

**PLAN SECCIONAL CUYA – CALETA CAMARONES**  
**COMUNA DE CAMARONES**

**Anexo: Estudio de capacidad vial**

Noviembre de 2017



## ÍNDICE

|          |                                                                 |          |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>ESTUDIO VIAL – ANÁLISIS DE LA VIALIDAD .....</b>             | <b>4</b> |
| 1.1      | Introducción .....                                              | 4        |
| 1.2      | Objetivos .....                                                 | 4        |
| 1.3      | Metodología.....                                                | 4        |
| 1.3.1    | Clasificación de la comuna de Camarones y el área de estudio.   | 5        |
| 1.4      | Recopilación de Información .....                               | 6        |
| 1.4.1    | Aspectos normativos y proyectos de inversión en infraestructura | 6        |
| 1.4.2    | Relevancia del emplazamiento de Cuya en la ruta 5.              | 9        |
| 1.4.3    | Conectividad Macro.                                             | 9        |
| 1.4.4    | Conectividad en el Área de Estudio                              | 11       |
| 1.5      | Sistema de transporte actual .....                              | 11       |
| 1.5.1    | Flujos Vehiculares                                              | 11       |
| 1.5.2    | Transporte Público                                              | 12       |
| 1.6      | Estructura vial de las localidades.....                         | 13       |
| 1.6.1    | Jerarquía Vial Cuya                                             | 13       |
| 1.6.2    | Conflictos viales en el área de estudio                         | 14       |
| 1.7      | Zonificación y uso actual del suelo .....                       | 14       |
| 1.8      | Predicción y demanda del sistema de transporte .....            | 15       |
| 1.8.1    | Demanda del sistema de transporte.                              | 15       |
| 1.8.2    | Oferta del sistema de transporte.                               | 16       |
| 1.9      | Análisis de factibilidad vial. ....                             | 16       |
| 1.10     | Aspectos referidos al Plan .....                                | 16       |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|           |                                                                             |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1: | Plan Regional de Desarrollo Urbano, región de Arica y Parinacota .....      | 7  |
| Imagen 2: | Cartera de proyectos / Caminos y Conectividad, PLADECO Camarones 2012-20168 |    |
| Imagen 3: | Emplazamiento de la localidad de Cuya.....                                  | 9  |
| Imagen 4: | Conectividad vial Intercomunal.....                                         | 10 |
| Imagen 5: | Vialidad sector área de estudio .....                                       | 11 |
| Imagen 6: | Localización de puntos Censales del MOP en comuna de Camarones.....         | 12 |
| Imagen 7: | Jerarquía vial de Cuya.....                                                 | 13 |
| Imagen 8: | Esquema de usos de suelo localidad de Codpa.....                            | 15 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabla 1: Tipología de tamaño comunal desde el punto de vista del transporte .....</b>     | <b>5</b>  |
| <b>Tabla 2: Criterios de clasificación comunal.....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>Tabla 3: Proyectos previstos para el período 2012-2016 en la Comuna de Camarones.....</b> | <b>8</b>  |
| <b>Tabla 4: Recorridos de Transporte Público .....</b>                                       | <b>12</b> |

## **1 ESTUDIO VIAL – ANÁLISIS DE LA VIALIDAD**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El presente documento contiene los antecedentes referidos a la situación actual de la vialidad en el sistema Cuya – Caleta Camarones que permite analizar su condición actual y proyectada hacia el horizonte de 20 años del plan.

Este informe sigue las indicaciones estipuladas en el Manual “Capacidad Vial de los Planes Reguladores – Metodología de Cálculo” (MINVU, 1997).

El estudio se ha desarrollado en base a los antecedentes disponibles en la etapa 2 (Recopilación de antecedentes y Diagnóstico) y la etapa 3 (Estudios de Base, Propuesta y Evaluación de Alternativas), que forman parte del estudio del Plan Seccional Cuya – Caleta Camarones.

### **1.2 OBJETIVOS**

El objetivo principal del estudio es analizar y definir la capacidad de las vías estructurantes en el área de estudio en función de las características de desarrollo que establezca la propuesta del Plan Seccional Cuya-Caleta Camarones.

El estudio consiste en definir que la oferta de red vial prevista por la propuesta del Plan Seccional tenga la capacidad de servir apropiadamente las demandas de flujo vehicular del área de estudio, bajo el horizonte de los escenarios de crecimiento y demanda de suelo definidos así como usos de suelo y densidades propuestas en el Plan Seccional, de tal modo que la oferta y la demanda se encuentren en equilibrio.

### **1.3 METODOLOGÍA**

En términos generales la metodología MINVU, independientemente de la clasificación de la comuna, considera el desarrollo de las siguientes cuatro etapas:

- I. Recopilación de información.
- II. Definición de un escenario de desarrollo comunal.
- III. Predicción del sistema de transporte.
- IV. Análisis de factibilidad vial.

En la primera etapa, se describe la recopilación de información que considera la descripción del sistema de transporte actual, uso de suelo y vialidad principal. Todos estos antecedentes aportados por el informe de la etapa 2 (diagnóstico) del presente estudio.

En la segunda etapa, se incluyen los escenarios de desarrollo comunal y del área de estudio, lo que se basa en los antecedentes aportados en el capítulo IV de este informe, punto 4.1 proyecciones y escenarios de crecimiento.

En la tercera etapa, se presenta la predicción del sistema de transporte.

Finalmente, en la cuarta etapa, se discute la factibilidad vial para la propuesta base para el desarrollo del Plan Seccional.

### 1.3.1 Clasificación de la comuna de Camarones y el área de estudio.

La comuna de Camarones cuenta con una población al año 2002 de 1.220 habitantes, por su parte, el sistema Cuya – Caleta Camarones cuenta con 108 habitantes. En el escenario de proyección optimista la comuna contaría con 4.061 habitantes y el sistema con 359 habitantes al año 2036.

La comuna de Camarones, según la metodología MINVU, se catalogaría como una comuna menor rural (ver Tabla 1 y Tabla 2), por lo que no requiere un “Estudio de Factibilidad Vial” (EFV). Por esta razón, para este estudio, el informe contiene una descripción de la situación actual y un análisis simplificado de oferta y demanda.

**Tabla 1: Tipología de tamaño comunal desde el punto de vista del transporte**

| Tipología                 | Descripción General                                                                                                                                                                                                                                      | Observación               |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Metropolitana</b>      | Se caracterizan por ser especializadas o diversificadas. Se encuentran insertas en un esquema Metropolitano, y normalmente reglamentadas por un Plan Regulador Comunal, Intercomunal o Metropolitano. Los EFV reciben el apoyo de estudios estratégicos. | Requiere de EFV           |
| <b>Intermedia Urbana</b>  | Corresponde a comunas con una fuerte concentración poblacional comunal en áreas urbanas, especializadas por sector de la economía o asume una condición diversificada                                                                                    | Requiere de EFV           |
| <b>Menor Urbana</b>       | La población se concentra en la zona urbana y la especialización en un sector específico de la economía o mantiene una condición diversificada.                                                                                                          | Requiere de EFV           |
| <b>Intermedia Rural</b>   | Presentan una población rural dispersa que puede sobrepasar la población agrupada en áreas urbanas. La especialización recae en un sector de la economía, usualmente la agricultura.                                                                     | <b>No requiere de EFV</b> |
| <b>Comuna Menor Rural</b> | La población se encuentra dispersa en el área rural. Posee una alta especialización en actividad agrícola, pesquera o minera.                                                                                                                            | <b>No requiere de EFV</b> |

(Fuente: MINVU, 1997).

**Tabla 2: Criterios de clasificación comunal**

| Criterio              | Tamaño                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Umbral (hab)     | Comentarios                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poblacional           | Metropolitana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | más de 500 mil   | Comuna polinucleadas reguladas por PR Independientes se tratan como intermedias. Variaciones estacionales significativas pueden alterar la clasificación según la temporada. |
|                       | Intermedio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 30 mil a 250 mil |                                                                                                                                                                              |
|                       | Menor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | menos de 30 mil  |                                                                                                                                                                              |
| Nivel de Urbanización | Las comunas que concentran más del 70 % de la población en áreas urbanas se catalogan como urbanas. Luego se clasifican según criterio anterior.                                                                                                                                                                                                                     |                  |                                                                                                                                                                              |
| Económico             | Permite establecer la vocación económica de la comuna, a través de la caracterización de la fuerza de trabajo y su participación en los sectores de la economía. Esto permite definir por un lado la diversificación de la economía comunal y orientar la clasificación por nivel de urbanización. Posteriormente el tamaño se clasifica según criterio poblacional. |                  |                                                                                                                                                                              |

(Fuente: MINVU, 1997).

## 1.4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

### 1.4.1 Aspectos normativos y proyectos de inversión en infraestructura

#### a. Instrumentos de Planificación Territorial

Los instrumentos de planificación territorial vigentes en lo referente a infraestructura de transporte son:

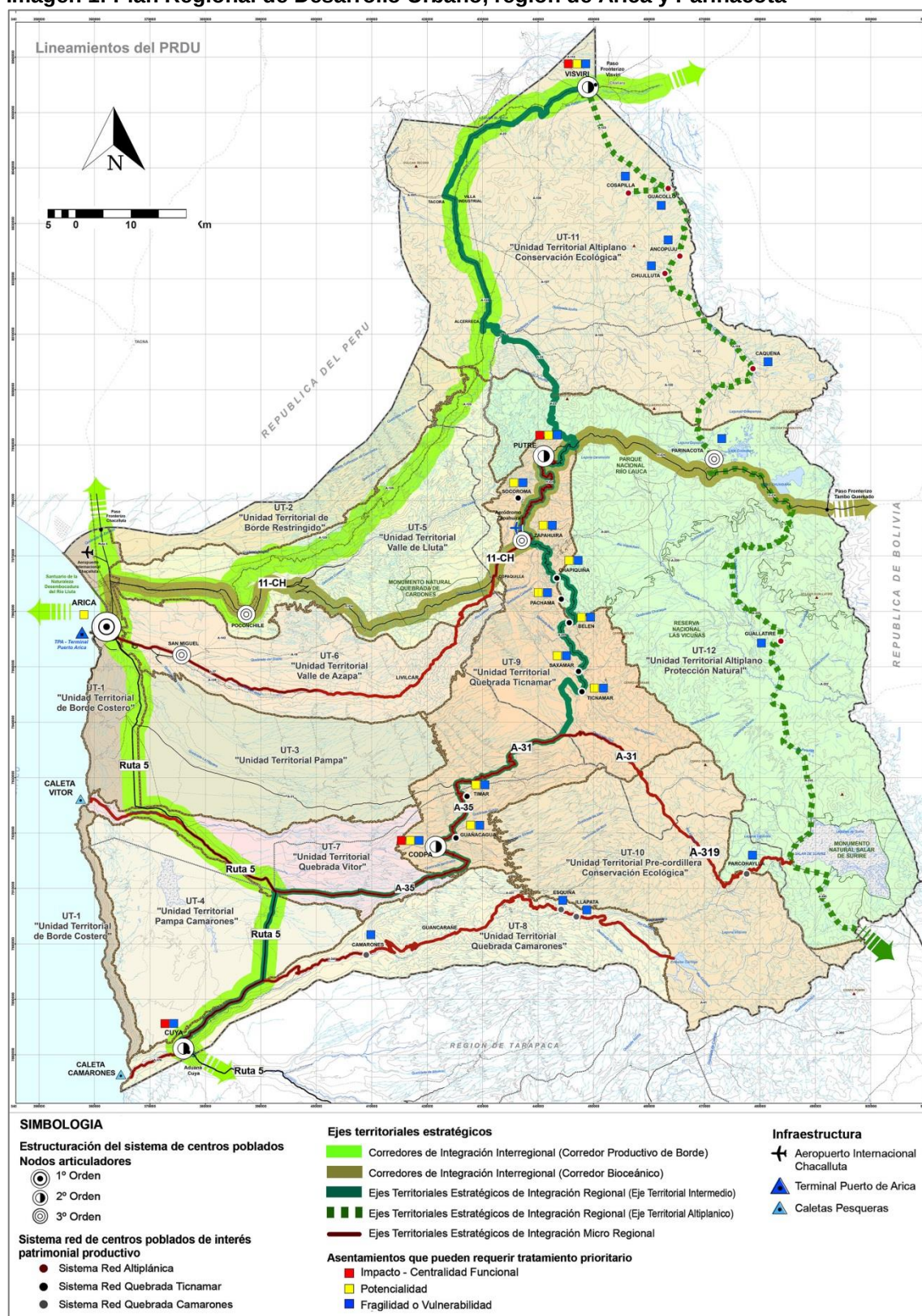
**El Plan Regional de Desarrollo Urbano, Región de Arica y Parinacota (PRDU) 2013.** Este propone potenciar los poblados menores mediante la conformación de un Sistema Red y estructurar el sistema de centros urbanos conectando las áreas urbanas con la red de centros poblados interiores. Así mismo contempla el ordenamiento del sistema de centros poblados y ejes territoriales, promueve un mayor equilibrio interno desde el punto de vista del desarrollo urbano y poblamiento. Para esto, se precisan nodos articuladores que en conjunto configuran el sistema de centros poblados. Dentro de los nodos articuladores se definen:

- Nodo articulador Arica
- Nodo articulador Putre- Visviri- **Cuya**- Codpa
- San Miguel de Azapa, Poconchile, Zpahuira y Parinacota
- Centros poblados de interés patrimonial – productivo; Ticnamar, red Altiplánica y Quebrada de Camarones

El PRDU contempla dos Ejes importantes en el área de estudio, como se muestra en la Imagen 1. El Eje Territorial Estratégico de integración Regional, que une la ruta 5 (pasando por Cuya) con la ruta 11, a través de la ruta A-35 y la ruta A-31; y el Eje Territorial Estratégico de Integración Micro Regional, que une la Caleta Camarones con el Embalse Caritaya, a través de la ruta A-345.



**Imagen 1: Plan Regional de Desarrollo Urbano, región de Arica y Parinacota**



Fuente PRDU Arica y Parinacota



**El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)**, considera como parte del eje estratégico para el desarrollo de la comuna: “caminos y conectividad”, obras viales como pavimentación y ensanchamiento de caminos, adquisición de maquinarias para realizar sendas de penetración, construcción de pasarelas comunitarias y ampliación de tecnologías e información.

### **Cartera de proyectos – caminos y conectividad:**

**Imagen 2: Cartera de proyectos / Caminos y Conectividad, PLADECO Camarones 2012-2016**

| Eje de Desarrollo                | Objetivo Estratégico                                      | Vinculación ERD                             | Nombre del Proyecto                                               | Sectores                                                    | Objetivo Específico                                             | Unidad Municipal Responsable | Fuente Financiera | Monto M\$ | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| Caminos y Conectividad           | Mejorar la infraestructura vial y la conectividad comunal | Vinculada a través del Eje 6: Lineamiento A | Adquisición de Maquinarias para apertura de Sendas de Penetración | Comuna de Camarones                                         | Adquisición de excavadora y bulldozer                           | SECOPLAC                     | FNDR-Municipio    | 462.000   |      | T    |      | T    |      |
|                                  |                                                           |                                             | Construcción de Pasarelas Comunitarias                            | Palca, Huancarane, Cochiza, Ñeque-Ñeque, Illapata y Chitita | Construcción de pasarelas peatonales                            | SECOPLAC                     | FRIL-PMU          | 300.000   | P    |      |      |      | T    |
|                                  |                                                           |                                             | Plan Anual de Conservación de Caminos                             | Comuna de Camarones                                         | Mejorar y mantener en buenas condiciones las rutas de la comuna | SECOPLAC                     | Vialidad          | 200.000   | T    | T    | T    | T    | T    |
| Total Eje Caminos y Conectividad |                                                           |                                             |                                                                   |                                                             |                                                                 |                              |                   | 962.000   |      |      |      |      |      |

Fuente PLADECO Camarones 2012-2016.

### **b. Proyectos de inversión en Infraestructura**

Dentro de los proyectos relevantes a escala comunal y local se consideran dos grupos de proyectos de inversión. Aquellos contenidos en el Plan de Inversión del Ministerio de Obras Publicas y aquellos contenidos en el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social.

Dentro del catálogo de proyectos del Ministerio de Desarrollo Social ingresados en el período 2014-2016 ya sea cómo proyectos nuevos o como de arrastre, se cuentan diversas iniciativas relacionadas con vialidad.

**Tabla 3: Proyectos previstos para el período 2012-2016 en la Comuna de Camarones**

| Código BIP | Nombre                                                                            | Año  | Monto (M\$) |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|
| 30295772-0 | Mejoramiento red vial ruta A-35, sector CR. Ruta 5 – CR. Ruta A-31 (73kms)        | 2016 | 732.678     |
| 30389036-0 | construcción pavimentos km 1.6-1.9 sector Guatanave comuna Camarones <sup>1</sup> | 2015 | 74.579      |

Fuente: BIP Ministerio de Desarrollo Social.

<sup>1</sup> Proyecto finalizado, se consideró la construcción de pavimentos con una longitud de 269,5 metros y un ancho de 3,5 metros, totalizando 943,25 m<sup>2</sup> de superficie, consultando la instalación de 546 metros lineales de soleras tipo c y 889 m<sup>2</sup> de adoquines.

Los proyectos viales previstos para el período 2012 – 2016 para la comuna de Camarones, no contemplan obras en el área de estudio.  
(Cuenta Publica Región de Arica y Parinacota 2015.)

#### 1.4.2. Relevancia del emplazamiento de Cuya en la ruta 5.

**Emplazamiento funcional estratégico:** corresponde al emplazamiento de Cuya para control de vehículos, por la cercanía a las fronteras. Por lo que su frente construido se prioriza hacia la ruta 5. El crecimiento se va dando en forma desordenada y sin elementos que estructuren la localización de otros servicios y la vivienda.

Imagen 3: Emplazamiento de la localidad de Cuya

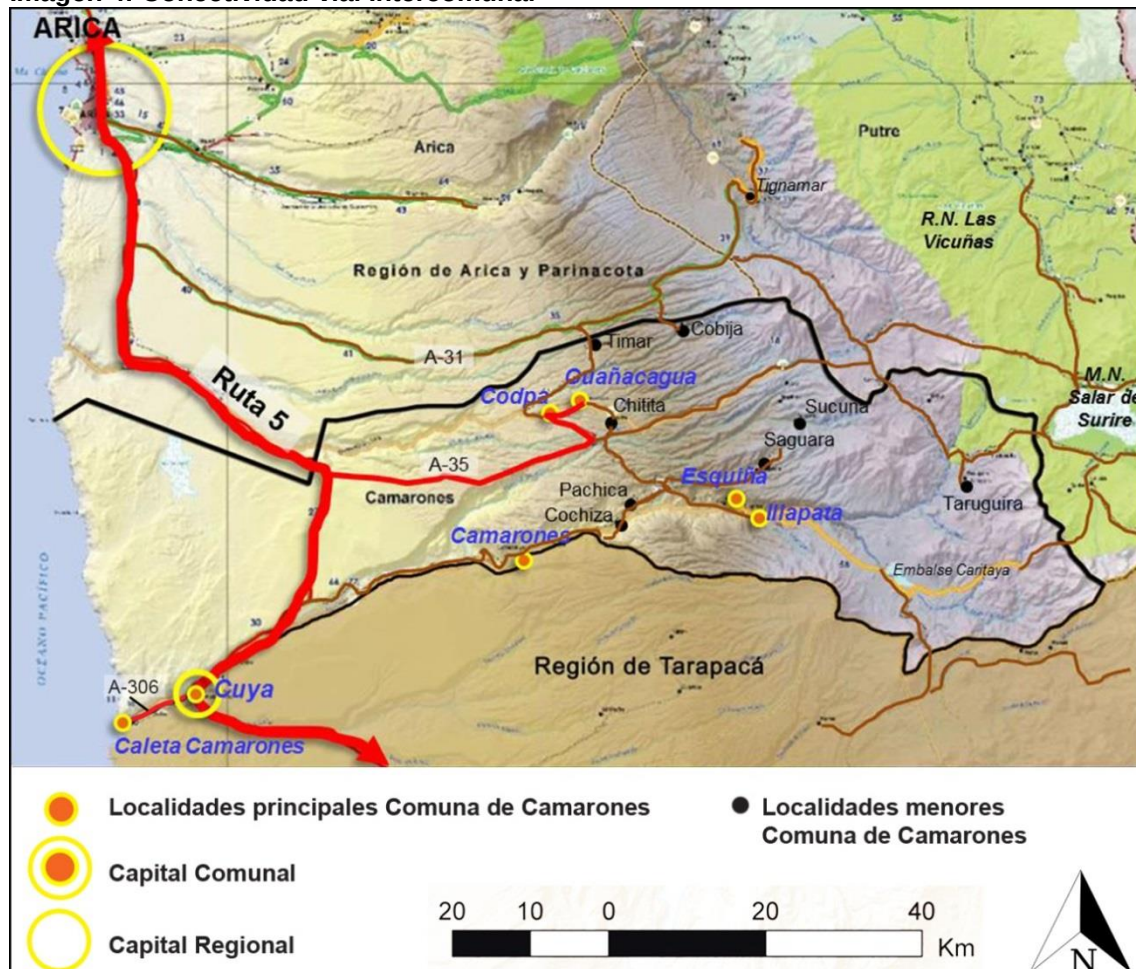


Fuente: elaboración propia

#### 1.4.3. Conectividad Macro.

La comuna de Camarones se estructura vialmente a partir de su principal eje de conectividad: ruta 5, vía nacional que lo conecta directamente con Arica al norte e Iquique al sur, y donde se emplaza su capital comunal: Cuya.

Imagen 4: Conectividad vial Intercomunal



Fuente: Elaboración propia sobre base de mapa de la red vial 2013, de la Dirección de Vialidad.

Se conectan a la ruta 5, un sistema de ejes que otorgan acceso al interior y costa de la comuna, conformado por la ruta A-35 a Codpa, ruta A-355 a Camarones y ruta A-306 a Caleta Camarones. La descripción general de las vías en el área de estudio corresponde a lo siguiente:

- **Ruta 5**, vía pavimentada en calzada simple, con bermas de 3 metros a cada lado, desde el límite con la región de Tarapacá hasta el cruce con ruta A-366, camino a Caleta Camarones donde se ensancha a doble calzada. Vuelve a tener una pista por sentido en el cruce de la quebrada Chiza. En el tramo comprendido en la localidad de Cuya (160m Aprox.), tiene una faja de 20 metros pavimentada, para tráfico y control de vehículos. Hacia Arica, desde Cuya, la vía continua en calzada simple, subiendo la cuesta presenta tramos con vía en doble calzada para tránsito de subida. Su distancia dentro de la comuna es de 40,6km.

- **Ruta A-306**, vía pavimentada en calzada simple de 10 km de longitud. Ésta conecta la localidad de Cuya con Caleta Camarones.
- **Ruta A-355**, vía sin pavimentar, en calzada simple, tiene una longitud aproximada de 5 km hasta Cuya.

#### 1.4.4. Conectividad en el Área de Estudio

En el área de estudio, la estructura vial está definida por las vías: ruta 5, la vía A-306 que permite el acceso y transporte entre Caleta Camarones y Cuya y la vía A-355 por la que se accede a la hacienda Cuya al internarse hacia el valle de Camarones al oriente, esta última vía es de tierra.

Imagen 5: Vialidad sector área de estudio



Fuente: Elaboración propia sobre foto de Google Earth.

### 1.5 SISTEMA DE TRANSPORTE ACTUAL

#### 1.5.1 Flujos Vehiculares

En cuanto a los flujos vehiculares los datos del plan nacional de censos del MOP 2012, corresponden a:

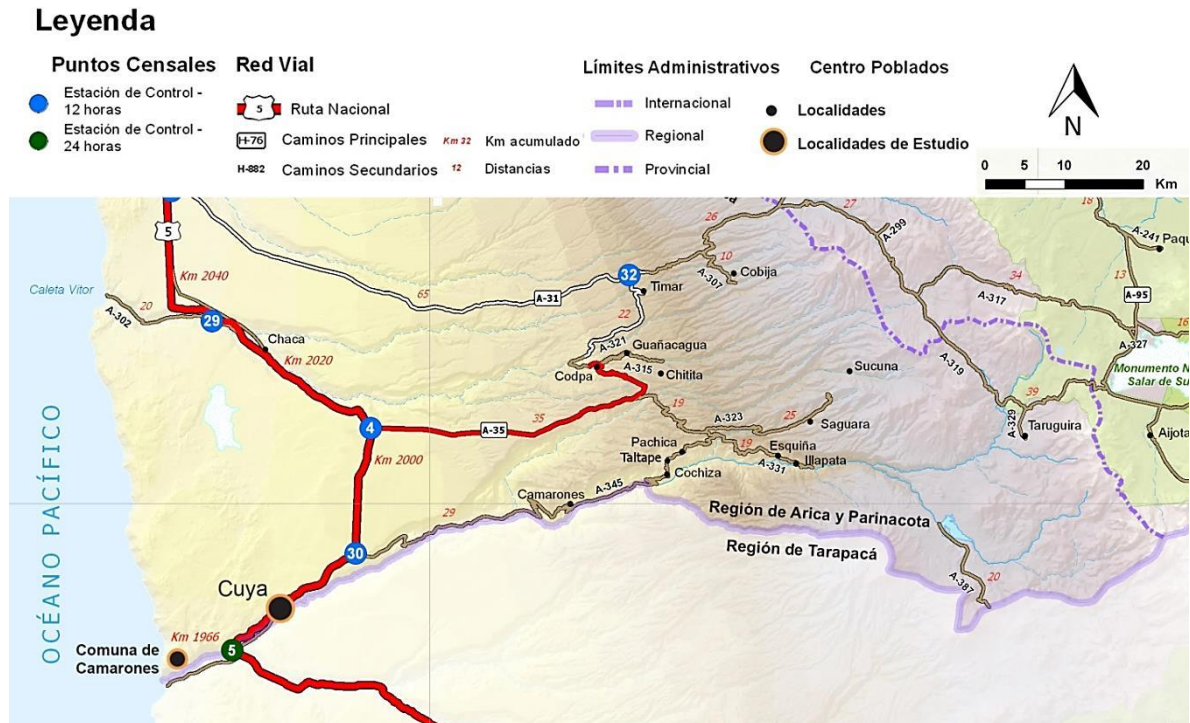
Estación de control 15-005-01, ruta 5-Retén Cuya, los flujos de tránsito medio diario anual, en el año 2012 equivalen a aproximadamente 1.285 veh/día-año.

La composición es de aproximadamente un 45% de vehículos livianos, un 17% de locomoción colectiva, un 38% de vehículos pesados (camiones y remolques). El alto porcentaje de vehículos pesados se explica por la cercanía a zonas fronterizas.



Es importante precisar que la cantidad de vehículos que se registran corresponde al tránsito por la ruta 5, lo cual no implica un alto tránsito por la red local de Cuya.

**Imagen 6: Localización de puntos Censales del MOP en comuna de Camarones**



Fuente: Plan nacional de censos del MOP

### 1.5.2 Transporte Público

La comuna cuenta con un medio de transporte público gracias al subsidio de Zonas Aisladas. Corresponde a los recorridos de buses que permiten la interconexión de Cuya y Caleta Camarones con Arica. En la siguiente tabla se detalla el funcionamiento del transporte para las localidades del sistema Cuya – Caleta Camarones.

**Tabla 4: Recorridos de Transporte Público**

| Frecuencia                                | Lugar/hora salida        | Lugar/hora retorno                    | Precio                     | Recorrido              |
|-------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Lunes, martes, miércoles, jueves, viernes | 9:00hrs.<br>Copec (Agro) | 17:20hrs.<br>Costado<br>Municipalidad | \$1.400<br>(subvencionada) | Cuya, Caleta Camarones |

Fuente: Elaboración propia

El transporte público es utilizado para moverse entre localidades y viajar hacia Arica. Dentro de las localidades del sistema no existe demanda de transporte público local dada la cantidad de población y las distancias cortas que posibilitan el traslado en transporte no motorizado o peatonal.

La problemática en el tema del transporte de la población, se encuentra en la frecuencia de viajes de los buses y los horarios que ofrecen, ambos entregan poca flexibilidad a la población.

## 1.6 ESTRUCTURA VIAL DE LAS LOCALIDADES.

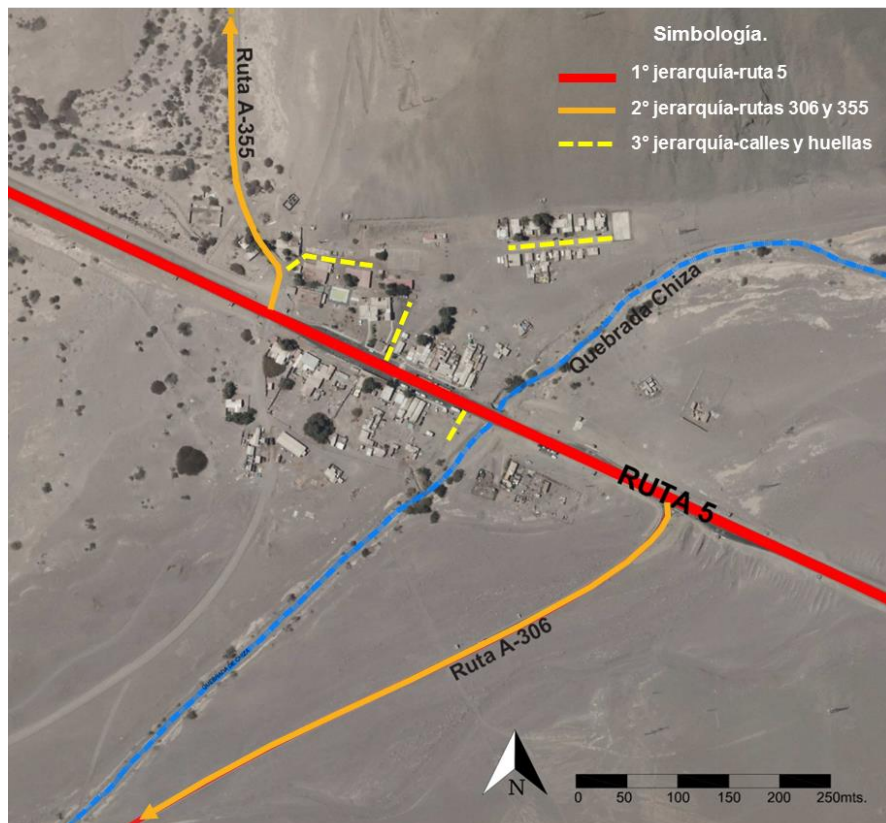
A continuación se detalla la jerarquía y estructura vial de la localidad de Cuya en su estado actual, debido a que la única alternativa que se presenta para Caleta Camarones en el estudio es la relocalización de la misma, no se analizará la jerarquía y estructura vial del estado actual.

### 1.6.1 Jerarquía Vial Cuya

La localidad de Cuya está definida por el atraveso de la Ruta-5 Norte, que considera una faja de reserva de 70m (30 m a cada lado del eje de la ruta). Este eje divide la localidad en una zona norte y una zona sur, estas 2 zonas no cuentan con una estructura vial local clara y reconocible.

La jerarquía de las vías, caminos y huellas, en la localidad de Cuya, se clasifica de acuerdo a lo que indica la siguiente imagen:

Imagen 7: Jerarquía vial de Cuya



Fuente: Elaboración propia



Actualmente, no se reconoce una estructura vial local que construya una red o sistema vial.

### **1.6.2 Conflictos viales en el área de estudio**

No se presentan conflictos viales en intersecciones (de huellas vehiculares) dentro de las localidades, debido al bajo flujo vehicular y condiciones del territorio (no existe estructura vial, sin embargo el territorio plano y despejado permite la circulación libre).

El rol internacional de la ruta 5, que deriva en tener una faja de 70 metros, no tiene un carácter local, e inevitablemente cumple un rol desplazador y no emplazador. Esto implica que el poblado se divide en dos partes poco integradas, se suma a esta separación la condición de control carretero sobre esta vía, y en una ubicación central en el poblado, que hace complejo un sistema que conecte vialmente ambos lados de la carretera sin provocar un by pass al control. Esta situación, si bien no es un conflicto en términos viales, puede representar un conflicto en el sistema urbano.

## **1.7 ZONIFICACIÓN Y USO ACTUAL DEL SUELO**

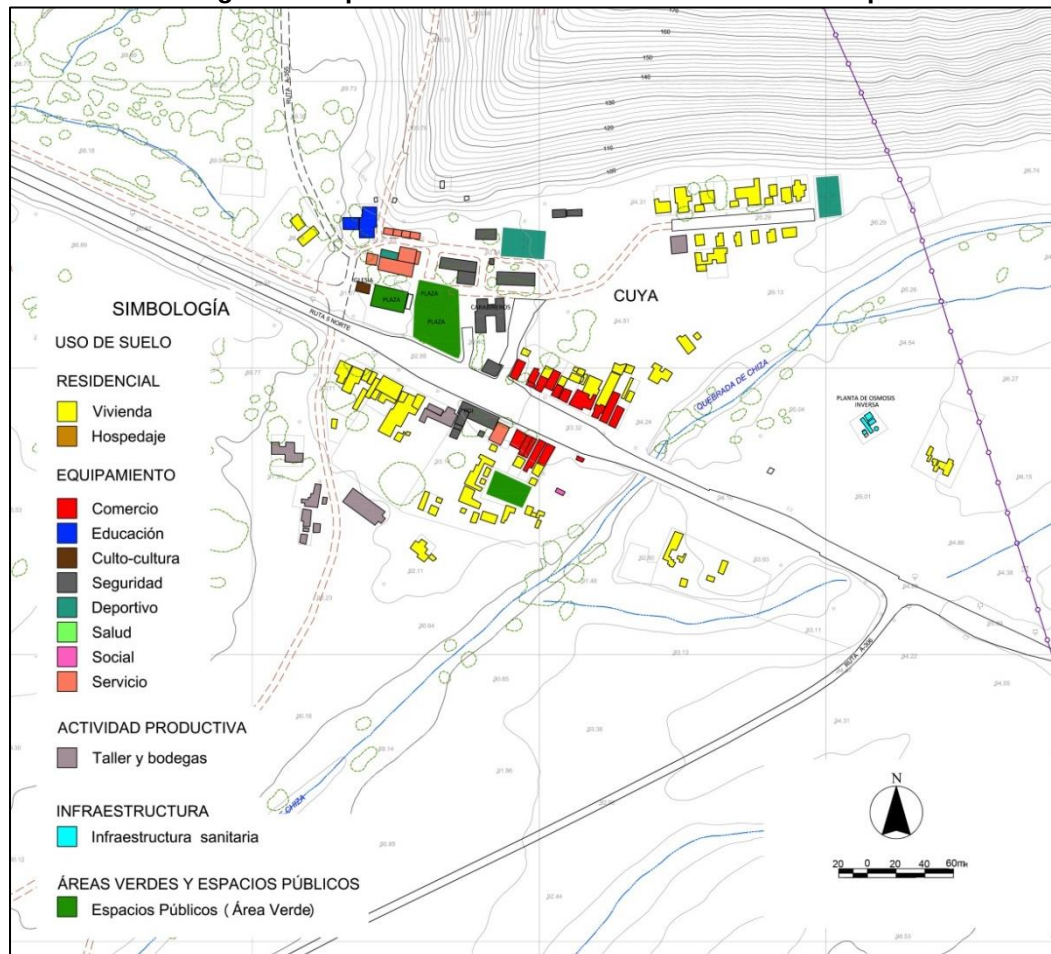
A continuación se muestran los usos del suelo en la localidad de Cuya de acuerdo al catastro realizado para el diagnóstico de este estudio. Debido a que la única alternativa que se presenta para Caleta Camarones en el estudio es la relocalización de la misma, no se analizará la jerarquía y estructura vial del estado actual.

En cuanto a los usos de suelo, como se muestra en la imagen siguiente, se destaca el uso comercial de borde carretera, que corresponde principalmente a restaurantes. El uso de seguridad asociado a la PDI, carabineros y SAG, es otra de los usos relevantes.

La vivienda se concentra en el sector nor-oriente en un reducido espacio, existen otras viviendas informales y en condición precaria en el lado sur de la carretera, detrás de la primera línea de edificaciones.

Los equipamientos son principalmente de servicios y destaca el colegio en el sector norponiente. No se registras oferta de servicios como bancos, notarías, oficinas profesionales, etc.

**Imagen 8: Esquema de usos de suelo localidad de Codpa**



*Fuente: Imagen editada de plano de usos de suelo del Anexo cartográfico.*

## 1.8 PREDICCIÓN Y DEMANDA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

La predicción del sistema de transporte se compone por la demanda de transporte estimada y la oferta, que incluye la oferta actual más las vialidades propuestas por una propuesta urbana.

### 1.8.1 Demanda del sistema de transporte.

Debido a las características propias del área de estudio y la condición de “caserío” de la localidad, no se cuenta con datos importantes para el diagnóstico y predicción del sistema.

Se puede indicar, de acuerdo a lo evaluado en terreno, que no existe una alta dotación de vehículos. Se puede apreciar que la población permanente es poca y no todos ellos cuentan con vehículo, por lo que se deduce que hay una baja demanda del sistema de transporte.

### **1.8.2 Oferta del sistema de transporte.**

De acuerdo a lo anterior, se puede indicar que la oferta que se plantea en las alternativas y principalmente en la alternativa consensuada, es suficiente para satisfacer la demanda vehicular a futuro.

## **1.9 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD VIAL.**

El estudio del Plan Seccional, propone un esquema de trabajo por oferta y no por demanda debido a los objetivos del mismo. Está claro que, la oferta vial de la alternativa consensuada que se propone para la elaboración del Plan Seccional es suficiente para cubrir la demanda proyectada. Con respecto al tránsito local, la alternativa propone una estructura vial con suficiente capacidad para dar servicio a la extensión y población proyectada.

En conclusión, los indicadores de operación de la situación actual no establecen la necesidad de efectuar un análisis de factibilidad vial. La oferta vial propuesta, permite aseverar que no existirán problemas de operación vial.

## **1.10 ASPECTOS REFERIDOS AL PLAN**

La propuesta del Plan Seccional se estructura internamente con calles locales, las que son suficientes para la densidad bruta resultante de 10 hab/ha, y de 30 hab/ha solo calculando el área residencial.

Esta estructura, que conforma un sistema de anillos en el caso de Cuya y ejes transversales en el caso de Chinchorro, arman barrios de dimensión acotada, permitiendo el acceso a vialidad estructurante en distancias menores, sin necesariamente abrir una gran cantidad de calles. Esto se puede visualizar en la imagen objetivo, que en base a la propuesta normativa se puede establecer que la subdivisión de barrios para desarrollo residencial, puede lograrse únicamente con un sistema de pasajes.

---

Pablo Jordán Fuchs  
Arquitecto

**PLAN SECCIONAL CUYA – CALETA CAMARONES**  
**COMUNA DE CAMARONES**

**Anexo: Informe de factibilidad sanitaria**

Noviembre de 2017





## ÍNDICE

|          |                                                                     |          |
|----------|---------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD-ANÁLISIS DEL SISTEMA SANITARIO .....</b> | <b>3</b> |
| 1.1      | Introducción .....                                                  | 3        |
| 1.2      | Objetivos .....                                                     | 3        |
| 1.3.1    | Objetivo General                                                    | 3        |
| 1.3.2    | Objetivo Específico                                                 | 3        |
| 1.3      | Diagnóstico de la infraestructura sanitaria .....                   | 3        |
| 1.3.3    | Marco Reglamentario                                                 | 3        |
| 1.4      | Catastro y diagnóstico de la infraestructura.....                   | 5        |
| 1.3.4    | Localidad de Cuya                                                   | 5        |
| 1.3.5    | Aguas servidas:                                                     | 8        |
| 1.3.6    | Sistema de evacuación de Aguas Lluvia                               | 8        |
| 1.5      | Conclusiones .....                                                  | 8        |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|           |                                                                                             |   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Imagen 1: | Esquema de localización de elementos principales del APR de Cuya .....                      | 6 |
| Imagen 2: | Izquierda: estanque 10m <sup>3</sup> ; derecha: planta de tratamiento osmosis inversa ..... | 6 |
| Imagen 3: | Esquema de APR de la localidad de Cuya .....                                                | 7 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |                                                       |   |
|----------|-------------------------------------------------------|---|
| Tabla 1: | Síntesis de las características del APR de Cuya ..... | 5 |
|----------|-------------------------------------------------------|---|

## **1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD-ANÁLISIS DEL SISTEMA SANITARIO**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Para un Plan Regulador Comunal, corresponde realizar un “Estudio de Factibilidad Sanitaria y Aguas Lluvia”, conforme a lo indicado en el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones para los Planes Reguladores Comunales. Para los Planes Seccionales, regulados por el Art. 2.1.15 de la OGUC, no se explicita la incorporación de este estudio a la memoria del Plan. Dada la condición de los sectores incorporados al área urbana en cuanto a su lejanía a redes macro y/o empresas que presten servicio sanitario, el alcance de este informe corresponde a la evaluación y descripción del servicio sanitario de agua potable y aguas servidas y, al sistema de evacuación de aguas lluvia, en el sistema Cuya – Caleta Camarones. Por la situación de emplazamiento informal de la localidad de Caleta Camarones, este análisis se realiza para la localidad de Cuya.

La factibilidad sanitaria, en el contexto del Plan Seccional, consiste en una revisión de las capacidades actuales y proyectadas para sustentar la propuesta de ordenamiento territorial planteada por el instrumento de planificación, considerando la cabida máxima definida en sus escenarios de crecimiento poblacional proyectados.

### **1.2 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

El objetivo general es la determinación de la factibilidad técnica y económica para dotar de los servicios sanitarios en las zonas determinadas por el Plan Seccional, considerando la situación de abastecimiento de dichos servicios.

#### **1.3.2 Objetivo Específico**

Elaboración del Informe de Factibilidad Sanitaria y Aguas Lluvia para el Plan.

### **1.3 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

#### **1.3.3 Marco Reglamentario**

En la comuna de Camarones no existe empresa sanitaria que entregue servicio sanitario, por lo que la infraestructura sanitaria está conformada por el Sistema de Agua Potable Rural (APR).

Este organismo funciona y se reglamenta de acuerdo a lo siguiente:

### **a. Agua Potable Rural: APR**

En las zonas rurales y las zonas de concesión de la compañía donde existen sectores rurales que no reúnen los requisitos para contar con el servicio público de distribución de agua potable, de acuerdo con lo que establece la ley, y con el objetivo de convertirse en un agente que permita generar instancias que beneficien al mayor número posible de personas con suministro de agua potable, opera el Programa Nacional de Agua Potable Rural.

El Agua Potable Rural (APR) constituye el organismo o sistema, que presta servicio de agua potable en las zonas rurales, consiste en un programa del Gobierno cuyo objetivo es dotar de agua potable a este tipo de sectores y localidades. Este programa ha logrado que en el país el 96% de la población cuente con agua potable. Para el caso del área del Plan presta servicio a la localidad de Cuya.

Los proyectos de APR surgen del Programa de Inversiones elaborado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), la propiedad de los sistemas es estatal y la administración y operación de los mismos está a cargo principalmente de sistemas de administración comunitaria, constituidos en Comités o Cooperativas asociados a cada sistema o servicio de APR.

El financiamiento de las iniciativas de inversión que desarrolla la compañía para los APR se materializa a través del Fondo de Inversión Sectorial de Desarrollo Regional (FNDR) e iniciativas con financiamiento municipal en algunos casos.

El programa de desarrollo de APR está a cargo de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), los usuarios son quienes los administran y el Servicio de Salud del Ambiente fiscaliza que el agua explotada cumpla con la Norma de calidad de Agua Potable (NCH 409 Of 84).

Una componente clave en la estructura organizacional del Programa de APR es la Unidad Técnica, la que actúa a nivel regional y que básicamente en la mayoría de los casos es delegada en la Empresa Sanitaria de la región y en algunas regiones a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), aun cuando en algunas localidades, los municipios se responsabilizan de esta tarea.

Estos organismos técnicos son contratados para prestar asesoría técnica y en su calidad de tales, son responsables de la ejecución del proyecto (desde su fase de preinversión hasta la recepción de la obra) y de la Asistencia Técnica al Comité de APR durante la operación del proyecto ejecutado.

### **b. Agua Potable Rural en el área del Plan**

Gracias al programa de Saneamiento Sanitarios llevado adelante por la SUBDERE, el Gobierno Regional y el Ministerio de Obras Públicas a través de su

programa Agua Potable Rural, se ha ido instalando en varias localidades sistemas APR que actualmente atiende a Cerro Sombrero, Las Maitas, Poconchile, San Miguel, Sobraya, Villa Frontera, Chaca, Codpa, **Cuya**, Guañacagua, Esquiña, Illapata, Belén, Putre, Socoroma, Tignamar, Chapiquiña.

## 1.4 CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA

### 1.3.4 Localidad de Cuya

En el área de estudio sólo la localidad de Cuya cuenta con sistema de Agua Potable Rural. A continuación se presenta la situación del APR en dicha localidad:

La localidad de Cuya cuenta con un sistema APR desde 2013 construido por el MOP a través de la dirección de Obras Hidráulicas, lo que dotó de este servicio a la única capital comunal que no contaba con agua potable a esa fecha.

El tipo de captación es subterránea, con un sondaje de 100 m. de profundidad, tiene un diámetro de perforación de 16" y habilitación de 12". Posee un caudal de producción máximo de 2 l/s., un estanque de 10 m<sup>3</sup> de capacidad de agua cruda, un estanque de 10 m<sup>3</sup> de capacidad de agua tratada, una planta de osmosis inversa para tratar un caudal de 7,2 m<sup>3</sup>/horas, una bomba de elevación para un caudal de 1,24 l/s a una altura de 69 mca y un estanque de acumulación de 10 m<sup>3</sup> para abastecer a la localidad.

La planta de tratamiento a base de osmosis inversa permite abastecer de agua potable según lo indica la norma sanitaria y permite remover los contaminantes que hacían difícil para la comunidad usar el agua.

El financiamiento fue Sectorial (Ministerio de Obras Publicas/Dirección de Obras Hidráulicas/Programa de APR).

La población abastecida es de 130 habitantes, con una cantidad de 57 arranques.

Tabla 1: Síntesis de las características del APR de Cuya

| Localidad | Año puesta en marcha | Financiamiento                                                                               | Capacidad potencial | Población abastecida (potencial) | Nº de Arranques |
|-----------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|
| Cuya      | 2013                 | Sectorial<br>(Ministerio de Obras Publicas/Dirección de Obras Hidráulicas / programa de APR) | 150 habitantes      | 130 habitantes                   | 57              |

En el recinto de captación se encuentran el pozo, centro de cloración y planta de osmosis inversa.

**Imagen 1: Esquema de localización de elementos principales del APR de Cuya**



*Fuente: elaboración propia sobre foto Google Earth*

**Imagen 2: Izquierda: estanque 10m<sup>3</sup>; derecha: planta de tratamiento osmosis inversa**



*Fuente: registro fotográfico Urbe*

El caudal de producción actual es de 4800 l/hora, los derechos de agua están siendo tramitados por el comité. Con respecto a los caudales medio diarios, no están controlados por la DOH, ya que la planta está siendo operada por la Ilustre Municipalidad de Camarones.

De acuerdo a lo informado por la DOH, por ahora no se tienen contemplados proyectos de ampliación y/o mejoramiento del APR para la localidad Cuya.



## I. MUNICIPALIDAD DE CAMARONES



### **1.3.5 Aguas servidas:**

En el sistema Cuya – Caleta Camarones no existe servicio sanitario de aguas servidas. Las soluciones son particulares, (pozos negros y fosas sépticas).

### **1.3.6 Sistema de evacuación de Aguas Lluvia**

En las localidades del área de estudio, no existe un sistema de evacuación de Aguas Lluvia, el escurrimiento se efectúa a través del suelo natural y de su sistema hídrico, este último, relacionado principalmente a la quebrada de Chiza. Por su cercanía a la localidad de Cuya, puede convertirse en un elemento natural de resguardo de las inundaciones a través de obras de infraestructura en sus bordes.

El sistema de evacuación de aguas lluvias para Cuya no tiene legalmente que desarrollar un Plan por no contar con la población requerida. El Plan puede contribuir a controlar las áreas de inundación, presentadas en el estudio de riesgos, a través del sistema de áreas verdes y espacio público principalmente asociado a la quebrada de Chiza y de Camarones.

## **1.5 CONCLUSIONES**

Con respecto al agua potable rural, los APR son una solución posible para urbanizar en sectores alejados que tengan la calidad de rurales.

**Sistema de Agua Potable (APR):** De acuerdo a los datos aportados por la DOH, la condición existente da solución a una necesidad igual y mayor a la actual, por lo que para Cuya el funcionamiento del APR es una opción mientras no se opte a un sistema asociado a una empresa sanitaria. La capacidad del APR de Cuya, duplica la población actual, a partir del tope de su capacidad actual, se requeriría de una ampliación del sistema de APR. Considerando el nuevo asentamiento en la desembocadura de la Quebrada de Camarones, se requeriría implementar un APR que sirva a este asentamiento. Es relevante que los diseños de ampliación y/o nuevo APR, consulten construir pozos suficientemente profundos que no dejen de operar en el caso de una sequía, esto es parte de los aspectos técnicos que los proyectos de ingeniería a futuro deben considerar.

**Sistema de evacuación de Aguas Servidas:** Con respecto a la solución de evacuación de aguas servidas, sistema que no se contempla en un APR, deben implementarse sistemas individuales de alcantarillado para dar factibilidad a los proyectos que puedan desarrollarse en el área urbana.

**Sistema de evacuación de Aguas Lluvia:** En las localidades del área de estudio, no existe un sistema de evacuación de Aguas Lluvia, el escurrimiento se efectúa a través del suelo natural y de su sistema hídrico, este último, relacionado principalmente a la quebrada de Chiza. Por su cercanía a la localidad de Cuya, puede convertirse en un elemento natural de resguardo de las inundaciones a través de obras de infraestructura en sus bordes. El sistema de evacuación de

aguas lluvias para Cuya no tiene legalmente que desarrollar un Plan por no contar con la población requerida. El Plan puede contribuir a controlar las áreas de inundación, consideradas como riesgo en la propuesta del Plan, a través del sistema de áreas verdes y espacio público principalmente asociado a la quebrada de Chiza y de Camarones.

---

Pablo Jordán Fuchs  
Arquitecto

**PLAN SECCIONAL CUYA – CALETA CAMARONES**  
**COMUNA DE CAMARONES**

**Estudio de riesgos y protección ambiental**

Noviembre de 2017



## ÍNDICE

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO I. ESTUDIO DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.....</b> | <b>4</b>  |
| <b>1.1.1 Introducción .....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>1.1.2 Marco jurídico.....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>1.1.3 Marco conceptual del estudio.....</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>1.1.4 Conceptos básicos .....</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>1.1.5 Riesgos naturales .....</b>                              | <b>9</b>  |
| a.    Flujos de Detritos y Barro                                  | 20        |
| b.    Deslizamientos                                              | 23        |
| c.    Desprendimientos o Caída de Rocas                           | 24        |
| d.    Aplicación de Criterios                                     | 30        |
| <b>1.1.6 Conclusiones.....</b>                                    | <b>38</b> |
| Recomendaciones de Uso y Manejo                                   | 39        |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1: Fotografía mostrando los barcos Wateree y América en el desierto de Arica.....                                                                                         | 13 |
| Imagen 2: Imagen de la carta de inundación Ciudad de Arica.....                                                                                                                  | 14 |
| Imagen 3: Plan de protección civil ante tsunamis.....                                                                                                                            | 15 |
| Imagen 4: Clasificación básica de las medidas paliativas que son de aplicación para mitigar el riesgo y los desastres asociados con las avenidas e inundaciones terrestres. .... | 18 |
| Imagen 5: Flujo de distritos .....                                                                                                                                               | 20 |
| Imagen 6: Ejemplos de deslizamientos. A. Deslizamiento Rotacional, B. Deslizamiento traslacional.....                                                                            | 23 |
| Imagen 7: Ejemplo de Modelaciones de análisis.....                                                                                                                               | 28 |
| Imagen 8: Material meteorizado, con alta pendiente y nivel geodinámico característico de zonas de Riesgo Alto de Remoción en Masa.....                                           | 34 |
| Imagen 9: Plano de susceptibilidad en el área urbana de Cuya .....                                                                                                               | 41 |
| Imagen 10: Plano de susceptibilidad en el área urbana de Chinchorro .....                                                                                                        | 42 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Sismos importantes y/o destructivos con epicentro costero .....    | 10 |
| (Magnitud .....                                                             | 10 |
| Tabla 2: Tsunamis observados en la macro región de la zona de Estudio ..... | 12 |
| Tabla 3: Cota de inundación por sectores en la ciudad de Arica. ....        | 36 |





## **CAPÍTULO I. ESTUDIO DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL**

### **1.1.1 Introducción**

En el marco del desarrollo del estudio denominado “Formulación Plan Seccional Cuya – Caleta Camarones”, el presente informe corresponde al “Estudio de Riesgos y Protección Ambiental”, que forma parte del expediente urbano del Plan, y el cual se debe desarrollar de acuerdo a los requerimientos del Art. 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Este estudio analiza los riesgos presentes en el territorio, con el objetivo de reunir información, que sirva de base, para definir zonas de riesgo y zonas no edificables para la zonificación urbana en el área de estudio.

### **1.1.2 Marco jurídico**

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

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

Por “áreas de riesgo”, se entenderán aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. En el marco de este informe, “áreas de riesgo” son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico.

De lo anterior, el presente estudio plantea los siguientes objetivos:

- 1) Prever los peligros reales y potenciales para el emplazamiento de los asentamientos humanos.
- 2) Establecer los fundamentos técnicos para establecer áreas restringidas y/o condicionadas al desarrollo urbano.
- 3) Determinar medidas necesarias a implementar para evitar desastres en sectores amenazados por algún peligro (áreas vulnerables).

El estudio permite llegar a establecer zonificaciones de terrenos que pueden verse afectados por eventos catastróficos de origen natural y antrópico, mediante la identificación y análisis de riesgos, delimitación en la cartografía y establecimiento de condicionantes, acciones o medidas relacionadas.

Los alcances normativos que establece la OGUC para los Planes Reguladores en materia de riesgos, se incluyen en el Art. 2.1.17 y dice relación con:

1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas y pantanos.

- En el caso presente se identifica la crecida de cauces de quebradas y riesgo por tsunami.

2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

- Se identifican rodados, influido por diversos factores, pero principalmente por la erosión severa del suelo. Se identifica además material suelto y de escasa estabilidad, propensos a rodar por las laderas de los cerros, principalmente por movimientos sísmicos.

3. Zonas de actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.

- No existen en el área. Se encuentra lejos de los volcanes más cercanos como Guallatiri y Arintica. Además de la larga distancia a las zonas de riesgo volcánico definidas por SERNAGEOMIN en el estudio “Peligros Volcánicos de la zona Norte de Chile”, 2012.

4. Zona, franja o radio de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos públicos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos y estanques de almacenamiento de productos peligrosos.

- En el área existen 2 fajas de Línea de Alta Tensión (LAT)

En consecuencia, los tipos de riesgos que se analizan, son los que se encuentran presentes como amenaza potencial.

### **1.1.3 Marco conceptual del estudio**

Para situar al lector en el contexto del estudio, se presenta a continuación algunas definiciones que serán la base para el desarrollo y comprensión del presente informe.

#### **1.1.4 Conceptos básicos**

El conjunto de amenazas potenciales que pueden generar daño a personas y sus bienes se define como Riesgo (González de Vallejos, 2003), en este caso asociados a causas de origen geológico. Según ONEMI, riesgo se define como la probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, por la confluencia de factores de amenaza y factores de vulnerabilidad, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado. En este sentido, riesgo puede entenderse como la probabilidad de ocurrencia en un lugar dado y en un momento determinado, de un fenómeno de origen natural (riesgo natural) u origen humano (riesgo antrópico) potencialmente peligroso para la comunidad y susceptible de causar daño a las personas y a sus bienes.

Esta definición, por una parte hace referencia al fenómeno propiamente tal (estudio de la amenaza potencial), y por otra, al nivel de daño que puede generar. En el estudio de la amenaza potencial, resulta fundamental determinar el Peligro o Peligrosidad, y está directamente relacionado con la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno en un área y tiempo determinado. Específicamente, se requiere determinar el tipo de fenómeno, área que abarcará, probabilidad de ocurrencia, período de retorno, magnitud, velocidad, capacidad de control y predicción, entre otros aspectos resulta fundamental.

La otra arista en la definición de riesgo, es la referida al daño que se generará ante la ocurrencia de algún fenómeno. En este caso, se considera el grado de pérdidas y el nivel de preparación que presentan los asentamientos (ubicación, número y tipo de habitantes, calidad de las edificaciones, capacidad de respuesta de la población, entre otros), y se conoce como Vulnerabilidad. Según la Organización de Naciones Unidas (ONU), la Vulnerabilidad se estima como la capacidad de respuesta de las construcciones humanas a la activación de una amenaza o bien, se puede estimar el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos como consecuencia de un fenómeno de intensidad determinada. Sin embargo, determinar la vulnerabilidad resulta un tema muy complejo, dado que abarca aspectos no sólo del medio construido, si no que aspectos sociales, económicos, ideológicos, territoriales, políticos, entre otros, quedando fuera del alcance del estudio.

El presente estudio está orientado a la identificación de las potenciales amenazas y fenómenos que pudiesen afectar al área de Cuya-Caleta Camarones, para lo cual es necesario incluir el concepto de Susceptibilidad, que dice relación al estudio de la posibilidad que una zona esté afectada por un determinado proceso expresada en

grados cualitativos y relativos (González de Vallejo et al., 2003), la cual depende de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos (que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos) y se puede estimar considerando el inventario de los fenómenos registrados en una zona y la superposición de los factores que los condicionan. En este concepto, no considera la variable temporal ni corresponde al cálculo de probabilidad de ocurrencia, sino que, estima la existencia de una sumatoria de factores favorables a la generación del fenómeno.

Los distintos elementos expuestos (personas, infraestructura, actividades económicas) en zonas susceptibles, son agrupados dentro del concepto de vulnerabilidad, que se define como el grado de daños o pérdidas potenciales como consecuencia de un fenómeno de una intensidad determinada.

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

Por otro lado, el concepto de riesgo (risk) se define como las potenciales pérdidas económicas (directas e indirectas) producto de la ocurrencia de un determinado fenómeno, en función de la amenaza determinada para una zona. En general el riesgo (R) se define como:

$$R = A \times C$$

Donde A, corresponde a la amenaza o peligrosidad (probabilidad de que ocurra un evento dado en un período de tiempo) y C, corresponde al costo (ya sea en vidas, valoración económica, metros de caminos, etc).

## **Metodología**

La metodología utilizada incluye, en primer término, la identificación de las variables que permiten inferir donde se producen los procesos de inundación y remoción. Dicho análisis se realizó sobre fotografías aéreas, cartografía del área de estudio y visita a terreno.

La definición de las áreas potencialmente afectadas por peligros geológicos se llevó a cabo a partir de la recopilación de antecedentes de bibliografía y estudios ambientales realizados en el área, registro de observaciones directas en terreno respecto de situaciones que fueron consideradas potencialmente riesgosas, un análisis y evaluación crítica de los antecedentes, el cual estuvo apoyado por

cartografía, fotogrametría e imágenes satelitales (específicamente Google Earth), con lo cual se determina la susceptibilidad de ocurrencia de los distintos fenómenos analizados, que dice relación al estudio de la posibilidad que una zona esté afectada por un determinado proceso expresada en grados cualitativos y relativos, la cual depende de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos (que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos) y se puede estimar considerando el inventario de los fenómenos registrados en una zona y la superposición de los factores que los condicionan.

En este concepto, no considera la variable temporal ni corresponde al cálculo de probabilidad de ocurrencia, sino que, estima la existencia de una sumatoria de factores favorables a la generación del fenómeno.

Por lo anterior, la metodología para la identificación de peligros se sustenta en las siguientes actividades:

- Recopilación y revisión bibliográfica: obtención y revisión de información y bibliografía asociada a la comuna, área de estudio y los riesgos naturales, considerando registros históricos al respecto.
- Definición de áreas de atención a partir de análisis morfológicos basados en cartografía del área, interpretación de imagen satelital (Google Earth), antecedentes geológicos, hidrogeológicos e hidrológicos.
- Levantamiento información en terreno
- Mediante observación directa, registro de parámetros geológicos, geomorfológicos y geotécnicos relevantes (contactos entre unidades litoestratigráficas, calidad geotécnica de los materiales, levantamiento de rasgos geomorfológicos de interés) se pretenden distinguir los elementos más importantes del territorio desde el punto de vista de riesgos naturales y validación de información trabajada en gabinete.
- Cartografía de riesgos naturales: Se realizó evaluación de la susceptibilidad de las amenazas considerando aspectos geológicos, estructurales, geotécnicos en términos cualitativos (agrupación de unidades a partir de su comportamiento geotécnico esperado obtenido de visita a terreno), geomorfología y suelos, apoyándose en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica. Se analizaron variables particulares definidas como condicionantes de algunas amenazas (Ej.: mapa de pendientes y modelo digital de elevaciones).
- Fotointerpretación (fotografías aéreas escala 1:8.000)
- Verificación en terreno de dichas áreas tentativas de riesgo



- Elaboración del informe

La superposición de las distintas variables permitió definir zonas susceptibles a la ocurrencia de peligros o definir un comportamiento esperando a partir de la ocurrencia de algún fenómeno.

### **1.1.5 Riesgos naturales**

Con motivo de los frecuentes manifestaciones de procesos naturales y su interacción recíproca con la sociedad, sus obras y actividades, generando graves daños y pérdidas, en una primera fase de acercamiento al problema se han venido desarrollando, tanto a nivel internacional como nacional, una serie de investigaciones y definiciones, las que tienen como uno de sus objetivos, determinar los requerimientos de información clave para riesgos y desastres, con sus variables estáticas y dinámicas, desarrollar metodologías y diseñar planes y programas de gestión para enfrentar esta creciente problemática, ello dado el crecimiento urbano y el asentamiento de poblaciones y actividades en forma indiscriminada sobre todo tipo de ambientes físicos.

Al respecto, se han realizado diversas presentaciones y discusiones sobre los distintos tipos de amenazas y riesgos, y sus componentes, a fin de afinar criterios y determinar variables, considerando los tipos y fuentes de información.

Paralelamente, y como una segunda fase, han sido definidos aspectos relativos a la vulnerabilidad, zonificación, recursos disponibles, información histórica, sistemas de monitoreo y alerta, orientados al diseño informático, teniendo como horizonte el mejorar los mecanismos que propenden a la seguridad civil.

Bajo este contexto, el análisis de riesgos en el marco del Plan Seccional Cuya – Caleta Camarones, está enfocado a definir los distintos niveles de amenazas por fenómenos naturales que pudiesen afectar el entorno urbano local. En dicho análisis los tipos de riesgo evaluados corresponden a:

- Remoción en Masa,
- Inundación
- Tsunami.

### **Actividad Sísmica**

Esta característica es común a todo el país. En la región, deriva de la actividad existente en la fosa oceánica chileno-peruana, donde ocurre la subducción (hundimiento) de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, con una velocidad promedio de 9,5 cm/año. Esto se traduce en un potencial sísmico a profundidades superficiales, medio y profundo, que, en caso de ocurrir, afectan directamente el borde costero de toda la región.

La Tabla 3 resume la sismicidad histórica que ha afectado sobre la zona de estudio.

**Tabla 1: Sismos importantes y/o destructivos con epicentro costero**

(Magnitud Ms mayor o igual a 7.0). En la Zona Norte de Chile entre las latitudes 18°S y 24°S (1570 - Mayo 2015).

| FECHA      | HORA                                                          | LATITUD | LONGITUD | MG  | EFFECTO SECUNDARIO       |
|------------|---------------------------------------------------------------|---------|----------|-----|--------------------------|
| 24-11-1604 | 12:30                                                         | -18,500 | -70,400  | 8,5 | Tsunami mayor destructor |
| 16-09-1615 | 23:30                                                         | -18,500 | -70,350  | 8,8 | Tsunami moderado         |
| 10-03-1681 | -                                                             | -18,500 | -70,350  | 7,3 |                          |
| 08-10-1831 | 6:00                                                          | -18,500 | -71,000  | 7,8 |                          |
| 18-09-1833 | 5:45                                                          | -18,500 | -70,400  | 7,7 |                          |
| 13-08-1868 | 16:45                                                         | -18,500 | -70,350  | 8,5 | Tsunami mayor destructor |
| 24-08-1869 | 13:30                                                         | -19,600 | -70,230  | 7,5 | Tsunami moderado         |
| 05-10-1871 | 5:00                                                          | -20,200 | -70,170  | 7,3 | Tsun                     |
| 09-05-1877 | 21:16                                                         | -19,600 | -70,230  | 8,5 | Tsunami mayor destructor |
| 23-01-1878 | 8:00                                                          | -20,000 | -70,300  | 7,9 |                          |
| 04-10-1910 | 19:00                                                         | -22,000 | -69,000  | 7,3 |                          |
| 15-09-1911 | 8:10                                                          | -20,000 | -72,000  | 7,3 |                          |
| 28-04-1926 | 7:13                                                          | -24,000 | -69,000  | 7,0 |                          |
| 20-11-1928 | 16:35                                                         | -22,500 | -70,500  | 7,1 |                          |
| 19-10-1929 | 16:18                                                         | -23,000 | -69,000  | 7,5 |                          |
| 23-02-1933 | 04:09                                                         | -23,000 | -69,000  | 7,6 |                          |
| 13-07-1936 | 07:22                                                         | -23,000 | -70,000  | 7,3 |                          |
| 08-07-1942 | 01:55                                                         | -23,000 | -70,000  | 7,0 |                          |
| 14-03-1943 | 14:37                                                         | -23,000 | -69,500  | 7,2 |                          |
| 01-12-1943 | 06:34                                                         | -21,000 | -69,000  | 7,0 |                          |
| 25-04-1949 | 09:54                                                         | -19,750 | -69,000  | 7,3 |                          |
| 29-05-1949 | 21:32                                                         | -22,000 | -69,000  | 7,0 |                          |
| 09-12-1950 | 17:38                                                         | -23,500 | -67,500  | 8,3 |                          |
| 06-12-1953 | 22:05                                                         | -22,100 | -68,700  | 7,4 |                          |
| 08-02-1954 | -                                                             | -29,000 | -70,500  | 7,7 |                          |
| 08-01-1956 | 16:54                                                         | -19,000 | -70,000  | 7,1 |                          |
| 29-07-1957 | 13:15                                                         | -23,500 | -71,500  | 7,0 |                          |
| 13-06-1959 | 20:12                                                         | -20,420 | -69,000  | 7,5 |                          |
| 03-08-1962 | 04:56                                                         | -23,300 | -68,100  | 7,1 |                          |
| 29-11-1976 | 21:40                                                         | -20,520 | -68,919  | 7,3 |                          |
| 05-03-1987 | 06:17                                                         | -24,388 | -70,161  | 7,3 | Tsunami moderado         |
| 08-08-1987 | 11.40                                                         | -19,000 | -70,000  | 7,1 |                          |
| 08-06-1994 | 20 kms NE LA PAZ, Bolivia (NE de Arica)                       |         |          | 7,8 |                          |
| 30-07-1995 | 01:11                                                         | -23,360 | -70,310  | 7,3 | Tsunami moderado         |
| 03-04-1999 | 100 kms W AREQUIPA 6M                                         |         |          | 6.2 |                          |
| 30-11-1999 | 110 kms SE ARICA                                              |         |          | 6.6 |                          |
| 23-06-2001 | 420 kms N Arica 7M; Arica 7M                                  |         |          | 7.9 |                          |
| 13-06-2005 | 18:44                                                         | -19,895 | -69,125  | 7,8 |                          |
| 05-05-2010 | 40,8 kms W ARICA                                              |         |          | 7,8 |                          |
| 06-03-2011 | 17 kms SE PUTRE - 93 kms E Tacna, Perú - 108 kms ENE Arica    |         |          | 7,8 |                          |
| 14-05-2012 | 42 kms N ARICA   (USGS) 66 kms ENE Tacna, Perú - 107 kms NE   |         |          | 7,8 |                          |
| 23-03-2015 | 42 kms N ARICA   (USGS) 39 kms SSW de PUTRE - 122 kms E Arica |         |          | 6,3 |                          |

Fuente: Servicio Sismológico de la Universidad de Chile.

De los eventos antes mencionados los dos con mayor importancia corresponden a los terremotos de 1868 y 1877, cuya descripción se adjunta:

- Terremoto y Maremoto de 1868 (Magnitud: 8,5. Epicentro: 18,6°S 71°O. Con tsunami, originado en Perú)

El 13 de agosto de 1868, a las 5 de la tarde ocurrió uno de los más violentos terremotos y maremotos registrados, afectando principalmente a la actual costa norte de Chile, y abarcando desde Valparaíso por el sur, hasta Ica, por el norte y, al este hasta La Paz. En este evento sísmico se produce la odisea del "Wateree", que se encontraba en la rada de Arica -a la sazón constituida por unas 25 manzanas-.

Durante el maremoto, el mar produce enormes olas, de hasta 18 metros, que barren los enormes cañones situados en la Isla del Alacrán; las locomotoras, vagones y maquinaria pesada del Ferrocarril a Tacna, los que desaparecerían sin dejar rastros. Así el saldo en Arica fue de unas 300 personas muertas y pérdidas económicas por más de 5 y medio millones de pesos.<sup>1</sup>

- Terremoto y Maremoto de 1877 (Magnitud: 8,8. Epicentro: 21°S 70,3°O. Con tsunami, originado en Iquique)

No mucho tiempo después, el 9 de mayo de 1877 otra fuerte combinación de terremoto con salida de mar volvió a destruir la ciudad, causando efectos en un área similar al terremoto del 68. Comenzó pasadas las 8 de la noche, sobreviniendo el maremoto a la hora después. Esta vez hubo 5 muertos, desplomándose la mayoría de los edificios y perdiéndose bienes económicos por 4 millones de pesos de la época.<sup>2</sup>

### **Riesgo de Tsunami**

Cabe considerar que los tsunamis (del idioma japonés que significa "grandes olas en los puertos"), se encuentran entre los de mayor efecto sobre la superficie terrestre y se asocian a complejos fenómenos físicos. Corresponden a eventos naturales extremos, poco frecuentes, pero de rápida generación, responsables de numerosas pérdidas de vidas y extensa destrucción en localidades costeras.

Para que se produzca un Tsunami deben cumplirse tres condiciones básicas<sup>3</sup>

- Que el sismo que lo gatilla sea grado 7 o superior, en la escala Richter.

---

<sup>1</sup> Libro Ciudad La Villa de Arica

<sup>2</sup> Libro Ciudad La Villa de Arica

<sup>3</sup> Nociones fundamentales sobre maremotos o Tsunamis, Instituto Hidrográfico de la Armada , Chile, 1984

- Que la distancia entre el foco del sismo (hipocentro) y su proyección en la superficie terrestre (epicentro) sea inferior a 60 km.
- Que el epicentro esté situado en el mar.

En nuestro país, el fenómeno cobra especial relevancia por la extensión del litoral y las distintas y trágicas experiencias existentes en este tema en el país; sin embargo, los datos o registros respecto de la recurrencia histórica de maremotos son escasos. Sumado a lo anterior, está el hecho que el territorio regional litoral carece de estudios sistemáticos sobre el particular.

Los registros de Tsunamis que influyen en la región de Arica y Parinacota, se presentan en la siguiente Tabla

**Tabla 2: Tsunamis observados en la macro región de la zona de Estudio**

| <b>UBICACIÓN<br/>(Latitud de Epicentros)</b>             | <b>FECHA</b>   | <b>GRADO DEL<br/>TSUNAMI<br/>(Escala Inamura)</b> | <b>MAGNITUD<br/>SISMO<br/>(Richter)</b> |
|----------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| - Arequipa (18°30' lat sur)                              | 24 - 11 - 1604 | 3                                                 | 8.25                                    |
| - Arica (18°30' lat sur)                                 | 16 - 09 - 1615 | 1                                                 | 7.5                                     |
| - Arica (18°30' lat sur)                                 | 10 - 03 - 1681 | 1                                                 | 7-7.5                                   |
| - Ilo (sur Perú)                                         | 22 - 08 - 1715 | 2                                                 | 7.5                                     |
| - Sin información (se percibe de<br>Cobija a Mejillones) | 03 - 07 - 1836 | 1                                                 | 7-7.5                                   |
| - Arica (18°36' lat sur)                                 | 13 - 08 - 1868 | 4                                                 | 8.5                                     |
| - Pisagua (19,6° lat sur)                                | 19 - 08 - 1869 | 1                                                 | 7-7.5                                   |
| - Pisagua (19,6° lat sur)                                | 24 - 08 - 1869 | 1                                                 | 7-7.7                                   |
| - Pisagua (19,6° lat sur)                                | 09 - 05 - 1877 | 4                                                 | 8-8.5                                   |
| - Fosa de Tal Tal (19,6° lat sur)                        |                |                                                   |                                         |

*Fuente: Monge, 1995.*

Para el sector de Cuya no existe riesgo de tsunami.

En el caso de la desembocadura de la Quebrada de Camarones, este sector se encuentra en un área con riesgo de tsunami.

Dada la dificultad para localizar antecedentes del tsunami, en la Quebrada de Camarones, se utilizan referencias asociadas a la ciudad de Arica.

En el libro "Arica, puerta nueva" de Sr. Luis Urzua Urzua (Editorial Andrés Bello. 1957), se da cuenta de los terremotos y maremotos (dos tsunamis) del 13 de agosto del año 1868 en Arica. En este libro se incluyen imágenes de un sector costero, hacia el sector de las Chimbos (aproximadamente a 860 mts. de la costa) y desde donde se aprecian barcos varados en los arenales, más allá de los bajos de Chinchorro. Específicamente los barcos "Wateree" y "América", americano y peruano, respectivamente. El "Wateree" era un barco de la armada de los Estados Unidos de América; su construcción fue proyectada para la navegación fluvial, por lo tanto era de fondo plano con propulsión a rueda y con dos timones. Por tener fondo plano, la marea arrastró a este barco, 3 millas (4,8 km) adentro, hacia los

cerros Chuño. La presente fotografía, tomada pocos días después, permite apreciar restos náufragos de otras embarcaciones en el desierto de Arica

**Imagen 1: Fotografía mostrando los barcos Wateree y América en el desierto de Arica**



*Fuente: "Arica, puerta nueva" Urzúa 1957.*

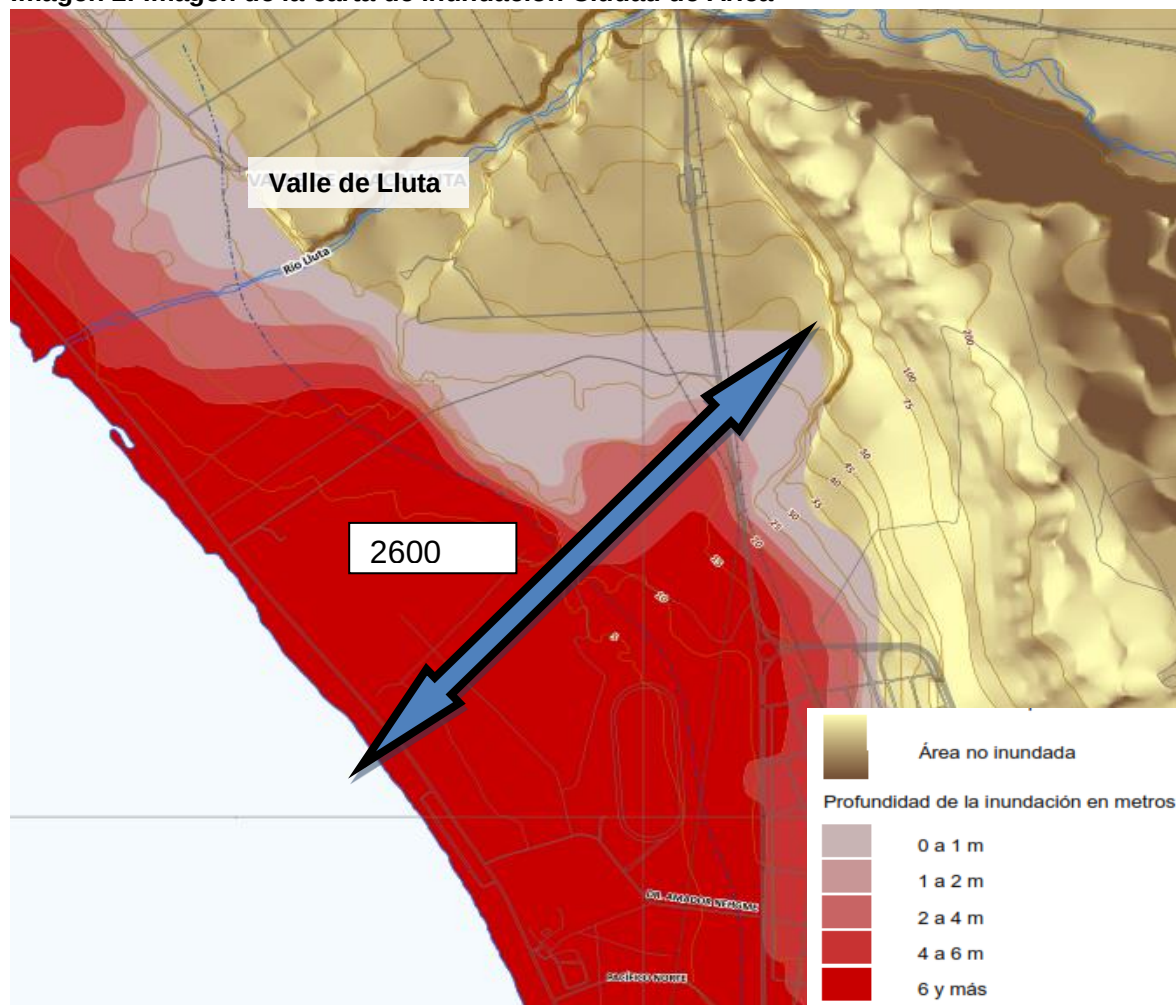
El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), ha elaborado una cartografía con las áreas de inundación por Tsunami para la ciudad de Arica, en base a la aplicación de la metodología de la simulación numérica, considerada hoy como una de las técnicas más confiables para el estudio de estos fenómenos. Esta metodología utiliza básicamente datos topográficos, batimétricos y sísmicos integrados a un modelo numérico, mediante el uso de computadores.

La carta de inundación para la ciudad de Arica, se elaboró considerando dos de los mayores eventos registrados a la fecha, es decir los tsunamis de 1868 y 1877. Se utilizó para ello, datos digitales de topografía y batimetría del área; información urbana simplificada; antecedentes sísmicos de los eventos y antecedentes históricos para la validación de los resultados de la simulación. Se consideró una región comprometida entre los 18°24' y 18°30'30'' de latitud Sur y entre los 70°16'20'' y 70°22' de longitud Oeste, abarcando desde Punta Chacalluta por el norte hasta Isla Alacrán por el Sur.

En la carta que se presenta a continuación, se muestra el contorno de la máxima inundación alcanzada por los eventos simulados y las curvas de nivel del área cada 5 metros (hasta la curva de los 25 metros sobre el nivel medio del mar). Los resultados de la modelación han sido validados, verificándose que las áreas inundadas en esta simulación por los tsunamis de 1868 y 1877, corresponden a las indicadas en los antecedentes históricos disponibles.

Si bien la modelación establece niveles de penetración del tsunami, entre 500 mts a 2.600 mts, es en este último caso en donde se identifica una zona desprovista de vegetación, sin construcciones que facilita el acceso del tsunami. Esta situación es homóloga a lo que se puede identificar en la desembocadura de la Quebrada de Camarones.

Imagen 2: Imagen de la carta de inundación Ciudad de Arica

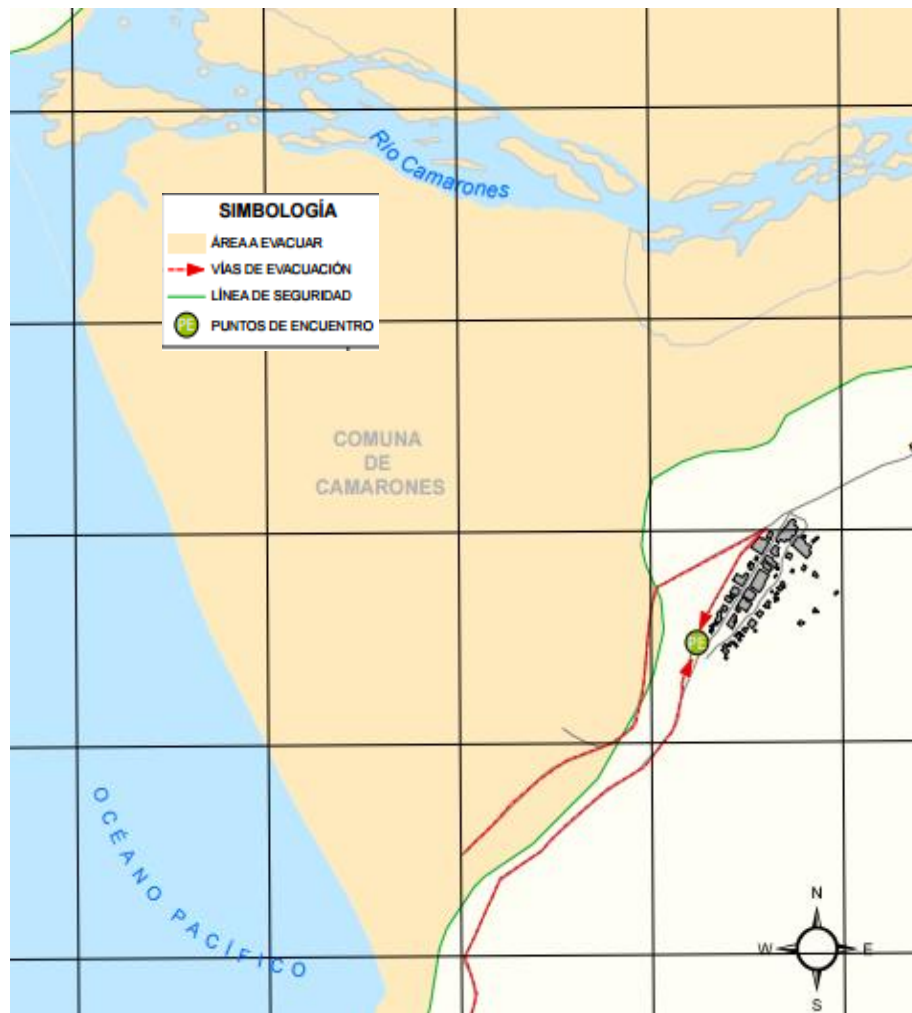


Fuente: Elaboración Propia en base a información SHOA.

Adicionalmente existe la información de las zonas de evacuación de protección civil de la ONEMI para la zona, cuya aproximación es la cota 30 snmm.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> <http://www.onemi.cl/wp-content/uploads/2013/09/CAMARONES.pdf>

**Imagen 3: Plan de protección civil ante tsunami**



Fuente: ONEMI.

### **Inundaciones Terrestres y Litorales**

La inundación corresponde a la sumersión temporal de terrenos normalmente secos como consecuencia de los aportes inusuales, y más o menos repentinos de una cantidad de agua superior a la habitual en una zona determinada.

Las inundaciones se pueden clasificar en diversos tipos y modalidades de actuación, atendiendo a diferentes criterios:

- 1) Según la causa general que producen la inundación: naturales o antrópicas; inducidas, agravadas, aceleradas.
- 2) Según el tipo del agua que produce la inundación: marinas o de agua dulce.
- 3) Según el origen y tipología de las precipitaciones que causan la inundación: frontales, convectivas, orográficas etc.



- 4) Según la época del año en la que se producen: estivales, otoñales, invernales, primaverales, monzónicas.
- 5) Según su relación o no con la red de drenaje: riadas (se asocian a ríos, arroyos y torrentes) o arreicas (sin vinculación a redes fluviales); fluviales (asociadas a ríos), torrenciales (asociadas a barrancos).
- 6) Según el lugar geográfico donde se producen: terrestres, interiores o de tierra adentro o litorales; urbanas o rurales.

En relación a la subdivisión entre (1) terrestres, en el sentido de “tierra adentro”, en las que aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes, y (2) litorales o costeras, en las que aguas marinas o lacustres-palustres invaden los sectores limítrofes con el dominio terrestre. Se tiene que los procesos de inundación pueden originarse por varios factores, tales como lluvias intensas durante temporales, pero también pueden originarse por colapso o desbordamiento de represas y canales, marejadas en zonas costeras, o como afloramiento de aguas subterráneas en zonas pantanosas.

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

El origen de las inundaciones terrestres suele ser dual: o bien el desbordamiento de corrientes fluviales (ríos, arroyos, torrentes, etc.); o bien el encharcamiento de zonas llanas o endorreicas sin vinculación con la red fluvial, tanto por acumulación de la precipitación sin que circule sobre la superficie terrestre (precipitación ‘in situ’), como de origen hidrogeológico asociado a surgencias o elevación de la superficie freática sobre la superficie del terreno.

En el primer caso, el aumento de caudal por encima de la capacidad del cauce para albergarlo, conlleva el desbordamiento y la ocupación de las márgenes o riberas, para aumentar la sección capaz de desaguar ese caudal.

Para estudiar y clasificar la peligrosidad de una inundación se deben estudiar 3 conjuntos de parámetros:

- 1) Severidad o intensidad del peligro: se trata de caracterizar el tipo o tipos de inundaciones que son susceptibles de producirse en una zona, detallando los parámetros esperables en cuanto a: profundidad del agua y su variación espacial, velocidad de la corriente y variación en sus velocidades, carga sólida transportada, tanto en volumen como en tipología (granulometría); potenciales variaciones morfológicas por erosión y/o depósito; y otros fenómenos geológicos asociados.

- 2) Dimensión espacio-temporal del fenómeno; comprendiendo tanto el área que quedará cubierta por la inundación, como la duración de la misma y sus efectos.
- 3) Probabilidad o frecuencia de la inundación; este parámetro, expresado mediante el periodo de retorno o con su inverso la probabilidad anual de no excedencia, muchas veces constituye por sí sólo el único objeto del análisis de la peligrosidad. Si bien la probabilidad suele relacionar únicamente con el periodo de retorno de un determinado caudal, es preciso incorporar otros parámetros de la severidad en su estimación.

Si bien existen variados métodos y técnicas de análisis de la peligrosidad de las inundaciones fluviales muchos de ellos se utilizan de forma combinada. A grandes rasgos los métodos se pueden agrupar en: métodos histórico-paleohidrológicos, métodos geológico-geomorfológicos y métodos hidrológico-hidráulicos. A parte están los métodos de fundamento botánico o ecológico, como los dendrogeomorfológicos y los liquenométricos, aún en fase de investigación.

Los métodos históricos emplean marcas sobre elementos artificiales (edificaciones, vías de comunicación, obras públicas, etc.), documentación histórica (manuscritos e impresos de archivos, bibliotecas etc.) y testimonios (orales o audiovisuales) para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas durante una crecida desencadenada en el periodo histórico. Una aplicación simple de esta metodología consiste en suponer que si el agua alguna vez ha alcanzado ciertos niveles puede alcanzarlos también en un futuro no muy lejano, determinando esta zona como de crecida histórica.

Algo más sofisticados son los estudios que trasponen estos niveles a caudales circulantes mediante modelos hidráulicos y les asignan una determinada probabilidad, permitiendo que se introduzcan como datos complementarios en el análisis estadístico de caudales procedentes del registro ordinario.

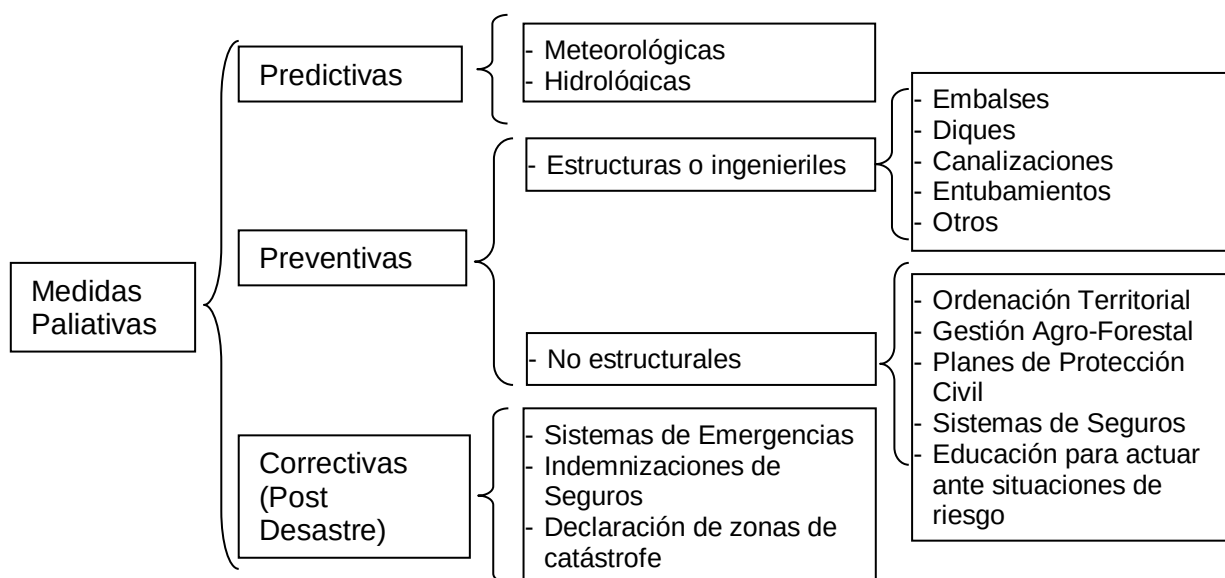
Los métodos paleohidrológicos del registro geológico emplean determinados tipos de depósitos o marcas de las inundaciones pretéritas (anteriores al periodo histórico o de las cuales no se dispone de información histórica), con o sobre elementos datables mediante técnicas paleontológicas, dendrocronológicas, radiométricas (Carbono 14, termoluminiscencia, luminiscencia óptica de estimulación láser, etc.) o arqueológicas. De esta forma puede igualmente asignarse una probabilidad de ocurrencia a los caudales resultantes de la modelización hidráulica a partir de esos niveles y velocidades, integrándose de la misma manera en el análisis estadístico de caudales como datos no sistemáticos. Los métodos geológico-geomorfológicos emplean la disposición y tipología de las formas del terreno y los depósitos generados durante o tras el evento. Con ello se pueden delimitar las áreas geomorfológicamente activas dentro del cauce fluvial y sus márgenes, y por tanto susceptibles de ser inundadas en el marco de la dinámica natural de la corriente fluvial, su frecuencia cualitativa de inundación, e incluso inferir órdenes de magnitud de parámetros como la profundidad, velocidad

de la corriente o carga sólida transportada. En muchas ocasiones, y dado su carácter descriptivo, estas técnicas han sido tildadas de cualitativas y poco útiles.

Los métodos hidrológicos e hidráulicos persiguen respectivamente, la estimación de los caudales generados en una cuenca o corriente y el cálculo de las velocidades con las que circularán por un determinado tramo fluvial. Los métodos hidrológicos pueden partir de los datos de caudales, aplicando análisis estadístico de los valores máximos; o de los datos de precipitación, mediante modelos hidrometeorológicos de transformación lluvia-escorrentía basados en fórmulas y métodos como el racional, hidrograma unitario, etc. Los métodos hidráulicos parten de diferentes hipótesis de tipos de flujo que simplifican las ecuaciones físicas que lo modelizan, cuya resolución permite estimar diferentes parámetros (profundidad, velocidad, energía).

La mitigación del riesgo de inundación, o al menos la minimización de las consecuencias en el caso de que el riesgo se materialice en una catástrofe o desastre, clásicamente se ha abordado mediante tres grandes grupos de medidas: predictivas, preventivas y correctoras (Ayala-Carcedo, 2002).

**Imagen 4: Clasificación básica de las medidas paliativas que son de aplicación para mitigar el riesgo y los desastres asociados con las avenidas e inundaciones terrestres.**



Fuente: Elaboración propia en base a Díez Herrero, A., (2008).

Las medidas predictivas buscan evitar la exposición y vulnerabilidad al peligro tratando de conocer dónde y cuándo se producirá la inundación. Para ello se utilizan predicciones meteorológicas, como los avisos de situaciones adversas basados en el uso del radar meteorológico y modelos de simulación; o predicciones hidrológicas, basadas en la modelación en tiempo real a partir de la

información de las redes y sistemas automáticos de información hidrológica. Algunos técnicos opinan que estas medidas no son más que un tipo de medidas preventivas no estructurales, al no ser capaces de predecir temporalmente el fenómeno.

Las medidas preventivas buscan evitar la exposición y vulnerabilidad al peligro tratando de conocer dónde se producirá la inundación, reduciendo su peligrosidad, o minimizando la vulnerabilidad de los elementos expuestos (personas o bienes). Estas medidas clásicamente se han dividido en dos grupos, estructurales y no estructurales, en función de si su aplicación conlleva la construcción de estructuras u obras de ingeniería. Dentro de las medidas estructurales se encuentran la construcción de presas de embalse y azudes para la laminación de crecidas y avenidas, diques o malecones artificiales, limpieza y dragado de cauces, canalizaciones y encauzamientos, cortas de meandros, desviación de cauces, canales o túneles de derivación, drenajes, etc. Entre las medidas no estructurales están la ordenación del territorio en áreas inundables, la gestión integral de cuencas hidrográficas y la corrección hidrológico-agroforestal, la planificación preventiva de protección civil, los sistemas de aseguramiento progresivos, y la educación e información en el riesgo.

Las medidas correctoras buscan únicamente minimizar los efectos de la inundación una vez que ésta ya ha ocurrido, con medidas de protección civil (emergencia, rescate y evacuación), pagos de pólizas de seguro y la declaración de zonas catastróficas e indemnizaciones especiales.

La ordenación del territorio se centra en la exposición, por lo que precisa figuras de planificación que restrinjan los usos en determinados sectores del territorio, evitando u ordenando así la presencia de elementos en riesgo en esas zonas.

Sin embargo, en el caso del riesgo de inundaciones también se puede emplear la ordenación del territorio para reducir la peligrosidad, actuando en la génesis y propagación de las crecidas y avenidas; y la vulnerabilidad, definiendo tipologías y volúmenes en las zonas donde existen elementos expuestos.

Así pues, la utilidad preventiva de la ordenación del territorio para la mitigación de las inundaciones se puede concretar en cuatro aspectos.<sup>5</sup>

- Definición de usos para minimizar la peligrosidad (revegetación de cuencas, áreas de desbordamiento preferente para laminación aguas arriba, etc.).
- Preservación de suelo del proceso de desarrollo urbano y establecimiento de medidas de protección (suelo no urbanizable, rústico o rural), para disminuir la exposición.

---

<sup>5</sup> Díez Herrero, A., (2008). Metodología para la elaboración de mapas de riesgos por inundación. En: Regueiro, M. (Ed.), Guía metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España. Ministerio de Vivienda e Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. Madrid, 187 pp.

- Definición de la estructura, usos, intensidades y tipologías de desarrollo urbano (suelo urbanizable), o regulación de los usos y de las renovaciones y reformas necesarias (suelo urbano o urbanizado), para reducir la vulnerabilidad.
- Normalización de los materiales de construcción.

### **Procesos de Remoción en Masa**

A continuación se describen en los tipos de procesos que se asocian a eventos de remoción en masa, correspondientes a Flujos de Detritos, Deslizamientos, Desprendimientos o Caída de Rocas.

#### **a. Flujos de Detritos y Barro**

Los flujos de detritos, referidos comúnmente como “aluviones”, son remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao et al. 2002). Los flujos de detritos usualmente son descritos como fluidos no-newtonianos o plásticos de Bingham, donde la fracción sólida varía generalmente entre 50 a 90% en volumen (Costa, 1984). En los casos en que la granulometría del material transportado sea predominantemente fina estos flujos se conocen como flujos de barro.

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

**Imagen 5: Flujo de distritos**



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

- **Factores condicionantes y/o desencadenantes:**

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

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

Los flujos o “aluviones” del 18 de Junio de 1991 en Antofagasta y del 3 de Mayo de 1993 en la Quebrada de Macul en Santiago Oriente son ejemplo de eventos que han suscitado el interés nacional tanto por el alto grado de daños materiales como el costo de vidas humanas. Estos eventos han sido, por otra parte, un aporte para el conocimiento de los umbrales de intensidad de precipitaciones mínimas para la generación de flujos de detritos en Chile. En el caso de Antofagasta, en una de las zonas más secas del país, se estimaron precipitaciones mínimas de 30 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1997). En el caso de Santiago Oriente, se contó con datos pluviográficos más precisos, donde se registraron casi 10 mm en una sola hora (Naranjo y Varela, 1996). Anteriormente, para la Región Metropolitana se estimó un mínimo de 60 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1985). Dentro de los últimos eventos de importancia de éste tipo corresponde al registrado el 25 de marzo de 2015, en las ciudades de Copiapó y Chañaral y numerosas otras localidades de Atacama, ocasionando la muerte de 28 personas y 59 desaparecidos, y causando una importante destrucción en viviendas e instalaciones públicas, así como cortes de camino entre estas localidades.

En la región los eventos principales en los últimos años corresponden a:<sup>6</sup>

- 23 de junio de 2001: Flujo de detrito en el río Chislluma, en la provincia Parinacota.

---

<sup>6</sup> Registro de los principales desastres de origen geológico en Chile y efectos sobre la población y bienes públicos y privados desde 1980. SERNAGEOMIN. 2016.

- 5 de febrero de 2006: Deslizamiento de suelo y roca en el sector de Sora, comuna de Arica, causa la muerte de 1 persona y la destrucción de una vivienda.
- 20 de febrero de 2012: Desborde del río La Quebrada de Escritos provoca el desplazamiento de minas antipersonal hasta la ruta Arica-Tacna.
- 28 de febrero de 2016: Aluvión ocurrido en la localidad de Cobija y problemas ocasionados por chubascos en afectaron la localidad de Tulapalca, ambos en la comuna de Camarones, se identifican problemas de conectividad para 10 personas, una vivienda destruida y otras cinco con diversos daños. También hay personas afectadas por la falta de agua potable rural.<sup>7</sup>

Si bien los casos anteriores se encuentran fuera del área de estudio, cabe destacar que corresponden a los pocos eventos donde se ha relacionado la ocurrencia de estos fenómenos y la intensidad de precipitaciones. En el caso del área de estudio se producen en su mayoría por el llamado “invierno altiplánico”, correspondiente a las precipitaciones de Diciembre a Marzo, causadas por masas de aire provenientes de la región del Amazonas, debido a la estación lluviosa.

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

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

---

<sup>7</sup> <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/02/29/790585/Aluviones-y-lluvias-mantienen-a-277-personas-aisladas-en-el-norte-del-pais.html>

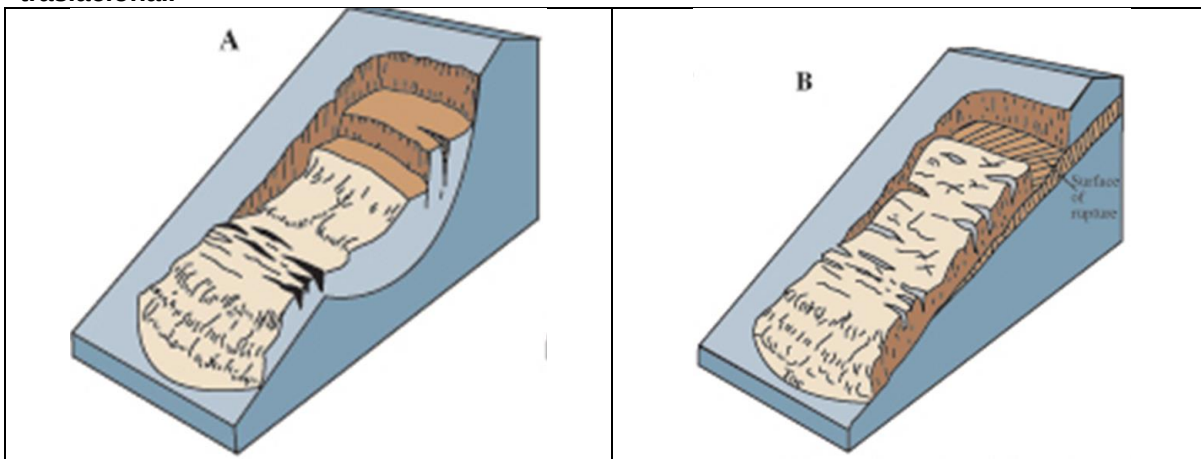


## b. Deslizamientos

Los deslizamientos son remociones en masa en las cuales las masas de suelo o roca se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 1993). Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de metros cúbicos y pueden adquirir magnitud catastrófica.

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

**Imagen 6: Ejemplos de deslizamientos. A. Deslizamiento Rotacional, B. Deslizamiento traslacional.**



*Fuente: Modificado de Landslide Types and Process, USGS. Fact Sheet 2004-3072. Disponible en <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/images/Fig3grouping-2LG.jpg>*

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

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

Los daños en el medio antrópico producto de un deslizamiento que afecta a un área determinada, estarán dados por el volumen de material desplazado durante el proceso. El grado en que un deslizamiento afecta a la población está dado por:

- 1) Distancia al origen del fenómeno: por lo general, los deslizamientos son procesos que afectan un área limitada (radios menores a 1 km., incluso menores a 500 m.) Hay que considerar que este punto depende directamente del tamaño de volumen desplazado.
- 2) La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno: En general, dado que estos procesos de alta velocidad los daños potenciales son altos.
- 3) Densidad de Población: a mayor densidad de población y área expuesta susceptible de ser afectada, mayores serán los daños esperados. Si la población se encuentra directamente en el área de alcance de un deslizamiento, la vulnerabilidad, estructural y económica es muy alta ya que la pérdida de vidas, viviendas y productividad son efectos típicos de este peligro geológico. Por otro lado, si un deslizamiento afecta a caminos, acueductos o líneas eléctricas puede producir aislamiento, enfermedades gastrointestinales y pérdidas económicas en general para la población.
- 4) Tiempo de Aviso: en este proceso, sin estudios de detalle, el tiempo de aviso es casi nulo.

### **c. Desprendimientos o Caída de Rocas**

Los desprendimiento o caída de rocas son remociones en masa en las cuales bloques de rocas o suelo se desprenden a partir de laderas de fuertes pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 1993). 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. Entre las zonas susceptibles a sufrir desprendimientos o caídas de rocas destacan los flancos de quebradas profundas, labradas en secuencias estratificadas con niveles más duros hacia el techo, expuestas a erosión fluvial, o acantilados costeros expuestos a erosión marina.

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

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

En general, este peligro presenta una vulnerabilidad social, económica y estructural menor que otros peligros geológicos. Además, afecta a escala local, pero tiene una mayor incidencia debido a que su recurrencia es mucho mayor. En este peligro, el tiempo de aviso es mínimo, pero se puede mitigar indicando que la zona es susceptible a ser afectada por caída de bloques.

Se aprecia en el sector de Cuesta Camarones, varios eventos de derrumbes que, de ser mayores, podrían generar pérdida de conectividad de la ruta 5, los eventos más importantes se encuentran asociados a eventos sismológicos importantes que provocan la caída gravitacional de rocas<sup>8</sup>. Lo anterior, entre otras causas, además de la inestabilidad del terreno, ha generado grietas longitudinales en la calzada, grietas transversales, descenso de terraplén, etc.

En este contexto, con el objeto de disminuir los riesgos asociados a esta causa, además de los riesgos de accidentes de tránsito, se realizó la ejecución de obras en toda la cuesta de Camarones de la ruta 5 norte, que comprende la reposición del pavimento de la calzada existente y construcción de la tercera pista entre Cuya (km 1.966 aprox.) y bifurcación a Camarones (1.991aprox.), con una longitud aproximada de 25,5 km.<sup>9</sup>, En la actualidad, y dado la existencia y presencia de fenómenos similares a Camarones en el sector de la Cuesta de Chiza, se han contemplado más de 16 mil millones de pesos para el mejoramiento y construcción de una tercera pista en el tramo de la cuesta Alto Chiza, similar a la que se encuentra habilitada en Acha, Chaca y la ya nombrada Camarones<sup>10</sup>

A continuación se describen en detalles los distintos tipos de riesgo identificados para la zona de estudio.

### **Riesgos Antrópicos**

La Circular 219 que instruye sobre la elaboración de los Planes Reguladores, establece que la necesidad de definir dentro de los estudios de diagnóstico, las áreas de riesgo correspondientes tanto a aquellos terrenos en que existen instalaciones peligrosas, como a los que, por su proximidad a instalaciones, se exponen a alto riesgo de incendio y contaminación.

A partir de ellas, es posible determinar las zonas que requieren ser delimitadas con el fin de restringir y/o controlar la intensidad de uso, en orden a evitar riegos a la población y cautelar su buen funcionamiento, además de establecer las

---

<sup>8</sup> <http://www.soychile.cl/Arica/Sociedad/2015/03/23/311885/Sismo-de-63-Richter-dejo-derrumbes-en-la-cuesta-Camarones.aspx>; [http://www.radiopolar.com/noticia\\_87444.html](http://www.radiopolar.com/noticia_87444.html);

<sup>9</sup> [http://www.dirplan.cl/centrodedocumentacion/planes\\_especiales/Documents/2008/Plan\\_Arica/Plan\\_Arica\\_Sep\\_2008.pdf](http://www.dirplan.cl/centrodedocumentacion/planes_especiales/Documents/2008/Plan_Arica/Plan_Arica_Sep_2008.pdf)

<sup>10</sup> <http://regionxv.cl/wordpress/2016/05/30/mop-inicia-ampliacion-de-cuesta-de-chiza-en-el-limite-sur-de-arica/>

condiciones para la permanencia o traslado de actividades que puedan generar contaminación o queden expuestas a riesgo

A partir de los antecedentes expuestos, es posible condicionar el desarrollo de ciertas actividades que manifiesten conflictos ambientales o conformen instalaciones peligrosas, hacia medidas que apunten al mejoramiento del medio ambiente.

#### **a. Contaminación de Agua**

Se identifica dos riesgos potenciales para la población: uno de origen antrópico y uno de origen natural.

En el caso del Riesgo de origen natural, se identifica el arsénico, contaminante común en los distintos sustratos. En esta región, el problema es de origen natural, ya que el arsénico proviene del arrastre de los minerales del suelo por acción de las aguas corrientes naturales.

Según mediciones efectuadas en el estudio “Remoción de arsénico en aguas del río Camarones, Arica, Chile, utilizando la tecnología RAOS modificada” se tiene que:

*“El problema de la contaminación se acentúa en las comunidades rurales de esta zona por la falta de técnicas simples y económicas para la descontaminación de las aguas. Para los habitantes, el tradicional método de hervir el agua para su potabilización puede no ser una solución adecuada ya que este método no elimina el arsénico sino que, además, puede incluso concentrarlo en el agua de bebida.”*

*“Los resultados del estudio permitieron obtener una relación de As: cit: Fe con las siguientes concentraciones: 1mg/L de As, 7,74 mg/L de citrato y 16 mg/L de Fe. El límite máximo aceptado, por la Organización Mundial de Salud (OMS) para el contenido de arsénico en agua potable es de 0,05 mg/L, valor establecido también por la Norma Chilena .<sup>11</sup>”*

Lo anterior se manifiesta como un riesgo latente, que se encuentra presente en el área de estudio pero que tiene una dimensión alejada del instrumento territorial.

Para el caso del riesgo por actividad antrópica, esta se encuentra muy asociado a la existencia de vertederos ilegales (a pesar de existir la extracción de basura domiciliaria por parte de la municipalidad); por lo cual se evidencia la quema de residuos sólidos, o algunos de ellos son arrojados a los lechos de las quebradas o ríos contaminando el recurso hídrico y transportando contaminación aguas abajo.

---

<sup>11</sup> Remoción de arsénico en aguas del río Camarones, Arica, Chile, utilizando la tecnología RAOS modificada. Lorena Cornejo, Héctor D. Mansilla, M. Janet Arenas, Marianela Flores, Verónica Flores<sup>1</sup>, Leonardo Figueroa y Jorge Yañez. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/arsenico/oea4.pdf>

A lo anterior se suma la existencia de fosas sépticas y pozos absorbentes, producto de la falta de alcantarillado.

Se espera que parte de estos problemas disminuyan en gran medida con la puesta en marcha del relleno sanitario comunal, inaugurado en octubre de 2017, proyecto llevado a cabo por el municipio de Camarones y financiado por el Gobierno Regional. Este relleno se ubica en medio del desierto en el km 10 de la ruta A-35 que conduce a Codpa y cercano a la Ruta 5 Norte, en un terreno que contempla 20 hectáreas de las cuales dos han sido utilizadas para la construcción de las instalaciones y el resto para una zona de amortiguación.

### **b. Riesgos de Inundación**

La delimitación de los riesgos de inundación se realiza de dos formas paralelas que confluyen en una única delimitación de áreas de inundación. A saber:

- **Modelación Hídrica** Realizada en base a la restitución Aerofotogramétrica con curvas de nivel definidas cada 2 metros. Se realiza la modelación mediante HEC-RAS, para las zonas en estudio. Para una posterior delimitación de áreas de inundación mediante HEC Geo-Ras sobre ArcGis 10.3.

La modelación se realiza basa en la utilización de la geoforma del cauce y los alrededores, simulando una escorrentía permanente y no permanente, incluyendo factores como crecida del cauce, vegetación y situaciones de obras en el cauce como puentes y canalizaciones entre otras.

Los parámetros de caudales modelados en el caso de Camarones, se basan en las mediciones del río Camarones y en Conanoxa en los últimos 47 años respectivamente, con caudales de 8,1 m<sup>3</sup>/seg. Con aumento en los caudales de 25%.

**En el caso de Camarones, se identifican sectores de inundación, que no son significativos, manteniéndose dentro del cauce natural de la quebrada, para el período que se tienen datos de modelación.**

- **Fotointerpretación, restitución Fotogramétrica y otras fuentes de información**

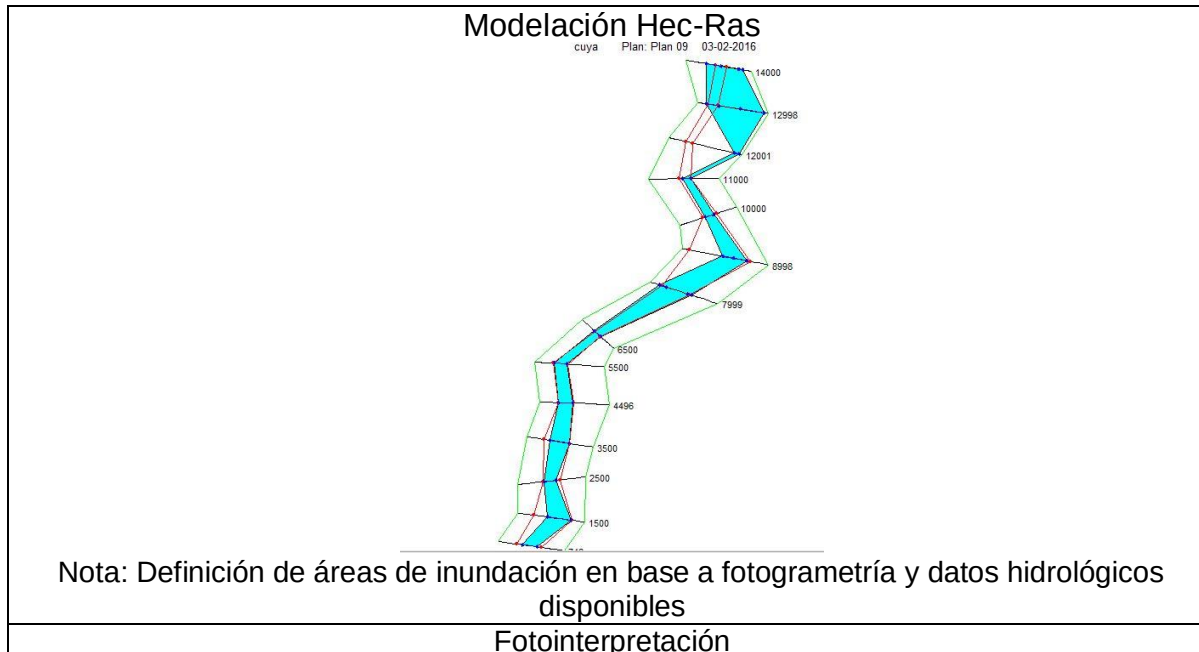
Cabe destacar que por su origen todo el valle de Camarones tiene una formación producto de la dinámica de la quebrada y su cauce. Dichos procesos han ocurrido durante miles de años, no identificándose procesos recientes de inundación en los asentamientos urbanos (revisión de datos históricos de la DOH en los últimos 50 años).

Producto de ello se realiza una interpretación de los registros fotogramétricos y aproximaciones paleogeográficas del sector, con el objeto de identificar las susceptibilidades identificadas.

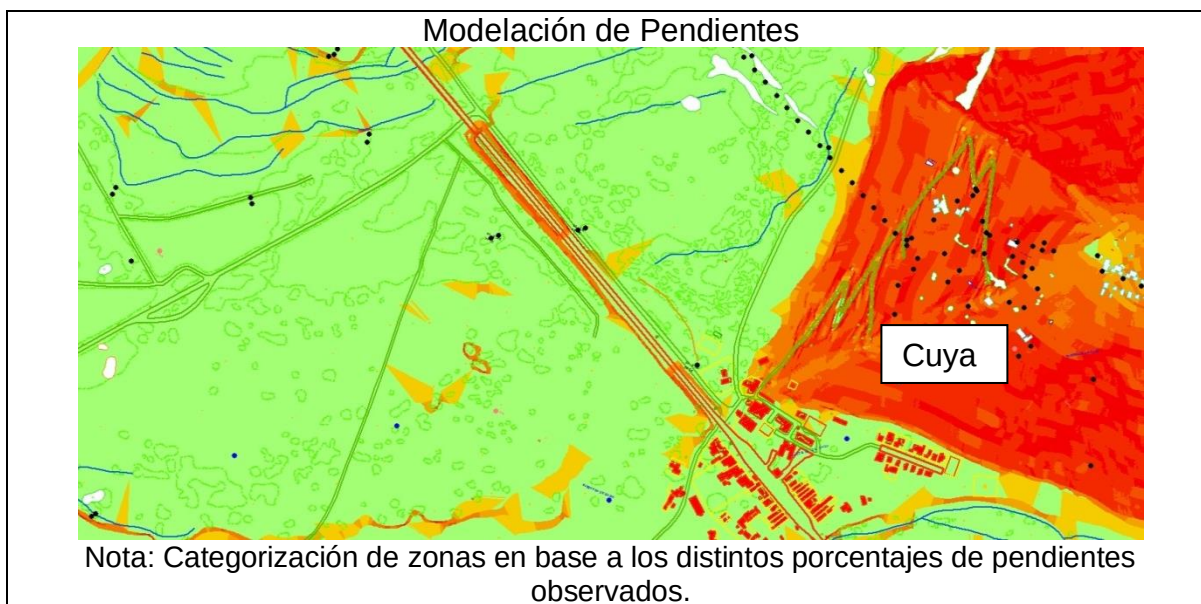
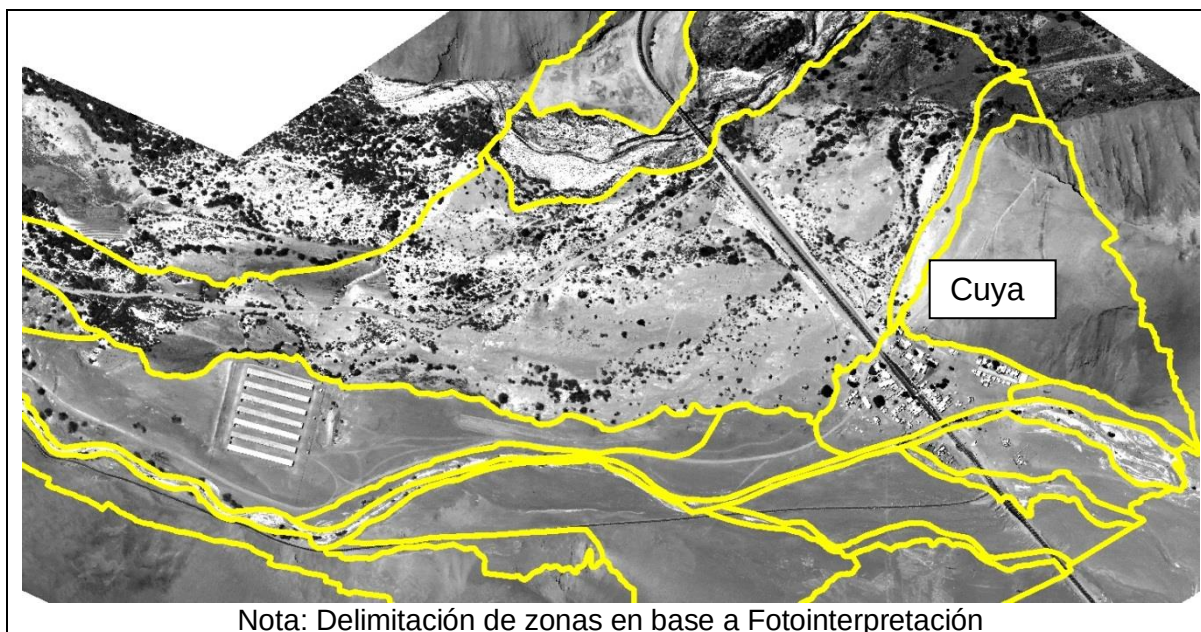
Dentro de los elementos consultados y procesos metodológicos se tiene:

- Presencia actual de elementos hídricos.
- Rastro de evolución de crecidas históricas (identificación mediante fotografías y modelos digitales de terreno)
- Dinámica de meandros.
- Tipo de vegetación y su densidad, asociada a los cursos de agua.
- Forma, posición de la vegetación.
- Detección en la vegetación, rocas y otros elementos de residuos o vestigios que indiquen la presencia de crecidas.
- Determinación de zonas expuestas a sectores propensos a la inundación
- Determinación de zonas cercanas a sectores propensos a la inundación.
- Información de Terreno de zonas de crecidas.
- Información bibliográfica, de crecidas y zonas de inundación (las zonas de inundación bibliográficas son en su mayoría cualitativas y no delimitan zonas, en su mayoría cortes de rutas).

**Imagen 7: Ejemplo de Modelaciones de análisis**







- **Consideraciones a la modelación y fotointerpretación**



En términos generales, la Región de Arica y Parinacota está sometida a precipitaciones cuyos orígenes, desde el punto de vista de los factores meteorológicos que las ocasionan, son diferentes a los de la zona central del país, identificándose pluviometría débil en la zona.

Por otra parte, en la zona altiplánica se da la ocurrencia de abundantes precipitaciones en la época estival, fenómeno denominado “Invierno altiplánico” provocando importante escorrentía superficial en las cuencas de los ríos más grandes de la región y en particular de la Quebrada de Camarones.

Estas precipitaciones de origen convectivo, son producto del levantamiento de masas de aire cargadas de humedad provenientes de la zona amazónica y en menor medida desde el África ecuatorial. El ascenso se produce en los sectores cordilleranos por efecto de los vientos de dirección Este-Noreste principalmente a los 1500 m de altura. Este fenómeno afecta la zona altiplánica de Chile, Perú (Sur), Bolivia (Suroeste) y Argentina (Noroeste).

En relación a los ríos que encausan el agua proveniente de los valles que los acojen, se pueden describir como sigue:

Uno de los rasgos más significativos del valle en el tramo confinado (desde el km 17,0 hacia aguas arriba), es el desarrollo de amplias terrazas laterales de material fluvial que se proyectan a ambos lados del cauce principal, en donde se ha implementado una importante actividad agrícola.

#### **d. Aplicación de Criterios**

##### **Susceptibilidad de Inundación**

Los niveles de riesgos identificados corresponden a:

La restricción por presencia de zonas inundables considera los lechos de quebradas existentes y sus potenciales áreas de inundación. Estos sectores deben ser debidamente manejados en términos del equilibrio natural y del aporte al paisaje comunal, de forma que se integren al sistema territorial mediante el tratamiento de las cuencas.

Se establecen tres niveles de inundación:

- Susceptibilidad alta de inundación
- Susceptibilidad media de inundación
- Susceptibilidad baja de inundación

#### **a) Susceptibilidad Alta de inundación.**

Corresponde a las áreas recurrentemente inundables de la Quebrada, como son el lecho de inundación actual y esporádica y aquellas terrazas fluviales bajas que en eventos de crecida (de bajo periodo de retorno) se inundan.

En las zonas marcadas con este riesgo de inundación, es importante que se asegure el normal escurrimiento de las aguas y la protección de los bordes y laderas, mediante franjas de protección adyacentes.

En las condiciones actuales es recomendable que se establezcan restricciones al asentamiento futuro de personas, y en cualquier caso se debe analizar la pertinencia de estudios hidráulicos de detalle, que puedan concluir en obras de mitigación de este tipo de eventos como por ejemplo: barreras de contención, canalizaciones o excavaciones de contención, para disminuir la exposición de la población actual.

Las características conjuntas o predominantes a este tipo de zona corresponden a depósitos fluviales activos con rastros de depósitos aluviales de quebradas o áreas planas cercanas al cauce fluvial, más altas que el cauce y que han registrado inundaciones en 100 años.

En algunos casos se han denominado como áreas de alta susceptibilidad de inundación zonas que aunque no presentan una escorrentía estable, o que existan rasgos de dinámicas fluviales recientes, pero que presentan evidencias físicas de cursos de agua que han modelado el terreno de tal forma que su geomorfología hace probable que en eventos meteorológicos importantes escurra superficialmente agua.

Las zonas con riesgo alto de inundación pueden tener un riesgo medio o bajo en la medida que estudios de detalle, así como la implementación de medidas de mitigación ad-hoc puedan reducir la exposición a la fuente de peligro.

#### **b) Susceptibilidad Media de Inundación**

Este nivel de susceptibilidad corresponden a aquellos sectores que presentan evidencias de escurrimiento de agua, y que si bien no se identifican visualmente, ni existen registros históricos documentados (verificado en últimos 47 años), del paso de escorrentías, si se presentan evidencias paleohidrológicas con depósitos o marcas de las inundaciones pretéritas registros fluvial.

Para el caso del área de estudio, se han considerado una serie de elementos que evidencian los límites de las crecidas esporádicas de la quebrada de Camarones, en específico los límites de escarpe, que se generan en las pendientes bajas inferiores a 10% en la adyacencia del cauce del río Camarones. Adicionalmente se consideran aquellos sectores donde la vegetación posee forma y tamaño superior

al de los alrededores y que en este caso determina la presencia de humedad o presencia frecuente de agua.

**Este tipo de susceptibilidad, no es determinante para imposibilitar asentamientos en el sector, sino más bien establece una recomendación de estudios locales e hidráulicos más detallados que mitiguen dicha susceptibilidad. La presencia de este tipo de susceptibilidad posibilita asentamientos con condicionantes basadas en estudios hidrológicos a nivel local y obras de mitigación orientados a eliminar la exposición al peligro y a la vez su susceptibilidad.**

### **c) Susceptibilidad Baja de Inundación**

Corresponde a lugares que no tienen cercanía a los cauces permanentes, o que alternativamente tienen una baja exposición a ellos, lo que determina una baja vulnerabilidad a la inundación.

En las áreas de susceptibilidad baja de inundación, no existen registros visibles paleohidrológicos que evidencien paso de escorrentías o depósitos fluviales. No se evidencian además registros visibles de amenazas de inundación. De igual forma los antecedentes hidrológicos disponibles (últimos 47 años) no muestran inundaciones en el sector.

## **Áreas Susceptibles de Remoción en Masa**

En el presente estudio se identificaron las zonas susceptibles a ser afectadas por movimientos en masa (cuya naturaleza corresponde a deslizamientos y rodados para este caso).

Se entiende por movimientos en masa a aquellos procesos de movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca, o ambas, en diversas proporciones, generadas por una serie de factores. Corresponden a procesos gravitacionales, en los que una porción del terreno se desplaza hasta una cota o nivel inferior a la original. (Araya - Vergara, 2002)<sup>12</sup>

Factores condicionantes a movimientos en masa:

### **1. Pendiente**

Todos los movimientos en masa que se desarrollan sobre una pendiente que esta proporcional y directamente ligada a su inclinación

### **2. Exposición de Laderas**

Se encuentra asociado a los niveles de erosión y su relación con la cobertura vegetal y desarrollo de suelos. Aquí los procesos erosivos se encuentran fuertemente marcados dado los escasos niveles de cobertura vegetal existentes.

### **3. Geología**

Las condiciones del área corresponden a flancos de valle aluviales de la quebrada y los conos de deyección de los cerros adyacentes, cuyos depósitos poseen materiales de tamaños heterogéneos, fracturados y alterados, con fuertes procesos erosivos que han generado desprendimientos y caídas de rocas, las que se han estabilizado en muchos sectores por el paso del tiempo.

Las áreas de mayor susceptibilidad frente a fenómenos de movimientos en masa representan las superficies de mayor riesgo para la población y su medio construido.

### **a) Alta Susceptibilidad de Remoción en Masa**

Corresponde a aquellos escarpes o sistemas de vertientes con procesos geodinámicos activos (asociados a movimientos en masa). En el caso del área de estudio este riesgo se encuentra asociado a áreas con avanzados procesos erosivos, desprovistos de vegetación, con desprendimiento de material evidente en la zona, o cercanía inmediata a los sectores de las características antes mencionadas, y sectores que poseen una pendiente superior a 15°.

---

<sup>12</sup> ARAYA VERGARA, J. 2002. Apuntes de Cátedra de Geomorfología. Escuela de Geografía. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

La identificación de estas geoformas fue definida gracias a la observación y recopilación de los siguientes antecedentes en terreno:

- Eventos históricos en el área
- Observación de Procesos Geodinámicos activos: se observaron escarpes y rocas y/o materiales a los pies de la geoforma.
- Ausencia de Vegetación en superficie
- Pendientes sobre 50°: Se dio énfasis en identificar aquellos sectores con laderas, que rodean los sectores urbanos y que posean niveles de pendiente media sobre 15°. En sectores donde existe ausencia de vegetación. Cabe destacar que en ambas cuencas predominan pendientes superiores a 30°.

**Imagen 8: Material meteorizado, con alta pendiente y nivel geodinámico característico de zonas de Riesgo Alto de Remoción en Masa.**



*Fuente: Capturado de Video: <http://www.24horas.cl/nacional/la-odisea-de-la-caleta-camarones-1166029>*

**En estos sectores se recomienda que en las condiciones actuales, se establezcan limitantes al asentamiento urbano, ya que existen una zona de vulnerabilidad alta, es decir un sector con alta exposición al riesgo y alta susceptibilidad a éste.**

#### **b) Susceptibilidad Media de Remoción en Masa**

La susceptibilidad media de remoción en masa ha sido identificada en aquellos sectores que sólo reúnen parcialmente las consideraciones definidas en el punto anterior. Esto es:

Observación de Incipientes Procesos Geodinámicos: Escarpes o sistemas de vertientes que presentan instancias iniciales de procesos erosivos.

- Baja Presencia de Vegetación en superficie, principalmente de tipo arbustiva
- Pendientes de hasta 15° y 30° con presencia de vegetación
- Pendientes de hasta 15° sin vegetación, que se encuentren a una distancia alejada de procesos geodinámicos recientes.

**Este tipo de susceptibilidad, no es determinante para imposibilitar asentamientos en el sector, sino más bien establece una recomendación de estudios locales de protección de laderas y medidas de control de taludes, que mitiguen dicha susceptibilidad. La presencia de este tipo de susceptibilidad posibilita asentamientos con condicionantes, basadas en estudios hidrológicos a nivel local y obras de mitigación orientados a eliminar la exposición al peligro y a la vez su susceptibilidad.**

#### **c) Baja Susceptibilidad de Remoción en Masa**

Este tipo de riesgo sólo ha sido identificado en el sector de Caleta de Camarones, siendo un sector que se encuentra en sector plano, con una lejanía relativa a las zonas de altas pendientes, y sin riesgo aparente de desprendimiento de rocas de dimensiones de importancia.

##### **▪ Área Susceptible a inundación por Tsunami**

Junto a lo anterior, debe considerarse la situación de los terrenos situados en el borde del litoral, respecto de los cuales el instrumento establece su grado de susceptibilidad, para que los proyectos futuros establezcan las correspondientes obras dirigidas a minimizar los riesgos de inundación o daños a las estructuras.

Cuando se encuentren en territorios aún no consolidados, como es el caso de Chinchorro, es recomendable que el Plan señale las cotas de altura mínima sobre el nivel del mar en que se podrá emplazar construcciones o recintos habitables y, la cota de seguridad por tsunami.

Si bien la ONEMI, no establece riesgos por Tsunami<sup>13</sup>, para el sector en estudio se utilizan como fuentes de información para la determinación de la zona de riesgo de tsunami:

13

<http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/373/2.%20Regi%3cb3n%20de%20Tarapac%3ca1%2c%20Mapa%20de%20Riesgo%2c%20Variable%20de%20riesgo%20Tsunami-Volc%3ca1nica.pdf?sequence=1>  
<http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/370/1.%20Regi%3cb3n%20de%20Arica%20y%20Parinacota%2c%20Mapa%20de%20Riesgo%2c%20Variable%20de%20riesgo%20Tsunami-Volc%3ca1nica.pdf?sequence=1>

- Modelación en base al sismo de 1868, para la ciudad de Arica. SHOA.
- Plano de Quebrada de Camarones con Cota de Seguridad. ONEMI.
- Fotointerpretación.
- Fuentes bibliográficas sobre efectos del tsunami de los sismos de 1868 y 1877. En la ciudad de Arica. En la siguiente Tabla, se muestra la inundación en los terremotos de 1868 y 1877.

**Tabla 3: Cota de inundación por sectores en la ciudad de Arica.**

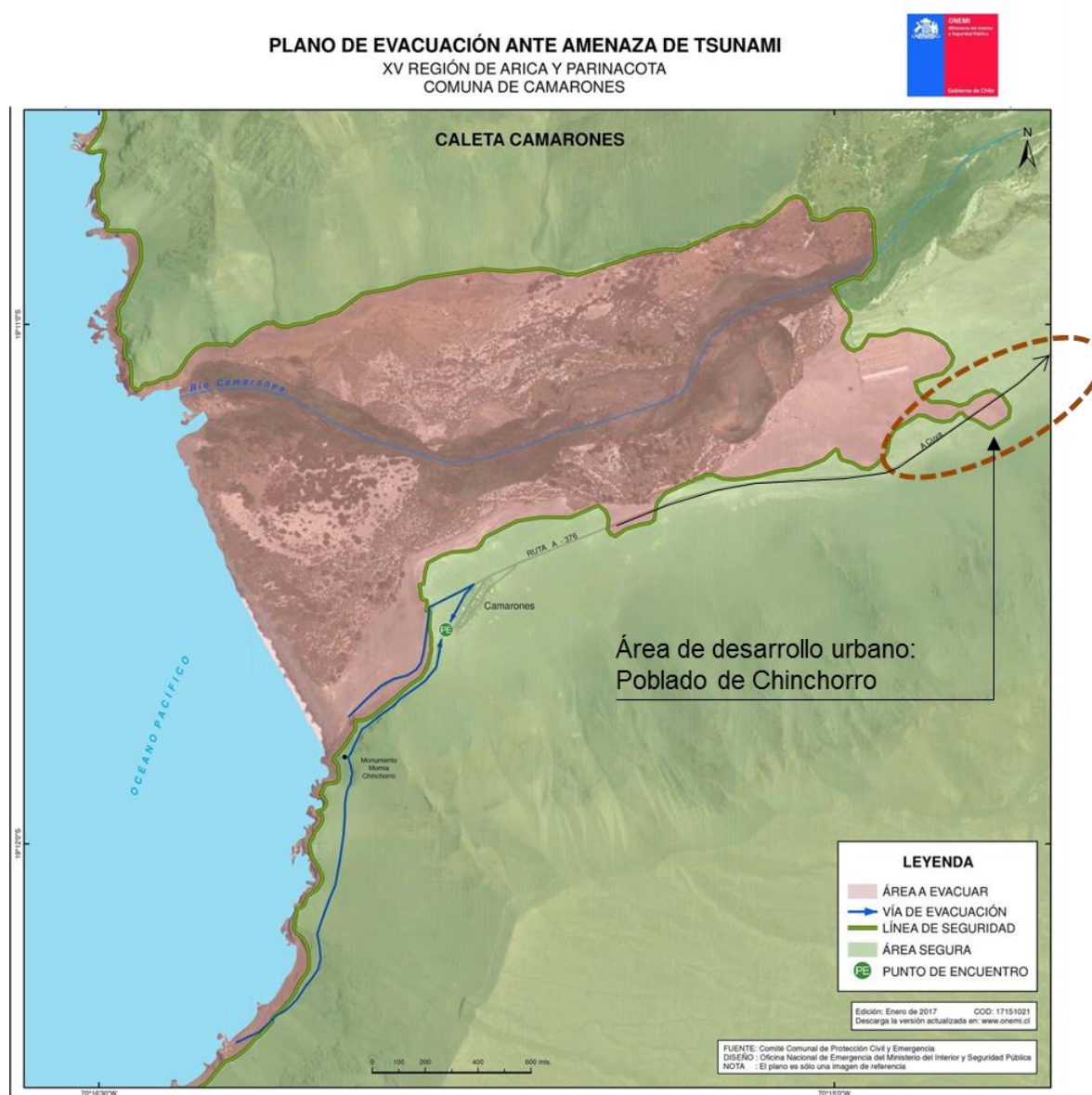
| Sector       | Distancia horizontal a línea de costa (m) | Profundidad (m) | Pendiente (p°) | Coficiente de transmisión de energía $e_t/e_i$ | Porcentaje de energía (%) | Cota de inundación (m) |
|--------------|-------------------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| HIPÓDROMO    | 2.000                                     | 12.50           | 0.36           | 0.6874                                         | 68.74                     | <b>19.83</b>           |
| WATEREE      | 2.000                                     | 13.75           | 0.39           | 0.6691                                         | 66.91                     | <b>19.04</b>           |
| MUELLE NORTE | 2.000                                     | 14.75           | 0.42           | 0.6556                                         | 65.56                     | <b>18.45</b>           |
| RÍO SAN JOSÉ | 2.000                                     | 18.50           | 0.53           | 0.6122                                         | 61.22                     | <b>16.56</b>           |
| PUERTO       | 2.000                                     | 22.00           | 0.63           | 0.5794                                         | 57.94                     | <b>15.11</b>           |

*Fuente: Lagos, 1997.<sup>14</sup>*

De lo anterior, se expresa que la cota de inundación no alcanza a los 20m en ninguno de los sectores. Considerando que la meseta de Caleta Camarones se encuentra entre la cota 24 y 28, donde existen vestigios de culturas milenarias que no han sido afectadas por tsunamis, y que los antecedentes de vegetación que se pueden apreciar en los estratos geológicos, hacen suponer que no han tenido un desplazamiento mayor durante muchos cientos de años, se plantea ubicar la cota de inundación en 24m. la cual se ha definido como de susceptibilidad alta. Por otra parte, se plantea que la cota de seguridad se registre en los 30m. Esta última corresponde a la cota de Protección Civil de la ONEMI a nivel país (zona de evacuación preventiva).

<sup>14</sup> [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h716.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h716.html)





### 1.1.6 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, es posible concluir lo siguiente, respecto de las áreas urbanas del Plan Seccional Cuya – Caleta Camarones:

- Dentro del área urbana de Cuya, existe alta susceptibilidad de inundación asociado al lecho permanente y recurrentemente inundable de la quebrada de Camarones en una mínima superficie (acceso desde el norte), a la que el Plan responde con la zonificación de área verde.
- Dentro del área urbana de Cuya, existe alta susceptibilidad de inundación asociado a la quebrada de Chiza, la que cruza el área urbana. Frente a este fenómeno el Plan propone una faja de protección de 20 metros a cada lado del eje de la quebrada, destinado a áreas verdes, donde es posible desarrollar obras de mitigación.
- Las áreas de inundación con susceptibilidad alta de la quebrada de Camarones, poseen generalmente un amplio desarrollo lateral, producto que el valle es ancho y llano. Lo anterior facilita la dinámica del río evitando la inundación del sector habitado de Cuya.
- El fondo del valle, posee distintas formas y anchos (600 mts a 1.000 mts aprox.) que fueron modelados por la dinámica del río. Esta dinámica, y dado los caudales históricos, es que se identifican sectores con riesgo alto, medio y bajo de inundación. Como ocurre comúnmente en ríos y esteros, es posible bajar su nivel de riesgo mediante estudios de detalle hidrológicos especializados, e implementación de las medidas correctivas que proponga, para facilitar el escurrimiento del cauce.
- La susceptibilidad alta de remoción en masa asociado fundamentalmente a las laderas de los cerros son determinadas en su mayoría por la pendiente, más que a la caída de rocas. No se recomienda realizar edificaciones en zonas que posean este tipo de susceptibilidad.
- Las zonas de susceptibilidad media de remoción en masa, corresponden a zonas que se encuentran al pie de las laderas de los cerros, en sectores que poseen una pendiente no muy abrupta, y que de alguna manera genera una contención de la caída de rocas y transición de pendientes, de las zonas de susceptibilidad baja de remoción en masa. Se recomienda generar medidas de contención y estabilidad de laderas, ya sea por escalonamiento de laderas, muros de contención, mallas de contención, etc.
- Las zonas de susceptibilidad baja de remoción en masa, corresponde a zonas cuya lejanía a las laderas de los cerros y a la vez de la dinámica del río, hacen poco probable tanto del evento de inundación como de remoción.
- No existe Riesgo de Tsunami para Cuya, y si existe susceptibilidad de éste riesgo en la desembocadura de la quebrada de Camarones. En este sentido, es necesario contemplar medidas preventivas para su población, que puedan disminuir el impacto en la población y las viviendas, ante un evento importante de tsunami en el sector.

### **Recomendaciones de Uso y Manejo**

- Áreas Susceptibles al riesgo por remoción en masa

En este caso, se han considerado de la carta de riesgo presentada anteriormente, los niveles de susceptibilidad alto y medio de riesgo de remoción, ya que en estos niveles de amenaza existe una alta y media probabilidad de que fenómenos asociados a remoción en masa afecten el desarrollo urbano. Por ello se recomienda que se restrinjan aquellos sectores al asentamiento urbano, a menos que se realice un manejo de las zonas definidas como de riesgo por este tipo de fenómenos.

#### **i) Restricciones al Desarrollo Urbano**

Se recomienda restringir todo desarrollo urbano en las áreas identificadas en la cartografía como alta susceptibilidad al riesgo de remoción en masa, por la potencialidad de que eventos naturales afecten la infraestructura y la población que allí potencialmente trabaje o se asiente.

#### **ii) Potencialidad para el Desarrollo Urbano**

Si bien estas áreas no poseen potencialidad para el desarrollo urbano, su correcto manejo puede determinar la modificación de su categorización de susceptibilidad.

- Áreas susceptibles al riesgo por Inundación

Para el caso de las zonas de alta susceptibilidad a la inundación, se hace pertinente considerar como medidas preventivas la necesidad de aumentar la sección del cauce, corregir la geometría de su eje, evitar el flujo no controlado del río, construir pretilos en ambos lados de los ríos para encauzarlos en su salida de la zona confinada y entrar a las planicies de la desembocadura.

Se recomienda la limpieza de cauces.

Respecto a las recomendaciones de uso y manejo, es aconsejable no permitir los asentamientos en las zonas ribereñas, inmediatas al cauce.

Se han identificado las zonas proclives a sufrir procesos de anegamiento producto de fenómenos naturales extremos. De acuerdo a esto, se recomienda restringir dichas áreas al desarrollo urbano, con la salvedad de que se lleven a cabo obras hidráulicas u de otro tipo de actividades que permitan manejar el fenómeno de inundación, en cuyo caso podría soslayarse el riesgo en dichos sectores.

Se recomienda incluir zonas de restricción a la edificación, desde el borde del curso de agua, que permiten evitar que casas u otro tipo de construcciones se ubiquen en el borde del lecho de inundación o del escarpe de desgaste del curso hídrico.

#### i) Restricciones al Desarrollo Urbano

Las zonas proclives a susceptibilidad alta de inundación, constituyen áreas de alto riesgo para los asentamientos humanos por sus crecidas intermitentes, en las cuales no se permitirán construcciones habitables. Es preciso señalar que dichos terrenos pueden presentar actividades de orden temporal, que no impliquen la presencia de viviendas u edificación de obras de infraestructuras de uso permanente (salvo aquellas que cuenten con la autorización de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP), que reconozcan en su constitución el riesgo en que se encuentran. Las zonas proclives a susceptibilidad media de inundación, constituyen un menor riesgo para los asentamientos humanos, sin embargo, se recomienda incorporarlas en el instrumento de planificación como área de riesgo, de manera de que los proyectos apliquen el art. 2.1.17 y realicen estudios específicos para determinar la necesidad de obras de mitigación para su emplazamiento.

#### ii) Potencialidad para el Desarrollo Urbano

Si bien estas zonas están afectas a una restricción o condicionamiento al desarrollo urbano, existe la posibilidad que los cauces de las quebradas puedan ser manejados mediante obras de contención que evite los fenómenos de desborde e inundación. La implementación de medidas apropiadas permite disminuir la superficie afecta a restricción por inundaciones.

- Alta Susceptibilidad de Riesgo por Tsunamis

Se ha identificado el territorio con alta susceptibilidad de riesgo por tsunami en torno al sector costero. Una menor parte del área urbana destinada al asentamiento humano, está restringida al desarrollo urbano por este tipo de fenómeno. Para esta situación, se puede recomendar un diseño vial que permita la evacuación poblacional de los sectores afectados en un tiempo prudente. De esta forma es posible minimizar que un evento de tsunamis afecte a la población, no así la infraestructura edificada.

#### i) Restricciones al Desarrollo Urbano

El riesgo de tsunami corresponde a un área del litoral cuyos límites están definidos en parte por la carta de evacuación de tsunami elaborada por la ONEMI, y realizados sobre una serie de variables y modelaciones propuestas.

A nivel nacional se sigue lo definido en la LGUC, en la OGUC y la recomendación que se realiza en la circular N°55. Estas no restringen el desarrollo urbano en estas zonas, sólo se solicita que la urbanización considere las exigencias de obra dirigidas a minimizar los riesgos<sup>15</sup>. En este sentido, el plan plantea una

---

<sup>15</sup> La circular N°55 establece que: “Junto a lo anterior, debe considerarse la situación de los terrenos

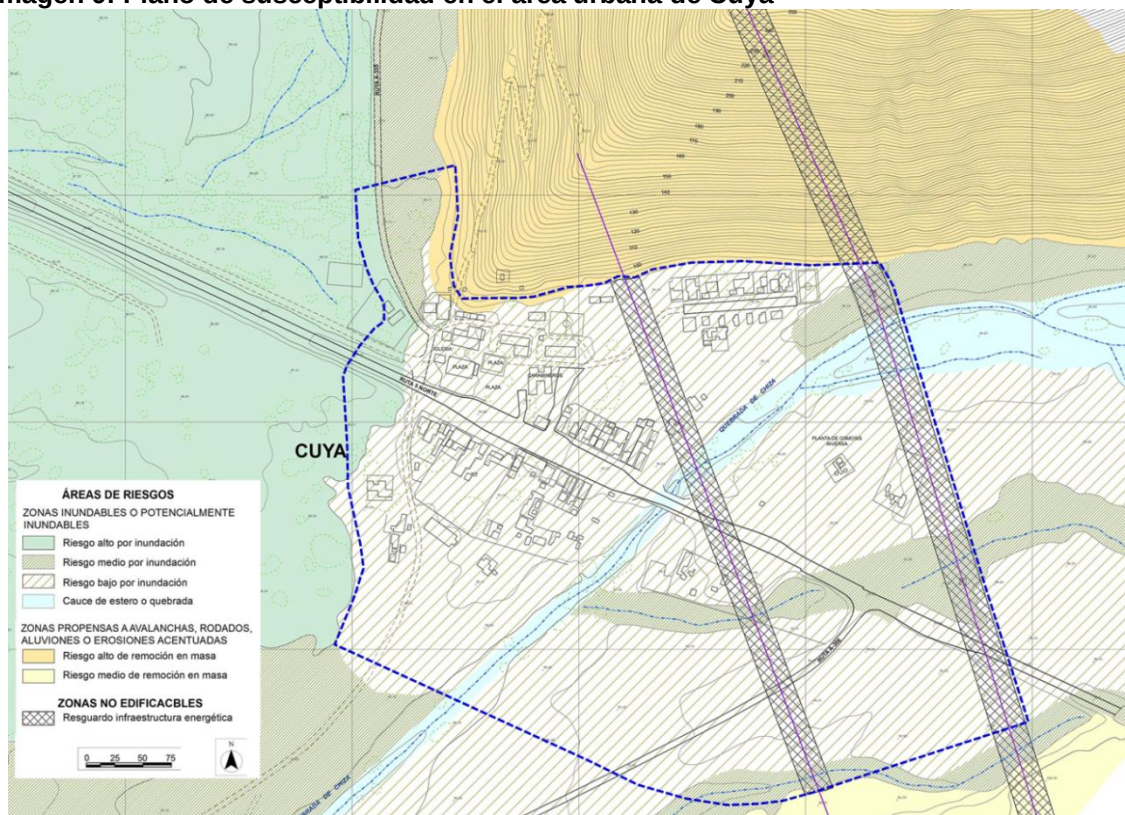
zonificación que tienda a evitar la permanencia en los sectores afectados y contar con una red de circulaciones que permitan una rápida evacuación.

Para poder establecer normas constructivas específicas en aquellos sectores afectos a este tipo de riesgo, como por ejemplo la definición de la construcción de recintos habitables a partir del 2º piso o de los 3.50 metros sobre el nivel del terreno, se requiere un instrumento distinto al Plan Seccional.

## ii) Potencialidad para el Desarrollo urbano

Como se describió anteriormente, si se consideran las medidas adecuadas que permitan la evacuación rápida de la población que resida o trabaje en el sector costero, y la minimización del daño sobre la infraestructura, es posible el desarrollo urbano en esta zona.

**Imagen 9: Plano de susceptibilidad en el área urbana de Cuya**

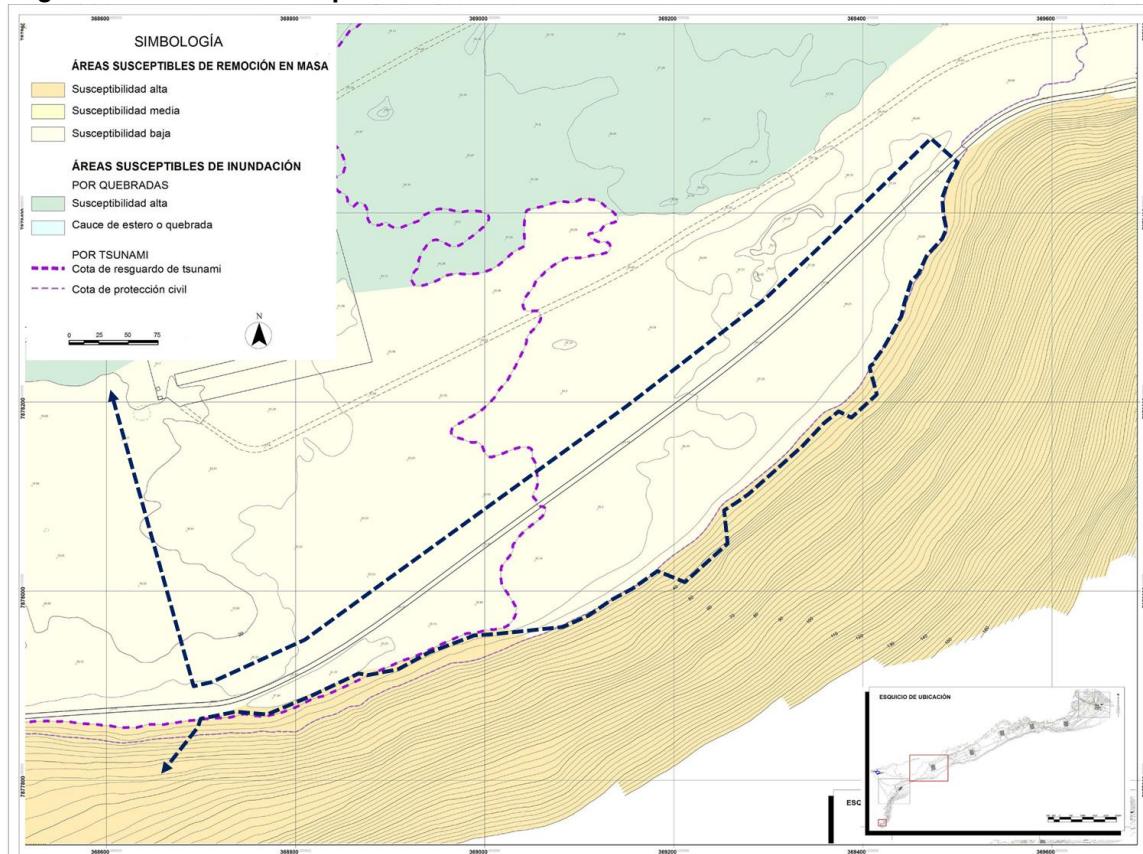


situados en el borde del litoral, respecto de los cuales el instrumento debe establecer las correspondientes exigencias de obras dirigidas a minimizar los riesgos de inundación o daños a las estructuras.

Cuando se encuentren en territorios aún no consolidados, es recomendable que el Plan señale las cotas de altura mínima sobre el nivel del mar en que se podría emplazar construcciones, o recintos habitables”.



**Imagen 10: Plano de susceptibilidad en el área urbana de Chinchorro**



Raúl Barra  
Ingeniero Civil Geografía  
Profesional especialista

**PLAN SECCIONAL CUYA – CALETA CAMARONES**  
**COMUNA DE CAMARONES**

**Anexo: Estudio de equipamientos**

Noviembre de 2017





## ÍNDICE

|          |                                                    |          |
|----------|----------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>ESTUDIO DE EQUIPAMIENTOS .....</b>              | <b>4</b> |
| 1.1      | Introducción .....                                 | 4        |
| 1.2      | Marco normativo .....                              | 4        |
| 1.3      | Análisis del equipamiento .....                    | 6        |
| 1.3.1    | Metodología del estudio .....                      | 6        |
| 1.4      | Antecedentes del equipamiento .....                | 9        |
| 1.5      | Análisis de cobertura de la situación actual ..... | 11       |
| 1.5.1    | Equipamiento de Salud .....                        | 12       |
| 1.5.2    | Equipamiento Educativo .....                       | 12       |
| 1.5.3    | Equipamiento Seguridad .....                       | 13       |
| 1.5.4    | Equipamiento Deportivo .....                       | 14       |
| 1.5.5    | Áreas verdes .....                                 | 14       |
| 1.6      | Conclusiones .....                                 | 15       |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Imagen 1: Plano localización equipamiento básico en Cuya .....             | 10 |
| Imagen 2: Plano localización equipamiento básico en Caleta Camarones ..... | 11 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Estándares de equipamiento Matriz INCAL .....                                             | 7  |
| Tabla 2: Localidades del Valle de Camarones consideradas en el estudio .....                       | 7  |
| Tabla 3: Proyección de población para cálculo de suficiencia .....                                 | 8  |
| Tabla 4: Rangos etarios según Censo 2002 .....                                                     | 9  |
| Tabla 5: Situación actual del equipamiento básico en el sistema Cuya-Caleta Camarones .....        | 9  |
| Tabla 6: Tipología del equipamiento a evaluar por clase de equipamiento. ....                      | 11 |
| Tabla 7: Suficiencia equipamiento de salud comunal .....                                           | 12 |
| Tabla 8: Suficiencia del equipamiento educación en el sistema Cuya-Caleta Camarones .....          | 13 |
| Tabla 9: Suficiencia equipamiento de seguridad .....                                               | 13 |
| Tabla 10: Suficiencia del equipamiento deportivo en el sistema Cuya-Caleta Camarones .....         | 14 |
| Tabla 11: Suficiencia de áreas verdes en el sistema Cuya-Caleta Camarones .....                    | 14 |
| Tabla 12: Síntesis Dotación actual y requerimiento de equipamiento básico según Matriz Incal ..... | 16 |



## **1 ESTUDIO DE EQUIPAMIENTOS**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El presente informe es parte de los estudios complementarios que conforman el expediente urbano del Plan Seccional Codpa – Guañacagua. Estos informes se enmarcan dentro de lo establecido en el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), para la elaboración de los Planes Reguladores Comunales. Tiene por objeto establecer una metodología de análisis que permita estimar la oferta, demanda y cobertura de equipamiento básico para determinar la suficiencia de dicho equipamiento en el área de estudio del instrumento de planificación territorial (IPT).

Para este informe se realiza un análisis territorial orientado a generar un perfil del territorio, exponiendo la oferta actual existente en el área de estudio en relación a la dotación de equipamiento básico conforme a las clases de: salud, educación, deporte, seguridad y áreas verdes. Dicho análisis permite establecer relaciones entre patrones de localización del equipamiento y la población existente en el área de estudio.

### **1.2 MARCO NORMATIVO**

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en su artículo 2.1.15, define que los Planes Seccionales se componen de una memoria simple, una ordenanza y los planos. Para el caso de este Plan Seccional, se ha determinado elaborar también los estudios de base indicados en la OGUC en su artículo 2.1.10 que define los documentos que conforman un Plan Regulador Comunal y especifica los estudios especiales que componen la Memoria Explicativa y que deben apoyar la propuesta.

Uno de los estudios especiales corresponde al del Equipamiento, cuyo objetivo es *“...permitir la definición de áreas para el desarrollo y expansión de este, cumpliendo a lo menos con los porcentajes mínimos de superficie de suelo urbano comunal definidos por la planificación urbana intercomunal.”*<sup>1</sup>

En el caso de la comuna de Camarones, no existe instrumento de escala intercomunal, por lo que se aplica como base de desarrollo, la metodología que utiliza la Matriz INCAL, indicada en el Estudio de Estándares de Equipamiento, elaborado por A.C. Consultores en el año 1996, dicha matriz define los estándares de equipamiento requeridos.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Art. 2.1.10 OGUC. Punto 1), letra d).

<sup>2</sup> Cabe señalar que ésta metodología es reconocida por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

### **a. Definiciones de equipamiento**

En el artículo 2.1.33 de la OGUC, se definen las clases de equipamiento, siendo éstas las siguientes: científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social, pudiendo una construcción tener dos o más de ellas.

Si bien las clases de equipamiento son las que se indicaron anteriormente, las que se consideran para el desarrollo del presente estudio son aquellas de carácter “básico”, entendidas como aquellas provistas por el sector público y sin las cuales no es posible que un centro urbano se desarrolle adecuadamente. Las clases consideradas son entonces: salud, educación, deporte, seguridad y áreas verdes.

### **b. DDU 227**

En la circular emitida por la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, DDU N°227, se establecen los antecedentes técnicos y normativos que componen el Plan Regulador Comunal. Respecto al Estudio del Equipamiento Comunal se establece lo siguiente:

*“Debe contener los antecedentes suficientes para establecer que la actual oferta y localización de los distintos tipos de equipamientos, así como las zonas que los admiten, son suficientes para complementar y satisfacer las demandas que se generarán en términos de prestación de servicios a las futuras actividades – residenciales y productivas- que el Plan permitirá. En todo caso, se deberá propender a no generar áreas urbanas desprovistas de servicios y de equipamiento, especialmente por exclusión de este tipo de uso de suelo.*

*Adicionalmente, contendrá los antecedentes para prever nuevas necesidades de equipamiento, a fin de que en las zonas que se regulan se permita este uso de suelo para que se generen nuevas áreas para el desarrollo de equipamiento y / o expansión de las existentes.”<sup>3</sup>*

---

<sup>3</sup> Fuente: texto extraído del documento Circular DDU 227 Planificación, Formulación y Contenidos Plan Regulador, ord. N° 0935 con fecha 01 Diciembre 2009.

## 1.3 ANÁLISIS DEL EQUIPAMIENTO

### 1.3.1 Metodología del estudio

#### a. Objetivo del estudio

El presente estudio tiene por objeto establecer el nivel de suficiencia que presenta el equipamiento básico en el área de estudio, tanto en la situación actual como en la proyectada, permitiendo así definir áreas para su desarrollo y expansión, con el fin de que la propuesta de formulación del Plan Seccional de Cuya – Caleta Camarones permita, a través de la planificación urbana, generar las condiciones normativas para su emplazamiento.

#### b. Estándares utilizados para el cálculo de suficiencia del equipamiento

##### **Definición de los estándares:**

Se determina la dotación actual de equipamiento dentro del sistema de localidades en estudio, correspondiente a las del tipo **Salud, Educación, Seguridad, Deporte y Áreas verdes**, a través de un catastro cuantitativo y cualitativo dependiendo de la tipología analizada y la información disponible.

Para el cálculo de suficiencia, se determinan las demandas por cada tipo de equipamiento, de acuerdo a una estructura demográfica, utilizando la matriz INCAL como base para la elaboración de los estándares. Esta matriz entrega un total teórico de terreno destinado, por cierto número de habitantes, definiendo las unidades básicas para el cálculo del estudio. Se realiza un análisis comparativo del equipamiento existente con la demanda actual.

Finalmente, para determinar el requerimiento proyectado, se elabora un escenario a partir de la proyección de la población dentro de los tiempos de vigencia del Plan Seccional, analizando el requerimiento a futuro, año 2036.

##### **Definición de unidades básicas y terreno requerido:**

Para determinar el déficit o suficiencia de equipamiento básico, la matriz INCAL establece tipologías por clase de equipamiento. Plantea como criterio general el cálculo de  $m^2$ /usuario igual a los  $m^2$  de terreno necesarios. En el caso particular de la clase de educación, además, se considera un estándar de cobertura en relación a la cantidad de matrículas de los tipos de establecimientos que la matriz indica.

A continuación se presentan las tipologías y estándares de  $m^2$  por usuario de la Matriz INCAL para el cálculo de suficiencia:

**Tabla 1: Estándares de equipamiento Matriz INCAL**

| CLASE DE EQUIPAMIENTO | TIPOLOGÍA                      | M2 TERRENO | M2 TERRENO / USUARIO | COBERTURA (HABITANTES) |
|-----------------------|--------------------------------|------------|----------------------|------------------------|
| SALUD                 | Posta rural                    | 300        | 0,15                 | 2.000                  |
|                       | Consultorio G – 10             | 1000       | 0,10                 | 10.000                 |
|                       | Consultorio G – 20             | 1200       | 0,06                 | 20.000                 |
|                       | Consultorio G - 40             | 1200       | 0,03                 | 40.000                 |
| EDUCACIÓN             | Jardín Infantil                | 96         | 3,00                 | --                     |
|                       | Escuela B09 (375 matrículas)   | 2206       | 5,88                 | --                     |
|                       | Escuela B14 (600 matrículas)   | 3296       | 5,49                 | --                     |
|                       | Escuela B18 (780 matrículas)   | 4152       | 5,32                 | --                     |
|                       | Liceo HC 12 (510 matrículas)   | 3116       | 6,11                 | --                     |
|                       | Liceo HC 18 (780 matrículas)   | 4655       | 5,96                 | --                     |
|                       | Liceo HC 26 (1.140 matrículas) | 5442       | 4,77                 | --                     |
| SEGURIDAD             | Retén                          | 300        | 0,26                 | 11.200                 |
|                       | Tenencia                       | 1600       | 0,06                 | 28.000                 |
|                       | Subcomisaría                   | 5800       | 0,12                 | 50.000                 |
|                       | Comisaría                      | 5800       | 0,12                 | 50.000 y más           |
| ÁREAS VERDES          | Juegos Infantiles              | 150        | 0,25                 | 750                    |
|                       | Parque de Adultos              | 35000      | 2,5                  | 14.000                 |
|                       | Parque Urbano Comunal          | 170000     | 5,00                 | 30.000 y más           |
| DEPORTES              | Centro Abierto                 | 1510       | 0,60                 | 2.500                  |
|                       | Cancha de Fútbol               | 9048       | 3,61                 | 2.500                  |
|                       | Multicancha                    | 880        | 0,40                 | 2.200                  |

Fuente: Los datos presentados en la tabla corresponden a los entregados por A.C. Consultores, en el Estudio de Estándares de Equipamiento, 1996.

### c. Información demográfica para el análisis de suficiencia

Se considera los datos de población obtenidos del censo del año 2002 para la comuna de Camarones, de 1.220 habitantes.

Para el análisis demográfico del área de desarrollo del Plan, fue incorporada la población de la localidad de Camarones, que si bien se encuentra fuera del área de estudio, puede existir una dependencia de esta localidad respecto a los servicios y equipamientos básicos del área de estudio. En dicho escenario, exclusivamente para el cálculo de población, fueron considerados los 3 caseríos identificados en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Localidades del Valle de Camarones consideradas en el estudio**

| Categoría INE | Nombre           | 2002       |           |           |
|---------------|------------------|------------|-----------|-----------|
|               |                  | Total      | Hombre    | Mujer     |
| Caserío       | Cuya             | 64         | 34        | 30        |
| Caserío       | Caleta Camarones | 44         | 25        | 19        |
| Caserío       | Camarones        | 46         | 24        | 22        |
| <b>Total</b>  |                  | <b>154</b> | <b>83</b> | <b>71</b> |

Fuente: elaboración propia en base a antecedentes del Censo 2002, INE.

Al año 2002 el sistema de localidades de Cuya – Caleta Camarones representaba un 12,6% de la población comunal.

La proyección de la población se realiza de acuerdo al escenario optimista desarrollado en el Estudio de Crecimiento de este informe (presentado en el Cap. IV, punto 4.1), el que utiliza una tasa de crecimiento anual de 3,6%, y se aumenta proporcionalmente de acuerdo a la población utilizada para la evaluación de este estudio: 513 habitantes (en los escenarios de crecimiento se proyecta con la población del sistema entre Cuya y Caleta Camarones que corresponde a 359 habitantes).

**Tabla 3: Proyección de población para cálculo de suficiencia**

|                                              | Población 2002 | Población proyectada para el año 2036 |
|----------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Comuna de Camarones                          | 1220 habs.     | 4.061                                 |
| Sistema de localidades Cuya-Caleta Camarones | 154 habs.      | 513                                   |
| Resto de la comuna                           | 1.066 habs.    | 3.548                                 |

*Fuente: elaboración propia en base a antecedentes del Censo 2002, INE.*

La población proyectada para el año 2036, es de 4.061 habitantes para el total de la comuna y 513 habitantes para el sistema. Reconociendo la dispersión de localidades de la comuna, y la difícil conectividad que existe entre ellas, especialmente entre los asentamientos de los distintos valles, es que los equipamientos localizados en Cuya sólo se asociaran a las demandas del sistema.

#### **d. Determinación de la demanda general:**

Para determinar la demanda de requerimiento de la Matriz INCAL, existen 2 formas de cálculo:

Para los equipamientos de salud, seguridad y áreas verdes, se multiplica la población total del sistema, por el factor de requerimiento de m<sup>2</sup> por usuario definido en la matriz, con el fin de determinar el requerimiento total y su comparación con la situación existente.

Para el equipamiento educacional y deporte, se establece un requerimiento por rango etáreo, por lo que se multiplica la población total de la localidad, por el porcentaje de población en el rango etáreo correspondiente, con el fin de determinar qué parte de esta población corresponde a la población usuaria para cada equipamiento.

#### **e. Clasificación de la población por edad:**

Para establecer la demanda de las clases de equipamiento de Educación y Áreas Verdes se realiza una clasificación de la población por edad con las participaciones de rango etarios levantadas en el Censo del año 2002.

Para la demanda de educación se consideran los rangos etáreos que van de 0-4 años para educación preescolar, 5-14 años para educación básica y 15-19 años para educación media.



En el caso del equipamiento Deportivo, la matriz INCAL considera para el cálculo un rango de edad de 5 -64 años. Dado que las expectativas de vida aumentan al mismo tiempo que se fomenta cada vez más el estilo de vida saludable, para el presente estudio se toma un rango más amplio, de 5 – 74 años, aumentando la demanda para dicha clase.

En resumen, para el cálculo de suficiencia de equipamiento de educación y deporte, se tiene lo siguiente:

**Tabla 4: Rangos etarios según Censo 2002**

| <b>Tipo de equipamiento:</b>                                             | <b>Educación</b> |             |              | <b>Deporte</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|--------------|----------------|
| <b>Distribución por edad:</b>                                            | <b>0-4</b>       | <b>5-14</b> | <b>15-19</b> | <b>5-74</b>    |
| <b>Porcentaje de población :</b>                                         | <b>7%</b>        | <b>17%</b>  | <b>9%</b>    | <b>91%</b>     |
| Población comunal 2002 (N° habs.)                                        | 88               | 225         | 97           | 1.116          |
| Población sistema de localidades Cuya-Caleta Camarones 2002 (N° habs.)   | 11               | 26          | 14           | 140            |
| Población sistema de localidades Cuya-Caleta Camarones a 2036 (N° habs.) | 36               | 87          | 46           | 467            |

*Fuente: Composición etaria Censo 2002, INE*

## 1.4 ANTECEDENTES DEL EQUIPAMIENTO

En el siguiente cuadro se presenta la cantidad y tipo de equipamiento básico existente en las localidades de Cuya y Caleta Camarones, información levantada en el catastro en terreno realizado por URBE en el marco del diagnóstico de la elaboración del Plan Seccional. Cabe mencionar que el equipamiento en Caleta Camarones es precario e informal.

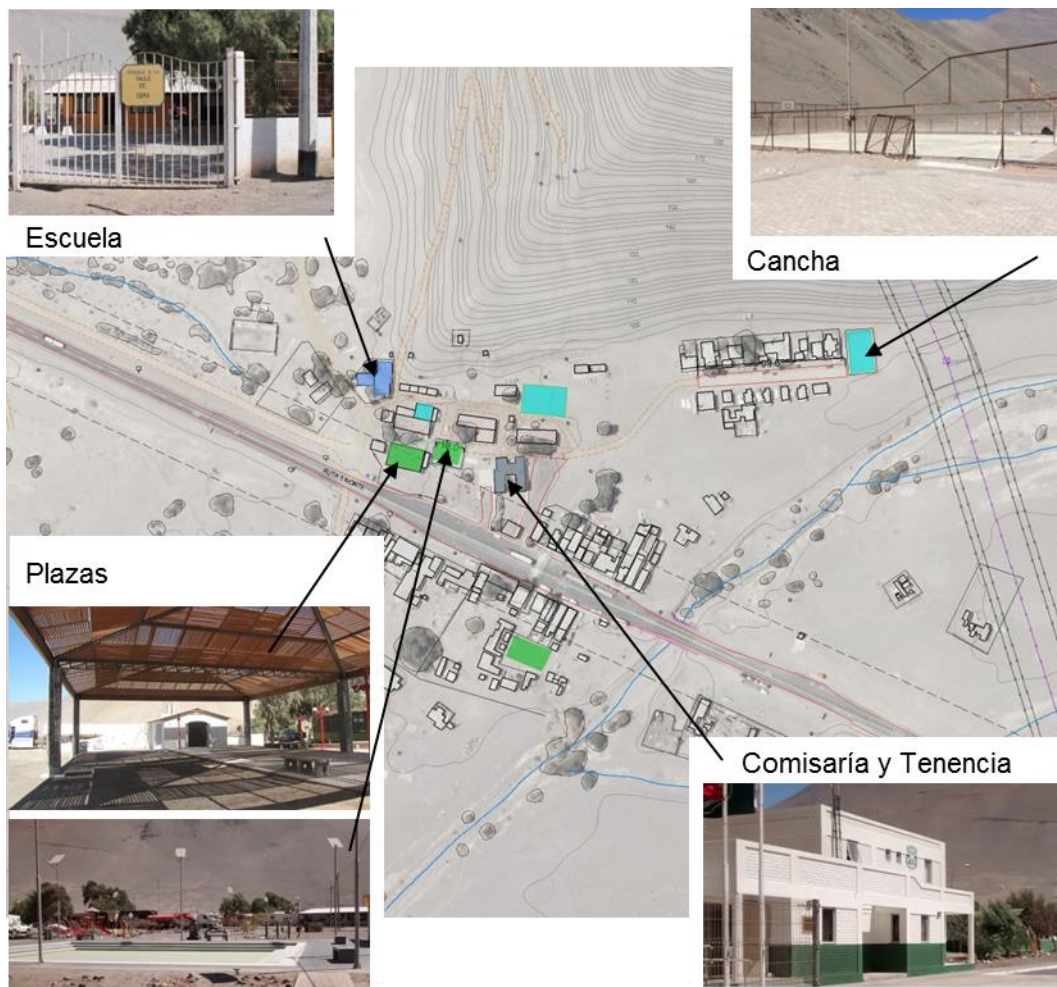
**Tabla 5: Situación actual del equipamiento básico en el sistema Cuya-Caleta Camarones**

| <b>Clase de Equipamiento</b> | <b>Tipología</b> | <b>Cantidad de establecimientos</b> | <b>m2 terreno*</b> | <b>Nombre / ubicación</b>           |
|------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Salud                        | Posta rural      | 0                                   | 0                  | 0                                   |
| Educación                    | Jardín infantil  | 1                                   | --                 | Semillitas de Cuya, (en el colegio) |
|                              | Básica           | 1                                   | 640                | Valle de Cuya, Escuela G-121        |
|                              | Media            | 0                                   | 0                  | --                                  |
| Seguridad                    | Carabineros      | 1                                   | 950                | Cuya                                |
| Deporte                      | Gimnasio         | 1                                   | 80**               | Cuya (en la municipalidad)          |
|                              | Cancha           | 1                                   | 600                | Cuya                                |
|                              | Cancha           | 1                                   | 600                | Cuya                                |
|                              | Cancha           | 1                                   | 600                | Caleta Camarones                    |
| Áreas verdes                 | Plaza techada    | 1                                   | 350                | Cuya                                |

|  |                 |   |     |                  |
|--|-----------------|---|-----|------------------|
|  | Plaza cívica    | 1 | 350 | Cuya             |
|  | Plaza (tierra)  | 1 | 350 | Cuya             |
|  | Plaza de juegos | 1 | 200 | Cuya             |
|  | Plaza           | 1 | 250 | Caleta Camarones |
|  | Plaza           | 1 | 100 | Caleta Camarones |

\* Superficie referencial calculada levantamiento topográfico y foto aérea GEOCEN. No todos los equipamientos tienen un lote definido por lo que se hace una estimación de acuerdo a la edificación y el espacio colindante relacionado.

**Imagen 1: Plano localización equipamiento básico en Cuya**



Fuente: Registro fotográfico y catastro consultora, diciembre 2015, enero 2016.

**Imagen 2: Plano localización equipamiento básico en Caleta Camarones**



Fuente: Registro fotográfico y catastro consultora, diciembre 2015, enero 2016.

## 1.5 ANÁLISIS DE COBERTURA DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con los antecedentes entregados en el punto anterior, se realiza la homologación del equipamiento existente a las tipologías de la matriz INCAL, y se establece la situación de déficit o suficiencia actual.

Para analizar este punto, primero se determinan las tipologías de equipamiento que efectivamente requieren ser analizadas según la cobertura que tienen los equipamientos de acuerdo a los estándares de la matriz INCAL. En este sentido, la tabla se resume a lo siguiente:

**Tabla 6: Tipología del equipamiento a evaluar por clase de equipamiento.**

| CLASE DE EQUIPAMIENTO | TIPOLOGÍA                    | M2 TERRENO | M2 TERRENO / USUARIO | COBERTURA (HABITANTES) |
|-----------------------|------------------------------|------------|----------------------|------------------------|
| SALUD                 | Posta rural                  | 300        | 0,15                 | 2.000                  |
|                       | Jardín Infantil              | 96         | 3,00                 | --                     |
| EDUCACIÓN             | Escuela B09 (375 matrículas) | 2206       | 5,88                 |                        |
|                       | Liceo HC 12 (510 matrículas) | 3116       | 6,11                 |                        |
| SEGURIDAD             | Retén                        | 300        | 0,26                 | 11.200                 |
| ÁREAS VERDES          | Juegos Infantiles            | 150        | 0,25                 | 750                    |
|                       | Parque de Adultos            | 35000      | 2,5                  | 14.000                 |
| DEPORTES              | Centro Abierto               | 1510       | 0,60                 | 2.500                  |
|                       | Cancha de Fútbol             | 9048       | 3,61                 | 2.500                  |
|                       | Multicancha                  | 880        | 0,40                 | 2.200                  |

Fuente: elaboración propia en base a antecedentes del Censo 2002, INE.

### 1.5.1 Equipamiento de Salud

En el área de estudio no existe equipamiento de salud (en la comuna sólo existe como equipamiento de salud una posta rural en la localidad de Codpa).

**Tabla 7: Suficiencia equipamiento de salud comunal**

Situación Actual: (154 habitantes)

| Tipo de establecimiento<br>Matriz INCAL | Requerimiento<br>2002 |    | Establecimientos<br>Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|-----------------------------------------|-----------------------|----|--------------------------------|----|---------------------|----|
|                                         | M2                    | UN | M2                             | UN | M2                  | UN |
| Posta rural                             | 23                    | 1  | 0                              | 0  | --                  | 1  |

Situación proyectada: (513 habitantes)

| Tipo de establecimiento<br>Matriz INCAL | Requerimiento<br>2036 |    | Establecimientos<br>Existentes |    | Déficit proyectado 2036 |    |
|-----------------------------------------|-----------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------|----|
|                                         | M2                    | UN | M2                             | UN | M2                      | UN |
| Posta rural                             | 77                    | 1  | 0                              | 0  | --                      | 1  |

En el área de estudio se requiere el emplazamiento de un equipamiento de salud (posta rural) para satisfacer la demanda. Según lo indicado por la matriz INCAL, se requiere una superficie de  $0,15m^2$  por usuario. El cálculo teórico determina que, actualmente los 154 habitantes requieren para cubrir su necesidad 1 unidad y  $23m^2$  de superficie. Bajo la misma lógica, la población proyectada necesitaría  $77m^2$  de superficie. Cuya, al no contar con equipamiento de Salud, las unidades y superficies antes descritas se transforman en déficit tanto actual como proyectado.

Como criterio general, no se considera óptimo que una posta rural funcione en  $23m^2$ , superficie actualmente requerida según el cálculo de la Matriz INCAL. Por otra parte, la matriz INCAL determina que el módulo de  $300m^2$  tiene una cobertura hasta de 2.000 habitantes, cifra que excede en 4 veces a la población proyectada en este estudio. Según los datos indicados, la posta de Codpa resuelve las necesidades de la población en los  $250m^2$  de terreno<sup>4</sup>, cumpliendo con el requerimiento actual y de igual forma cumpliendo para la proyección a 20 años.

### 1.5.2 Equipamiento Educativo

Como se indicó anteriormente, el análisis se realiza sobre la tipología de “Escuela B09” (375 matrículas) y “Liceo HC 12” (510 matrículas), cuya cobertura satisface ampliamente la demanda.

La información sobre el número de matrículas en los establecimientos en el sistema Cuya – Caleta Camarones, <sup>5</sup> dista mucho de las capacidades potenciales

<sup>4</sup> Como antecedente complementario se indica de referencia el documento de “Normas técnicas postas de salud rural 2011”, del Ministerio de Salud, que señala que el Programa médico arquitectónico referencial para las postas de salud rural, es de  $172m^2$ .

<sup>5</sup> De acuerdo a los datos del PADEM 2016, a Agosto de 2015, la Escuela Valle de Cuya tiene una matrícula efectiva de 9 alumnos.

que indica la matriz, observándose un sobredimensionamiento si se considera la superficie del módulo.

**Tabla 8: Suficiencia del equipamiento educación en el sistema Cuya-Caleta Camarones**

Situación actual: (154 habitantes. (0-4) 11hab, (5-14) 26hab, (15-18) 14 hab

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimientos 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|--------------------------------------|---------------------|----|-----------------------------|----|---------------------|----|
|                                      | M2                  | UN | M2                          | UN | M2                  | UN |
| Jardín infantil                      | 33                  | 1  | 33                          | 1  | 0                   | 0  |
| Escuela B09 (375 matrículas)         | 166                 | 1  | 607                         | 1  | 0                   | 0  |
| Liceo HC 12 (510 matrículas)         | 87                  | 1  | 0                           | 0  | 87                  | 1  |

Situación proyectada: (513 habitantes. (0-4) 37hab, (5-14) 94hab, (15-18) 48hab

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimientos 2036 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit proyectado 2036 |    |
|--------------------------------------|---------------------|----|-----------------------------|----|-------------------------|----|
|                                      | M2                  | UN | M2                          | UN | M2                      | UN |
| Jardín infantil                      | 111                 | 1  | 89                          | 1  | 22                      | 1  |
| Escuela B09 (375 matrículas)         | 551                 | 1  | 551                         | 1  | 0                       | 0  |
| Liceo HC 12 (510 matrículas)         | 290                 |    | 690                         | 1  | 290                     | 1  |

El déficit actual corresponde a la tipología de Liceo, tanto en unidades como en superficie. Respecto a la situación proyectada existe déficit en las tipologías de Jardín infantil y Liceo, siendo el déficit de superficie de 22m<sup>2</sup> y 290m<sup>2</sup> respectivamente.

### 1.5.3 Equipamiento Seguridad

En Cuya existe una comisaría y tenencia, el equipamiento está cubierto y sobredimensionado respecto a la población actual y a la proyectada.

**Tabla 9: Suficiencia equipamiento de seguridad**

Situación Actual: (154 habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|---------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                  | UN |
| Retén                                | 40                 | 1  | 950                         | 1  | 0                   | 0  |

Situación proyectada: (513 habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit proyectado 2036 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|-------------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                      | UN |
| Retén                                | 133                | 1  | 950                         | 1  | 0                       | 0  |

Actualmente existe un superávit de 910m<sup>2</sup> y para el año 2036 existirá un superávit de 817m<sup>2</sup>.



### 1.5.4 Equipamiento Deportivo

En Cuya existen 2 canchas (multicanchas) y un gimnasio (en dependencias de la municipalidad). Además, en el asentamiento de la desembocadura de la Quebrada de Camarones existe 1 cancha.

**Tabla 10: Suficiencia del equipamiento deportivo en el sistema Cuya-Caleta Camarones**

Situación Actual: (154 habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|---------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                  | UN |
| Gimnasio (centro abierto)            | 92                 | 1  | 100                         | 0  | 0                   | 0  |
| Multicancha                          | 62                 | 1  | 1.800                       | 2  | 0                   | 0  |
| Cancha de fútbol                     | 556                | 1  |                             | 1  | 0                   | 0  |

Situación proyectada: (513 habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|---------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                  | UN |
| Gimnasio (centro abierto)            | 308                | 1  | 100                         | 0  | 208                 | 1  |
| Multicancha                          | 205                | 1  | 1.800                       | 2  | 50                  | 0  |
| Cancha de fútbol                     | 1.850              |    |                             | 1  |                     | 0  |

Actualmente, se cubre la necesidad de la población para las tres tipologías de establecimientos deportivos. Respecto a la proyección poblacional al año 2036, existirá un déficit en la tipología de Gimnasio de 1 unidad y 208m<sup>2</sup>. En cuanto a las canchas, estas son suficientes, pero se considera que su estado debe mejorar para poder ser consideradas una dotación efectiva.

### 1.5.5 Áreas verdes

En Cuya existe 1 plaza cubierta, 1 plaza central de carácter cívico y con juegos infantiles, y 1 plaza de tierra en regular condición. En el asentamiento de la desembocadura de la Quebrada de Camarones existen 2 sectores que se usan como plazas, aunque su estado es precario.

**Tabla 11: Suficiencia de áreas verdes en el sistema Cuya-Caleta Camarones**

Situación Actual: (154 habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit actual 2002 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|---------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                  | UN |
| Juegos infantiles (0,25m2/ usuario)  | 40                 | 1  | 200                         | 1  | 0                   | 0  |
| Plazas                               | 385                | -  | 1400                        | 5  | 0                   | 0  |

Situación proyectada: (513habitantes)

| Tipo de establecimiento Matriz INCAL | Requerimiento 2002 |    | Establecimientos Existentes |    | Déficit proyectado 2036 |    |
|--------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------|----|-------------------------|----|
|                                      | M2                 | UN | M2                          | UN | M2                      | UN |
| Juegos infantiles (0,25m2/ usuario)  | 128                | 1  | 200                         | 1  | 0                       | 0  |
| Plazas                               | 1283               | -  | 1400                        | 5  | 0                       | 0  |

La demanda actual y proyectada es cubierta por los establecimientos existentes en ambas tipologías (juegos infantiles y plazas).

## 1.6 CONCLUSIONES

Con respecto a los equipamientos básicos, en la actualidad, y considerando las coberturas requeridas, la mayor parte de los equipamientos cumplen con las demandas de la población.

El mayor déficit se produce porque no existe el equipamiento, que es el caso de salud y educación media.

En cuanto a las suficiencias proyectadas al 2036, se puede indicar que los equipamientos que existen (por tanto se excluyen salud y liceo), en general cumplen con el requerimiento para la población proyectada, el déficit se encuentra en los tipos educación, categoría jardín infantil, y deporte, categoría centro abierto (gimnasio).

La propuesta de Plan Seccional Cuya – Caleta Camarones, otorga ampliamente suelo para todo tipo de equipamiento básico.



**Tabla 12: Síntesis Dotación actual y requerimiento de equipamiento básico según Matriz Incal**

| Clase de Equipamiento | Tipología   | Dotación Existente |    | Situación 2002 (154 hab.) |    |                  |    | Situación proyectada: (513 hab.) |    |                      |    |
|-----------------------|-------------|--------------------|----|---------------------------|----|------------------|----|----------------------------------|----|----------------------|----|
|                       |             |                    |    | Requerimiento 2002*       |    | Déficit actual * |    | Requerimiento 2036*              |    | Déficit proyectado * |    |
|                       |             | M2                 | UN | M2                        | UN | M2               | UN | M2                               | UN | M2                   | UN |
| Salud                 | Posta rural | 0                  | 0  | 23                        | 1  | 23               | 1  | 77                               | 1  | 77                   | 1  |

| Clase de Equipamiento | Tipología                    | Dotación Existente |    | Situación 2002 (154 hab.)<br>(0-4) 11hab, (5-14) 26hab,<br>(15-18) 14 hab |    |                  |    | Situación proyectada: (513 hab.)<br>(513 habitantes. (0-4) 37hab, (5-14) 94hab, (15-18) 48hab |    |                      |    |
|-----------------------|------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|----|------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------|----|
|                       |                              |                    |    | Requerimiento 2002*                                                       |    | Déficit actual * |    | Requerimiento 2036*                                                                           |    | Déficit proyectado * |    |
|                       |                              | M2                 | UN | M2                                                                        | UN | M2               | UN | M2                                                                                            | UN | M2                   | UN |
| Educación             | Jardín infantil              | 33                 | 1  | 33                                                                        | 1  | 0                | 0  | 111                                                                                           | 1  | 22                   | 1  |
|                       | Escuela B09 (375 matriculas) | 607                | 1  | 166                                                                       | 1  | 0                | 0  | 551                                                                                           | 1  | 0                    | 0  |
|                       | Liceo HC 12 (510 matriculas) | 0                  | 0  | 87                                                                        | 1  | 87               | 1  | 290                                                                                           |    | 290                  | 1  |

| Clase de Equipamiento | Tipología | Dotación Existente |    | Situación 2002 (154 hab.) |    |                  |    | Situación proyectada: (513 hab.) |    |                      |    |
|-----------------------|-----------|--------------------|----|---------------------------|----|------------------|----|----------------------------------|----|----------------------|----|
|                       |           |                    |    | Requerimiento 2002*       |    | Déficit actual * |    | Requerimiento 2036*              |    | Déficit proyectado * |    |
|                       |           | M2                 | UN | M2                        | UN | M2               | UN | M2                               | UN | M2                   | UN |
| Seguridad             | Retén     | 950                | 1  | 40                        | 1  | 0                | 0  | 133                              | 1  | 0                    | 0  |

| Clase de Equipamiento | Tipología                 | Dotación Existente |    | Situación 2002 (154 hab.) |    |                  |    | Situación proyectada: (513 hab.) |    |                      |    |
|-----------------------|---------------------------|--------------------|----|---------------------------|----|------------------|----|----------------------------------|----|----------------------|----|
|                       |                           |                    |    | Requerimiento 2002*       |    | Déficit actual * |    | Requerimiento 2036*              |    | Déficit proyectado * |    |
|                       |                           | M2                 | UN | M2                        | UN | M2               | UN | M2                               | UN | M2                   | UN |
| Deportivo             | Gimnasio (centro abierto) | 100                | 0  | 92                        | 1  | 0                | 0  | 308                              | 1  | 208                  | 1  |
|                       | Multicancha               |                    | 2  | 62                        | 1  | 0                | 0  | 205                              | 1  |                      | 0  |
|                       | Cancha de fútbol          | 1.800              | 1  | 556                       | 1  | 0                | 0  | 1.850                            | 1  | 50                   | 0  |

| Clase de Equipamiento | Tipología                           | Dotación Existente |    | Situación 2002 (154 hab.) |    |                  |    | Situación proyectada: (513 hab.) |    |                      |    |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|----|---------------------------|----|------------------|----|----------------------------------|----|----------------------|----|
|                       |                                     |                    |    | Requerimiento 2002*       |    | Déficit actual * |    | Requerimiento 2036*              |    | Déficit proyectado * |    |
|                       |                                     | M2                 | UN | M2                        | UN | M2               | UN | M2                               | UN | M2                   | UN |
| Área Verde            | Juegos infantiles (0,25m2/ usuario) | 200                | 1  | 40                        | 1  | 0                | 0  | 128                              | 1  | 0                    | 0  |
|                       | Plazas                              | 1.400              | 5  | 385                       | -  | 0                | 0  | 1.283                            | -  | 117                  | 0  |

\* Requerimiento y déficit teórico dado por Matriz Incal. Los establecimientos deben responder a las necesidades que cada servicio requiera

Fuente: elaboración propia

Sandra Jara Domínguez  
Arquitecto  
Profesional especialista