

**ESTUDIOS PREVIOS PLAN REGULADOR  
COMUNAL DE DALCAHUE  
PROVINCIA DE CHILOÉ, REGIÓN DE LOS LAGOS.  
ID 644-10-LP15**

**ETAPA 4  
PROYECTO**

**MEMORIA EXPLICATIVA  
PROYECTO**



**ESTUDIO DE RIESGOS (i)**

**Septiembre de 2017**



## CONTENIDO

1	INCORPORACIÓN DE LA TEMÁTICA DE RIESGO EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL .....	1
1.1	CLASIFICACIÓN DE RIESGOS .....	1
1.2	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS .....	2
2	DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE RIESGOS Y PROTECCIONES .....	3
2.1	AMENAZAS NATURALES .....	3
a)	Inundación por Tsunami .....	4
b)	Inundación por Quebradas .....	6
c)	Inundación por Desborde (Zona Estuarial) .....	12
d)	Remoción en Masa .....	15
e)	Sismicidad .....	18
2.2	AMENAZAS POR INTERVENCIÓN HUMANA .....	21
a)	Degradación del Bosque Nativo .....	21
b)	Incendios Forestales .....	22
3	VULNERABILIDAD Y EXPOSICIÓN .....	26
4	RIESGOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO REGULABLES POR UN PRC .....	27
4.3	RIESGOS DE INUNDACIÓN POR QUEBRADAS: .....	27
4.4	RIESGO DE TSUNAMI: .....	27
4.5	RIESGOS DE REMOCIÓN EN MASA: .....	27

## 1 INCORPORACIÓN DE LA TEMÁTICA DE RIESGO EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Los Estudios de Riesgo forman parte de la Memoria Explicativa de un Plan Regulador Intercomunal o Comunal, y su exigencia está consignada en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Esta Ordenanza las define, en su Artículo 2.1.17, en cuanto “Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano, por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos”. Dichas áreas se clasifican en áreas de riesgo” y “zonas no edificables”, dependiendo de su naturaleza.

Las “áreas de riesgo” corresponden a 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, obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos.

Es decir, el instrumento de planificación territorial, en este caso el Plan Regulador Comunal, sobre la base del Estudio de Riesgos, identifica áreas en las cuales se podrán localizar los usos de suelo y actividades que se permitan en la zona respectiva, con la condición de ejecutar las obras que mitiguen o subsanen la amenaza que llevó a definir las como áreas de riesgo, aprobadas por el organismo competente. Por su parte, la especificación de las obras a ejecutar debe estar contenida en un Estudio Fundado de Riesgos que acompaña a la solicitud de Permiso del proyecto respectivo.

De esta manera, en el plan regulador se diferencia el territorio urbano normado que se encuentra expuesto a una amenaza natural, exigiendo obras de mitigación, para que su ocupación sea segura.

En el plan regulador por lo tanto, se adoptan las medidas pertinentes para prevenir la aparición de una condición de vulnerabilidad potencial en áreas expuestas a una amenaza, condicionando su ocupación.

### 1.1 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

La OGUC clasifica las “áreas de riesgo” en base a las siguientes características:

- a.- 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, napa freática o pantanos<sup>1</sup>.**

---

<sup>1</sup> Modificado por D.S. 9 D.O. 13.04.11, modifica frase (Fuente: D.S. N° 47, O.G.U.C).

**b.- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.**

**c.- Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.**

**d.- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.**

Las “zonas no edificables”, corresponden a aquellas que, por su especial naturaleza y ubicación, no son susceptibles de edificación, aceptándose en ellas actividades de tipo transitorias.

Estas “zonas”, corresponden a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

Siguiendo con esta definición y para efectos de este Estudio, se desarrollaron los siguientes aspectos:

- Diagnóstico y análisis de riesgos en el territorio en estudio, subdivididas de acuerdo a las características que poseen las “áreas de riesgo” y su definición en la OGUC.
- Síntesis de Riesgos
- Criterios de incorporación de riesgos en el Plan
- Normativa de riesgo en el PRC

## 1.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

En el marco de este estudio, se utiliza el concepto de amenaza y riesgo de desastre:

Riesgo (R) = Amenaza (A) x Vulnerabilidad (V)

- **Amenaza:** un evento físico potencialmente perjudicial, que puede causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, grave perturbación de la vida social y económica o degradación ambiental<sup>2</sup>.
- **Vulnerabilidad:** grado de fragilidad de las personas o elementos frente a eventos desastrosos.
- **Riesgo:** probabilidad de que se presenten consecuencias desfavorables en lo económico, social o ambiental, en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado, producto de peligros o amenazas de origen natural o antrópico. La determinación del riesgo se obtendrá de la relación entre la amenaza de

---

<sup>2</sup> Definición en base a: UNISDR. 2009. Terminología sobre Riesgos de desastre. 43p.

concreción del desastre y la vulnerabilidad de la población, el territorio o el medio ambiente potencialmente afectado<sup>3</sup>.

Cabe destacar que para la segunda definición, la OGUC, marco normativo de los planes reguladores, no aborda la situación de vulnerabilidad existente, por cuanto se trata de un instrumento que regula las nuevas localizaciones; en este sentido asume que el riesgo en el área de aplicación (urbana) es equivalente a amenaza y la normativa se orienta a identificar las áreas susceptibles con el fin de condicionar su ocupación respecto a usos urbanos; así, la vulnerabilidad se incorpora implícitamente como una situación probable.

Visto así, el riesgo se puede potenciar cuando aumenta la peligrosidad (amenaza) o cuando aumenta la vulnerabilidad. En consecuencia, podemos decir que si bien la peligrosidad no se puede regular o programar, sí se puede manejar el riesgo, en la medida que se **regule la vulnerabilidad del área potencialmente afecta**, ya sea por acción directa sobre ésta o por la planificación normativa que ordene el desarrollo, ocupación o transformación del territorio.

El objetivo es entonces el control o disminución de la vulnerabilidad existente o potencial en los territorios normados, mediante la zonificación o regulación normativa de competencia del PRC, para dicha área.

## 2 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE RIESGOS Y PROTECCIONES

El Diagnóstico territorial del Subsistema Natura de Dalcahue, abordado en la primera fase del Estudio de Formulación del Plan Regulador Comunal (PRC), desde el punto de vista de los riesgos presentes en el área de Estudio y regulables por este tipo de Instrumento de Planificación Territorial (IPT), fue el primer acercamiento a la definición de áreas o zonas de riesgo. Posteriormente se llevó este análisis a cada uno de los puntos señalados en la OGUC, de acuerdo con el artículo 2.1.17, desarrollado a continuación.

### 2.1 AMENAZAS NATURALES

La amenaza se entiende como un evento físico potencialmente perjudicial, que puede causar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, grave perturbación de la vida social y económica o degradación ambiental. El riesgo, en tanto, hace referencia a la probabilidad de que se presenten consecuencias desfavorables en lo económico, social o ambiental, en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado, producto de peligros o amenazas de origen natural o antrópico y la vulnerabilidad de la población, el territorio o el medio ambiente potencialmente afectado. A partir del análisis del sistema natural, y como parte del diagnóstico del presente estudio, se observan aspectos vinculados con el contexto climático y

---

<sup>3</sup> Definición en base a: proyecto de Ley; Sistema Nacional de Emergencia y Protección Civil

geomorfológico de la comuna de Dalcahue, que propician amenazas, debiendo ser considerados en el marco normativo que establece la OGUC y que son propios del Plan Regulador Comunal de Dalcahue, de acuerdo con la clasificación siguiente:

**a) Inundación por Tsunami**

Las condiciones sísmicas de Chile y las características geológicas y geomorfológicas de las costas de la Comuna de Dalcahue, principalmente de su costa Este, hacen presente la amenaza y el riesgo de ocurrencia de tsunami.

Asimismo, las características topográficas de la costa interior, dominada por terrazas escalonadas con un aumento creciente de la altura desde la costa al interior, propicia una pérdida gradual de energía cinética (potencial) en la onda del tsunami. Sin embargo, por localizarse la mayor cantidad de población y por ende, infraestructura, viviendas, etc. en estos sectores, el daño que pueda producir será importante. Diversas fuentes indican que el terremoto y respectivo maremoto de 1960 que afectó toda esta región en general y esta zona en particular, produjo que parte de los pueblos costeros sufrieran el embate de las aguas y destrucción de la mayor parte de los palafitos, instalaciones portuarias y diversas construcciones cercanas a la costa.

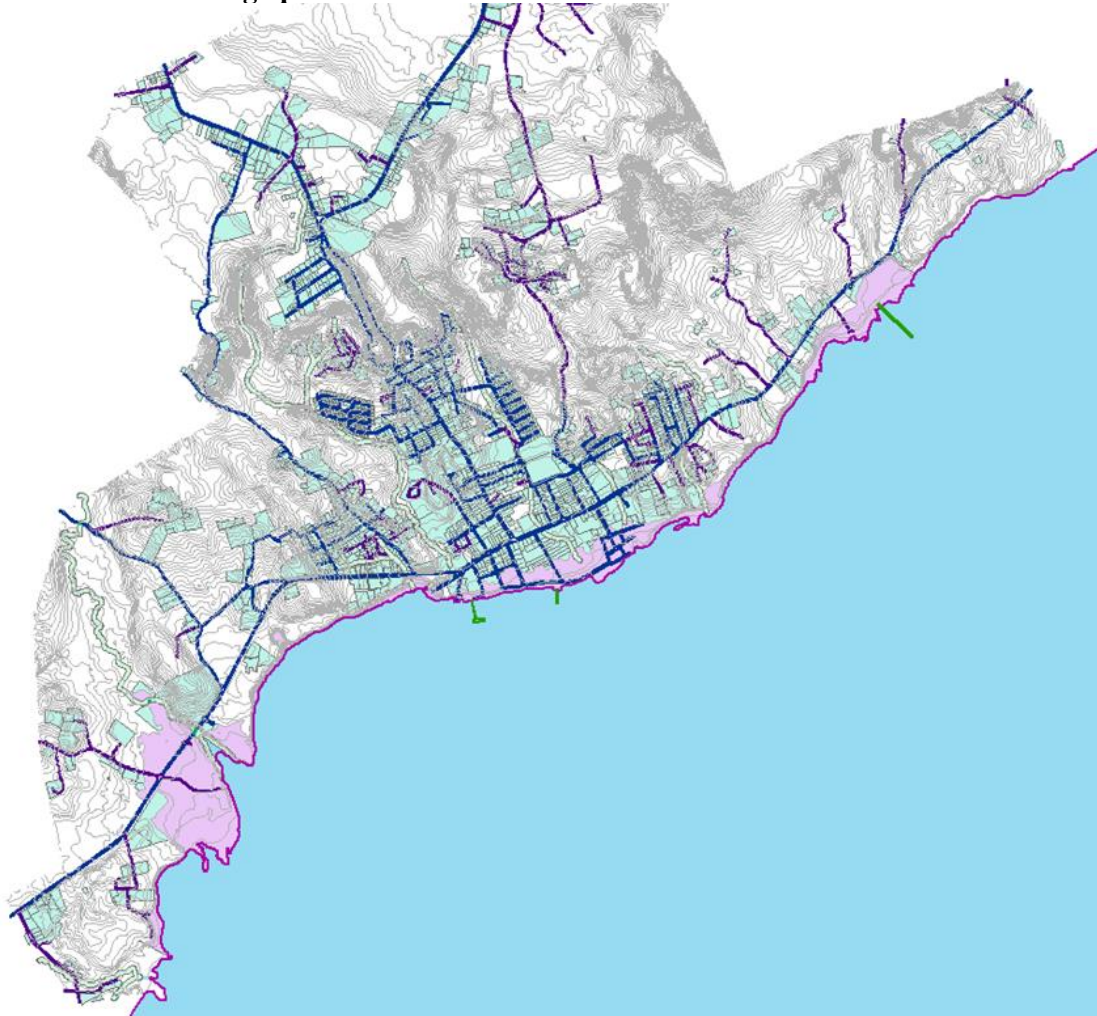
De acuerdo con SHOA (2015), los eventos sísmicos mejor documentados corresponden a los sismos de noviembre de 1837 y mayo de 1960; ambos con afectación del borde costero de Chiloé. La carta de inundación de SHOA para la ciudad de Ancud, realizada el 2015 y modelada en base a un evento extremo probable, muestran que la cota 10 m, como cota máxima de inundación, con una profundidad de inundación 6 y más metros.

Villegas, en tanto, al referirse al sismo y tsunami asociado de mayo de 1960, señala que este sismo hizo que la plataforma insular de la zona marítima interior entre Chiloé y Llanquihue bañada por los golfos de Ancud, Corcovado y el seno Reloncaví se hundiera y sufriera un asentamiento. Este evento produjo alteración del régimen de horas de marea en los puertos de Chiloé interior, descenso de la plataforma insular en la costa interior de la Isla y aumento en la profundidad en estos puertos.

A partir de los antecedentes anteriores, se determina la cota de 10 m como cota máxima de inundación, tal como queda graficado en la siguiente figura:



**Figura 1. Área de riesgo por tsunami en Dalcahue**



Fuente: elaboración propia

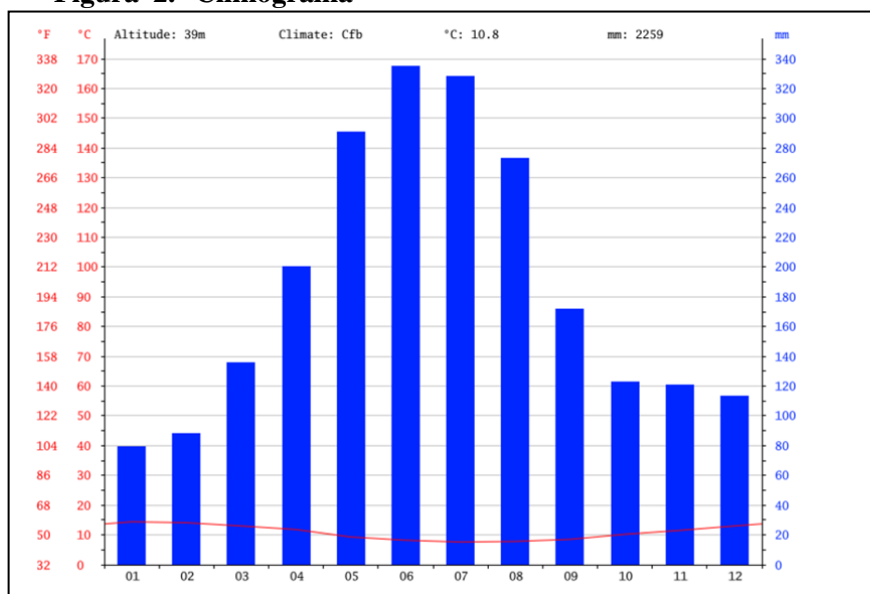
Esta área de inundación por tsunami abarca todo su borde costero, en específico a la zona céntrica de la comuna, afectando incluso la zona de muelles y la zona donde se emplaza el terminal portuario de Dalcahue. Este frente costero ofrece condiciones relativamente similares en toda su extensión en cuanto a su inundabilidad, a excepción de los sectores que poseen muelles donde existe un ingreso de esta área de inundación, fijando la cota 10 m.s.n.m como el límite del área inundable.

En forma preventiva, el PRC solo puede establecer una condición de riesgo que obliga a estudios fundados para la localización de construcciones destinadas a los usos de suelo permitidos en la zona respectiva, para los que se debe caracterizar en detalle la amenaza o peligro, especificando las obras de mitigación que habilitarían su ocupación.

## b) Inundación por Quebradas

La situación climática de la Isla de Chiloé, está determinada a partir de una tendencia oceánica, y condiciones de tipo húmedo y templado. El régimen pluviométrico, posee características mediterráneas con máximos de lluvias en invierno, específicamente entre los meses de julio y agosto, con precipitaciones que superan los 300 mm como promedio, pero con ausencia de período estival seco (ver climograma). La temperatura media anual es de 10,8° C y con un monto promedio de precipitaciones de 2.259 mm, donde el mes más caluroso del año es enero con un promedio de 14,4° C y el mes más frío corresponde a lujo con temperaturas de 7,6° C.

**Figura 2. Climograma**



Fuente: <https://es.climate-data.org/location/689025>

La diferencia de precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 256 mm, y la variación de temperaturas medias durante el año es de 6,8° C, de acuerdo con el siguiente cuadro. Estos antecedentes son importantes porque justamente han sido los meses de julio los que han presentado el mayor volumen de precipitaciones.

Las consideraciones de los montos y concentración anual de precipitaciones, son determinantes pues actúan como **factor desencadenante** para la generación de procesos de inundación por quebrada o cursos de agua, a partir de aquellos **factores condicionantes** vinculados con las características geomorfológicas, suelos de baja permeabilidad, baja cobertura vegetal. El conocimiento del umbral de precipitaciones también ayuda a poner en alerta a las autoridades municipales respecto de anomalías que podrían derivar en eventos de inundación o anegamiento.



## PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Estudio de Riesgos (Proyecto)

El proceso de inundación por aguas lluvias depende además de los eventos pluviométricos, de las características topográficas, morfológicas, de la presencia de sistemas de drenaje artificial y de obstrucciones en el escurrimiento superficial. La irregularidad topográfica del terreno y la impermeabilización del suelo debido a la pavimentación, favorece el escurrimiento y posterior acumulación de aguas. En este sentido, las condiciones morfológicas de la comuna de Dalcahue, determinan sectores de amenaza a inundación por quebradas y cursos de agua no canalizados.

Si nos remitimos a eventos pasados, el evento ocurrido en el mes de julio de 2015 permite dar cuenta de precipitaciones que superaron los 330 mm (figura 3), y que derivaron en inundaciones, con daños en viviendas y afectación en caminos tal como se observa en la figura 4.

**Figura 3. Tabla climática. Datos históricos del tiempo en Dalcahue**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	14.4	14.1	13	11.8	9.3	8.2	7.6	7.8	8.5	10.2	11.5	13
Temperatura mín. (°C)	11.1	10.9	9.8	8.9	6.9	5.9	5.3	5.2	5.7	7.1	8.5	9.8
Temperatura máx. (°C)	17.8	17.4	16.2	14.7	11.8	10.5	10	10.5	11.4	13.4	14.6	16.3
Temperatura media (°F)	57.9	57.4	55.4	53.2	48.7	46.8	45.7	46.0	47.3	50.4	52.7	55.4
Temperatura mín. (°F)	52.0	51.6	49.6	48.0	44.4	42.6	41.5	41.4	42.3	44.8	47.3	49.6
Temperatura máx. (°F)	64.0	63.3	61.2	58.5	53.2	50.9	50.0	50.9	52.5	56.1	58.3	61.3
Precipitación (mm)	79	88	136	200	291	335	328	273	172	123	121	113

Fuente: <https://es.climate-data.org/location/689025>

**Figura 4. 18-07-2015- Socavamiento de suelo, camino Dalcahue-Mocopulli (km 4), Chiloé.**

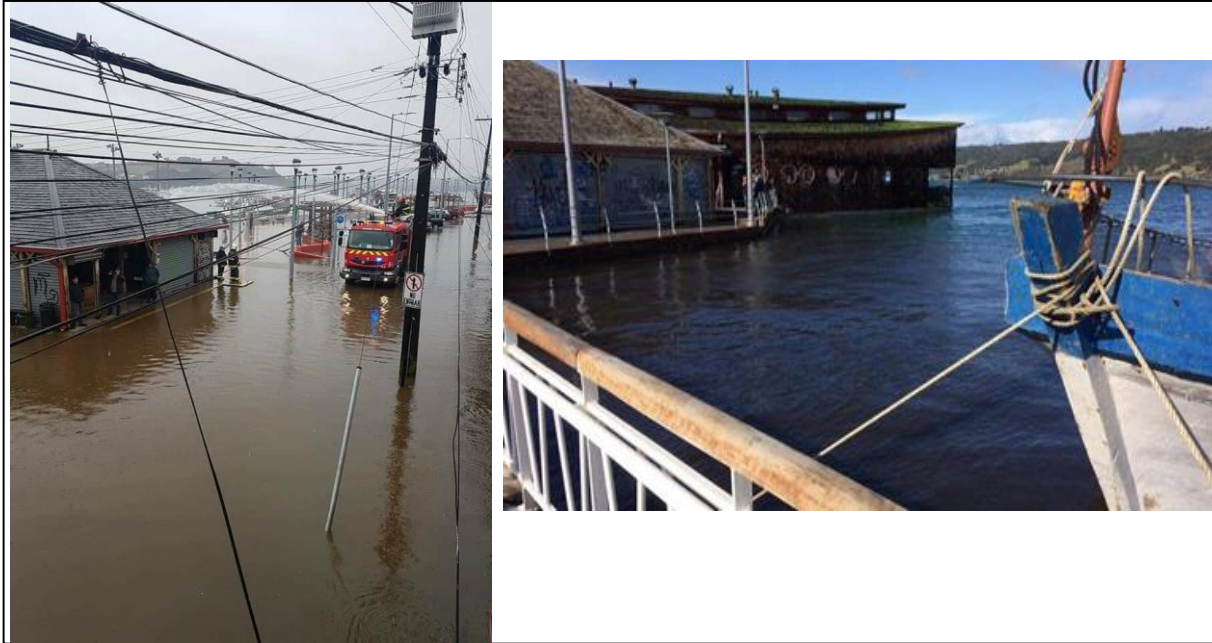


Fuente: SERNAGEOMIN (Primer Registro Nacional de Desastres de Origen Naturales 1980 - 2015)

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Estudio de Riesgos (Proyecto)

El último de los eventos pluviométricos registrado el 23 de agosto del 2017, generó anegamiento e inundación en plena zona urbana de Dalcahue, tal como queda manifestado en las figuras siguientes:

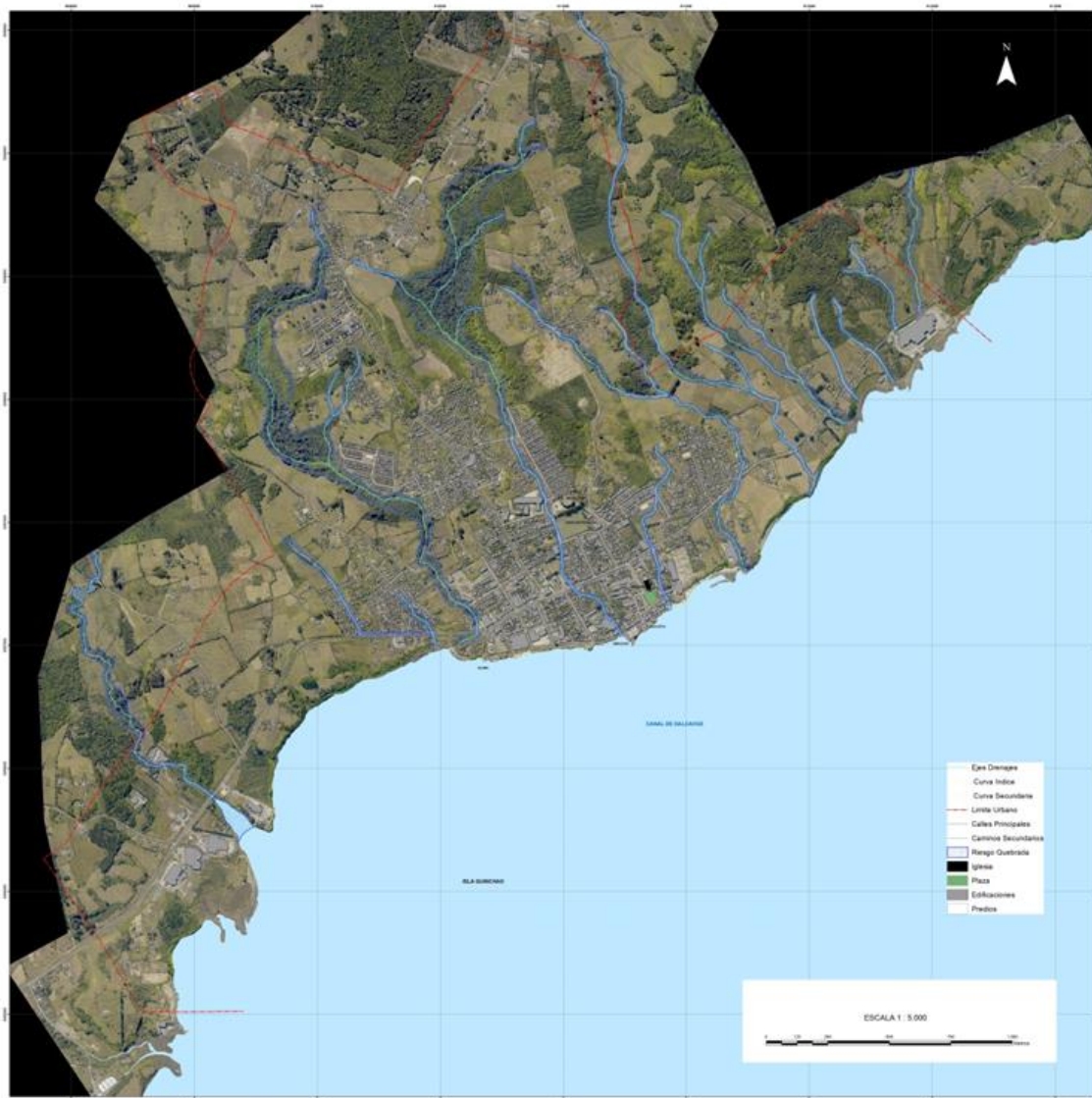
**Figura 5. 23-08-2017, Anegamiento e inundaciones en Dalcahue. Sector Mercado.**



Fuente: Gentileza, Encargado de Protección Civil, I. Municipalidad de Dalcahue

De acuerdo con personal técnico de la I. Municipalidad de Dalcahue, esta inundación se debió a que los colectores se taparon, produciendo columnas de agua que superaron el metro y medio de agua en este sector.

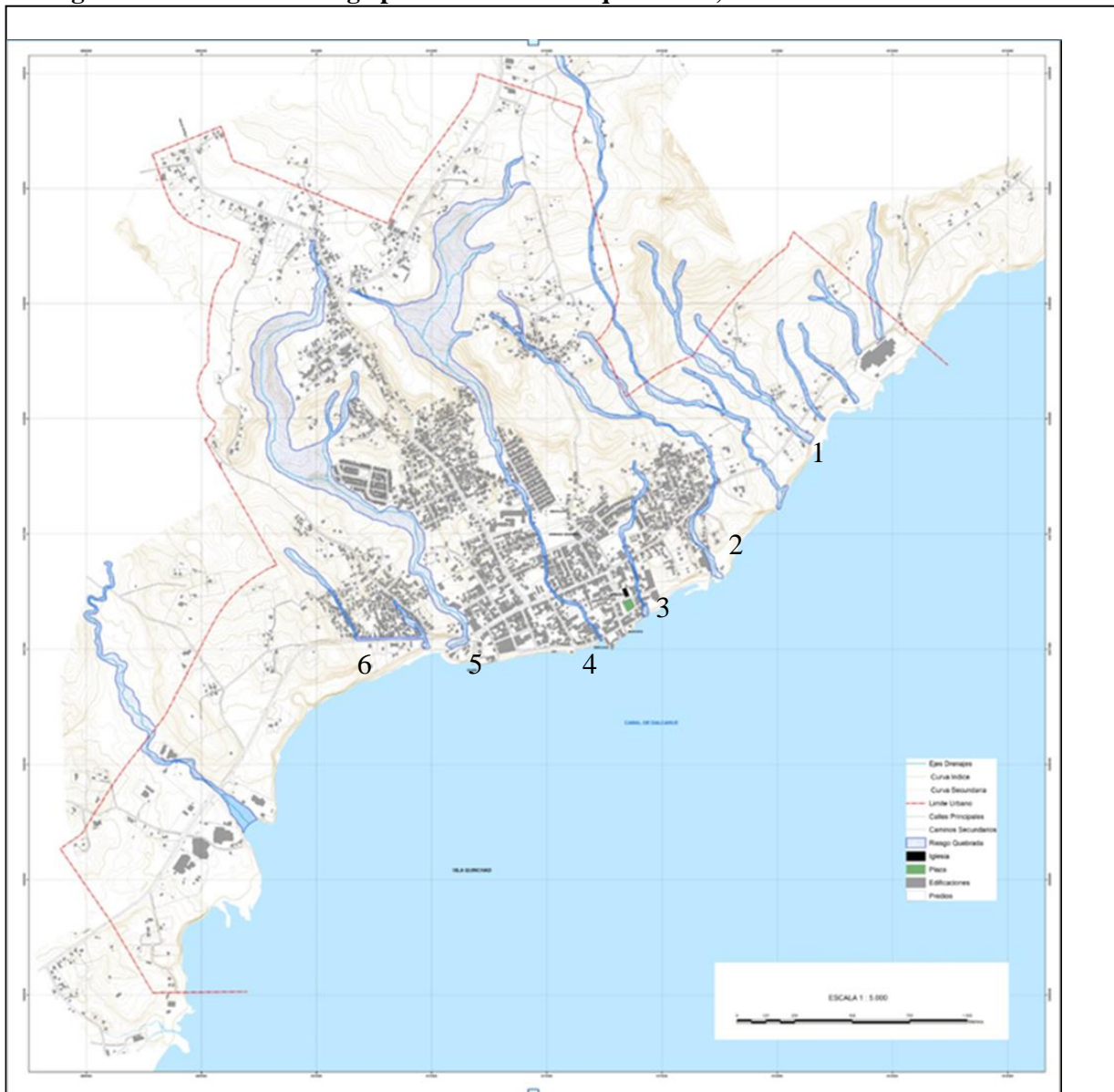
**Figura 6. Áreas de riesgo por inundación de quebradas**



Fuente: elaboración propia

La inundación por quebrada se da preferentemente en zonas con buena cobertura vegetal, por lo tanto, con poca o incluso nula impermeabilización. Las quebradas que ya son parte del área urbana consolidada, poseen menos cubierta vegetal; esta última ha sido reemplazada por suelo impermeable, favoreciendo así la escorrentía y generando anegamientos e inundaciones en sectores consolidados del área urbana.

**Figura 7. .- Áreas de riesgo por inundación de quebradas, detalle en terreno**



Fuente: elaboración propia

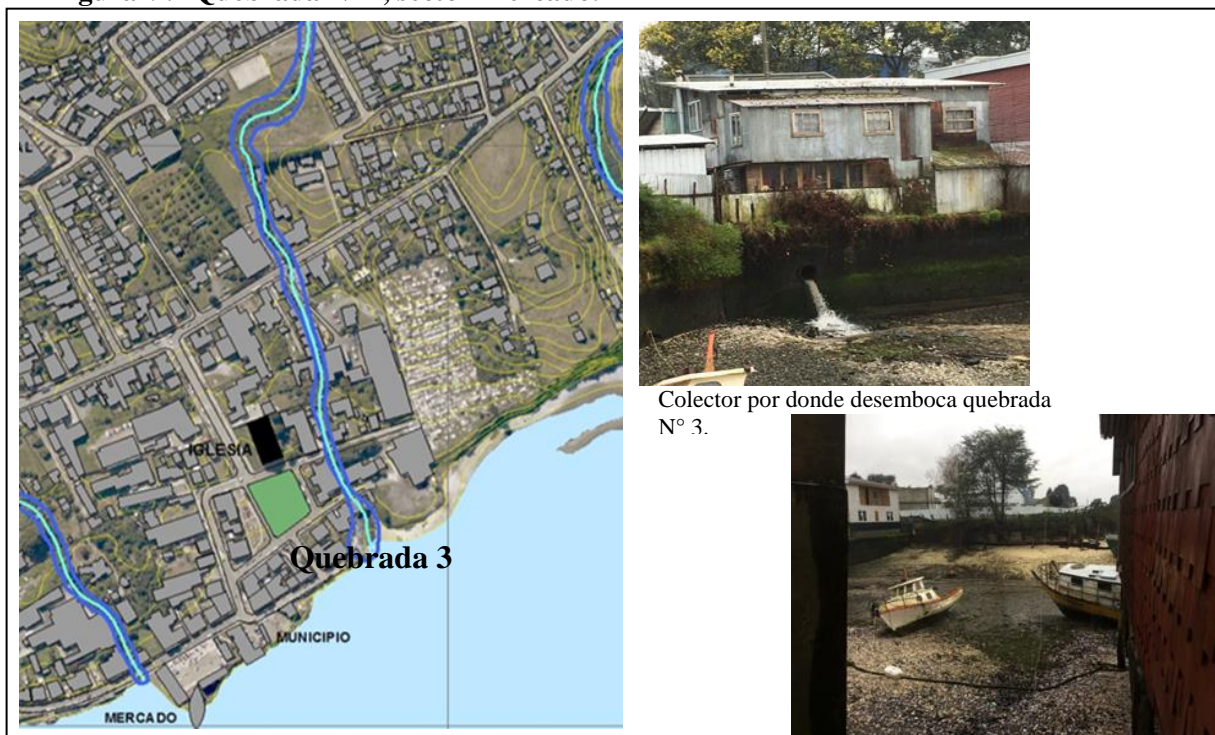
Respecto de las quebradas que corresponden al área urbana consolidada, se puede observar que, en general, corresponden a quebradas encausadas, tal como se muestra para el caso de la quebrada N° 6, quebrada cuyo encausamiento sigue la dirección de calle Freire.



**Figura 8. Quebrada N° 6: bajada por calle Los Ulmos y encausada en Av. Ramón Freire**



**Figura 9. Quebrada N° 4, sector Mercado.**



La definición de estas áreas de amenazas, se concretizan para el área urbana como un área de riesgo denominada, **R1: “Área de Riesgo de inundación”** según consta en el plano de Proyecto.

### c) Inundación por Desborde (Zona Estuarial)

De especial atención es la zona estuarial donde se genera una circulación compleja, caracterizada por corrientes mareales intensas, batimetría heterogénea, gran turbulencia energética y gradientes de densidad abruptos debido a la confluencia del océano y el agua proveniente de los ríos (Mac Cready y Geyer, 2010). Kurup et al (1998), distingue tres tipos de estuarios relativamente someros en relación con el rango mareal. El rango mareal en estos sectores (entre 4 y 6 metros) permite señalar que las corrientes mareales son intensas y la mezcla mareal es máxima, lo que da cuenta de una dinámica moderada a fuerte.

El humedal Teguel por ejemplo, integra la Red Hemisférica de Reserva para Aves Playeras (RHRAP), siendo uno de los dos sitios del país que posee categoría de Sitio de Importancia Hemisférica, y comprende y conserva aves playeras migratorias, las que llegan cada año durante el período estival. Otro humedal de importancia es el humedal Tocoihue. Su riqueza ha alimentado a los habitantes del lugar desde tiempos remotos, siendo aún posible mariscar navajuelas, tacas, choritos, hasta plantas medicinales (menta, depe y nalga entre otras);

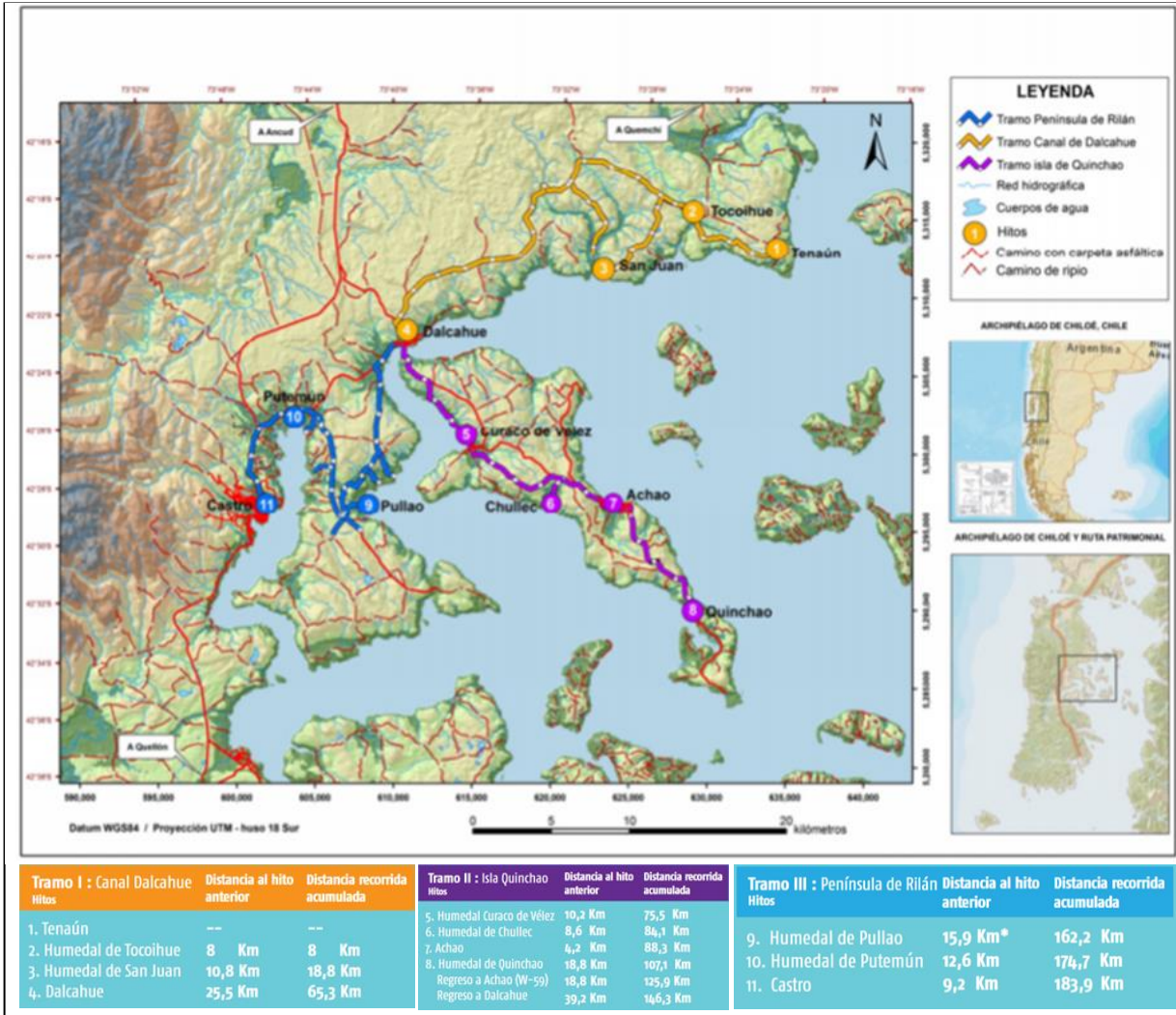


## **PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Estudio de Riesgos (Proyecto)**

proveyendo además a los artesanos locales de “grobo”, un barro negro usado para teñir lanas. Finalmente, el humedal Tenaún, si bien es un humedal de breve aparición y con corta amplitud de marea a raíz de la presencia del Canal Dalcahue, el que corta en profundidad la zona expuesta originando una playa que se prolonga hasta Punta Tenaún (al este del área urbana), es un humedal poco protegido aun cuando entrega suficientes servicios ambientales, exponiendo durante la bajamar un hábitat de moluscos y crustáceos que son aprovechados por la avifauna y la población comunal.

Los humedales Tocoihue y Tenaún se encuentran fuera, tanto del área urbana consolidada, como del área de extensión urbana que ha sido definida, por lo tanto, no existe por parte de las competencias en términos de la formulación de este PRC, alguna medida de atención y protección, a no ser que ya estén protegidos oficialmente en cuyo caso este PRC debiera asumir dicha protección oficial.

Figura 10. Humedales que son parte de la Ruta Patrimonial de Chiloé, humedales, aves y cultura.



Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales; Ruta Patrimonial N° 59. Archipiélago de Chiloé.

Para el área urbana de Dalcahue, la zona estuarial constituye un área compleja donde se da, por una parte, inundación por quebrada debido a que se desarrolla la desembocadura de la quebrada ubicada hacia el oeste de la zona poblada; asimismo, es parte del área de riesgo de inundación por tsunami.

La definición de estas áreas de amenazas, se concretizan para el área urbana como una zona de riesgo, **R1: “Área de Riesgo de inundación”** y **R3: “Área de Riesgo de inundación por tsunami”**, según consta en el plano de Proyecto.

#### d) Remoción en Masa

Por remoción en masa se entiende un proceso de movilización lenta o rápida de volúmenes variables d suelo, roca o la combinación de ambos, bajo la influencia directa de la gravedad, generados por una serie de factores (Hauser, 2000). Esta amenaza se debe a la morfo-dinámica e inestabilidad de laderas, siendo los factores desencadenantes aquellos vinculados con el clima, la morfometría, la morfología y litología y los procesos hídricos. De éstos, los factores morfométricos son los más importantes para el proceso de remoción en masa, principalmente debido al grado de pendiente, determinante para la definición de umbrales geomorfológicos relevantes, como consta en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1.** Clasificación de pendientes y umbral Geomorfológico

Pendiente en grados	Pendiente en porcentajes	Concepto	Umbral geomorfológico
0 – 2	0 – 4.5	Horizontal	Erosión nula a leve
2 – 5	4.5 – 11	Suave	Erosión débil, difusa. Sheet wash. Inicio de regueras. Solifluxión fría.
5 – 10	11 – 22	Moderada	Erosión moderada a fuerte. Inicio de erosión lineal y desarrollo de regueras. Presencia de flujo atenuado. Deslizamientos (7° en margas).
10 - 20	22 – 44.5	Fuerte	Erosión intensa. Erosión lineal frecuente. Cárcavas incipientes. Deslizamientos (15° en arcillas).
20 -30	44.5 – 67	Muy fuerte a moderadamente escarpada	Cárcavas frecuentes. Movimientos en masa. Reptación. > 25° Flujos, deslizamientos (20° en arenas).
30 - 45	67 - 100	Escarpada	Coluvionamiento. Solifluxión intensa. Inicio de derrubación.
+ de 45	+ de 100	Muy escarpada a acantilada	Desprendimientos y derrumbes. Corredores de derrubios frecuentes.

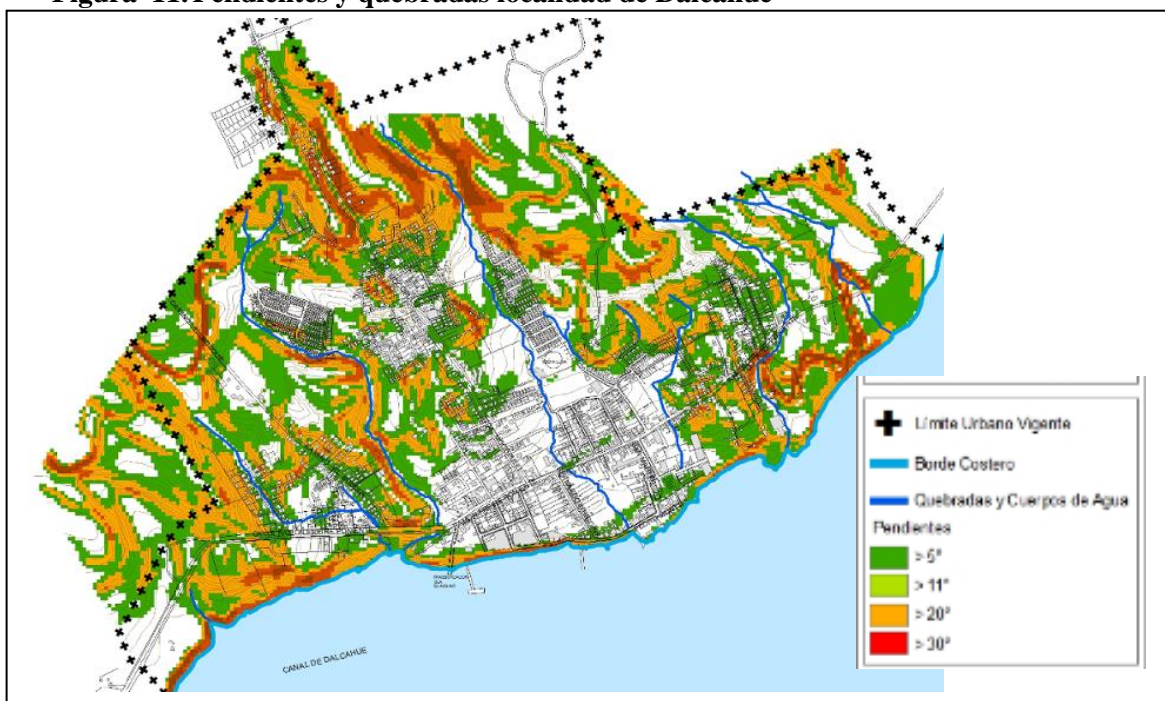
Fuente: Araya- Vergara & Börgel 1972, Joung 1975, Jaque 1995 y Pedraza 1996.

Asimismo, y a diferencia de otras amenazas o peligros de origen natural que abarcan gran superficie y alcance (tales como grandes sismos, maremotos o erupciones volcánicas), los procesos de remoción en masa tienen efectos locales. La siguiente figura reclasifica las pendientes de acuerdo con umbrales de desencadenamiento de material.

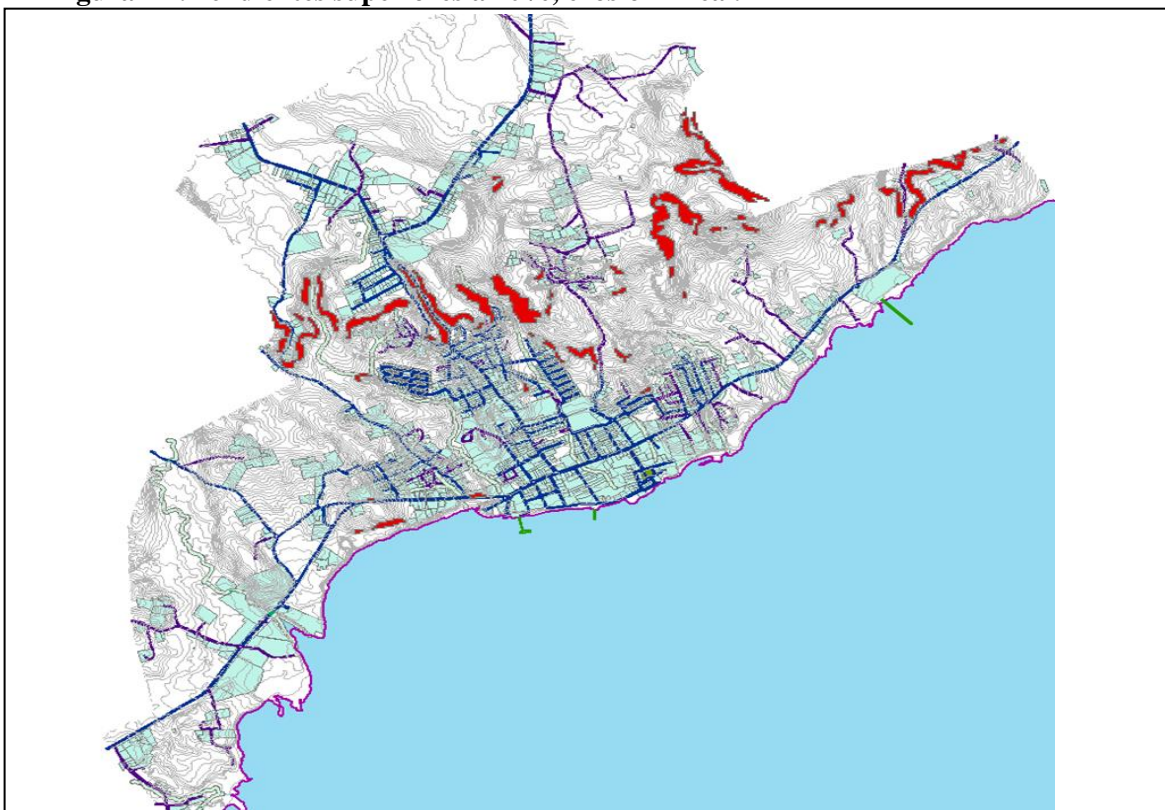
Bajo este planteamiento, en la comuna de Dalcahue estas condiciones están dadas por la estructura geomorfológica y geológica y relieve con pendientes superiores a 20°.

Las remociones en masa tendrán mayor probabilidad en aquellos lugares donde existan altas pendientes de laderas, sumados a una clasificación y geología del suelo determinada (o sensible), las que bajo condiciones climáticas adversas o sometidas a eventos sísmicos y/o volcánicos generen procesos de deslizamiento, flujo de detritos o caída de bloques, generando amenaza en la medida que exista población, equipamiento o infraestructura expuesta.

**Figura 11. Pendientes y quebradas localidad de Dalcahue**



**Figura 12. Pendientes superiores a 20%, erosión lineal.**





Los flujos de detritos, referidos comúnmente como “aluviones”, corresponden a proceso de remoción en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados<sup>4</sup>

Entre los factores desencadenantes más comunes de flujos de detritos está las lluvias esporádicas, de corta duración e inusitada intensidad. Existen pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Solo durante las últimas décadas se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora); en general existen registros de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Lo anterior dificulta un análisis que permita relacionar estas variables, determinantes para el desencadenamiento de procesos de remoción en masa, dado que a veces basta una lluvia “corta” pero “*extremadamente intensa*” para generar un flujo de detrito. Como se observó en la figura 3, correspondiente a la tabla climática, en la comuna de Dalcahue las precipitaciones pueden llegar a superar los 300 mm.

Los deslizamientos en tanto, corresponden un tipo de remoción en masa en el cual las masas de suelo o roca se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto<sup>5</sup>. Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de metros cúbicos y pueden adquirir magnitud catastrófica, pueden ocurrir de varias formas dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno: rotacionales y traslacionales. Esto implica que las superficies de ruptura son ya sea curvas y cóncavas o a lo largo de un plano o superficie ondulada, respectivamente. Además de los factores intrínsecos como las características geológicas (litología, estructuras, etc.), geomorfológicas y pendiente entre otros, estos fenómenos pueden ser generados por factores externos, como eventos hidrometeorológico, sísmicos y actividad antrópica (excavaciones para caminos, canales, terraplenes, etc.).

Finalmente, los desprendimiento o caída de rocas son procesos de remociones en masa en los que bloques de rocas o suelo se desprenden a partir de laderas de fuertes pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, que luego describen una caída libre, al menos en parte de su trayectoria<sup>6</sup>. Normalmente, las superficies de rotura corresponden a planos de estratificación, cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna, con proyección libre a la cara del talud. Como factores desencadenantes destacan los grandes sismos que pueden generar numerosos desprendimientos a partir de laderas con fuerte inclinación y con condiciones

---

<sup>4</sup> Antinao, J.L., Fernández, J.C., Naranjo, J.A., Villarroel, P. 2002. Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones en la Cuenca de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental, No. 2, 1 mapa escala 1:100.000.

<sup>5</sup> Hauser (2000), Remociones en masa en Chile (versión actualizada). Subdirección Nacional de Geología. Universidad de Chile.

geológicas y estructurales favorables. También destacan los flancos de quebradas profundas, labradas en secuencias estratificadas con niveles más duros hacia el techo, o acantilados costeros, los que están expuestos a desprendimientos por erosión fluvial o marina respectivamente.

Para las zonas identificadas como de procesos de remoción en masa, y dada las características geomorfológicas y de pendiente de la comuna, el proceso más común que se estaría dando es de tipo flujo de detrito.

La definición de estas áreas de amenazas, se concretizan para el área urbana como una zona de riesgo, **R2: “Área de Riesgo por deslizamiento de suelo y avalancha”** según consta en el plano de Proyecto.

#### e) Sismicidad

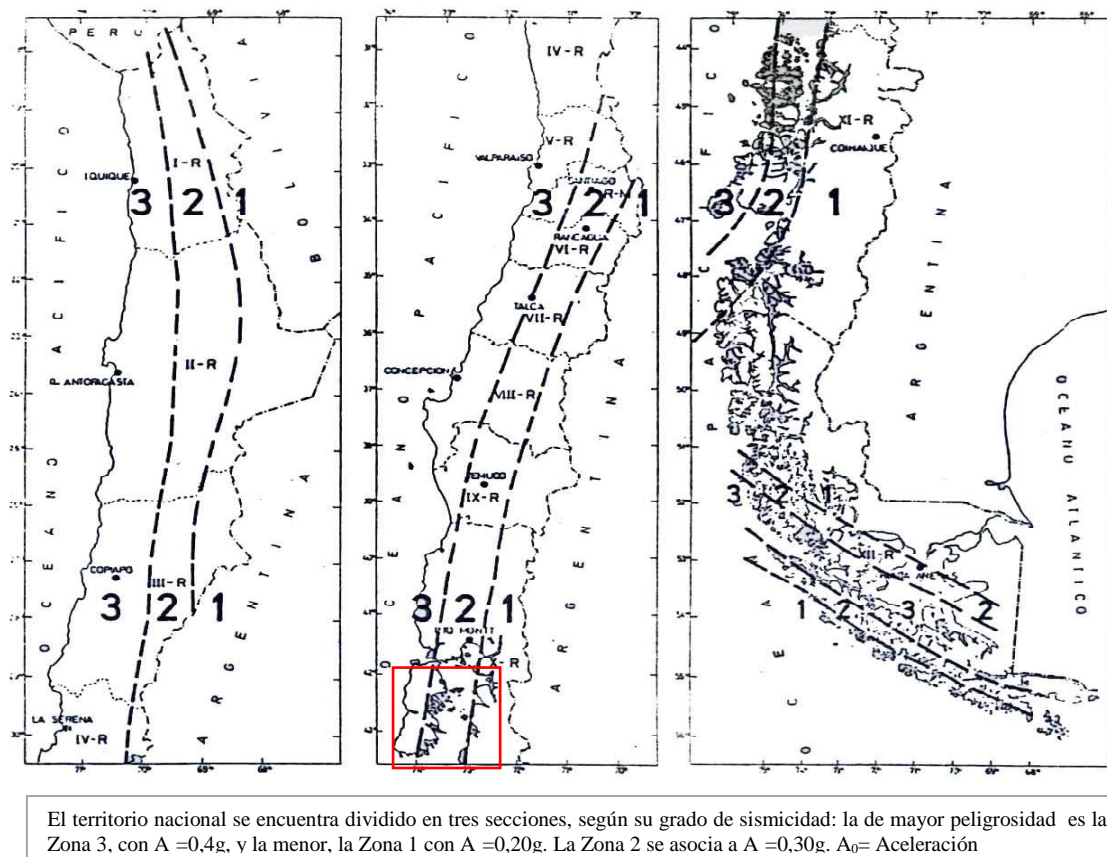
La amenaza sísmica, es una condición prevalente de toda la macro región sur (y en todo el país) y por lo tanto es una amenaza per se en la Región. Esta condición es la misma respecto de los Tsunamis y maremotos, los que normalmente son una respuesta a un evento sísmico o de remoción en masa y por ello toda la costa continental de la Región y la zona norte de Chiloé. Si bien la sismicidad no es abordada por la zonificación determinada en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones como zona de riesgo, pues posee normativa propia, es importante dejar sentado en este estudio el contexto sísmico al que pertenece la comuna.

Normativamente la sismicidad se encuentra regulada mediante la Norma Sísmica 433 dirigidas al cálculo de estructura de edificaciones, no considerándose más zonificación diferenciada que la que establece tres zonas para todo el territorio nacional.

Como se observa en la siguiente figura, la Norma Chilena 433 señala que el área de estudio se ubica en la Zona 3 y 2, donde se establece una aceleración efectiva de 0,4g y 0,30g. La aceleración efectiva se define como el valor de pseudoaceleración más estrechamente relacionado con la respuesta estructural y el potencial de daños de un sismo; la aceleración efectiva es menor a la aceleración máxima horizontal (PGA).



**Figura 13. Zonificación Sísmica de Chile, Norma Sísmica 433.**



De acuerdo con información reportada por el diario El Mercurio, el terremoto de 1960 generó derrumbes de murallas y bodegas, lo que permitió estimar una intensidad mínima de VII-VIII grados (Lazo Hinrichs, 2008)<sup>7</sup>.

Uno de los últimos sismos de mayor intensidad fue el del 25 de diciembre de 2016, de magnitud 7,6 Richter, cuyo epicentro fue ubicado a 28 kilómetros al suroeste de Quellón. En esa oportunidad el SHOA decretó alerta de tsunami para la zona costera de las regiones afectadas.

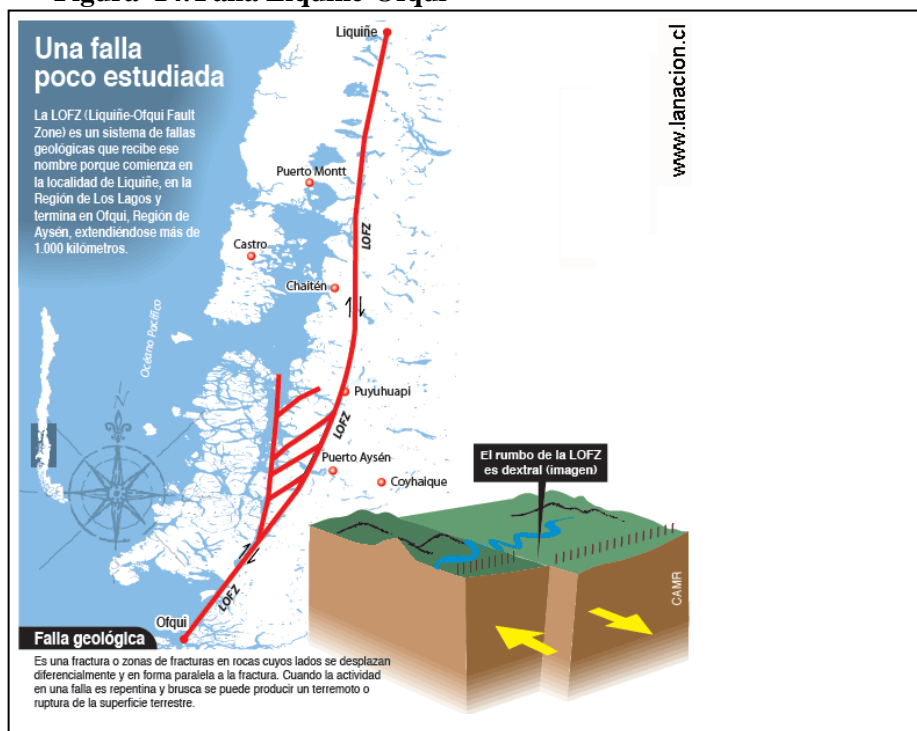
### Falla Liquiñe-Ofqui

Dado que la norma sismo-resistente no se considera la sismicidad asociada a fallas, es importante hacer mención de la falla Liquiñe-Ofqui (LOFZ); corresponde a una fractura

<sup>7</sup> Lazo Hinrichs, R. 2008. Estudio de los daños de los terremotos del 21 y 22 de mayo de 1960. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. FCFM. Universidad de Chile.

geológica que recorre el país desde el Alto Biobío al Golfo de Penas (cerca de 1.200 kilómetros de largo) y es sindicada como la responsable del terremoto del 31 de diciembre de 2006 cuya magnitud local (ML) llegó a los 5,7 en el Alto BioBio, el terremoto de 2007 en Aysén, la erupción del volcán Chaitén en el año 2008 y un enjambre sísmico cerca del fiordo Comau y Hornopirén, el mismo año, según estudios del Servicio Sismológico.

**Figura 14. Falla Liquiñe-Ofqui**



Fuente: <http://geofisica.cl/English/Mapas/default.htm>

A partir del terremoto del año 2007, se pudo observar un enjambre sísmico en la zona de influencia del terremoto, lo que demostró que esta falla estaba activa<sup>8</sup>, sin embargo se sabe poco acerca de ella, requiriendo de mayores investigaciones que permitan analizarla en profundidad y definir la magnitud de sismo que podría generar, para prevenir futuras catástrofes.

<sup>8</sup> Hasta 2007 no daba signos de estar activa, pero que después de tres meses de movimientos telúricos -desde enero a abril de ese año- produjo el terremoto, seguido de un tsunami (Fuente: <http://geofisica.cl/English/Mapas/default.htm>).

## 2.2 AMENAZAS POR INTERVENCIÓN HUMANA

De forma paralela, se consigna la presencia de eventos de origen antrópico relacionados a los incendios forestales, que marcan presencia constante en algunos territorios de la región.

La Estrategia Regional 2009 – 2020 identifica los siguientes riesgos para la región, que también están latentes en la comuna de Dalcahue y se detallan en su PLADECO (2010 – 2014):

### a) Degradación del Bosque Nativo

La actividad que más afecta al bosque nativo en la Comuna de Dalcahue y en general en toda la Isla Grande de Chiloé, es la intervención forestal carente de manejo adecuado y centrada en la extracción de leña. Según estudios sobre el bosque nativo y su relación con los pequeños propietarios de *L'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, AgroParisTech*, el consumo de leña al año en la isla es de cerca de 506.108 m<sup>3</sup> al año, cifra que sobrepasa el crecimiento anual del bosque chilote, esto sin considerar la producción de madera aserrada, ni la cantidad de bosque explotado de manera ilegal, lo que puede dar un balance más preocupante.

A consecuencia de la sobre explotación, los hábitats forestales se han ido fragmentando, situación que ha ocasionado una pérdida de valor al nivel de protección de la fauna y de la flora, por romper la continuidad de la cobertura boscosa. Según datos del Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos, solo 55% del bosque nativo de la comuna, es adulto y por otro lado un 37% corresponde a renoval, formación boscosa de un solo estrato caracterizado de las fases tempranas del bosque.

Por otro lado, la estructura del bosque fue afectada también y es cada vez más simplificada. Por ejemplo, los bosques adultos del tipo siempre-verde tienen una estructura multi-etárea alcanzando cinco estratos. Sin embargo la media en la actualidad para este tipo forestal es de tres estratos sin considerar la proporción de renovals (de un solo estrato) cada vez más importante.

De manera general, los bosques están en un estado de degradación elevado. Sin embargo, la presión ejercida sobre el recurso no disminuye. En efecto, el bosque representa para muchos chilotes, el único medio que tiene para cumplir con sus necesidades económicas. Las relaciones entre la sociedad chilota y el bosque son muy estrechas.

**Cuadro 2.** Superficie de bosque nativo en la comuna de Dalcahue

Tipo	Has	Porcentaje
Bosque Adulto Denso	41.637,5	48,844%
Bosque Adulto Semidenso	4.947,9	5,804%
Bosque Adulto Abierto	464,0	0,544%
<b>Subtotal</b>	<b>47.049,3</b>	<b>55,192%</b>
Renoval Denso	11.978,3	14,051%
Renoval Semi Denso	15.388,7	18,052%
Renoval Abierto	3.782,7	4,437%
<b>Subtotal</b>	<b>31.149,7</b>	<b>36,541%</b>
Bosque Adulto Renoval Denso	1.110,1	1,302%
Bosque Adulto Renoval Semidenso	3.009,2	3,530%
Bosque Adulto Renoval Abierto	2,6	0,003%
<b>Subtotal</b>	<b>4.121,9</b>	<b>4,835%</b>
Bosques Achaparrados	2.925,2	3,431%
<b>Total Bosque Nativo</b>	<b>85.246,1</b>	<b>100,000%</b>

Fuente: Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos. CONAF-CONAMA-BIRF, 1997 en PLADECO, 2010 - 2014.

Si bien el Plan Regulador Comunal de Dalcahue gestiona el territorio urbano de la comuna o de extensión urbana, las zonas de extensión urbana poseen masa arbórea de bosque nativo, ubicada en las zonas de quebradas, que deberían ser protegidas, considerando para ellas un uso óptimo a su condición.

## b) Incendios Forestales

Esta amenaza, si bien no está incorporada como tal en el At.2.1.17 de la OGUC, se considera relevante en la medida que puede afectar a los centros poblados y las actividades productivas.

En temporadas primaverales y estivales es recurrente la generación de incendios forestales, y sus importantes consecuencias como la devastación de vegetación, erosión de los suelos, sedimentación y eutrofización de las cuencas hidrográficas y contaminación del aire, entre otras. Según datos en Documento PLADECO Dalcahue 2007 – 2011, en Chiloé, el 32,3% de los incendios se deben a causas no identificadas, 27% de los incendios son clasificados como intencionales, el 16,6% y 15,7% se debe a faenas forestales y agrícolas respectivamente, el 8,4% restante está vinculado a recreación, juegos, tránsito, turistas, otras actividades y otras causas.

Por otro lado según datos de CONAF, en los últimos 5 años se han producido 55 incendios forestales, siendo en el periodo 2007 – 2008, donde más se han producido incendios forestales, correspondiendo a más de la mitad de las hectáreas afectadas en el quinquenio (67%) de acuerdo con la tabla siguiente:

**Cuadro 3.** Incendios forestales en la comuna de Dalcahue, quinquenio 2004 – 2008.

Periodo	Nº de Incendios	Superficie total plantaciones	Superficie total de vegetación nativa	Superficie total forestal	Total otras superficies	Total superficie afectada
2007 - 2008	19	0,00	107,60	107,60	84,80	192,40
2006 - 2007	6	0,00	4,65	4,65	7,75	12,40
2005 - 2006	12	0,30	31,45	31,75	13,55	45,30
2004 - 2005	11	0,00	11,95	11,95	0,50	12,45
2003 - 2004	7	0,00	6,05	6,05	0,50	6,55
Total	55	0,30	161,70	162,00	107,10	269,10

Fuente: Estudio de Impacto ambiental Mini-central Hidroeléctrica Piruquina, ENDESA, 2008 en PLADECO, 2010.

Dado que la amenaza no puede ser identificada debido a lo aleatorio que resulta su definición (puede darse en cualquier parte) y asimilando las posibles causales a escenarios más propios de un sistema territorial de centros urbanos a regular por un IPT, se considera relevante un análisis de los siguientes aspectos que, vinculados entre sí, aumentarían la exposición a incendios:

- **Quebradas con vegetación próximas a centros poblados:** Se identifican en este caso las quebradas presentes en áreas pobladas que presenten masa vegetacional.
- **Campamentos y/o agrupaciones de vivienda irregulares:** En el caso de Dalcahue no se identifican sectores homogéneos de viviendas o loteos irregulares que tengan carácter de conjuntos; no obstante existen edificaciones irregulares que no forman agrupaciones.
- **Cobertura de Territorio Operacional de la /las Empresas Sanitarias y distancia a los grifos** de acuerdo con Norma Chilena NCh 691 Of. 98: Esta Norma define que la distancia entre los grifos y los puntos de incendios serán los siguientes:

En conjuntos con edificaciones aisladas o pareadas de a dos, la distancia entre el grifo y la edificación más alejada será de 150 m. máximo.

-En conjuntos con edificaciones continuas, constituidas por 3 a 50 unidades habitacionales, oficinas u otros similares, la distancia entre el grifo y la unidad más alejada será de 100 m. máximo.

-En conjuntos con edificaciones continuas, constituidas por más de 50 unidades habitacionales, oficinas, locales comerciales u otras similares, la distancia entre el grifo y la unidad más alejada será de 50 m. máximo.

Los grifos públicos contra incendio forman parte integrante del sistema de redes públicas de distribución de agua potable de la concesionaria, en el área donde éstos se emplacen.

Los grifos de incendio pueden ser manipulados solo por la empresa sanitaria y/o funcionarios del cuerpo de bomberos, estos últimos con ocasión de un incendio. Cualquier manipulación por persona ajena o con fin distinto al señalado será

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Estudio de Riesgos (Proyecto)

considerado indebido y se sancionará de acuerdo a lo establecido en el Art. N°459 del Código Penal.

Corresponde a la concesionaria respectiva, el mantenimiento de los grifos públicos, así como el cumplimiento de todas las obligaciones relativas a la calidad y operatividad, según corresponda.

La información en este caso se toma del mapa del territorio operacional de la empresa sanitaria ESSAL que señala la localización de grifos, a la cual se le aplica un radio

- **Presencia de actividades industriales catalogadas como contaminantes**, que poseen sustancias químicas contaminantes o potencialmente dañinas para la salud y el medioambiente y quedan definidas en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) del Ministerio de Medioambiente. En el área del sistema de centros poblados de Dalcahue no se registra este tipo de instalaciones.
- **La materialidad de las edificaciones** es un aspecto a considerar también, aunque no determinante, por cuanto éste se encuentra normado y tiene sus propias formas de fiscalización. El Censo de Población y Vivienda (2002) da cuenta que en la comuna de Dalcahue el Índice de Materialidad de viviendas Aceptables, era de 73,3%, (similar a la RM)<sup>9</sup>, no obstante esa materialidad en la Provincia de Chiloé es predominantemente madera en estructuras y revestimientos, la que es altamente sensible a incendios.

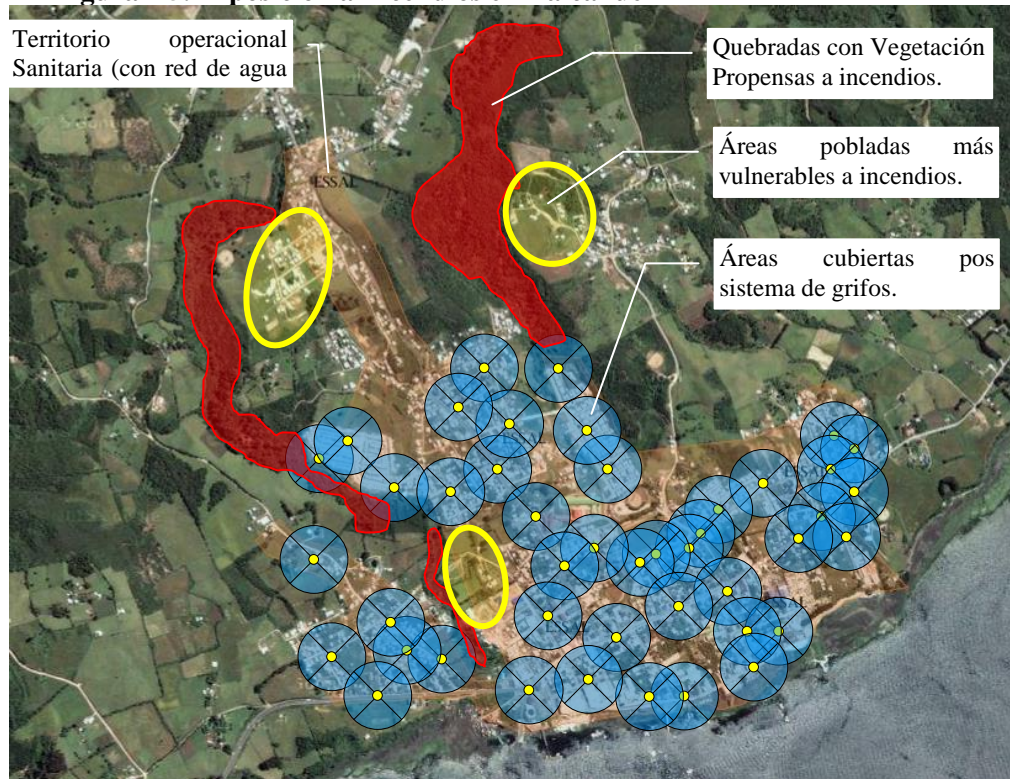
La siguiente figura da cuenta de los aspectos mencionados anteriormente para la determinación posterior de la exposición por incendios a escala de detalle:

---

<sup>9</sup> Ver Diagnóstico del Subsistema de Población y Actividades del Informe Etapa 1-2 del presente Estudio.



**Figura 15. Exposición a Incendios en Dalcahue**



Fuente: elaboración propia

Finalmente, lo que se puede identificar territorialmente son los sectores que se encuentran en mayor exposición a un suceso de incendio, es decir, más alejados de los sistemas de extinción, próximos a quebradas con masa vegetal y conjuntos de edificaciones (asumiendo que son mayoritariamente de madera). Lo que en todo caso no constituye de forma alguna un indicador para zonificación normativa del PRC u otro IPT.

### 3 VULNERABILIDAD Y EXPOSICIÓN

Como se ha indicado, el Riesgo se configura cuando una amenaza, natural o provocada por acción humana, se proyecta sobre un área que presenta exposición y vulnerabilidad frente al fenómeno detectado. En ese sentido se puede señalar que se encuentran bajo “riesgo” todo territorio que se ve amenazado y que se encuentra ocupado con infraestructura o edificaciones que albergan actividades humanas. Visto así, podemos indicar que todo el sector donde confluye una amenaza y además se presentan urbanizaciones consolidadas o semi consolidadas en el área de estudio, se encontraría bajo “riesgo”, lo que se puede identificar con el cruce del mapa de amenazas sobre el catastro de edificaciones e infraestructura.

Sin embargo, para la planificación territorial, el riesgo se constituye también en territorios bajo amenaza que –aun no presentando actualmente ocupación humana o infraestructura- se encuentren normativamente habilitados para ser ocupados con actividades humanas y, en el caso de un PRC, con actividades urbanas. A ello se le denomina el “**riesgo probable**” o “**riesgo proyectado**”. En este caso, se considera como área de análisis de riesgo probable, las áreas que se encuentran amenazadas dentro del actual Límite Urbano (LU), pues allí el instrumento local vigente, fomenta y permite la instalación de todo tipo de actividad urbana, sin restricciones diferenciadas.

La formulación del PRC de Dalcahue, incorpora a las áreas reguladas por el Limite Urbano originario, otros territorios anexos, ampliando el área potencialmente ocupable y -por ello- bajo riesgo probable en aquellos casos donde existe presencia de amenazas dentro del nuevo territorio urbano.

## **4 RIESGOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO REGULABLES POR UN PRC**

Desde el punto de vista de los riesgos que son materia de regular por un PRC y en atención a las amenazas analizadas para el territorio materia de Estudio, en la localidad de Dalcahue se presentan los siguientes:

### **4.3 RIESGOS DE INUNDACIÓN POR QUEBRADAS:**

Se establece como una faja o *buffer* paralelo al eje de quebrada, en el que se debe prohibir cualquier tipo de edificación habitable o no; sin embargo se pueden emplazar obras de infraestructura que consideren la eventual crecida de los cauces de quebradas, evitando constituir un obstáculo a los cauces naturales o eventual material de arrastre de la misma.

### **4.4 RIESGO DE TSUNAMI:**

Se establece como cota de inundación máxima los 10,00 msnm; lo que deja un área importante del centro costero consolidado bajo la cota de inundación, pues ésta llegaría hasta los pies de la Iglesia. En este tipo de zonas se recomienda al menos inhibir el crecimiento de la oferta residencial y particularmente de vivienda, pues son los inmuebles que más cuesta evacuar o abandonar en un caso de emergencia. No obstante los 10,00 m ser una cota conservadora desde el punto de vista de la prevención, es recomendable –principalmente por las características particulares del archipiélago- que a nivel provincial se formule un estudio específico sobre los eventuales efectos de un tsunami posible., a fin de establecer criterios comunes de riesgo admisible y manejo de la emergencia.

### **4.5 RIESGOS DE REMOCIÓN EN MASA:**

Se asocian a altas pendientes, superiores a 30°, las que se encuentra en quebradas de sectores altos de Dalcahue, los que hoy presentan aun baja o nula ocupación. En estas áreas no es recomendable permitir el emplazamiento de edificaciones habitables o con permanencia de personas; en caso de permitirse, ello debiese contar con un estudio de contención de laderas y obras de mitigación asociadas.

En la siguiente figura se grafican los riesgos que se presentan en las áreas de desarrollo urbano del Proyecto de Plan Regulador de Dalcahue

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE DALCAHUE: Estudio de Riesgos (Proyecto)

Figura 16. Proyecto Plan Regulador Comunal de Dalcahue

