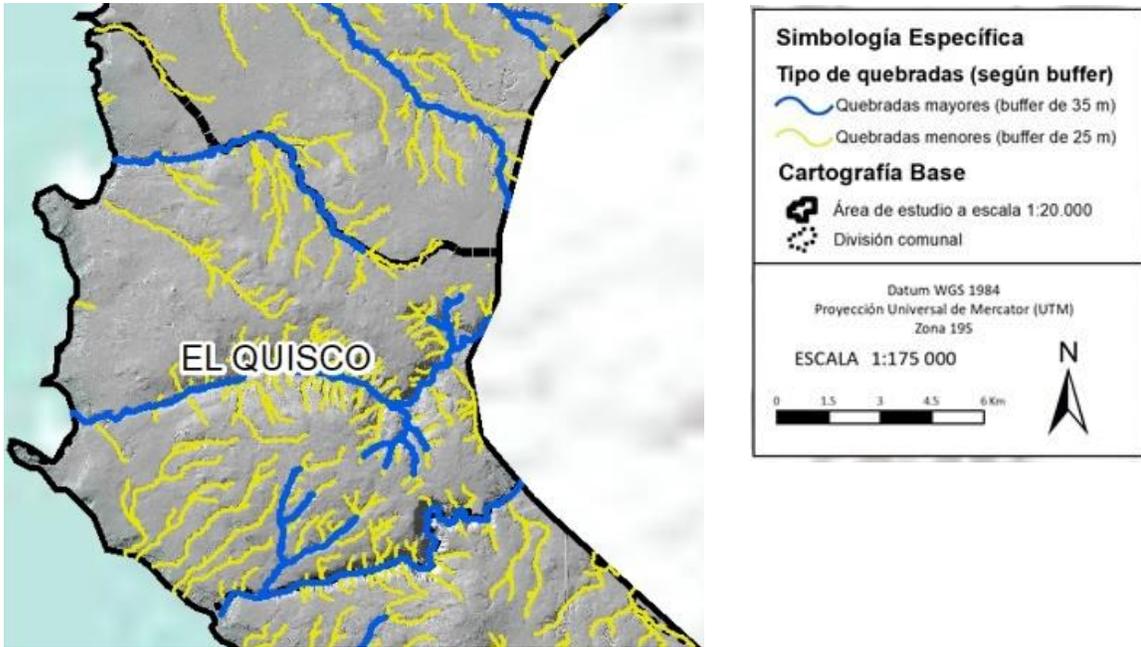
También pueden considerarse “comparables” entre sí, por las mismas razones expuestas en ejemplo anterior.



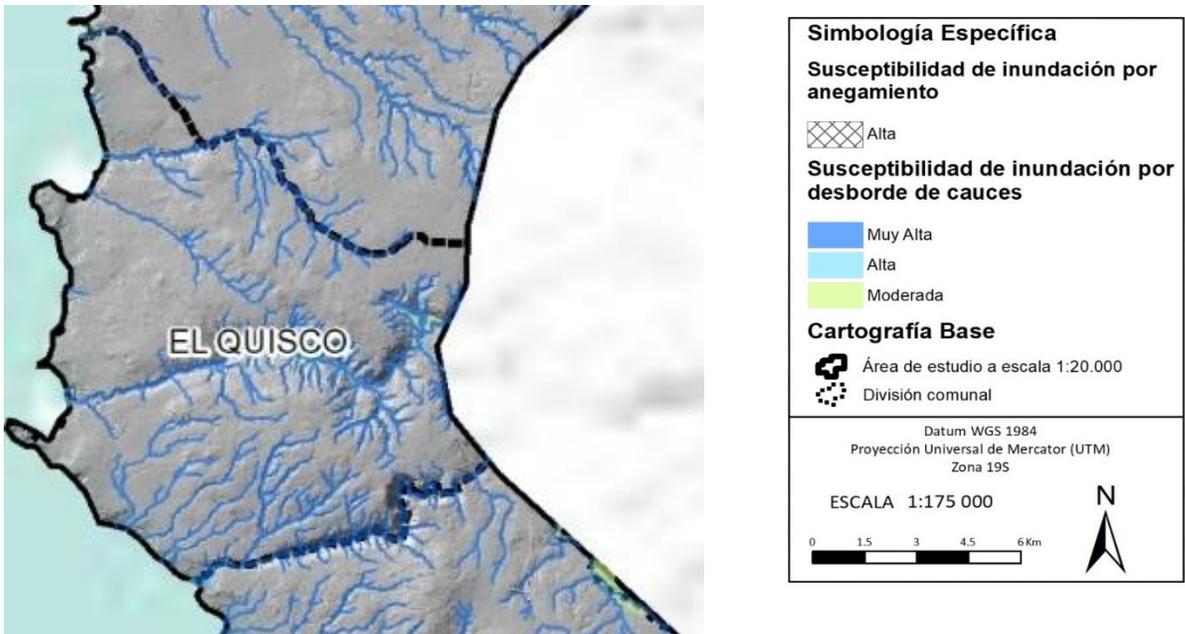
**D.- Peligro De Inundaciones Terrestres**

**D.1 Análisis de susceptibilidad y criterios de zonificación**

**Tipos de quebradas**



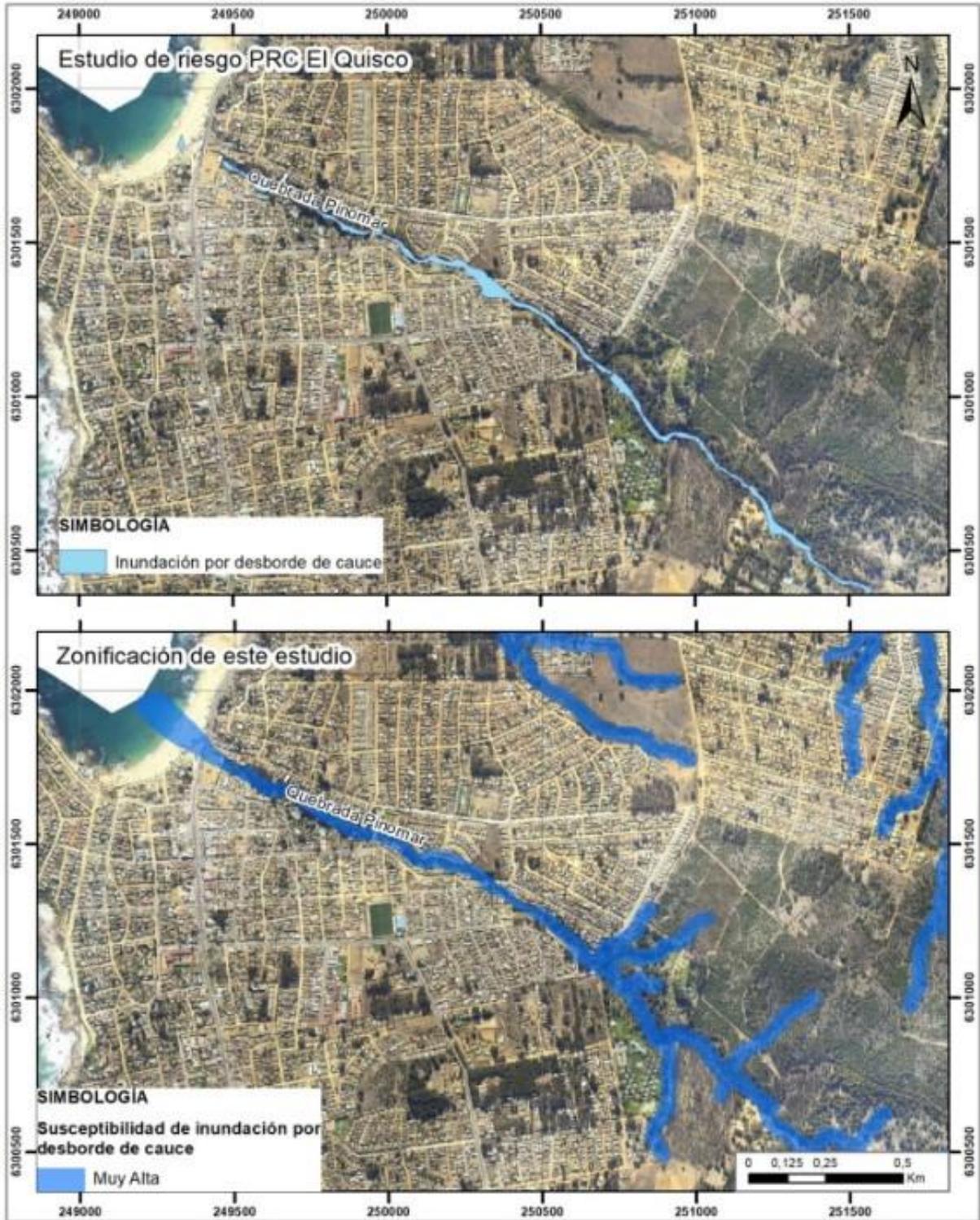
**Susceptibilidad de inundación por desborde de cauces y por anegamiento**



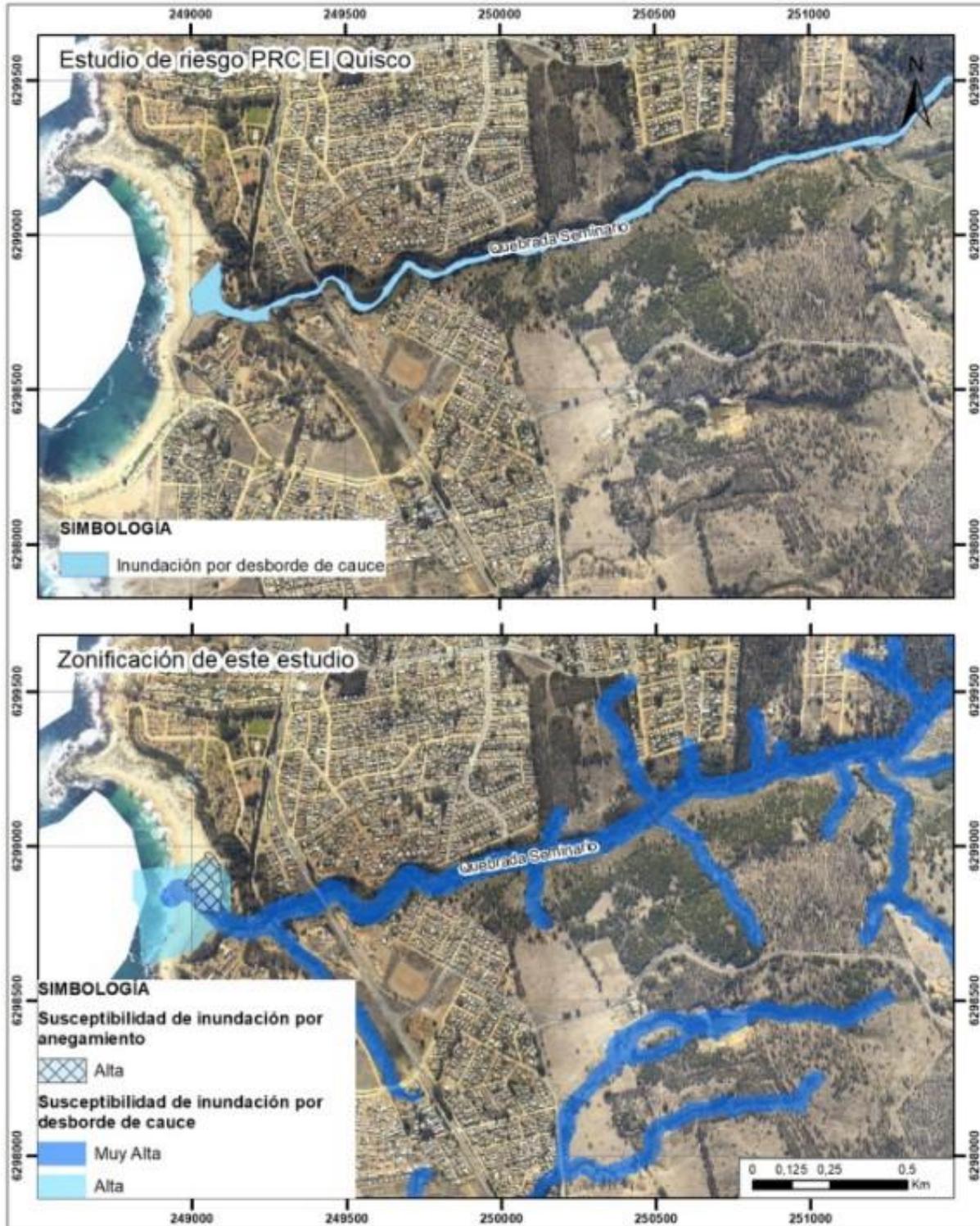
**D.2 Comparación de resultados con estudios anteriores**

En términos generales, las zonas expuestas a inundaciones terrestres presentan significativas semejanzas entre ambos estudios, también existen notorias diferencias en determinados peligros, debido a que las metodologías de trabajo que se llevaron a cabo tienen diferencias sustanciales

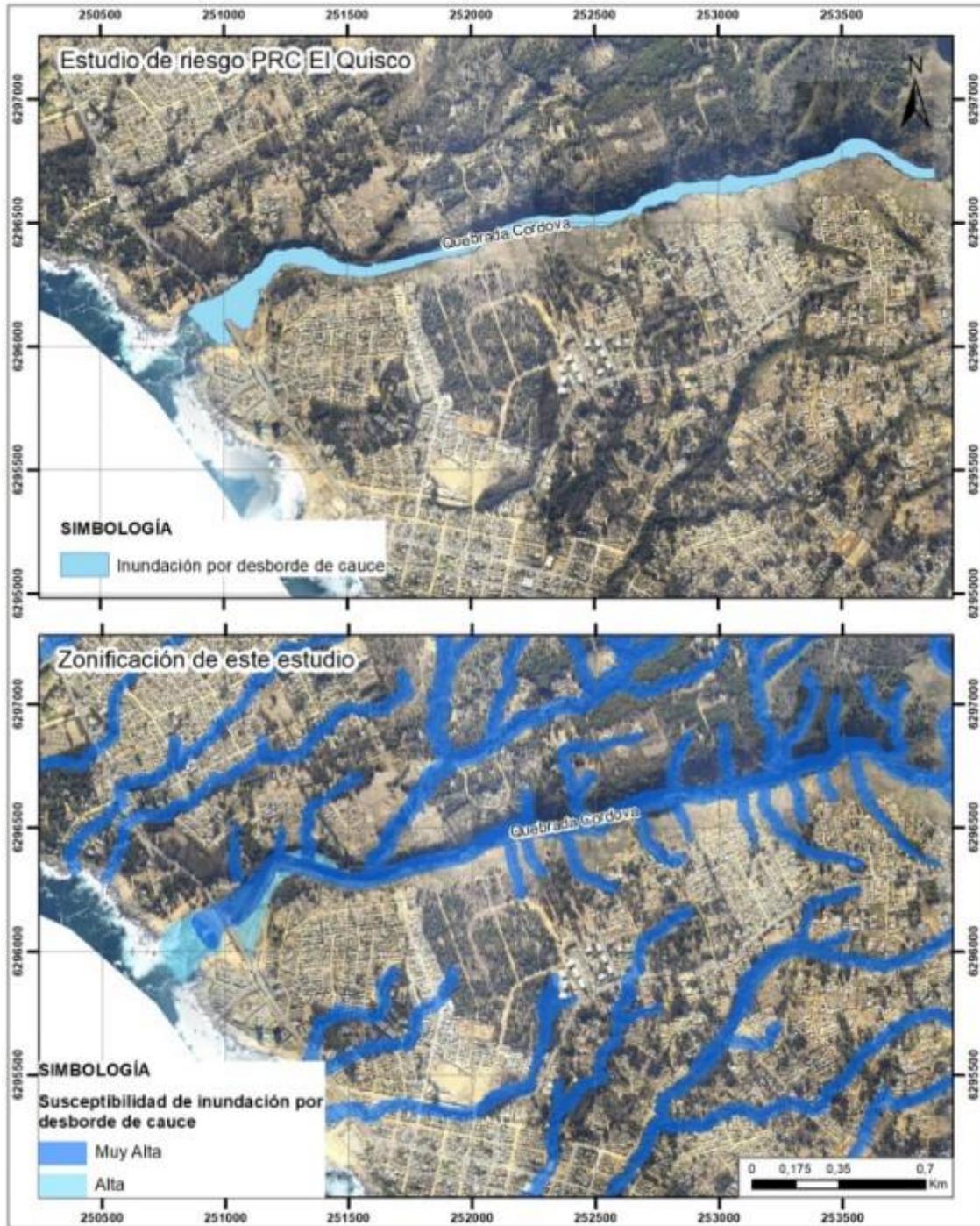
**Comparación de zonas expuestas a inundaciones terrestres al norte de la comuna de El Quisco definidas en el estudio de riesgo PRC El Quisco y este estudio**



**Comparación de zonas expuestas a inundaciones terrestres al centro sur de la comuna de El Quisco definidas en el estudio de riesgo PRC El Quisco y este estudio**

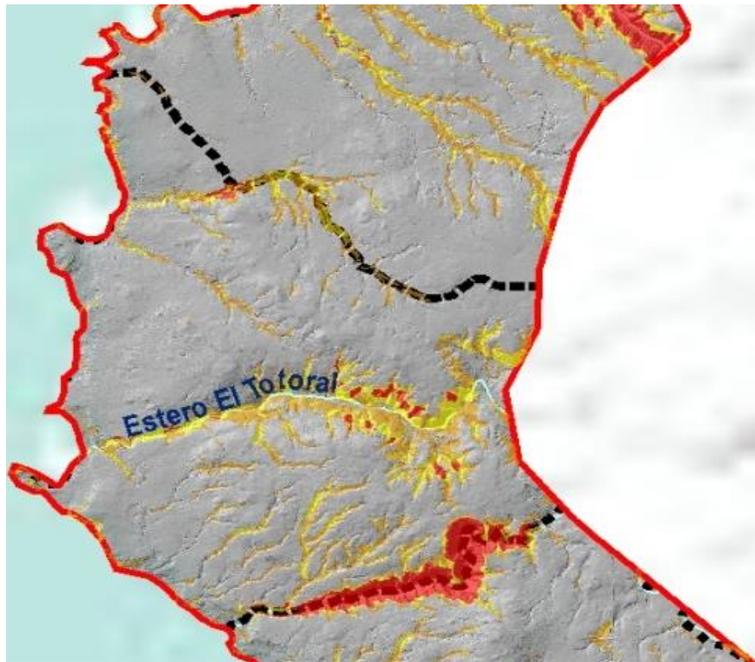


**Comparación de zonas expuestas a inundaciones terrestres al sur de la comuna de El Quisco definidas en el estudio de riesgo PRC El Quisco y este estudio**

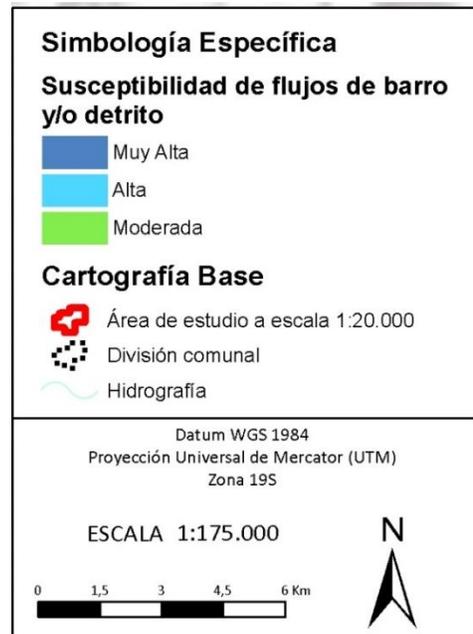


**E.- Peligro De Remociones En Masa**

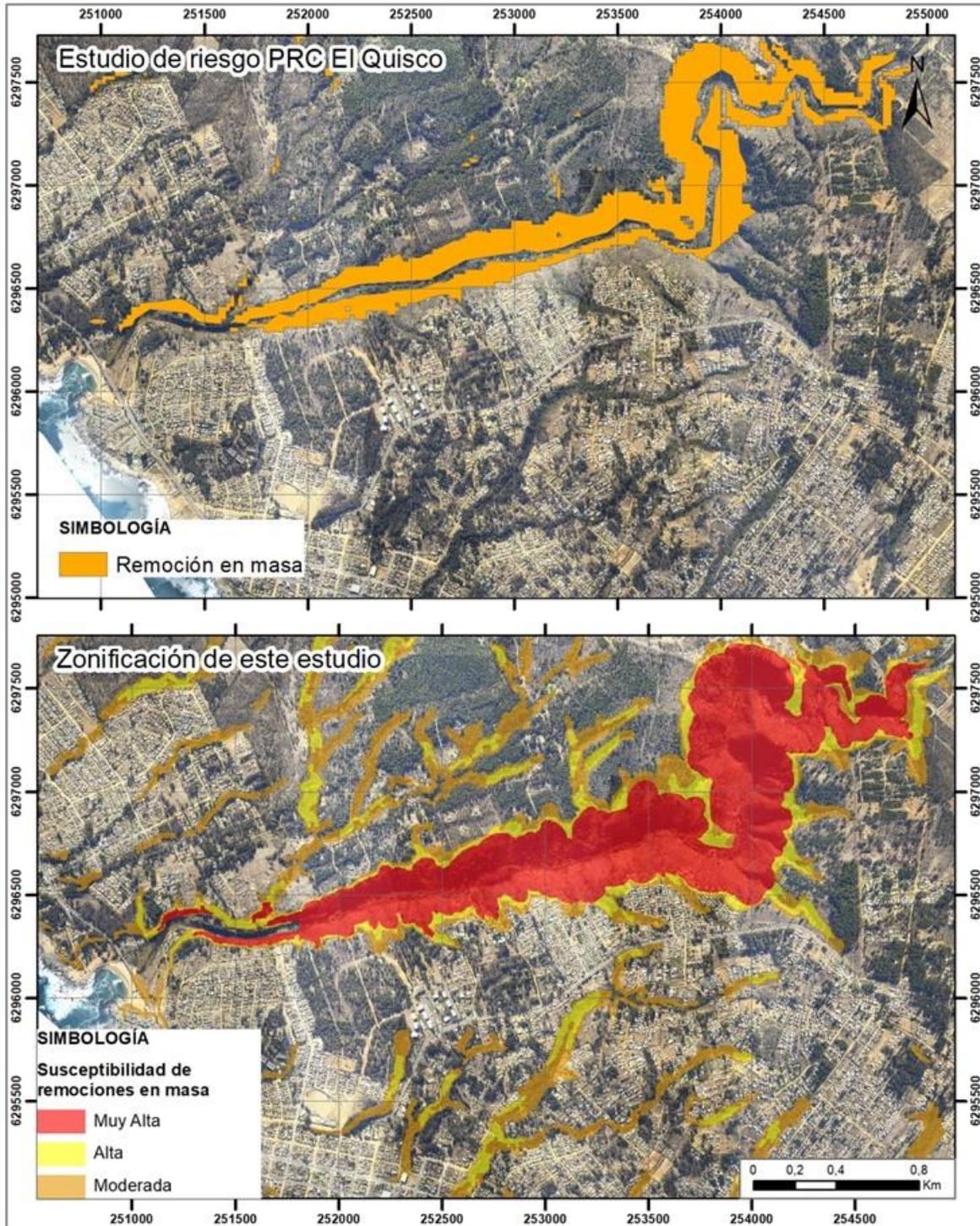
**E.1 Susceptibilidad de procesos de ladera**



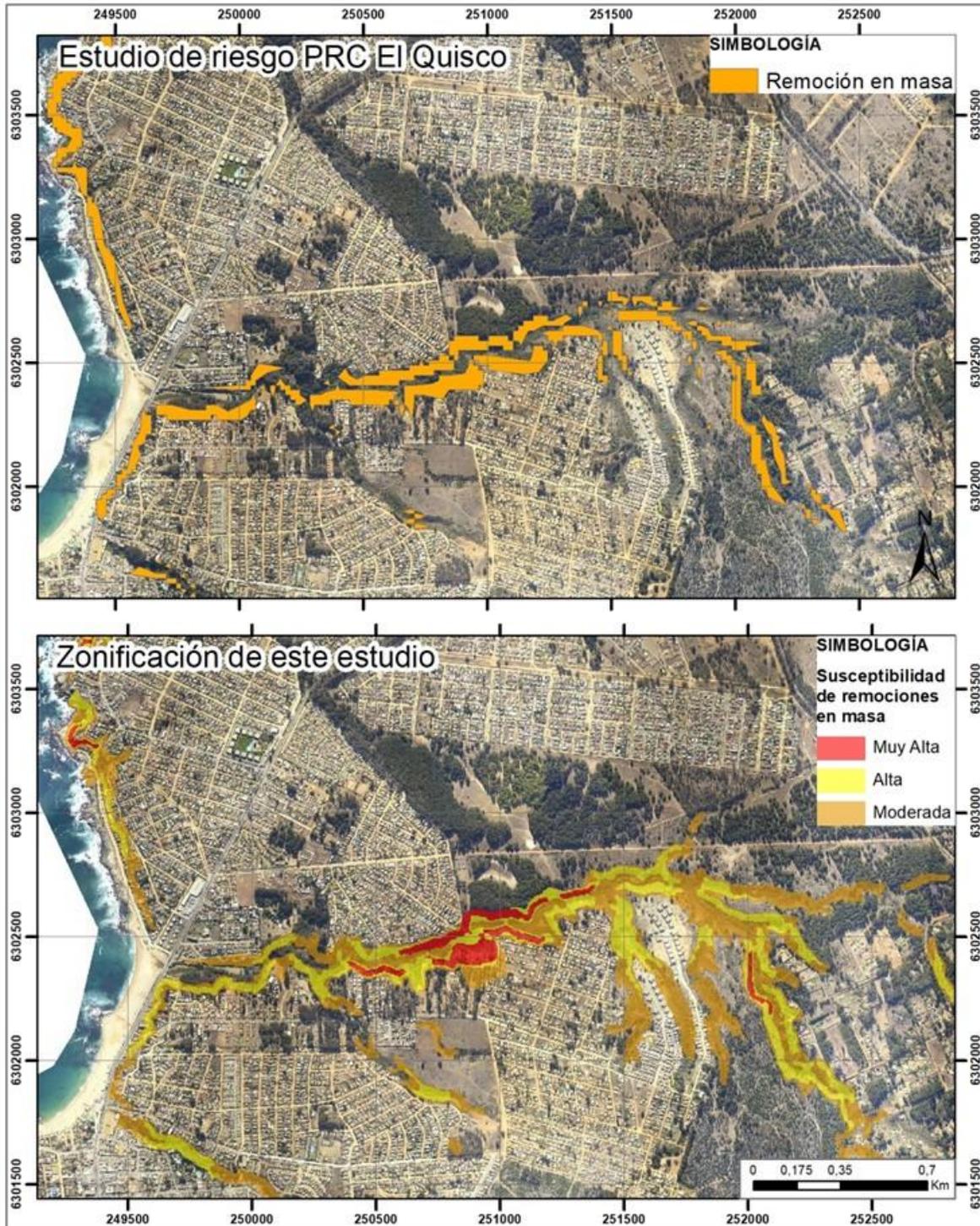
**E.2 Susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos**



**E.3 Comparación de resultados con estudios anteriores**  
**Zonas expuestas a remociones en masa al sur de la comuna**

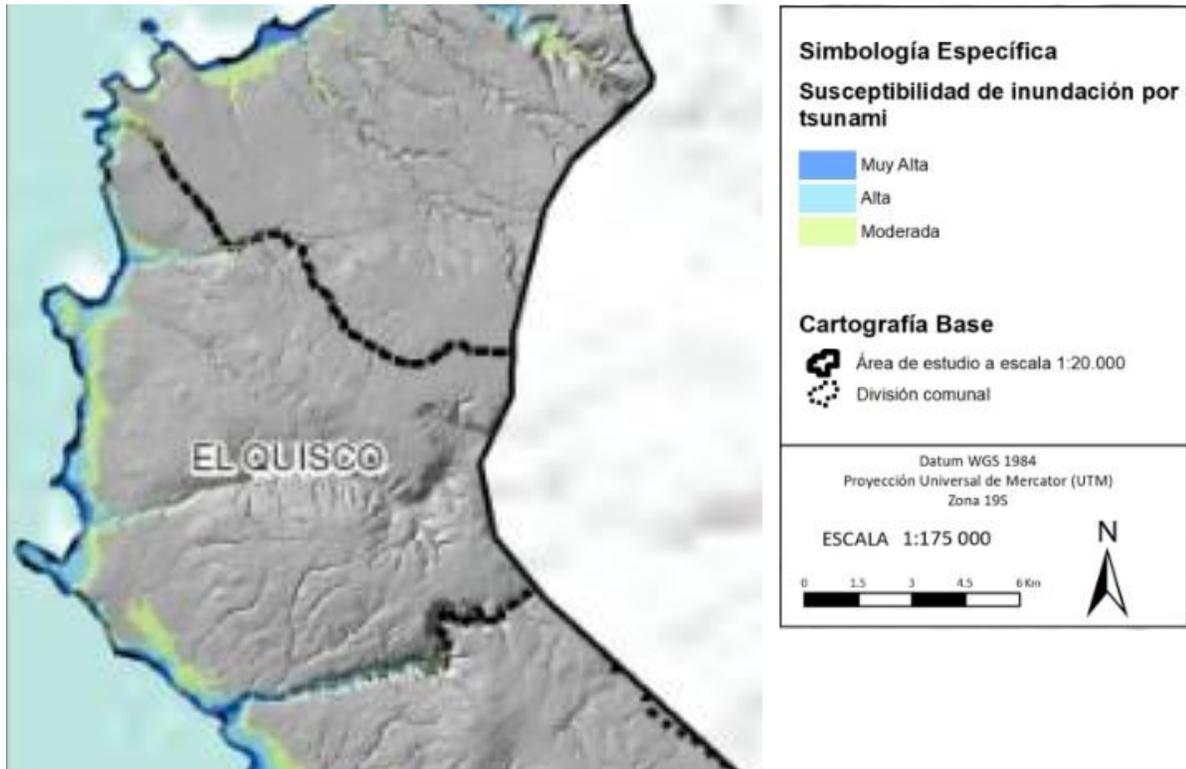


Zonas expuestas a remociones en masa al centro de la comuna

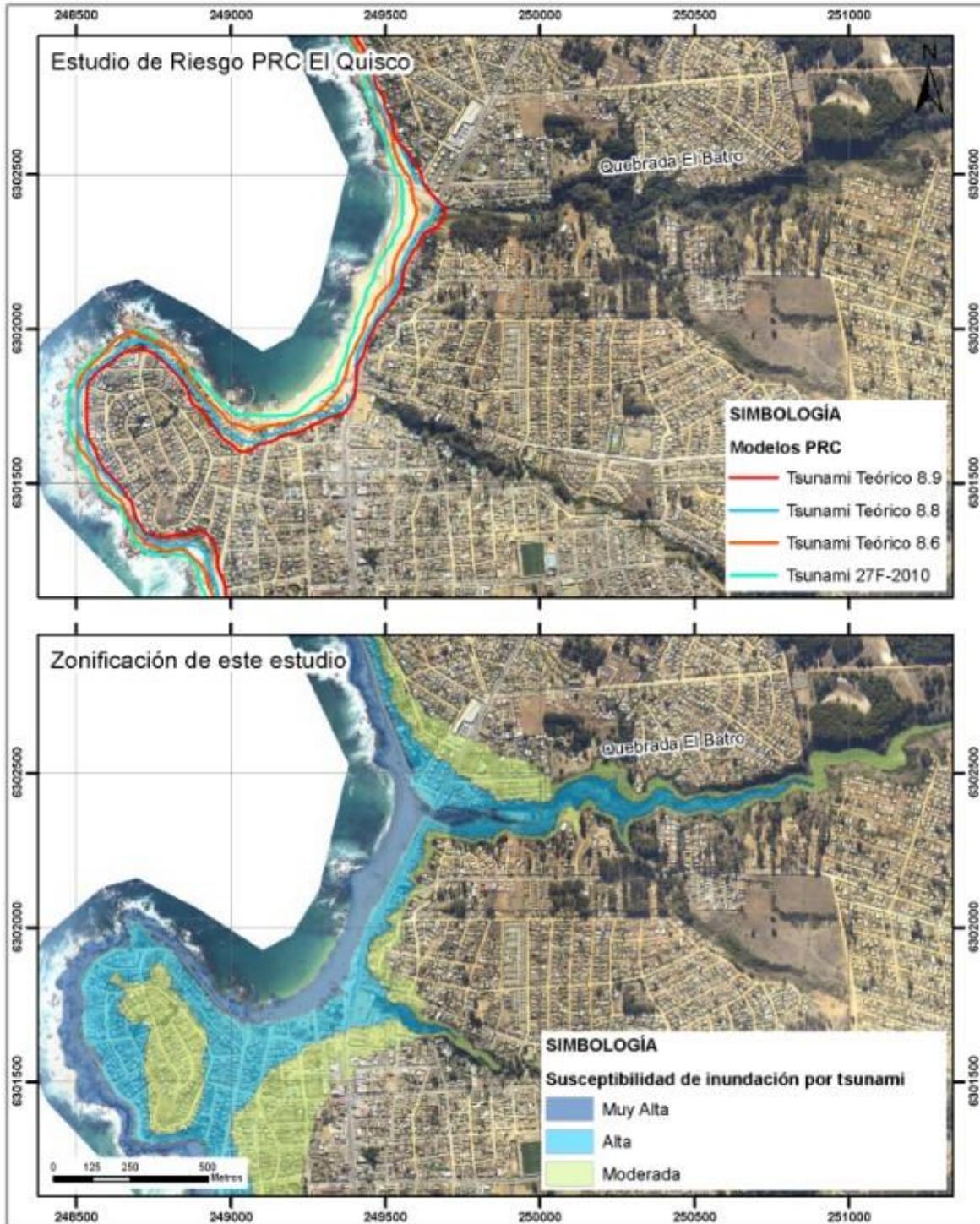


**F.- Riesgo De Inundaciones Litorales Por Tsunami**

**F.1 De susceptibilidad tsunami**



**F.2 Comparación de resultados con estudios anteriores**  
**Zonas expuestas a tsunami en el sector de la playa de El Quisco**



**G.- Vulnerabilidad**

A partir del cruce de las siguientes condiciones:

**Nivel Crítico** de vulnerabilidad, corresponde a aquellas áreas en donde:

El porcentaje de población es sobre un 25 % de personas entre 0-15 años y 65 años y más.

Mediana a alta concentración de personas, de nivel socioeconómico 1 y 2

La densidad de población es de nivel muy alto.

**Nivel Alto** de Vulnerabilidad, corresponde a aquellas áreas en donde:

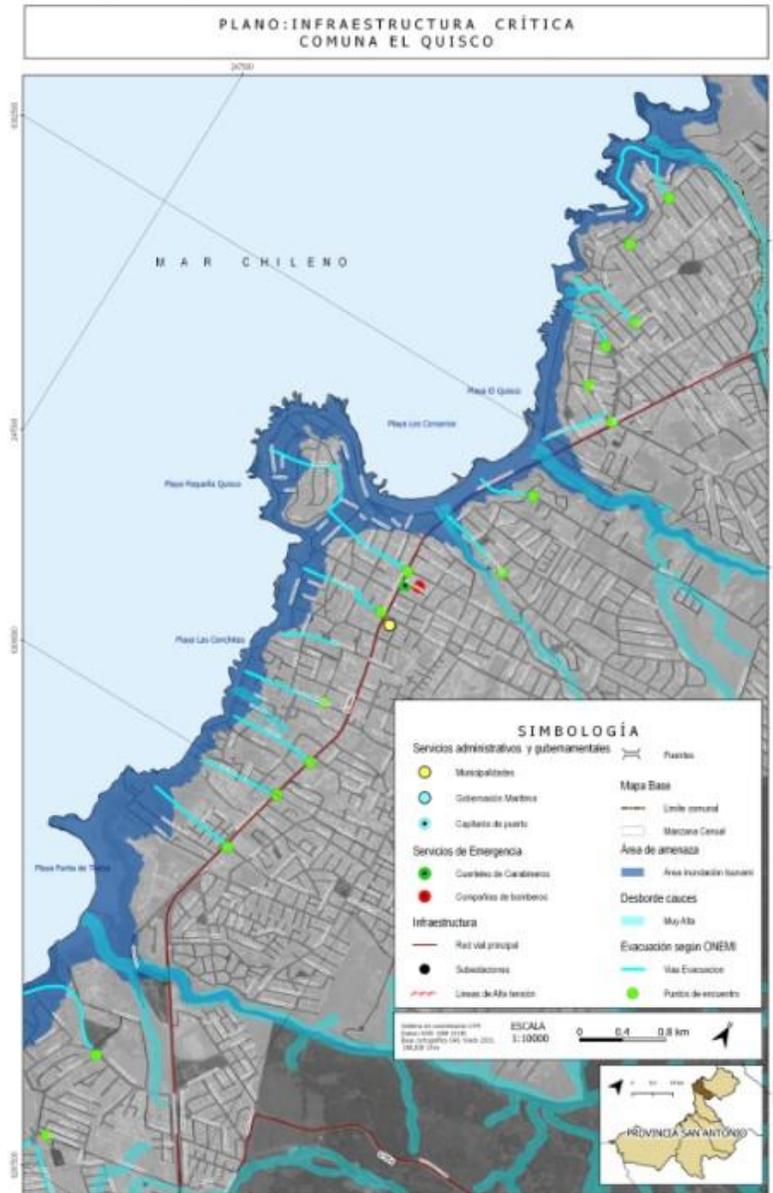
El porcentaje de población sobre 25 % de personas entre 0-15 años y 65 años y más.

Mediana o alta concentración de personas de nivel socioeconómico 1 y 2

La densidad se encuentra en los rangos medio y alto

**Nivel Bajo** de vulnerabilidad, corresponde a aquellas áreas, en donde se presenta una baja densidad de población, en edad Infantil y de tercera edad, y nivel socioeconómico.

**Vulnerabilidad socioeconómica El Quisco**

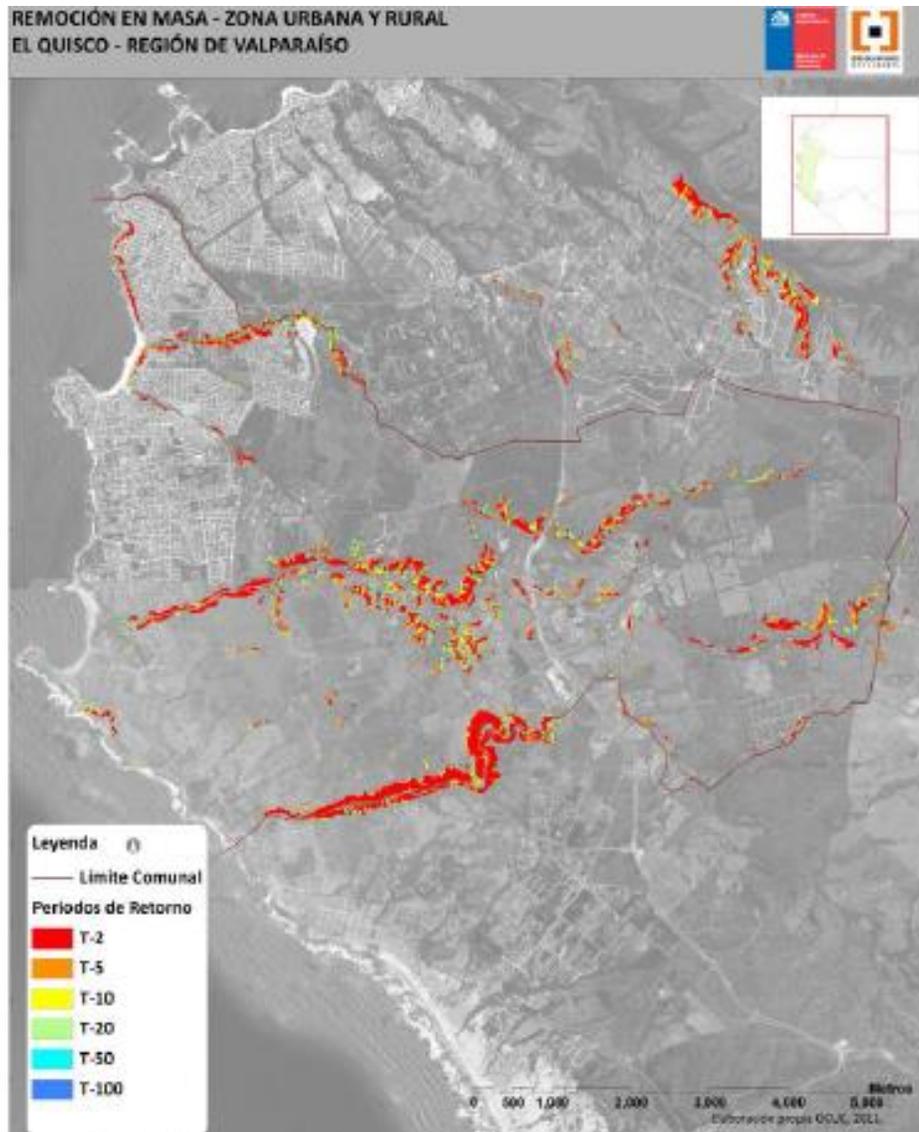


### III.1.2.- Estudio De Riesgo OCUC

El año 2011 el MINVU encargó al Observatorio de Ciudades UC (OCUC) el Estudio Fundado de Riesgos de la comuna de El Quisco, que reconoce una variedad de riesgos clasificados en 4 informes distintos: a) Riesgo de Tsunami, b) Riesgo de Remoción en Masa, c) Riesgo de Inundación por crecidas, y d) Riesgo de Amplitud Sísmica. Respecto de los antecedentes presentados respecto de los riesgos, es posible destacar lo siguiente:

- Respecto a los registros sobre sismos, el documento se refiere a 7 movimientos sísmicos que generaron ondas sísmicas, desde 1647 hasta 2010, respectivamente en los años 1647, 1730, 1822, 1906, 1922, 1985 y 2010, todos afectando la zona centro sur del país. En relación con ello el estudio realiza un estudio de la amplitud sísmica que alcanzan los terrenos de la localidad en estudio, llegando a establecer que los suelos son de categoría II (suelos más duros) de acuerdo con la norma NCh433 Of.96 Mod2009. Las excepciones las constituyen aquellos sectores con alta pendiente, donde es posible anticipar la ocurrencia de efectos de amplificación topográfica. En tales casos, se ha asumido que el efecto de la topografía será equivalente a modificar la clasificación sísmica a suelos tipo III o IV (suelos de mayor inestabilidad), según corresponda.

**Figura 3. Remoción en masa**



Fuente OCUC (2011).

- El informe de Remoción en masa da cuenta de la falta de registros históricos sobre eventos de este tipo en la comuna, sin embargo, establecen dos lugares en El Quisco que tienen evidencias de estos sucesos, erosión severa: Ladera no vegetada de Quebrada El Totoral (Seminario) y antecedentes de flujos de barros y erosión en calles no pavimentadas, un ejemplo de ello es la intersección de las calles Gabriela Mistral con Pablo Neruda<sup>2</sup>. El modelo se desarrolla en base a períodos de retorno de precipitaciones extremas y el resultado de ello evidencia en torno a las quebradas las principales amenazas, ver figura.
- Los antecedentes históricos sobre el riesgo por inundación en la comuna son más bien escasos, debido a la falta de sistematización y disponibilidad de esta información. Igualmente, se pueden reconocer eventos hidrológicos extremos a nivel regional en algunos años. Para determinar las superficies de inundaciones se realizó una modelación con HEC ras, herramienta ampliamente utilizada para modelación hidráulica, que requiere de datos de

<sup>2</sup> Estudio Fundado de Riesgo de Remoción en Masa, Comuna de El Quisco. Observatorio de Ciudades UC (OCUC, 2011).

caudales, profundidad y rugosidad del terreno. Si bien la modelación se considera apropiada, se requiere considerar las variables climáticas extremas asociadas al cambio climático. La definición de los riesgos de inundación se realizó para un periodo de retorno de 100 años, y en él se registran áreas de inundación en las quebradas: El Batro, Pinomar, Totoral, Huallilemu (quebrada no identificada por este estudio) y Estero Córdova.

**Figura 4. Inundación Quebrada Pinomar y Quebrada de Córdova.**

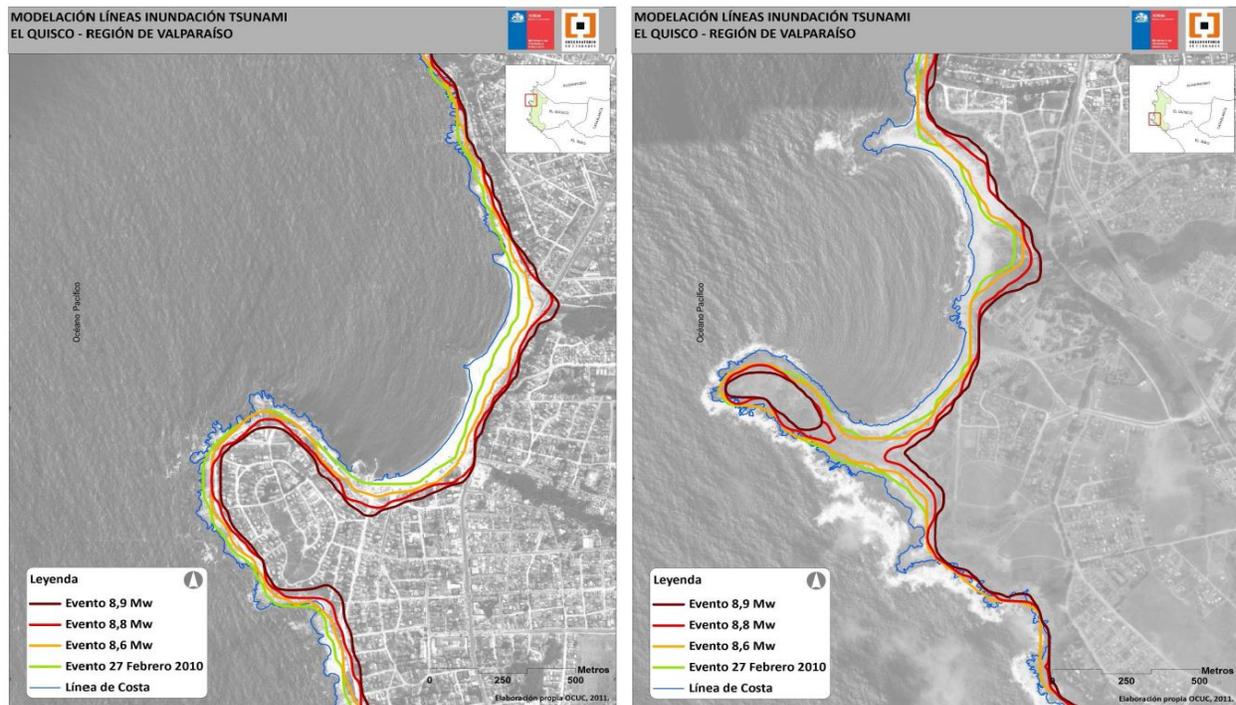


Fuente: Estudio de riesgo OCUC – crecidas inundaciones.

- Inundación por tsunamis. El modelo de inundación se realizó mediante la herramienta surf\_UC (Guerra et al., 2010; Guerra 2010a), el cual ha sido diseñado especialmente para representar flujos naturales extremos, como inundaciones, crecidas violentas u ondas de tsunamis. Estos flujos usualmente ocurren sobre topografías variables y rugosas, y se caracterizan por cambios rápidos y bruscos en la velocidad y la profundidad, que incluso pueden llevar al rompimiento (ondas de shock) y producir complejas interacciones en las interfaces seco-mojadas.
- Los resultados de la modelación, muestran y comparan las líneas de inundación obtenidas para cada escenario modelado. En ella se aprecia que las zonas potencialmente inundables por estos eventos de tsunamis corresponden al sector céntrico de El Quisco, Av. Costanera, Av. El Quisco, sector Punta de Tralca y desembocadura estero Córdova.

Es importante destacar que la topografía de la comuna de El Quisco, bastante escarpada, contribuye a disminuir el área afectada por estos eventos. Los sectores más afectados son: la Playa Principal donde se estima una inundación horizontal del mar aproximada de 150 m desde la línea de costa y en el sector de la quebrada El Totoral en Punta de Tralca, de aproximadamente 250 m.

Figura 5. Líneas de inundación de tsunami.



Fuente: Extraídas de informe de Tsunami OCUC (2011).

## III.2 OTROS ANTECEDENTES QUE IDENTIFICAN AMENAZAS LOCALES

### III.2.1.- Estudio PRC 2007

El año 2007 en el marco del estudio de actualización del PRC, la consultora URBE desarrolla una identificación de amenazas naturales y es posible destacar lo siguiente:

- Inundación: se han identificado zonas proclives a sufrir procesos de anegamiento producto de fenómenos naturales extremos y establece una zona de protección de resguardo de la red de drenaje comunal, la cual garantiza el escurrimiento normal de las aguas, lo que se suma además a la prohibición de vertido de las aguas lluvias a la vialidad, exigiendo la infiltración al interior de los mismos predios, reduciendo los caudales de escorrentía ante fenómenos de lluvias intensas.

Estas áreas coinciden con los lechos de las quebradas y esteros existentes, identificándose como las de mayor importancia la Quebrada Las Petras, Quebrada El Batro, Estero El Totoral y Quebrada de Córdova. El resto de las quebradas intermitentes, se les asignó igualmente un riesgo alto ya que se activan durante eventos pluviométricos importantes.

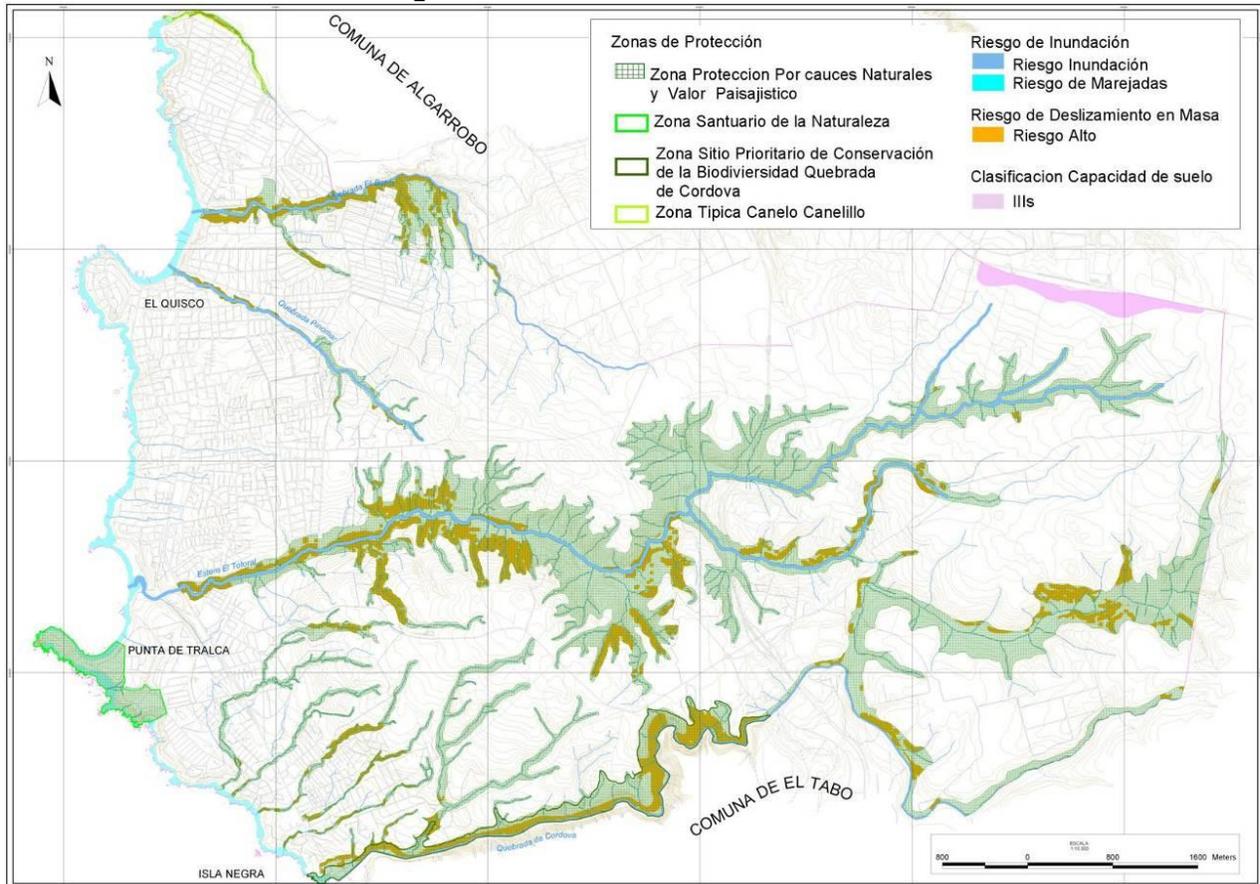
- Riesgo por Deslizamiento en Masa: áreas con riesgo alto, se encuentran directamente relacionadas con los valles del Estero El Totoral y las Quebradas Las Petras y de Córdova, estas se encuentran cubiertas con vegetación del tipo matorral y pradera. La Comuna presenta, mayoritariamente, áreas con niveles de riesgo medio, asociado principalmente a la formación geológica del área que corresponde al denominado "batolito costero", este se encuentra meteorizado (oxidado), y por esto genera un regolito en superficie o maicillo que es arrastrado en los eventos de lluvias.

Cabe destacar que aunque estas áreas no presentan potencialidad para el desarrollo urbano, pueden ser manejadas y con ello se puede restringir la superficie de restricción en

concordancia con lo establecido en la OGUC. De ésta manera, se condiciona la ocupación de dichos sectores al desarrollo de estudios específicos.

- Riesgo por Tsunami: se delimitan exclusivamente como las áreas de manejo en caso de que ocurriera un evento de este tipo. De acuerdo al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), corresponde a la delimitación en la cota 30msnm en que deben implementarse planes de contingencia. Se debe considerar que estas áreas delimitan zonas de seguridad y no necesariamente las áreas de potencial inundación.

**Figura 6 Síntesis Ambiental El Quisco**



Fuente: URBE 2007

### III.2.2.- Antecedentes ONEMI

Ante la exposición a la amenaza de tsunami, ONEMI editó un plano para la evacuación, en el cual se establece el polígono afecto con la delimitación de una línea de seguridad y los puntos de encuentro a los cuales llevan las vías de evacuación. El área afecta incluye todo el sector señalado en el Estudio De Riesgo OCUC como área susceptible de inundación por tsunami, franja paralela con mayor profundidad en los conos de llegada al mar de las quebradas.

En imagen siguiente se presenta la imagen del plano elaborado con la información de la Ilustre Municipalidad de El Quisco, la Dirección regional de ONEMI Valparaíso y el Comité comunal de protección civil y emergencias.

Figura 7 Plano de Evacuación ante Amenaza de Tsunami, El Quisco



Fuente: ONEMI, Quisco onemi.

### III.3 COMPONENTE RIESGO NATURAL

Según el Informe Anual de Medio Ambiente 2013 (INE), el número de eventos vinculados a los temporales a nivel regional, en Valparaíso se reconocen dos eventos de sistema frontal, uno de vientos y uno de núcleo frío en altura, los cuales pueden haber afectado a la comuna.

**Tabla 1 Número de eventos vinculados con temporales según región 2013**

REGIÓN	Número de eventos						Núcleo frío en altura
	Sistema frontal	Nevazón	Lluvias altiplánicas	Deslizamientos	Tormenta eléctrica	Vientos	
<b>TOTAL</b>	20	2	1	8	-	16	10
Arica y Parinacota	-	-	-	-	-	-	-
Tarapacá	-	-	-	-	-	-	-
Antofagasta	-	1	1	-	-	1	1
Atacama	1	1	-	-	-	1	1
Coquimbo	1	-	-	-	-	-	1
<b>Valparaíso</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Metropolitana	2	-	-	2	-	-	2
O'Higgins	2	-	-	2	-	2	2
Maule	2	-	-	2	-	2	2
Biobío	2	-	-	-	-	2	-
La Araucanía	2	-	-	-	-	2	-
Los Ríos	3	-	-	2	-	3	-
Los Lagos	3	-	-	-	-	2	-
Aysén	-	-	-	-	-	-	-
Magallanes	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Informe Anual de Medio Ambiente, (INE,2013).

Según información disponible en internet, el año 2013 se reconoce un episodio de sistema frontal en la zona centro sur de Chile, en donde Valparaíso se vio afectado con las lluvias. Sin embargo, no hay registros de los efectos del sistema frontal en la comuna de El Quisco<sup>3</sup>.

#### III.3.1.- Análisis hidrológico de cuencas incidentes en comuna de El Quisco

El objetivo final es establecer las áreas expuestas a riesgo de inundación por crecidas de los cauces principales que cruzan los sectores poblados y los que eventualmente puedan tener uso urbano futuro; en primer término se ha de analizar el régimen pluvial aplicable a la comuna, y seleccionar las tormentas relevantes para el diseño; luego se definirán las cuencas de mayor efecto para generar flujos fluviales que puedan afectar las zonas urbanas, y finalmente se cuantificarán esos flujos con distintas expectativas de su ocurrencia, aplicando el Método Racional de cálculo de escorrentía en cuencas.

##### A.- Régimen pluvial

La aplicación del Método Racional requiere identificar como dato base la precipitación pluvial en 24 horas con una probabilidad de ocurrencia de una vez cada 10 años, simbolizada  $P^{24}_{10}$ .

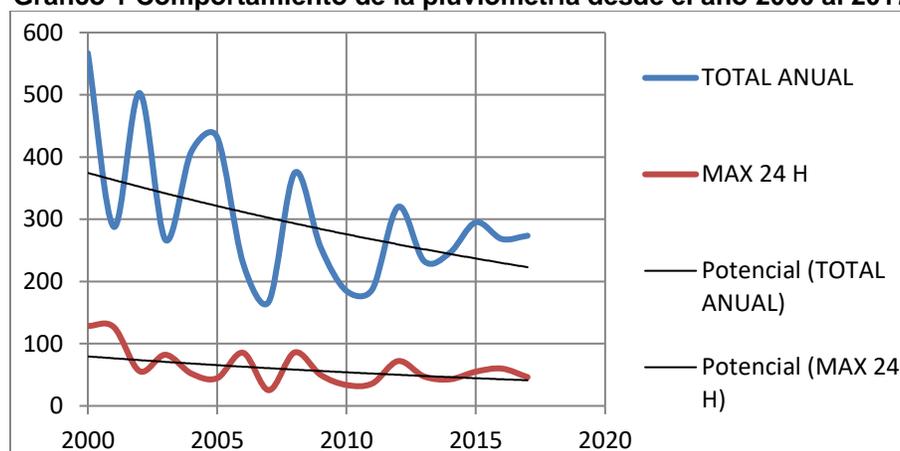
Una primera opción es adoptar el valor histórico para la estación de control pluviométrico más cercana reportada en el texto "Técnicas alternativas para solución de aguas lluvia en sectores urbanos" (MINVU, 1996), en este caso Punta Ángeles en Valparaíso con 83.3 mm, o San Antonio con 87.4 mm; interpolando en función de las distancias respectivas, se obtiene para El Quisco el valor  $P^{24}_{10}=86.1$  mm.

<sup>3</sup> Reporte por sistema frontal zona centro y sur del país. (Obtenido de: <http://www.onemi.cl/informate/reporte-por-sistema-frontal-zona-centro-y-sur-del-pais-1/> . 10-12-2018).

Dado que los valores referidos en el texto señalado provienen de información de la DGA del año 1994, y por tanto basados en la estadística de 30 años precedentes, se considera que podrían no estar reflejados adecuadamente los notorios efectos recientes asignados al cambio climático, traducidos en severos eventos de sequía.

En consecuencia, se analiza el comportamiento de la pluviometría desde el año 2000 al 2017, conforme a lo reportado por la Oficina Meteorológica de Chile, resumido en las tablas de precipitaciones mensuales y anuales, más las intensidades máximas en 24 horas respectivas. La estación de control es Fundo Huallilemu, al oriente de la comuna con coordenadas 33°16' de longitud oeste y 71°07' de latitud sur, 340 m.s.n.m., y se representan resumidas las tablas completas mes a mes, con sus totales anuales representados en el gráfico adjunto.

**Gráfico 1 Comportamiento de la pluviometría desde el año 2000 al 2017**



Fuente: Oficina Meteorológica de Chile

NOMBRE ESTACION : HUALLILEMU FUNDO													TOTAL
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Total mensual	.	11.9	-	4.2	9.6	357.5	9.7	1.9	168.8	3.5	-	-	567.1
Total mensual	-	-	-	.	.	7.5	280.3	.	.	.	.	.	287.8
Total mensual	-	2.1	26.4	14.8	.	116.2	132.4	183.9	21	6.1	.	.	502.9
Total mensual	.	.	.	.	107.4	82.3	53	.	.	-	24.2	.	266.9
Total mensual	-	-	13.5	46.1	26.1	64.8	86.1	115	12.8	-	44.1	-	408.5
Total mensual	-	-	26.3	2.7	84.7	140	35.9	127.2	.	.	15	.	431.8
Total mensual	.	.	.	.	.	.	183.7	45.8	.	.	.	.	229.5
Total mensual	-	18.8	1.7	-	6.3	59.1	44	37.8	.	.	.	.	167.7
Total mensual	-	-	.	10.5	140.6	48	52.9	117.2	5.6	.	.	-	374.8
Total mensual	.	.	.	-	-	128.7	10.5	90.9	19.9	4.9	-	-	254.9
Total mensual	-	-	41.8	.	.	106	.	6.6	11.7	12.4	6.2	-	184.7
Total mensual	.	1.8	1.3	10.5	-	78.7	53.3	41.8	-	-	.	-	187.4
Total mensual	-	.	-	1.7	91.5	156	-	33.5	-	.	-	37	320.0
Total mensual	s/p	s/p	22.3	.	124.3	53.2	7.9	23.8	1.2	s/p	s/p	s/p	232.7
Total mensual	s/p	.	s/p	s/p	9.6	112.4	32	45.9	42.9	s/p	3.2	0.2	246.2
Total mensual	s/p	s/p	6.4	s/p	3.4	s/p	52.1	144	36.4	45.5	7.2	s/p	295.0
Total mensual	2.4	s/p	s/p	115.5	22.8	52.8	50.9	s/p	s/p	13.8	1.4	8.7	268.3
Total mensual	s/p	s/p	s/p	3.7	64.3	70.8	27.6	68.4	9.5	23.5	5.7	s/p	273.5
PROMEDIO	2.4	8.7	17.5	23.3	57.6	102.1	69.5	72.2	33.0	15.7	13.4	15.4	305.5

ESTUDIO MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE EL QUISCO

NOMBRE ESTACION : HUALLILEMU FUNDO														MAX
AÑO	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	24 H
2000	Máx en 24 hrs.	.	11.9	-	4.2	9.6	128.5	9.7	1.9	128.4	3.5	-	-	128.5
2001	Máx en 24 hrs.	-	-	-	.	.	7.5	126.8	.	.	.	.	.	126.8
2002	Máx en 24 hrs.	-	2.1	21.1	11.1	.	55.8	43.8	53	17.9	6.1	.	.	55.8
2003	Máx en 24 hrs.	.	.	.	.	82.2	48.1	33.3	.	.	-	24.2	.	82.2
2004	Máx en 24 hrs.	-	-	13.5	16.1	17.4	34.6	26.5	52	12.8	-	41.4	-	52.0
2005	Máx en 24 hrs.	-	-	26.3	2.7	27.1	44.5	24	32	.	.	15	.	44.5
2006	Máx en 24 hrs.	.	.	.	.	.	.	85.4	26.4	.	.	.	.	85.4
2007	Máx en 24 hrs.	.	18.8	1.7	-	6.3	18.3	16.2	25.2	.	.	.	.	25.2
2008	Máx en 24 hrs.	-	.	.	10.5	44	19.7	19.1	86	4	.	.	-	86.0
2009	Máx en 24 hrs.	.	.	.	-	-	49.8	8.9	45	11.4	2.7	-	-	49.8
2010	Máx en 24 hrs.	-	-	26	.	.	33.6	.	5	8.6	12.4	6.2	-	33.6
2011	Máx en 24 hrs.	.	1.8	1.3	10.5	-	36	18.8	12.9	-	-	.	-	36.0
2012	Máx en 24 hrs.	-	.	-	1.7	72.1	68.3	-	19.2	-	.	-	36.1	72.1
2013	Máx en 24 hrs.	s/p	s/p	22.3	.	47.3	34.2	6	22.3	1.2	s/p	s/p	s/p	47.3
2014	Máx en 24 hrs.	s/p	.	s/p	s/p	5.3	42.7	20.5	27.5	19.8	s/p	3.2	0.2	42.7
2015	Máx en 24 hrs.	s/p	s/p	6.4	s/p	2.3	s/p	18.4	55	18.2	17.6	7.2	s/p	55.0
2016	Máx en 24 hrs.	2.4	s/p	s/p	60	6.9	27	16.2	s/p	s/p	8.5	1.4	5.5	60.0
2017	Máx en 24 hrs.	s/p	s/p	s/p	2.7	25.4	46.2	17.3	20.7	9.5	21	5.7	s/p	46.2
	PROMEDIO	2.4	8.7	14.8	13.3	28.8	43.4	30.7	32.3	23.2	10.3	13.0	13.9	62.7

La conclusión evidente es que hay una sistemática reducción de la precipitación anual, disminuyendo su tendencia en 17 años desde 380 mm/año a 225 mm/año; de igual modo, las precipitaciones máximas en 24 horas tienen tendencia decreciente desde valores iniciales sobre 120 mm hasta aproximarse a 45 mm. Una forma de representar esta gama de valores será modelar tres escenarios de  $P^{24}_{10}$ : Alto con 120 mm., Medio con 85 mm, y Bajo, con 45 mm.

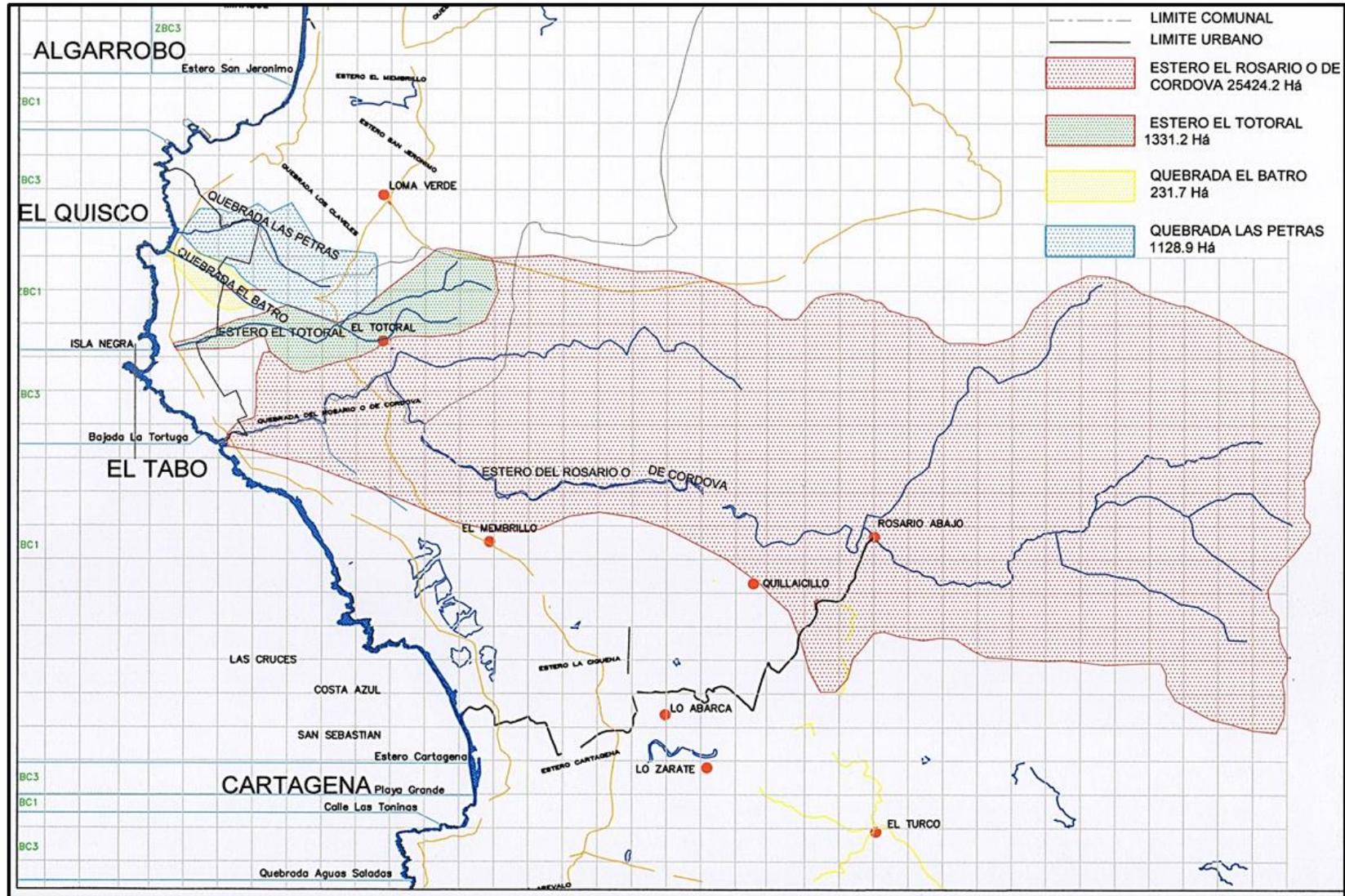
### B.- Cuencas consideradas

Se aprecian diversas cuencas cuyas aguas fluyen de oriente a poniente en el territorio comunal, con origen en quebradas de la cordillera de la costa, lo que les imparte régimen exclusivamente pluvial. Se ha identificado a cuatro cuencas con esteros principales, de norte a sur:

- Las Petras, con 1129 Hás, con parte incluida en comuna de Algarrobo.
- El Batro, con 231 Hás.
- El Totoral, con 1331 Hás.
- Del Rosario/Córdova, con 22422 Hás., cuya cuenca se extiende a las comunas El Tabo, Cartagena y Casablanca.

Este estudio se abocará a las tres cuencas mayores cuya superficie es superior a 10 km<sup>2</sup>, cuyas áreas han sido definidas a partir de las imágenes de Google Earth y la cartografía de base del Plan Intercomunal de Valparaíso-Borde Costero Sur.

Figura 8 Cuencas incidentes en comuna de El Quisco



Fuente: elaboración propia

**C.- Cálculo de Caudales - Método Racional.**

Se aplica la fórmula de cálculo de caudales para determinar los caudales  $Q = C \cdot i \cdot A / 3.6$ , en que:

- $Q$  = caudal en  $m^3/s$
- $C$  = Coeficiente de escorrentía dependiente de la permeabilidad de los suelos en la cuenca;  $C = 0.2$  en zonas urbanas y  $C = 0.2$  en zonas rurales, ponderado en proporción a las respectivas áreas.
- $i$  = intensidad de precipitación en  $mm/h$ , en función de  $P^{24}_{10}$ , período de retorno  $T$  en años, y la duración  $t$  de la lluvia, dada por el tiempo de concentración de la escorrentía; se aplica fórmula de Kirpich.
- $A$  = Área de la cuenca en  $Km^2$

Se muestra a modo de ejemplo los resultados para  $T = 2, 5$  y  $50$  años en las cuencas consideradas, asociados al valor intermedio de  $P^{24}_{10}=85$ , y valores de  $C$  ponderados entre las áreas de monte y urbanas.

Esta metodología será aplicada a las etapas siguientes del estudio para evaluar la incidencia de los caudales de crecida sobre las áreas que este estudio ha de definir como urbanas en las inmediaciones de estos cauces.

						T =	2			
T = 2 AÑOS						P 24 H; T = 10	85			
AREAS	SUP. (km <sup>2</sup> )	LONGITUD (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	T CONC. (min)	i 60 min T =10	i (mm/h)	C	Q(m <sup>3</sup> /s)	
Las Petras	1.1289	5530	149	0.027	59.73	16.2	10.8	0.30	1.017	
El Batro	0.2317	3355	108	0.032	37.96	16.2	14.3	0.35	0.322	
El Total	1.3312	11570	216	0.019	121.46	16.2	6.9	0.22	0.568	
Córdova	25.4242	43600	427	0.010	432.44	16.2	2.9	0.20	4.175	

						T =	5			
T = 5 AÑOS						P 24 H; T = 10	85			
AREAS	SUP. (km <sup>2</sup> )	LONGITUD (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	T CONC. (min)	i 60 min T =10	i (mm/h)	C	Q(m <sup>3</sup> /s)	
Las Petras	1.1289	5530	149	0.027	59.73	16.2	13.9	0.30	1.311	
El Batro	0.2317	3355	108	0.032	37.96	16.2	18.4	0.35	0.415	
El Total	1.3312	11570	216	0.019	121.46	16.2	8.8	0.22	0.732	
Córdova	25.4242	43600	427	0.010	432.44	16.2	3.8	0.20	5.382	

						T =	50			
T = 50 AÑOS						P 24 H T = 10	85			
AREAS	SUP. (km <sup>2</sup> )	LONGITUD (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE	T CONC. (min)	i 60 min T =10	i (mm/h)	C	Q(m <sup>3</sup> /s)	
Las Petras	1.1289	5530	149	0.027	59.73	16.2	21.8	0.30	2.050	
El Batro	0.2317	3355	108	0.032	37.96	16.2	28.8	0.35	0.648	
El Total	1.3312	11570	216	0.019	121.46	16.2	13.8	0.22	1.144	
Córdova	25.4242	43600	427	0.010	432.44	16.2	5.9	0.20	8.416	

### III.4 COMPONENTE RIESGO ANTRÓPICO

En general, no existen problemas relevantes como consecuencia de la presencia de fuentes contaminantes como podrían ser pasivos ambientales u otros relevantes de contaminación.

#### III.4.1.- Susceptibilidad de Incendios forestales

El año 2016 se identificaron una serie de eventos de incendios forestales en diversos puntos del país, y la región de Valparaíso no estuvo exenta. Hubo un total de 961 eventos en la región, con un total de 971 personas afectadas por esta amenaza natural.

Según la circular DDU 269 y a raíz de la catástrofe de incendios forestales provocada el año 2014, se señala que en los PRI y PRC se debe normar para definir áreas de riesgo inclusive los riesgos generados por la actividad humana. Por ello, el riesgo por amenaza de incendio debe estar incorporado en los Planes Reguladores Comunales. La región de Valparaíso se posiciona en el segundo lugar de mayor ocurrencia de incendios en el país con aproximadamente mil incendios desde el año 2012 al 2017.

**Tabla 2 Ocurrencia de Incendios Forestales 2012- 2017**

Región	Ocurrencia de Incendios Forestales (Número)				
	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
<b>TOTAL</b>	5.651	6.335	8.048	6.784	5.274
Arica y Parinacota	-	-	-	-	1
Tarapacá	-	-	-	-	-
Antofagasta	-	-	-	-	-
Atacama	-	-	-	-	-
Coquimbo	71	75	53	96	101
<b>Valparaíso</b>	<b>952</b>	<b>843</b>	<b>865</b>	<b>760</b>	<b>961</b>
Metropolitana	305	341	442	274	388
O'Higgins	203	195	235	205	255
Maule	585	684	688	796	631
Biobío	2.409	2.858	3.644	2.691	1.951
Araucanía	851	968	1.496	1.344	753
Los Ríos	77	117	149	183	78
Los Lagos	169	222	433	333	92
Aysén	18	27	24	50	21
Magallanes	11	5	19	25	28

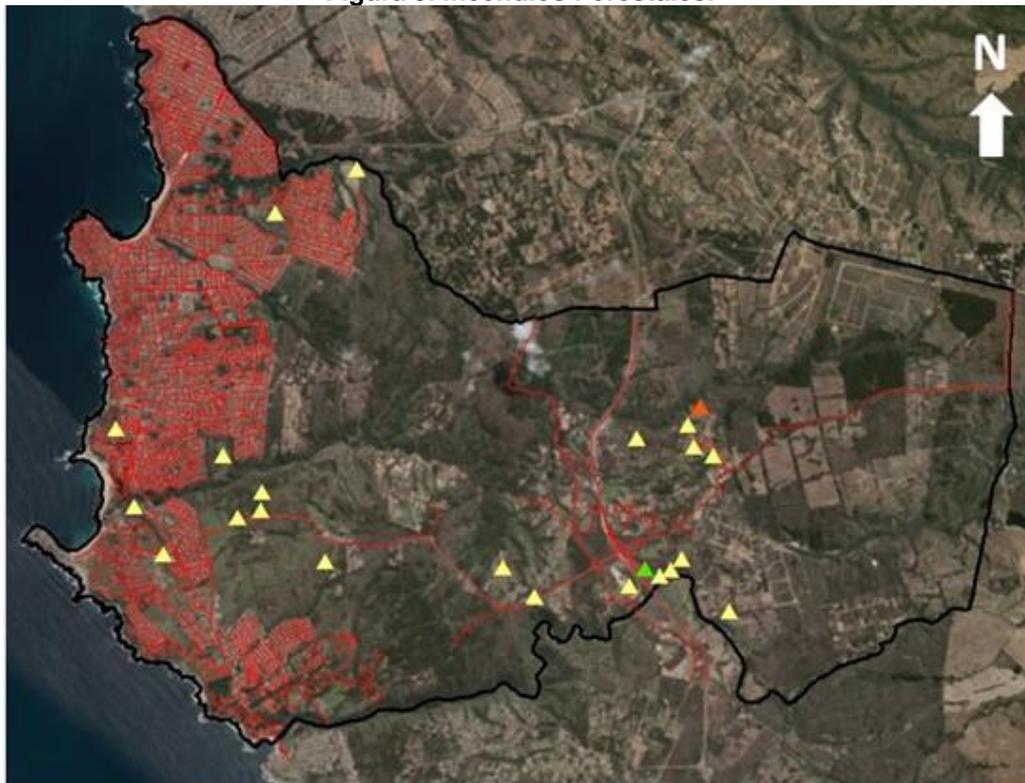
Fuente: Informe Anual de Medio Ambiente, (INE, 2017).

A nivel regional, desde 2012 a 2017 existe un registro de la causalidad de los incendios forestales investigados, y la causa general de los incendios se centró en incendios intencionales con 11.692 eventos entre estos años, a lo que le siguen el tránsito de personas, vehículos o aeronaves, con un total de 10.888 eventos estos mismos años.

En el territorio comunal, es posible reconocer las zonas afectadas de los incendios forestales en los años 2015 y 2017 según los registros de CONAF. El Quisco se ve mayormente afectado en zonas de pastizal, matorral y plantación de eucaliptus. Asimismo, los incendios se sitúan en las

zonas urbanas y cercanas a los caminos principales, en donde se reconocen vegetación de bosque y matorrales en las zonas altas de la comuna.

**Figura 9. Incendios Forestales.**



**SIMBOLOGÍA**

	Pastizal		Límite Comunal
	Plantación de Eucaliptus		Red Vial
	Matorral		

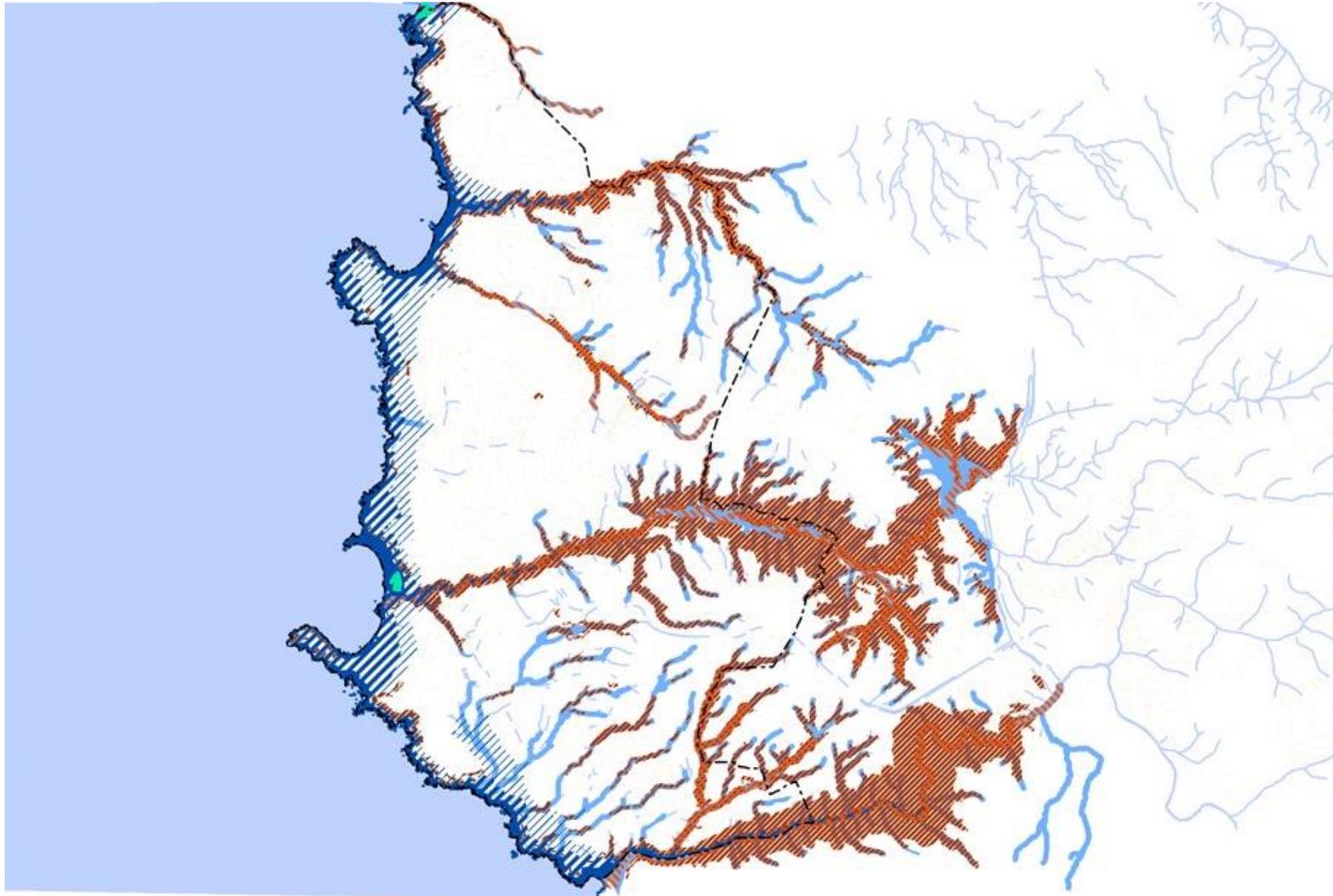
Fuente: Elaboración Propia en base a antecedentes IDE.

**III.4.2.- Restricción por Infraestructura**

Estas corresponden a aquellas infraestructuras emplazadas en el territorio comunal que se constituyen por ley, como zonas de resguardo. Para el caso de las obras de infraestructura, se reconocen dentro del territorio comunal los tendidos eléctricos de alta tensión, estableciendo los debidos resguardos según lo especifican las disposiciones vigentes.

#### IV.- ÁREAS CON SUSCEPTIBILIDAD DE RIESGO

Figura 10. Áreas con susceptibilidad de riesgo natural



Fuente elaboración propia

## IV.1 SUSCEPTIBILIDAD DE INUNDACIÓN

### IV.1.1.- Por Tsunami

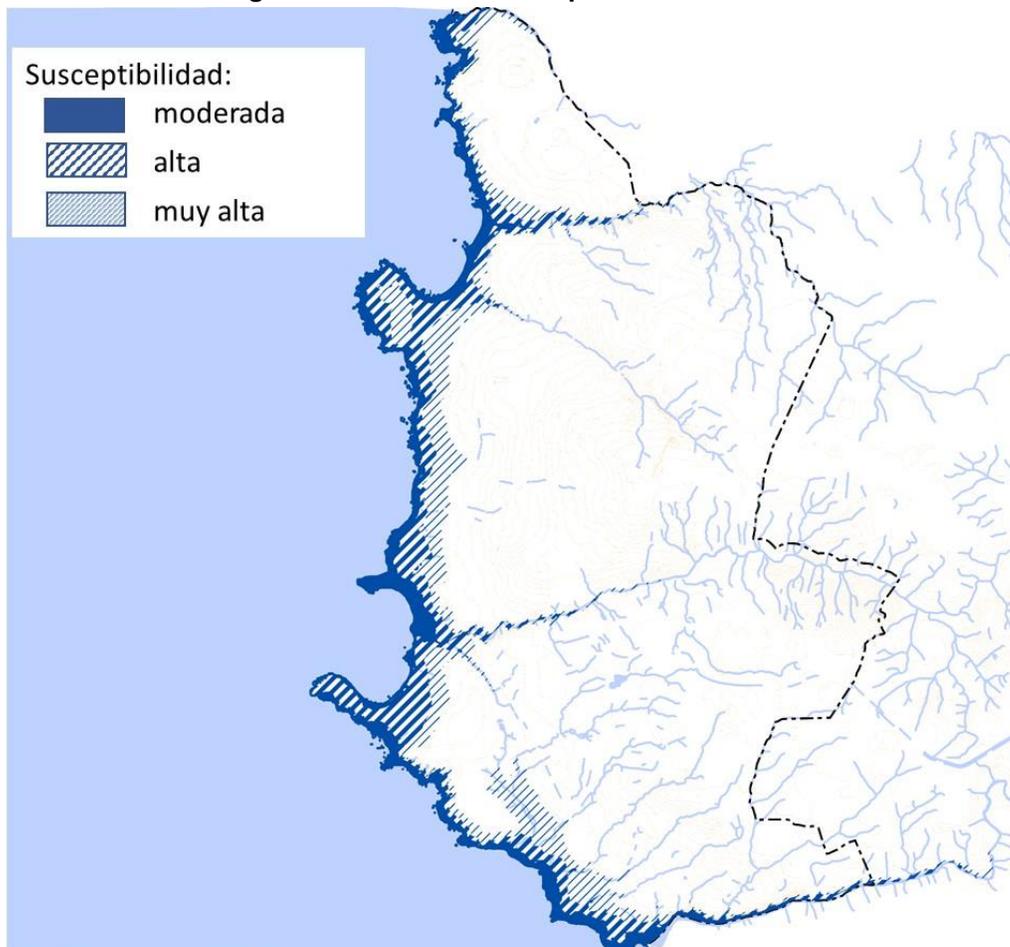
La carta CITSU elaborada por el SHOA más cercana es la correspondiente a Algarrobo que cubre hasta el sector norte de El Quisco, El Mirador. Está basada en un evento extremo probable, construida con datos topográficos y batimétricos junto con información sísmica integrado a un modelo numérico de simulación, y el resultado en esa área es concordante con la modelación del estudio de riesgo OCUC, como se aprecia en imagen adjunta.

El resultado del estudio analizado define el área de amenaza de inundación por un maremoto o por un tsunami en tres categorías: muy alta, alta y moderada.

La de mayor área corresponde a la categoría moderada que está definida por la cota +30, coincidente con la definición genérica que hace ONEMI a nivel país. La categoría alta por la cota +20, y la categoría muy alta por la cota +5.



**Figura 11. Áreas con susceptibilidad de Tsunami**



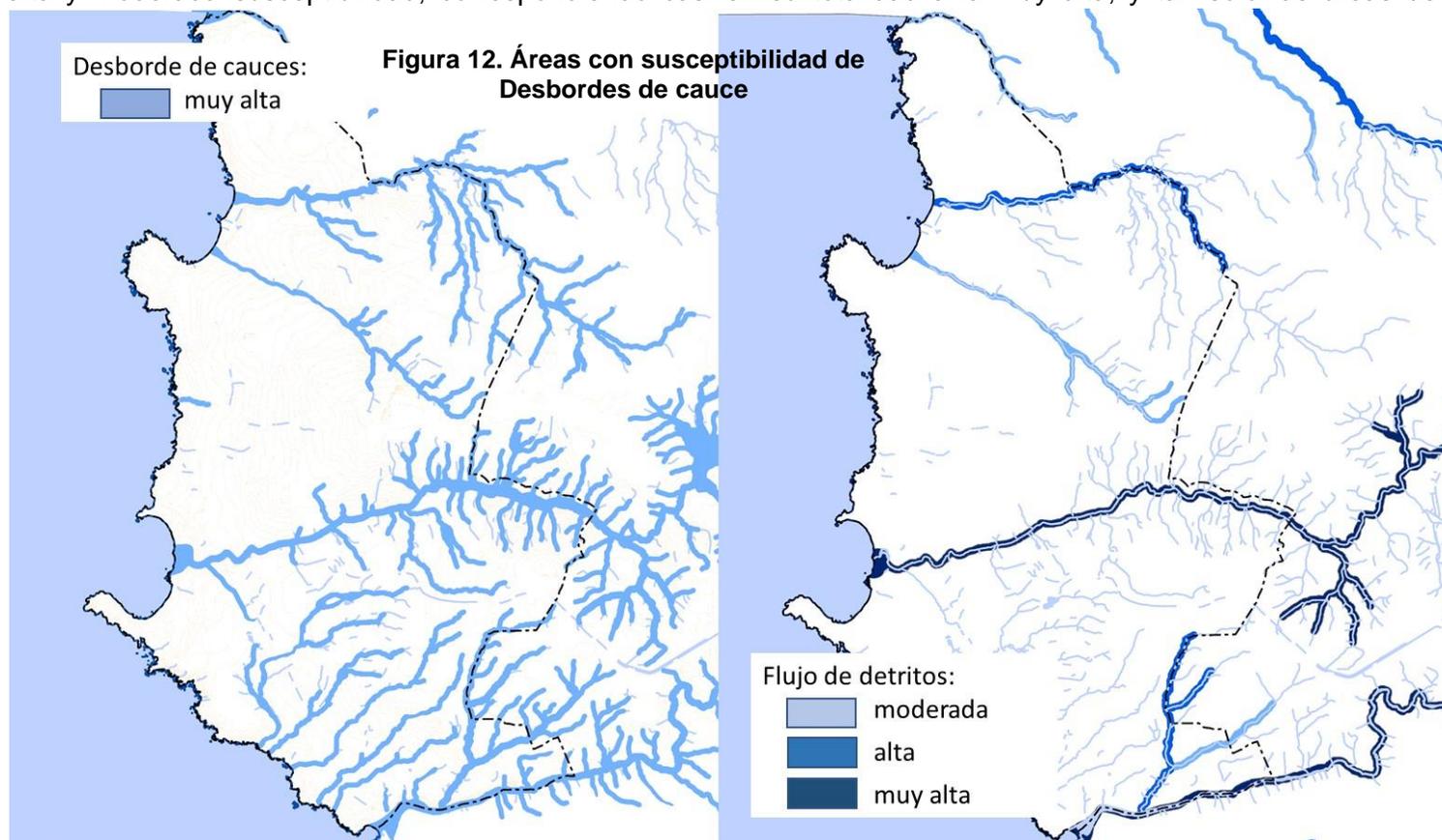
Fuente: elaboración propia

#### IV.1.2.- Desborde de cauces

Como se ha señalado en el análisis hidrológico de los cauces, éstos son de régimen fluvial y si bien la zona central presenta condiciones de sequía y déficit hídrico, ante un evento meteorológico se activarán las quebradas que escurren al poniente con los cauces que vacían a éstas, cuyos aportes principales corresponden a la Qda Córdova con la aportante Qda Del Rosario, Qda El Totoral y Qda Las Petras. En menor jerarquía está Qda. El Batro y otras menores.

Las áreas señaladas por esta amenaza, que se presentan como una zona buffer entre 50 y 75 m a los eje hidráulicos, están clasificadas en una muy alta, alta y moderada susceptibilidad, correspondiendo casi en su totalidad a la muy alta, y tan solo las áreas de desembocadura al mar con susceptibilidad alta.

A esta amenaza se suma el flujo de líquidos por procesos que se puedan gatillar de flujo de detritos cuya susceptibilidad también está clasificada en muy alta que es el caso de las Qdas El Totoral y de Córdova, alta en Qda El Batro y la aportante de Qda de Córdova y moderada las Qdas de Pinomar y Las Petras

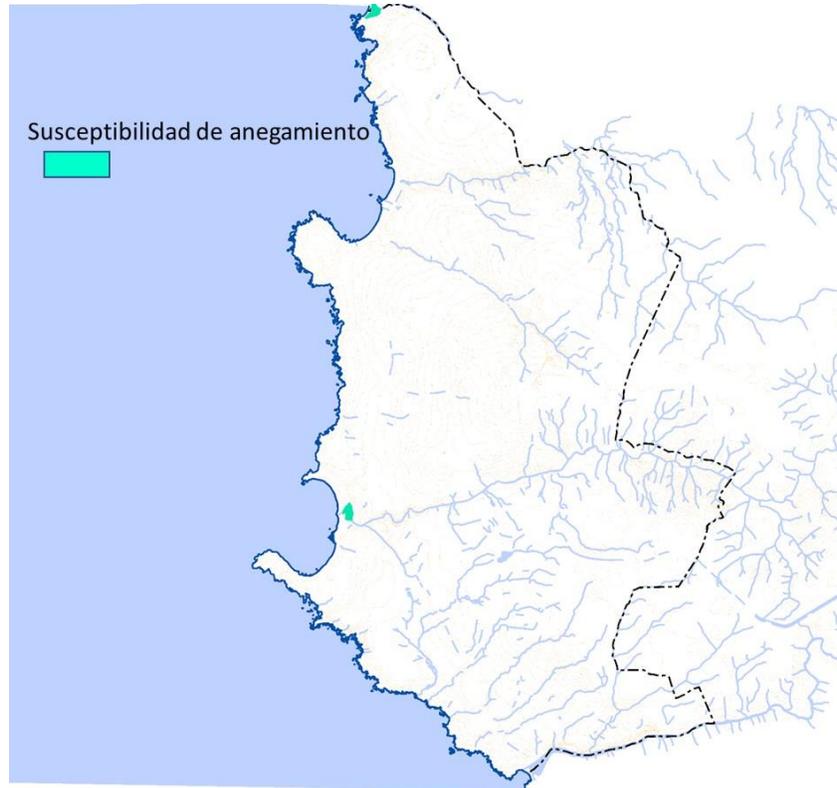


Fuente: elaboración propia

#### IV.1.3.- Anegamiento

La susceptibilidad a inundación por anegamiento corresponde a 2 superficies menores cercanas a la costa en las desembocaduras de las Qdas Las Petras El Totoral.

**Figura 13. Áreas con de susceptibilidad anegamiento.**



Fuente: elaboración propia

#### IV.2 SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIÓN

**Figura 14. Áreas con susceptibilidad de remoción.**

Definida por los procesos de desprendimiento de laderas, que se gatillan tanto por movimientos sísmicos como por eventos meteorológicos dependiendo de la condición del suelo como de la pendiente existente. La presencia de estas áreas se describe por la topografía de las quebradas.



Fuente: elaboración propia

