

# ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE QUINCHAO, PROVINCIA DE CHILOÉ, REGIÓN DE LOS LAGOS.



## ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIONES ANTEPROYECTO

DICIEMBRE 2024



## CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....   | 3  |
| 1     | Riesgos y Protección Quinchao (Achao) .....                | 4  |
| 1.1   | Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano en Achao.....      | 4  |
| 1.2   | Protección Ambiental.....                                  | 4  |
| 1.2.1 | BORDE COSTERO .....  | 5  |
| 2     | ÁREAS DE RIESGO .....                                      | 7  |
| 2.1   | ÁREAS INUNDABLES O POTENCIALMENTE INUNDABLES .....         | 7  |
| 2.1.1 | Inundación por desborde de ríos, esteros o quebradas ..... | 7  |
| 2.1.2 | Inundación por Tsunami.....                                | 12 |
| 2.2   | AVALANCHAS, RODADOS, ALUVIONES O EROSIONES ACENTUADAS..... | 15 |
| 2.2.1 | Efecto de la Amenaza sobre el territorio .....             | 20 |
| 2.2.2 | Regulación del territorio bajo amenaza .....               | 20 |
| 2.3   | INCENDIOS FORESTALES .....                                 | 21 |
| 3     | ÁREAS RESTRINGIDAS AL DESARROLLO URBANO .....              | 22 |
| 4     | ZONIFICACIÓN DE RESTRICCIONES PARA EL PRCQ .....           | 22 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Áreas y zonificaciones costeras (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, SUBPESCA) .....  | 7  |
| Figura 2.  | Cuencas y drenajes de la comuna de Quinchao.....  | 8  |
| Figura 3.  | Microcuenca y drenajes, Achao. ....   | 9  |
| Figura 4.  | Estero Villarroel y sus obras de defensa fluvial (sector norte) y canalización (sector sur) .....   | 10 |
| Figura 5.  | Susceptibilidad a inundación sector sur del estero Villarroel.....  | 11 |
| Figura 6.  | Maremoto Achao, 1960.....   | 13 |
| Figura 7.  | Amenaza por Tsunami.....  | 14 |
| Figura 8.  | Remociones de masa en el Área de Estudio. ....  | 16 |
| Figura 9.  | Remociones en masa en los alrededores del área de estudio a partir de observación de ortofoto. Arriba: sector al noroeste de Achao. Abajo: sector al este de Achao..... | 17 |
| Figura 10. | Peligro de remociones en masa para el área de estudio. (Original en anexo a escala 1:5.000). ....   | 18 |
| Figura 11. | Usos de Tierra. Cobertura de suelos de CONAF.....   | 21 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Cuadro 1. | Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano, Artículo 2.1.17 OGUC, en Achao. ....  | 4  |
| Cuadro 2. | Usos permitidos/prohibidos en el Borde Costero según Ordenanza Municipal. .... | 5  |
| Cuadro 3. | Propuesta de Zonas de Riesgo para el PRC Quinchao (Achao).....                 | 22 |

## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presenta el Estudio de Riesgos y Protecciones en su fase de diagnóstico y conclusiones preliminares para la Formulación de Alternativas de Estructuración y que posteriormente formará parte de la Memoria Explicativa del Plan Regulador Comunal de Quinchao (PRCQ), localidad de Achao.

En este documento se definen -a priori- las áreas que se proponen como restringidas al desarrollo urbano o “áreas de riesgo”, por considerarse expuestas ante un potencial peligro de desastre por el desencadenamiento de un fenómeno de origen natural de alta intensidad, como un terremoto, un tsunami, un fenómeno hidrometeorológico, entre otros.

La importancia de la determinación de “áreas de riesgo”, radica en la decisión responsable de reducir el riesgo disminuyendo la exposición de la población (principalmente más vulnerable) y la infraestructura crítica. Esto en consideración de que las medidas estructurales de mitigación, en Chile y el mundo, no han sido suficientes para enfrentar el aumento de la intensidad y ciclicidad de episodios o fenómenos de origen natural de alto impacto, produciéndose así invaluable pérdidas humanas y económicas-productivas que han afectado el desarrollo de los países.

La indicación de regular la exposición ante la presencia de amenazas naturales o por intervención humana, así como la protección de recursos de valor natural y cultural, se encuentra señalada para la formulación de Planes Reguladores Comunales en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Art. 2.1.17 y 2.1.18.

Dada la localización de Achao, las amenazas potenciales a evaluar corresponden al desarrollo de los siguientes procesos naturales: Inundaciones, tsunamis, procesos de remoción en masa y, si bien no constituye riesgo consignado por la OGUC, se incluye en el análisis el riesgo por incendio. También, dada la localización de Achao, se descartan los fenómenos tipo: Erupciones volcánicas, lahares y sequias prolongadas.

## 1 Riesgos y Protección Quinchao (Achao)

### 1.1 Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano en Achao

De los resultados de las amenazas evaluadas se desprenden las siguientes zonificaciones:  
 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; b) Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

De acuerdo a lo anterior, las "áreas de riesgo" se determinarán en base a las siguientes características (Artículo 2.1.17 de la OGUC):

**Cuadro 1. Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano, Artículo 2.1.17 OGUC, en Achao.**

| Zonas No edificables  | Comuna Quinchao, Localidad de Achao |
|---|-------------------------------------|
| Las "zonas no edificables" corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gasoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente. | No aplica                           |
| Áreas de Riesgo   | Comuna Quinchao, Localidad de Achao |
| 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.  | Aplica                              |
| Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones erosiones acentuadas.  | Aplica                              |
| Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.   | No Aplica                           |
| Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.  | No Aplica*                          |

\* Se analizó incendio como posible riesgo por acción humana, pero sólo como identificación de áreas vulnerables.

Fuente: Elaboración propia, extraído del Artículo 2.1.17 de la OGUC.

De acuerdo a lo anterior, en el caso particular de la Comuna de Quinchao (Achao), los riesgos principales están asociados a inundaciones y movimiento/remoción de material.

### 1.2 Protección Ambiental

De acuerdo al registro Nacional de Áreas Protegidas del Ministerio de Medio Ambiente, no se identifican para la comuna de Quinchao, áreas protegidas, tales como Parque Nacional, Monumento Natural, Reserva Nacional, Reserva Forestal, Santuario de la

Naturaleza, Parque Marino, Reserva Marina, Área Marina Costera Protegida. Así como tampoco sitios prioritarios, u otras áreas de conservación.

### 1.2.1 BORDE COSTERO

La comuna de Quinchao cuenta con la Ordenanza municipal para determinar uso del Borde Costero de la Ciudad de Achao, con fecha de publicación de 10-08-2016. El objetivo de la Ordenanza se menciona a continuación:

*“La presente ordenanza tiene por objeto regular el uso, la protección, conservación y uso sustentable del borde costero de la comuna de Quinchao y en particular al sector urbano de ciudad de Achao, ubicados dentro de los límites de la ciudad de Achao, ya sea que se encuentren en terrenos fiscales y/o bienes de uso público a través del uso u ocupación por parte de los usuarios del borde costero, en sector de playa en cualquier temporada o Concesión Marítima, las cuales deben ser autorizadas por la Municipalidad de Quinchao”.*

Delimitación Borde Costero según Artículo 3° de la Ordenanza:

Debe entenderse como borde costero, toda la extensión litoral de la comuna de Quinchao y en particular de la ciudad de Achao, que lo componen de acuerdo a su conceptualización normativa las áreas de playa, que en este caso es a partir de la línea de más baja marea, roquerías y desembocadura de ríos o esteros, como también plazuelas, anfiteatro, paseo peatonal costanera y rivera del río Villarroel, que constituyen espacios públicos, administrados por la Municipalidad de Quinchao.

Cuya delimitación para esta ordenanza, es la siguiente:

- Norte: Mar interior Océano Pacífico desde los 80 mts. de la línea de la más baja marea.
- Sur: Desde los 80 mts. de la línea de la más alta marea.
- Oriente: Playa Sector Putique, Piedra de Achao.
- Poniente: Playa sector final calle Delicias con calle 21 de mayo.

**Cuadro 2. Usos permitidos/prohibidos en el Borde Costero según Ordenanza Municipal.**

| Usos o actividades permitidas  |
|--|
| Conservación y mejora de la cubierta vegetal, de la fauna, de los suelos, del paisaje y de la calidad de las aguas.  |
| Recolección de recursos marinos (ej. algas, mariscos y peces), siempre que sea realizada de la manera tradicional y sin maquinaria pesada asociada.  |
| Secado de algas en lugares establecidos y no prohibidos.   |
| Turismo de bajo impacto y de intereses especiales, como la observación de aves, actividades acuáticas no motorizadas y motorizadas   |
| Instalación de señalética informativa a visitantes sobre el valor patrimonial del borde costero, acorde con los estilos locales y sin causar un impacto negativo en la calidad escénica del área.                                |
| Instalación de infraestructura de apoyo a la conservación y desarrollo de turismo de intereses especiales, respetando los estilos y materialidad tradicional, y evitando un impacto negativo sobre la calidad escénica del área. |
| Las visitas y actividades didácticas y científicas orientadas hacia el conocimiento, divulgación,  |

|  |
|--|
| <b>Usos o actividades permitidas</b>   |
| interpretación y apreciación de los valores naturales del ecosistema, sin perjuicio de los fines de conservación y mejora del espacio natural y de la salvaguarda de los derechos de la titularidad de los espacios.   |
| <b>Actividades Prohibidas en el Borde Costero de Achao</b>   |
| Levantar cualquier elemento ya sea de modo rústico o elaborado con el fin de acampar a cualquier hora.   |
| La Circulación de vehículos motorizados, a excepción de aquellos de carácter de Emergencia y/o de utilidad pública y aquellas prohibiciones señaladas en la orden ministerial N° 2, de 15 de enero de 1998, de la Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa.  |
| Las modificaciones de las características morfológicas del borde costero, el relleno de este con cualquier tipo de material, así como la extracción de materiales y la alteración topográfica de su zona periférica de protección.                                 |
| Los vertidos líquidos contaminantes de cualquier naturaleza que afecten de forma negativa, directa o indirectamente, a la calidad de las aguas superficiales o subterráneas que alimentan y mantienen al borde costero.  |
| La contaminación con residuos sólidos, sean estos de origen domiciliario o industrial, orgánicos o inorgánicos (plásticos, vísceras de pescados, cabos, boyas, etc.).  |
| La captura de animales silvestres y la recogida o destrucción de sus refugios, huevos y nidos, así como la recolección de plantas, sin perjuicio de las capturas que puedan realizarse con fines científicos debidamente autorizadas.                              |
| Las quemas no autorizadas de todo tipo de productos, desechos, residuos o de vegetación que resulten incompatibles con la conservación del borde costero. Cocinar, encender fogatas, botar desperdicios e ingerir bebidas alcohólicas.                             |
| Cualquier tipo de construcción que no cuente con la debida autorización de la Dirección de Obras Municipales y la autoridad que corresponda.   |
| Cualquier tipo de eventos o espectáculos que no cuenten con la autorización respectiva por parte de la Municipalidad de Quinchao y/o Autoridad Marítima.   |
| Cortar y/o destruir de cualquier forma las flores, plantas, arbustos, césped, y en general cualquier tipo de mobiliario urbano, tanto a la propiedad pública como privada.   |
| Pintar y/o rayar cualquier construcción existente y mobiliario urbano.   |
| El uso de las playas para el secado de algas, a excepción de los lugares autorizados, los que serán fijados mediante decreto alcaldicio según el acuerdo que se logre con la comunidad. Tal fijación estará sujeta a una evaluación periódica no menor a dos años. |
| Las faenas industriales y/o de carácter constructivas a excepción de las obras de inversión públicas destinadas al mejoramiento del borde costero.   |

Fuente: Artículo 5° y 6° de la Ordenanza Municipal “para determinar uso del borde costero de la ciudad de Achao, comuna de Quinchao, sector playa ciudad de Achao”.

Respecto a los recursos marinos existe una importante intervención de Sernapesca y Armada de Chile, que controlan los accesos, la pesca y recolección artesanal, la industria salmonera y mitilícola, y el trabajo con las algas (concesiones para siembra y extracción de pelillo y lamilla)<sup>1</sup>.

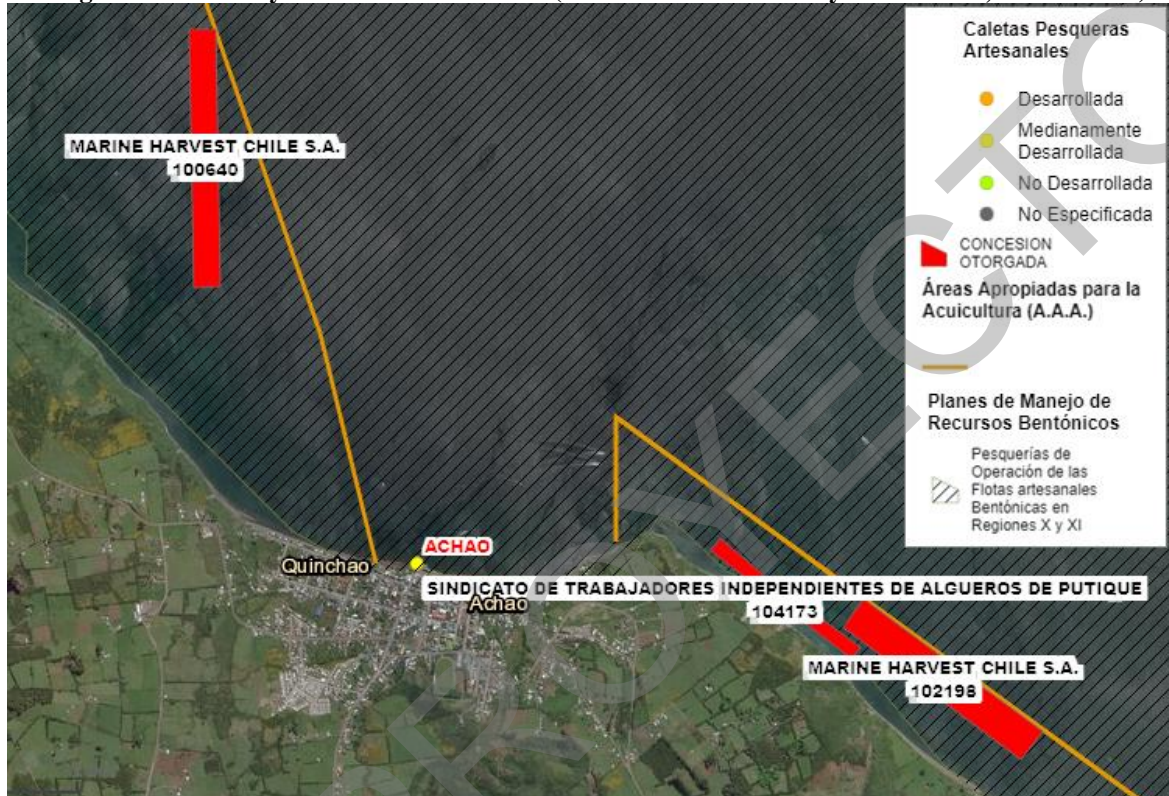
La siguiente imagen da a conocer las áreas apropiadas para la acuicultura, y respecto a las concesiones actualmente sólo figuran las otorgadas (polígonos rojos). Todo el espacio costero que enfrenta la ciudad de Achao corresponden a zonas pesqueras de operación de las flotas artesanales Bentónicas.

<sup>1</sup> Proyecto GCP/GLO/212/GFF: “Conservación y Gestión Adaptativa de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)”, 2011.



No se identifican Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), Áreas Marinas Protegidas (AMP), Ecosistemas Marinos Vulnerables, así como tampoco Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios (ECMPO).

**Figura 1. Áreas y zonificaciones costeras (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, SUBPESCA)**



Fuente: Extraído de la Aplicación de Visualización de Mapas de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (<https://mapas.subpesca.cl/ideviewer/>)

## 2 ÁREAS DE RIESGO

### 2.1 ÁREAS INUNDABLES O POTENCIALMENTE INUNDABLES

#### 2.1.1 Inundación por desborde de ríos, esteros o quebradas

Antes que todo, cabe aclarar que las inundaciones fluviales corresponden a procesos naturales por el cual el flujo de agua desborda los límites de un cauce. Este proceso natural resulta peligroso, y se transforma en una amenaza, cuando los asentamientos se localizan en las zonas inundables y se produce un riesgo de catástrofe o de desastre socio-natural.

La amenaza de inundación fluvial en Achao se puede producir principalmente, dada su localización latitudinal, meridional y topográfica, producto de una precipitación de gran intensidad y persistencia en un tiempo acotado. Las que, dado el clima templado húmedo

del sector se produce durante todos los meses del año, presentando un máximo invernal que ocasiona inundaciones.

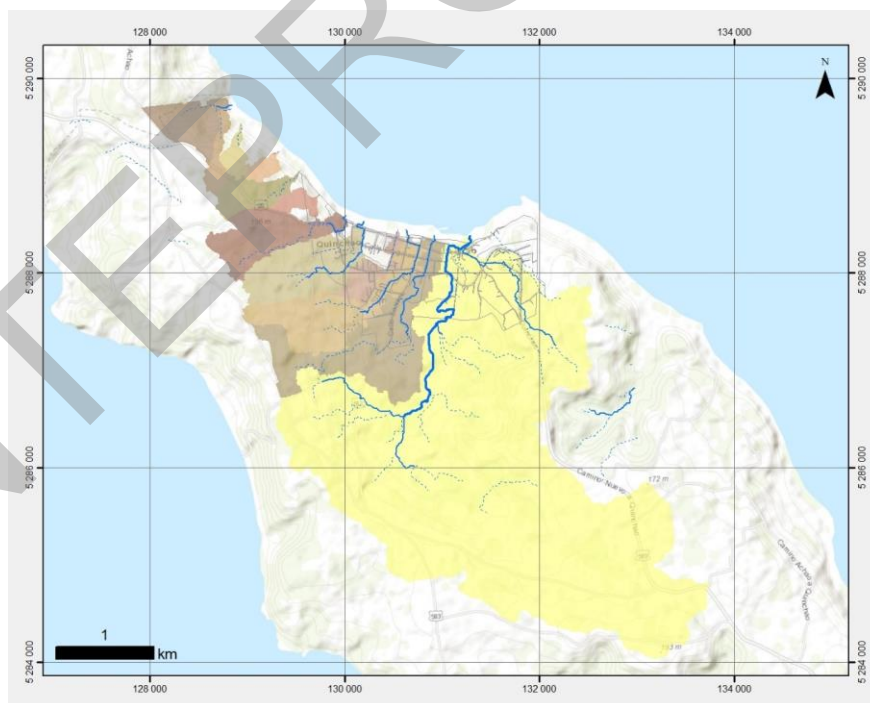
Dicho esto, y ante la necesidad de estos documentos e información específica del sector, se abordó esta amenaza en la comuna de Achao, mediante la determinación y el análisis de las microcuencas del sector y su sistema de drenaje, lo que permite entender y dimensionar la capacidad erosiva de las potenciales inundaciones que se pudiesen producir ante un frente de mal tiempo en la zona de estudio.

La delimitación se realizó mediante la aplicación del módulo de hidrología de ArcGIS, utilizando como base el modelo digital de elevación (o DEM), el que, como antecedente, cuenta con resolución de un (1) metro.

Dada que la zona levantada corresponde principalmente a la urbana y la potencialmente desarrollable, la cuenca principal del cauce Villarroel (presentada con amarillo en la siguiente imagen), que escapa a los límites del catastro realizado, se complementó con un modelo digital obtenido el año 2011 por el satélite Alos y el sensor Palsar. Este DEM cuenta con una resolución espacial de 12,5 metros y una precisión en la vertical de hasta 5 metros.

Las cuencas obtenidas, que generan los principales drenes de Achao, se presentan en la siguiente imagen:

**Figura 2. Cuencas y drenajes de la comuna de Quinchao.**



Fuente: Elaboración propia a través de modelación en Software ArcGis.



En el resultado de la delimitación obtenida, presentado en la figura anterior, es posible observar que, en Achao la red hidrográfica está compuesta por una serie de drenes que evacuan las aguas lluvias de microcuencas locales de manera perpendicular a la línea de costa.

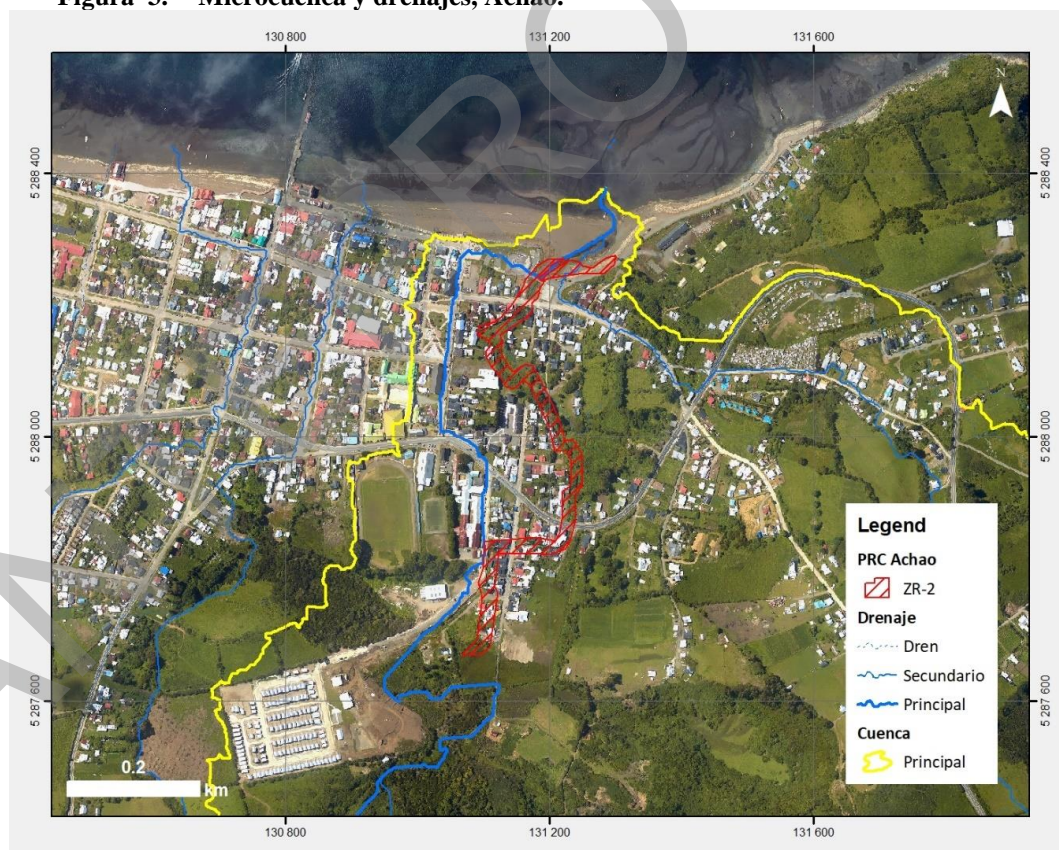
La microcuenca de mayor importancia para la zona urbana de Achao, correspondiente a la del estero Villarroel, drena las aguas que escurren (agua precipitada menos la infiltrada, la evaporada y la evapotranspirada entre otras) de una superficie aproximada de 9 km<sup>2</sup>. Las otras corresponden a quebradas inferiores que tienen una superficie a drenar de un máximo de 1 km<sup>2</sup>.

Dado esto, la parte baja de la cuenca correspondiente al estero Villarroel resulta ser el sector con un potencial mayor de amenaza por inundación o desborde. Cabe destacar que esta importancia es relativa a las microcuencas del sector, por lo cual esta amenaza no se constituye como significativa necesariamente.

El plan regulador vigente de la comuna establece en este sector bajo del cauce Villarroel, una zonificación correspondiente a una franja llamada “ZR-2”, la cual en su descripción indica la “Protección de vertientes y cauces naturales de agua”.

A continuación, se presenta una cartografía que incluye la zona de protección “ZR-2”, el drenaje y la microcuenca obtenido del modelo hidrológico sobre el Ortomosaico levantado.

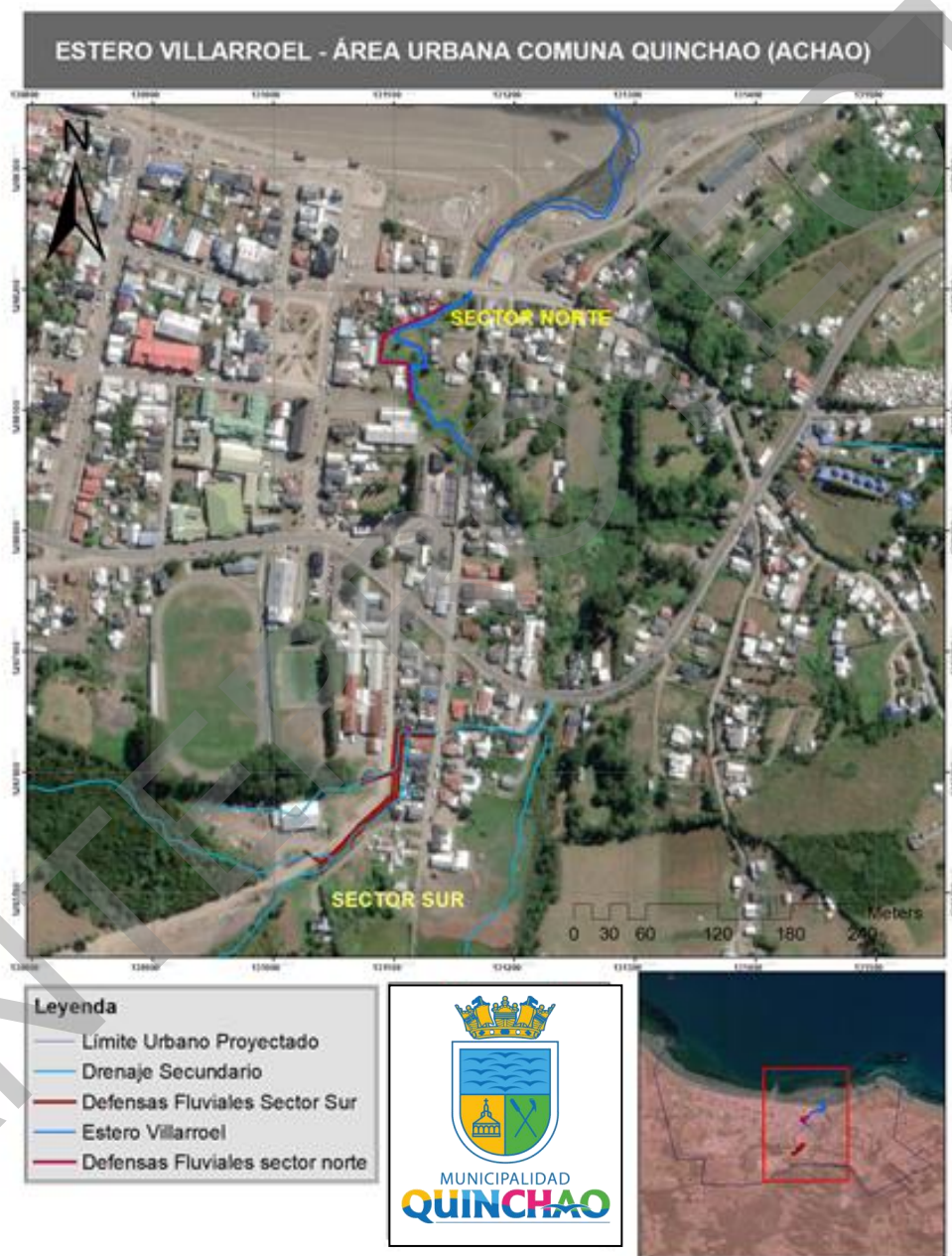
**Figura 3. Microcuenca y drenajes, Achao.**



Fuente: Elaboración propia a través de modelación hidrológica en ArcGis.

En la imagen anterior se observan diferencias de la localización del dren modelado (azul), respecto al sector real por donde evacuan las aguas actualmente, franja zonificada como “ZR-2” del PRC vigente. Esta situación se puede asociar a la precisión del DEM o simplemente debido a que las aguas en este sector han sido canalizadas.

**Figura 4. Estero Villarroel y sus obras de defensa fluvial (sector norte) y canalización (sector sur)**



Fuente. Elaboración propia, a través de información obtenida de la Dirección de Obras Hidráulicas de la X Región de Los Lagos.



La Figura anterior, muestra las obras de defensa fluvial en el sector norte del estero Villarroel, y en el sector sur se observa la canalización realizada del drenaje secundario.

Por otra parte, la Memoria Explicativa del PRC de Quinchao (2009) señala la existencia de una mayor probabilidad en sectores bajos de la pequeña cuenca del río Villarroel, reconociendo un área que presenta inundaciones con cierta frecuencia en sector sur del estero, previo a que el drenaje cruce la zona urbana. Lo anterior se pudo corroborar a través de los talleres de participación realizados en el marco de la presente actualización del PRC. La siguiente figura presenta en círculo azul la “zona proclive a inundación”.

Figura 5. Susceptibilidad a inundación sector sur del estero Villarroel.



Fuente. Memoria Explicativa PRC Quinchao (2009).

### 2.1.1.1 Efecto de la amenaza sobre el territorio

De acuerdo a lo anterior, es posible concluir que, la amenaza de inundación fluvial en Achao no presenta una probabilidad de ocurrencia de un desastre o una catástrofe. A pesar de esto, pueden ocurrir desbordes locales que produzcan daño a las viviendas aledañas al estero Villarroel, ya que, independiente de la envergadura de la cuenca, en un desborde también influyen factores antrópicos como el cuidado y la mantención del cauce (ej. acumulación de basura o vegetación que pudiese bloquear el flujo del agua del cauce).

Respecto al sector bajo al sur del estero, este presenta acumulación de agua originado por intensas lluvias, lo cual se puede asociar a un proceso de anegamiento local.

### **2.1.1.2 Regulación del territorio bajo amenaza**

El PRC vigente, define un área de riesgo de inundación, a través de la zonificación ZR-2, como zonas inundables o potencialmente inundables. La presente actualización mantiene y amplía sus bordes en el sector norte del estero, comprendiendo los límites de las defensas fluviales realizadas entre los años 2009-2010. Por tanto, se establece un área de Riesgo de Inundación por crecidas de estero y quebradas.

Asimismo, se define un área de inundación por anegamiento, en el sector sur del estero Villarroel antes de cruzar el área urbana, en terreno de menor pendiente y con presencia de drenajes secundarios (ver figura 3).

### **2.1.2 Inundación por Tsunami**

Los tsunamis son eventos naturales de alto impacto y potencial larga duración, que en muchos casos pueden arribar a las costas con apenas unos minutos de ocurrido el fenómeno que los genera. Todas las zonas costeras del mundo pueden experimentar tsunamis, siendo Chile uno de los países más propensos a ser afectados por ellos. Estos se pueden producir por una serie de fenómenos, siendo los más frecuentes los de origen sísmico, tanto de origen local, es decir en las costas de Chile, como distante como, por ejemplo, desde Perú, Alaska o Japón (Plan Específico de Emergencia por Variable De Riesgo Tsunami, ONEMI).

La zonificación de las áreas de amenaza por tsunami para una localidad específica, deben ser determinadas mediante estudios técnicos especializados que se desarrollen con la metodología adecuada y los antecedentes mínimos necesarios para el establecimiento de los niveles de inundación máximos esperados.

En el ámbito de la prevención y mitigación del impacto de los tsunamis, se establecen Cartas de Inundación, desarrolladas por el SHOA, que tienen una aplicación directa en la planificación urbana que ejecuta la autoridad municipal y en la elaboración de los planos de evacuación, tareas que se deben realizar de acuerdo a las orientaciones y lineamientos que entrega la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI).

Por otra parte, la identificación de las zonas seguras se establece a partir de la determinación de las áreas a evacuar detalladas en los planos de evacuación ante la amenaza de tsunami, por lo cual se establecen puntos de encuentro fuera del área a evacuar definida como zonas seguras. En los sectores o localidades pobladas que no cuentan con planos de evacuación, las zonas seguras estarán por sobre la cota 30 sobre el nivel del mar, siguiendo la recomendación internacional dada por el International Tsunami Information Center (ITIC).

Respecto a antecedentes de Tsunamis en Achao, se cuenta con el documento “El Maremoto Del 22 de mayo de 1960 en las Costas de Chile” del SHOA, que para el acápite de Achao relata lo siguiente:

*En Achao se comenzaron a producir las primeras manifestaciones del maremoto, cinco minutos después del terremoto. El agua estaba como en ebullición y se formaron diversas corrientes que se desplazaron en forma vertiginosa por los canales Dalcahue y Quinchao. Unos momentos después se vio como se formaba una ola, más o menos a una milla frente al puerto, la que se abalanzó hacia la costa. Poco después siguieron dos olas más que se formaron aproximadamente en la misma parte.*

*La que llegó con más fuerza a la costa fue la tercera, pero no produjo daños, pues en el momento del sismo la marea estaba prácticamente en bajamar. El agua de la tercera onda llegó hasta la línea de pleas ordinarias. Los habitantes de Achao apreciaron la altura de las olas en alrededor de 2,50 metros.*

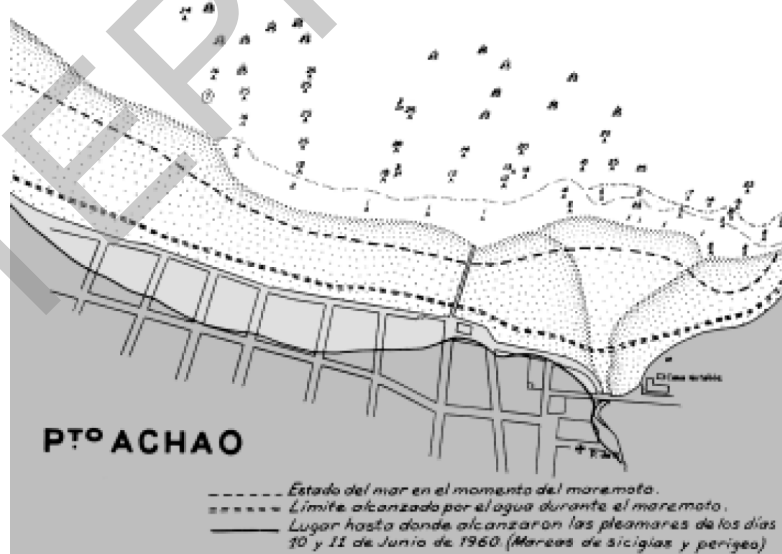
*En lo que no hubo acuerdo entre las personas encuestadas en Achao, fue si el primer efecto del maremoto fue una salida o un recogimiento del mar.*

*Al igual que en Quellón, en Achao hay seguridad de que la isla Quinchao, donde está ubicado el puerto, se hundió. No se ha estimado cuanto puede ser este hundimiento, pero las evidencias son claras.*

*Antes del sismo, el puerto displayaba normalmente alrededor de 300 metros. Actualmente, solo displaya alrededor de 200 metros.*

*Durante las mareas de sicigias se inunda la parte ribereña del puerto, llegando el agua hasta la calle principal (figura a continuación), lo que no había sucedido antes. Este fenómeno ha obligado a la evacuación de las casas cercanas al mar.*

**Figura 6. Maremoto Achao, 1960.**



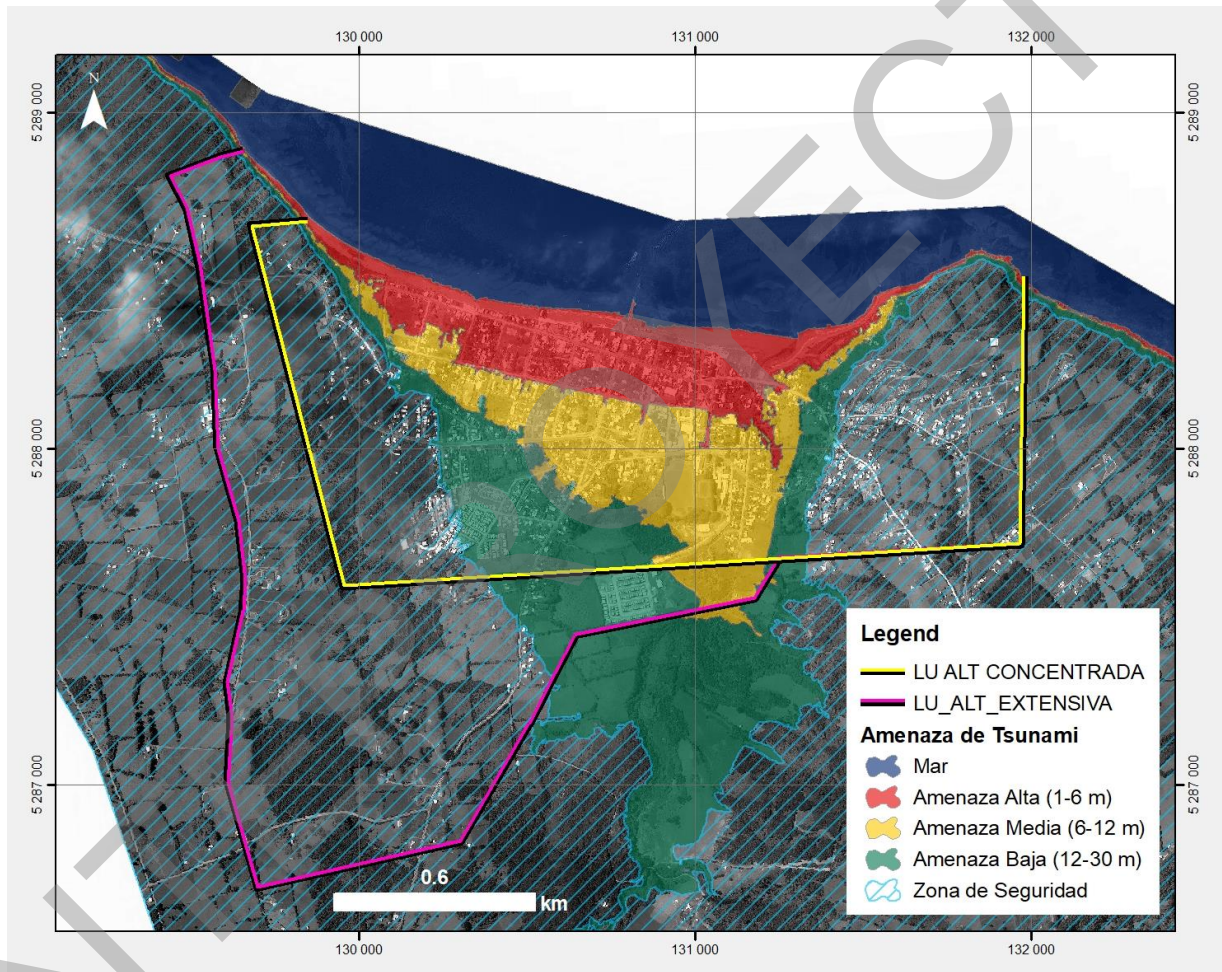
Fuente: Extraído del libro “EL MAREMOTO DEL 22 DE MAYO DE 1960 EN LAS COSTAS DE CHILE, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile 2ª Edición, 2000.

Dicho lo anterior, y en virtud de que Achao no cuenta con una carta desarrollada por el SHOA, se consideró como antecedente la localidad de Ancud, para el cual se establece



una cota de inundación de 6 metros. Adicionalmente, con motivos de prevención ante sucesos de gran magnitud en el sector, se establecen zonas de peligro hasta la cota 30, recomendada por la ITIC, por lo cual se define a criterio de experto, una amenaza media entre la cota 6 y la 12, y una amenaza baja entre la cota 12 y la cota 30, tal como se puede observar en la siguiente imagen, en donde además se agregan los dos límites urbanos de las alternativas propuestas por la presente actualización del Plan Regulador Comunal de Quinchao.

**Figura 7. Amenaza por Tsunami.**



Fuente: Elaboración propia a través del Software ArcGis.

### **2.1.2.1 Efecto de la amenaza sobre el territorio**

El daño de la amenaza de Tsunami depende de varios factores, principalmente la intensidad y velocidad, con que ocurre el fenómeno; la densidad de población y cantidad de infraestructura presente. Por tanto, es crucial y fundamental en este tipo de amenazas la gestión del riesgo, enfocado en los sistemas de alerta temprana, para permitir la evacuación correspondiente hacia las zonas seguras, para evitar el daño humano (muertes, heridos, enfermedades); respecto a la infraestructura, se pueden producir cortes de camino, daños a la infraestructura sanitaria y a la vivienda.

### **2.1.2.2 Regulación del territorio bajo amenaza**

Se consideran los límites de amenaza alto (cota 6 m) y medio (cota 6 y 12 m), con el objetivo de considerarlos en los distintos instrumentos de gestión del riesgo.

## **2.2 AVALANCHAS, RODADOS, ALUVIONES O EROSIONES ACENTUADAS**

Las laderas del área de estudio se desarrollan principalmente en materiales glaciales y volcánicos que suelen ser muy propensos a la erosión. En estos materiales se tienden a generar quebradas que pueden ir aumentando de tamaño en función de la erosión hídrica.

Además ante pendientes altas se pueden generar procesos de deslizamientos que suelen presentar alcance local, dada la abundante vegetación en las laderas, y en zonas de escarpes o en sector de cabeceras de quebradas pueden generar deslizamientos de carácter retrogresivo, sobretodo antes lluvias intensas, con lo cual tienden a “desmoronarse hacia atrás”.

Las siguientes figuras muestran procesos que se observan en la localidad de Achao y alrededores, donde se destacan deslizamientos superficiales de suelo, erosión y deslizamientos retrogresivos en quebradas, y caídas de bloques en zonas de altas pendientes localizadas en la zona costera. Además, se observa el desarrollo de reptación en la mayoría de las laderas del área de estudio, evidenciando un movimiento permanente, aunque lento de los suelos que componen las laderas del área de estudio.



**Figura 8. Remociones de masa en el Área de Estudio.**



Fuente: Extraído del análisis del Informe de Remoción en Masa (enero 2019).



**Figura 9. Remociones en masa en los alrededores del área de estudio a partir de observación de ortofoto. Arriba: sector al noroeste de Achao. Abajo: sector al este de Achao.**



Fuente: Extraído del análisis del Informe de Remoción en Masa (enero 2019).

Dentro de los criterios para la asignación espacial de peligrosidad se establecieron rangos de pendientes basados en autores como Keefer (1984), Hauser (1993), Sepúlveda (1998), González de Vallejo (2002), Lara (2007), además de criterios de pendientes utilizados por Sernageomin en mapas de peligro de diversas localidades del país (ejemplo: Arenas y Hanisch (2005) y Falcón et al., 2010). Se consideraron rangos de pendientes de 10-15°, 15 a 25° y >25°. Las pendientes fueron obtenidas del análisis de los DEM del área de estudio. Además se considera como zonas potenciales de generar remociones en masa las zonas con evidencias de erosión o presencia de cárcavas en superficie así como la presencia de escarpes en laderas de alta pendiente dada la posible afectación de zonas adyacentes a estas por potenciales deslizamientos retrogresivos.

Se incluye en las zonas de peligro las zonas adyacentes a escurrimientos de agua, ya sea el río (flujo de agua constante) o quebradas (flujos esporádicos de agua), debido al desarrollo de potenciales colapsos del material producto de la saturación de los suelos, independiente del nivel de pendientes que desarrollen.

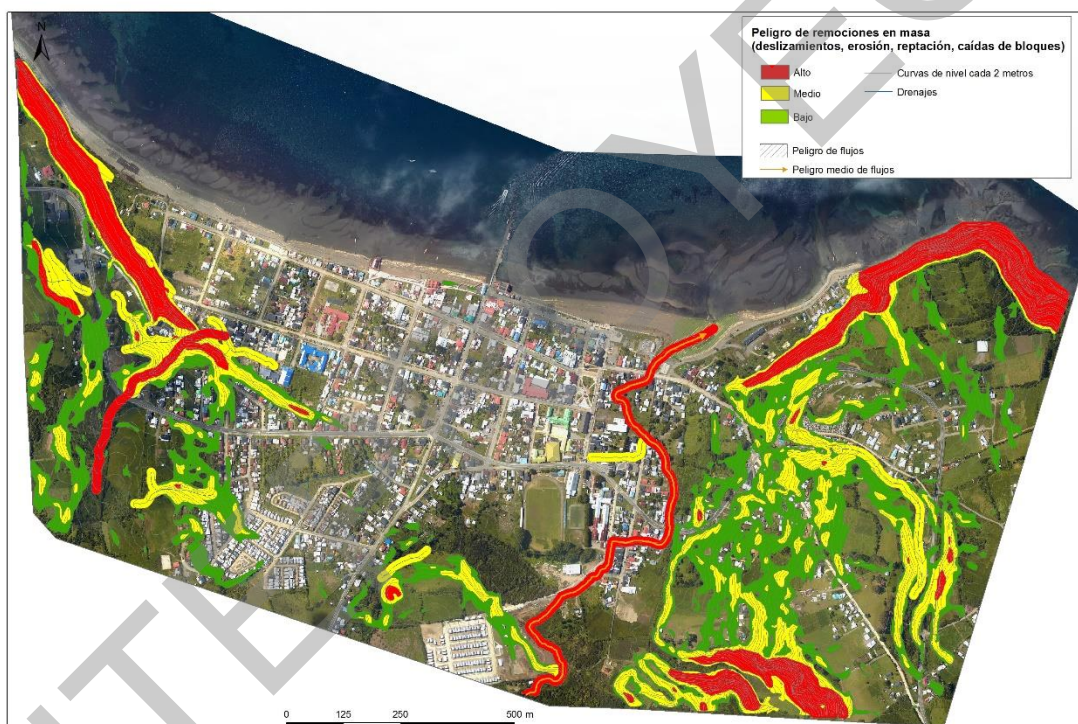
En la asignación de los criterios de deslizamientos/caídas/erosión/reptación no se considera la presencia/ausencia de vegetación dado que en el área de estudio y alrededores se observa que los procesos se desarrollan incluso con vegetación presente, por lo que se considera que el factor que domina la ocurrencia de estos procesos es la pendiente y el tipo de material. Sí se considera que la vegetación permite que el alcance de los procesos sea de carácter local. Para los flujos, se consideró el aporte lateral de

sedimentos asociado al peligro de deslizamientos/erosión de las laderas adyacentes, así como la actividad de las quebradas, y presencia de abanicos aluviales.

El detalle de la metodología para determinar los grados de peligro de remoción en masa se presenta en informe de Remoción en Masa como anexo complementario.

Finalmente, los análisis de peligro se realizaron en una plataforma SIG. En esta plataforma se implementaron espacialmente los criterios antes descritos para generar mapas de peligro de remociones en masa. El resultado de esto es un mapa de peligro de remociones en masa que se presenta a escala 1:5.000 (Figura original en anexo complementario) con asignación del peligro en una escala Alto-Medio-Bajo.

**Figura 10. Peligro de remociones en masa para el área de estudio. (Original en anexo a escala 1:5.000).**



Fuente: Extraído del análisis del Informe de Remoción en Masa (enero 2019).

#### Deslizamientos (superficiales y de tipo retrogresivos), caídas, reptación y erosión:

Este tipo de peligro considera los procesos de tipo superficial (como deslizamientos superficiales, reptación, y erosión de laderas, evidenciado en algunos casos por presencia de grietas o cárcavas), y de tipo retrogresivo. Se asignan para los deslizamientos, reptación y/o erosión los siguientes criterios de peligro:

- Alto: Laderas de suelo en pendiente  $>25^\circ$ , con alcance al pie de la ladera/ En sectores con cárcavas y evidencias de erosión / Detrás de zonas de escarpes o



cabeceras de quebradas por potencial retrogresivo de las laderas / En un buffer de 10 metros en torno a cauce del río y/o quebradas principales en zonas de menor pendiente ( $<25^\circ$ ) por potenciales deslizamientos asociados a socavación del material por saturación del suelo/ en laderas con caídas de bloques con pendientes  $>25^\circ$  y alcance al pie del talud.

- Medio: Laderas de suelo en pendiente entre  $15^\circ$  y  $25^\circ$ , con alcance local, y/o bajo la zona de peligro alto / En zonas adyacentes a áreas que pudieran retrogradar consideradas en peligro alto / En un buffer de 10 metros en torno a cauce de quebradas menores en zonas de menor pendiente ( $<25^\circ$ ) por potenciales deslizamientos asociados a socavación del material por saturación del suelo.
- Bajo: En zonas de pendiente entre  $10^\circ$ - $15^\circ$ / Eventual alcance bajo la zona de peligro medio/ En zonas adyacentes a áreas que pudieran retrogradar consideradas en peligro medio.

#### Flujos de detritos/barro:

Para la asignación de peligro de flujos de detritos se utilizan los siguientes criterios:

- Alto: en quebradas o esteros activos, con aporte lateral de sedimentos/ en quebradas con laderas adyacentes asignadas con peligro alto de deslizamientos/ en abanicos aluviales de quebradas activas.
- Medio: en quebradas con laderas adyacentes asignadas con peligro medio de deslizamientos / en el cauce del río en zonas de menor pendiente/ Alrededor de la zona de peligro alto de flujos dentro del abanico aluvial.
- Bajo: en quebradas con laderas adyacentes asignadas con peligro bajo de deslizamientos / Alrededor de la zona de peligro medio de flujos dentro del abanico aluvial y resto del área de inundación de la quebrada.

De acuerdo a la figura presentada, en el área de estudio se observa amenaza de remociones en masa asociado a procesos de laderas de tipo deslizamientos/erosión/reptación/caídas gatilladas por fenómenos hidrometeorológicos de gran intensidad o a eventos telúricos.

La amenaza alta se observa principalmente en las laderas adyacentes a las quebradas al sur de la localidad urbana de Achao, al poniente y en las laderas en el sector costero.

En tanto, dadas las características de la zona estudiada, se observa peligro de flujos sólo asociado al río que atraviesa la localidad, el cual presentaría más bien características de inundación.

Estas zonas ya fueron consideradas en el Plan Regulador Comunal vigente. Por cuanto, en esta actualización, se recomienda seguir considerando estas zonas y en caso que se

establezcan zonas de expansión en las direcciones el este y oeste, se recomienda ampliar la zona ZR-3 “Restricción por fuertes pendientes”.

### **2.2.1 Efecto de la Amenaza sobre el territorio**

En el área de estudio, el riesgo considerado “alto” se observa principalmente en las laderas del sector costero, con evidencia de caída de bloques con alcance al pie del talud. En las laderas adyacentes a las quebradas al sur del área urbana de Achao, y en las laderas localizadas al poniente de Achao, estos procesos se asocian principalmente a deslizamientos/erosión, que suelen presentar alcance local, dada la abundante vegetación en las laderas, y en zonas de escarpes o en sector de cabeceras de quebradas pueden generar deslizamientos de carácter retrogresivo, sobretodo antes lluvias intensas, con lo cual tienden a “desmoronarse hacia atrás”.

Por otra parte, la amenaza de flujos se asocia principalmente al estero Villarroel que atraviesa el área urbana, por potenciales deslizamientos asociados a socavación del material por saturación del suelo.

Los niveles “medios” se consideran también de alcance local y/o bajo la zona de amenaza alta. Asimismo, en zonas de menor pendiente por potencial deslizamiento asociados a socavación del material por saturación del suelo, por dónde se presentan drenajes secundarios o quebradas (flujos esporádicos de agua), debido al desarrollo de potenciales colapsos del material producto de la saturación de los suelos, independiente de las pendientes.

Esto se considera pertinente debido a los procesos de remociones en masa observados en zonas cercanas y de geología similar como es la localidad de Dalcahue, donde pueden observarse “colapsos” de los materiales aledaños a zonas de quebradas o escurrimientos de agua.

En la actualidad, de acuerdo a la revisión de las imágenes del área de estudio, en su mayoría estos terrenos no se encuentran habitados, dada la alta pendiente y la gran cantidad de vegetación presente, por tanto no existe mayor exposición de población residente e infraestructura localizada en estas áreas con potencial movimiento de material.

### **2.2.2 Regulación del territorio bajo amenaza**

En la presente actualización del PRC de Quinchao (Achao), se mantienen las áreas establecidas en el Plan Regulador Comunal vigente como ZR-3, las que resultan tener un “nivel alto” de amenaza de acuerdo al estudio de especialidad “Estudio de Remociones en Masa, localidad de Achao” realizado para el presente estudio. Así también se consideran áreas de “nivel medio” que se encuentra aledaños a escurrimientos de aguas permanente (estero Villarroel) y esporádicos (quebradas).

El área de restricción se identifica de la siguiente manera: “Área de Riesgo de Deslizamiento de Ladera”.

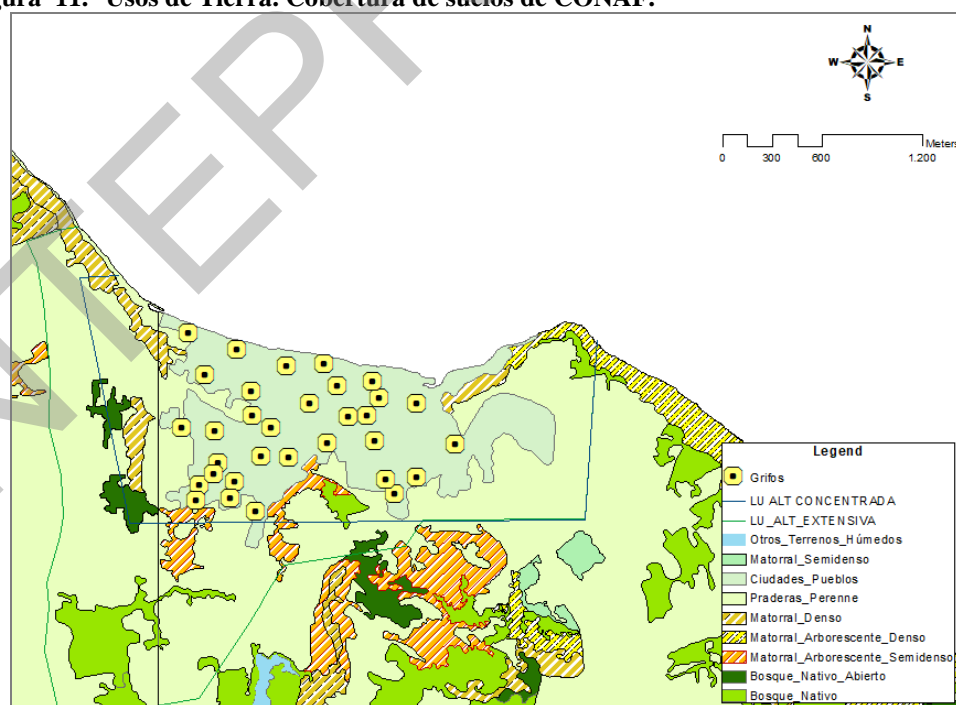
## 2.3 INCENDIOS FORESTALES

En la historia de la ciudad de Achao, el daño por incendio se ha provocado al interior del caserío, por combustión de las edificaciones de madera; el más importante ocurrió en 1784 que consumió 19 casas de las 30 que poseía el pueblo, excepto la iglesia. Hoy la intensidad de edificaciones de madera es alta y muchas antiguas, sin regulaciones normativas; sin embargo, ese aspecto se regula directamente por el permiso de edificación conforme a las normas de la OGUC para ello, no siendo competencia del PRC.

Respecto a incendios forestales, si bien no representa una amenaza natural, sino más bien un efecto por acción humana, del cual no es posible identificar una amenaza y que además no se encuentra consignado explícitamente en los riesgos que cita la OGUC ART. 2.1.17, se analizaron aquellos aspectos que guardan relación con la vulnerabilidad del territorio ante un suceso de incendio: Combustible (tipo y densidad de vegetación), factor relieve, factor histórico y dotación de servicios para combatir los incendios.

Respecto a la densidad y tipo de vegetación, cabe señalar que el entorno de la actual área urbana de Achao se caracteriza por presentar en su mayor parte praderas perennes; en los sectores de mayor pendiente presenta áreas de matorrales arborescentes densos y semi-densos, los cuales se consideran presentan mayor velocidad de propagación de incendios (sector sur de Achao y en laderas sector costero), justamente en dichas áreas no se encuentran cubiertas por grifos, debido a que se encuentran al exterior del territorio operacional de la Empresa Sanitaria.

Figura 11. Usos de Tierra. Cobertura de suelos de CONAF.



Fuente: Elaboración propia a través del Software ArcGis. Información extraída de cobertura de suelo de

El área urbana que se incrementa, no presenta bosque nativo, pero si zonas de matorrales semi densos, los que se asocian a quebradas o laderas que presentan riesgo de remoción en masa por altas pendientes. Como criterio general se recomienda que las masas de matorrales o arbóreas existentes al interior del área urbana actual y propuesta, se preserven en cuanto vegetación endémica, integrándoles al sistema de áreas verdes.

### 3 ÁREAS RESTRINGIDAS AL DESARROLLO URBANO

De acuerdo con lo anterior, y después de realizadas las respectivas jornadas de participación, es que la presente Actualización del Plan Regulador de Quinchao (Achao), se proponen las siguientes Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano:

- Área de riesgo de Inundación por crecidas de esteros y quebradas
- Inundación por anegamiento
- Área de riesgo de deslizamiento de laderas

### 4 ZONIFICACIÓN DE RESTRICCIONES PARA EL PRCQ

La existencia de amenazas constitutivas de riesgo para las personas y las instalaciones en Quinchao, ameritan ser revisadas y ajustadas de corresponder en la presente actualización al PRC.

**Cuadro 3. Propuesta de Zonas de Riesgo para el PRC Quinchao (Achao)**

| Código    | Nombre y Uso actual   | Caracterización  | Criterio de delimitación y uso  |
|-----------|---|--|---|
| <b>R1</b> | Área Inundable o potencialmente inundable debido a tsunami.   | - Línea de Tsunami baja, cota 12 M.  | - Delimitación a través de referencia Ancud y criterio delimitación recomendación International Tsunami Información Center (ITIC).      |
| <b>R2</b> | Área Inundable o potencialmente inundable debido a la proximidad de ríos, esteros y quebradas.<br><br>Estero Villarroel | Corresponde a los sectores asociados a inundaciones en los márgenes del estero Villarroel. | - Delimitación en el área de inundación en torno del cauce del Estero Villarroel.<br>- En este sector, se propone Zona de Áreas Verdes. |
| <b>R3</b> | Área Inundable o potencialmente inundable debido a anegamiento  | Corresponde a un área ubicada en el sector sur del estero Villarroel.                      | - Delimitación a través de talleres de participación, y eventos declarados.   |

| Código    | Nombre y Uso actual   | Caracterización  | Criterio de delimitación y uso  |
|-----------|---|--|---|
| <b>R4</b> | Área propensa a avalancha, rodados, aluviones o erosiones acentuadas    | Sectores con alta pendiente. Laderas de quebradas y estero producto de erosión y socavación lo que va aumentando la pendiente de talud, provocando alta amenaza de derrumbe. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitación por pendiente y tipo de material.</li> <li>- Zonas adyacentes a escurrimientos de agua, estero (flujo de agua constante) y quebradas (flujos esporádicos de agua),</li> </ul> |
|           | Laderas de alta pendiente y en laderas adyacentes a quebradas y estero. |  |   |

ANTEPROYECTO