



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

# **DETECCIÓN DE USOS DE AGUA Y OBRAS HIDRÁULICAS IRREGULARES EN LAS CUENCAS DE LIGUA Y PETORCA**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**REALIZADO POR:**

**DESARROLLA INGENIERÍA LTDA.**

**S.I.T. N° 354**

**SANTIAGO, DICIEMBRE, 2014**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

**Ministro de Obras Públicas**

Sr. Alberto Undurraga Vicuña

**Director General de Aguas**

Sr. Carlos Estévez Valencia

**Jefe de División de Estudios y Planificación**

Sr. Adrián Lillo Zenteno

**Inspector Fiscal**

Sr. Juan Carlos Salgado González

**DESARROLLA INGENIERÍA LTDA.**

**Jefa de Proyecto**

Pedro Andrés Alvarez Padilla (Ing. Civil)

**Experto en Geofísica**

Juan Carlos Parra Espinosa (Geofísico)

**Profesionales de terreno**

Fernando Rodríguez (Geofísico Senior)

Víctor González (Jefe de Terreno)

Alejandro Arias (Ingeniero Electrónico)

**Experto en SIG**

Alberto López Amoedo (Ingeniero Forestal)

## Contenido Resumen Ejecutivo

1. Introducción .....	1
2. Objetivos y Alcances.....	2
3. Metodología de Trabajo .....	2
4. Recopilación de Información y Análisis de Antecedentes.....	3
4.1. Descripción General de Cuencas en estudio.....	3
4.1.1. Cuenca del Río Petorca.....	3
4.1.2. Cuenca del Río La Ligua .....	4
4.2. Estudios Previos .....	4
4.3. Antecedentes Legales relativos a Derechos de Agua.....	5
4.4. Entrevistas y Consultas con Autoridades Regionales.....	5
5. Demanda Hídrica de cultivos .....	5
6. Cruce de Información.....	6
7. Identificación de Posibles Obras y Usos No Autorizados .....	9
8. Definición de Lugares a Prospeccionar con GPR .....	10
9. Análisis Geofísico .....	13
9.1. Sectores y Líneas de Estudio .....	13
9.2. Resultados Obtenidos .....	14
10. Generación de Propuestas de Apertura de Procesos Administrativos de Fiscalización.....	19
11. Conclusiones.....	20

## 1. Introducción

En la región de Valparaíso se tienen registros de denuncias por materias relacionadas con infracciones a las disposiciones del código de Aguas desde el año 1987, las que han ido aumentando en forma progresiva, principalmente las que dicen relación con la extracción no autorizada de aguas o con extracciones por sobre el caudal autorizado, las que de ser comprobadas podrían constituir, según el código penal, un delito de usurpación de aguas.

Una de las funciones de la Dirección General de Aguas (DGA) es ejercer la labor de policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización del Servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición o modificación.

Las denuncias de extracción de agua no autorizada han sido reflejo del extenso período de escasez hídrica en la zona y que han provocado la declaración de área de restricción a los acuíferos Petorca y La Ligua en los años 1997 y 2004 respectivamente. Además, la DGA ha tomado las siguientes medidas para abordar el problema:

- El acuífero río Ligua fue declarado Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas mediante Resolución D.G.A. N° 204 de 14 de mayo de 2004, basado en el Informe Técnico D.G.A. N° 84 de 2004.
- El acuífero río Petorca fue declarado Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas mediante Resolución D.G.A. N° 216 de 15 de abril de 1997, basado en la Minuta Técnica D.G.A. N° 13 de 1996.
- Resolución DGA Región de Valparaíso (Exenta) N° 1618, de 12 de Agosto de 2012, que ordena a los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de la provincia de Petorca con caudales superiores a 9 l/s, o que posean más de 30 captaciones, presentar un proyecto de Sistema de Control de Extracciones.
- Desarrollo del Programa “Apoyo a la Constitución de Comunidades de Aguas Subterráneas de los Acuíferos de los ríos Ligua y Petorca”.
- Resolución DGA N° 17, del 6 de marzo de 2014, que deja sin efecto los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de provisionales de los acuíferos de la Ligua y Petorca.
- Decreto MOP N° 235, del 10 de Abril de 2014, que “Declara zona de escasez a las cuencas de los ríos Ligua y Petorca, Ubicadas en la región de Valparaíso” (Fecha caducidad 12 de octubre de 2014).

- Decreto MOP N° 422, del 13 de Abril de 2014, que “Declara zona de escasez hídrica a la provincia de Petorca y la comuna de Putaendo, región de Valparaíso” (Fecha caducidad 13 de abril de 2015).

De lo anterior surge la necesidad de detectar posibles obras de captación de aguas ilegales, y de un profundo análisis de toda la información relativa a los derechos y usos de aguas superficiales y subterráneos (cruce de información), con el fin de detectar extracciones ilegales.

## **2. Objetivos y Alcances**

La zona de estudio abarca íntegramente las cuencas de los ríos Ligua y Petorca.

El objetivo principal del estudio consiste en identificar zonas o lugares de posibles obras de extracciones de aguas no autorizadas, por medio de prospecciones con Radar de Penetración de Tierra (GPR) de las cuencas de Petorca y La Ligua, ubicadas en la región de Valparaíso.

Los objetivos específicos se mencionan a continuación:

- Comparación de información de derechos y usos de agua, con el fin de detectar extracciones por sobre lo permitido.
- Identificación de posibles obras y usos no autorizados.
- Definición de 5 zonas a prospectar con GPR, para luego realizar la prospección geofísica y posteriormente la interpretación de los resultados.
- Generación de propuesta de apertura de procesos administrativos de fiscalización.

## **3. Metodología de Trabajo**

Para alcanzar los objetivos se realizan en paralelo un análisis de comparación entre derechos de aprovechamiento, demanda de agua de cultivos en los predios y posibles obras identificadas mediante teledetección; además un estudio geofísico de prospección en terreno con GPR para detectar usos de agua y obras hidráulicas irregulares (drenes, tuberías, etc).

Si la demanda de agua de los cultivos en un predio excede el agua que pertenecen de acuerdo a los derechos de aprovechamiento asociados al ROL de la propiedad, entonces se supondrá como indicio de una posible extracción irregular del recurso, más aun si al

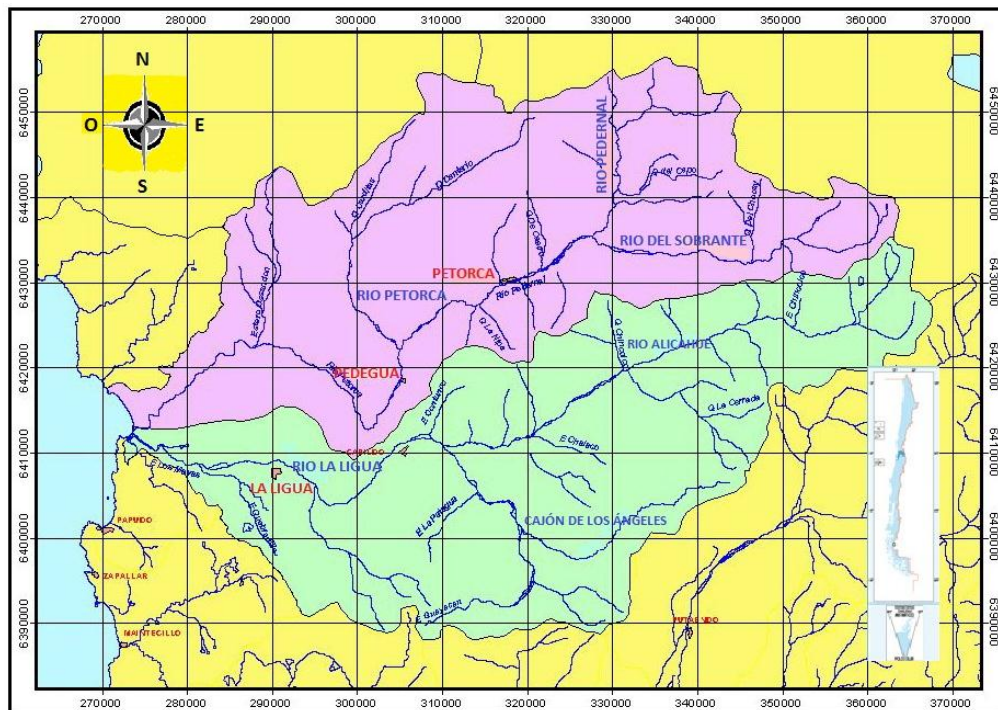
comparar dichos predios con la ubicación de las obras identificadas mediante teledetección se intersectan.

## 4. Recopilación de Información y Análisis de Antecedentes

### 4.1. Descripción General de Cuencas en estudio

La Región de Valparaíso presenta numerosos cursos de agua, debido principalmente a su relieve y precipitaciones. Los cursos principales que se identifican por su importancia en el sistema hidrográfico regional son los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua y la desembocadura del río Maipo, en el extremo meridional de la Región de Valparaíso.

**Figura N° 1 Cuencas del río La Ligua y río Petorca**



#### 4.1.1. Cuenca del Río Petorca

El Río Petorca se localiza cercano al límite septentrional de la Región de Valparaíso con la Región de Coquimbo, entre los paralelos 32° y 32°20' de latitud sur. Nace en la Cordillera de Los Andes a una altura de 3.880 m.s.n.m. y se genera de la confluencia en el sector precordillerano de Chicolco, de los ríos Pedernal (o Cholaco) y el Sobrante. Su cuenca

tiene una extensión aproximada de 1.986 km<sup>2</sup>. Su pendiente es de 3,22% con una dirección general hacia el sudoeste y desemboca en el mar en la bahía de La Ligua. El afluente principal que recibe es el estero Las Palmas y a unos 19 km de la desembocadura, la quebrada Denker. Sus aguas se utilizan para el riego en el Valle de Petorca.

#### **4.1.2. Cuenca del Río La Ligua**

El Río La Ligua se localiza al sur del río Petorca desembocando juntos en la bahía de La Ligua, entre los paralelos 32°10` y 32°40` de latitud sur. Tiene una superficie de 1.980 km<sup>2</sup>. Nace en la Cordillera de Los Andes de la unión de los ríos Alicahue y el estero Cajón de los Ángeles. Aguas abajo el afluente más importante que recibe es la quebrada La Patagua, que se le une aguas arriba de la ciudad de La Ligua. Tiene un curso de 162 kilómetros, con una dirección sudoeste en su curso superior y en curso medio e inferior, hacia el oeste, desagua al mar frente a la laguna de Longotoma. El río La Ligua presenta un régimen mixto, y permite el riego en un sector del valle de La Ligua.

#### **4.2. Estudios Previos**

Se realiza una recopilación y revisión de todos los antecedentes que permiten caracterizar con el grado de detalle requerido el aporte a este estudio:

- **Identificación de Aguas Subterráneas y Estructuras de Derivación de Aguas en las zonas de Ligua – Petorca, Mediante Técnicas de Teledetección Aeroespacial, SIT 242, Geosensing 2011**
- **Programa de Diagnóstico de Titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los Acuíferos de río La Ligua y Petorca, SIT 304, Departamento de Cs. Ambientales y Recursos Naturales Renovables, U. de Chile 2012**
- **Modelación Hidrogeológica de los acuíferos de Ligua y Petorca, Ayala Cabrera y Asociados, 2014**
- **Actualización Informe Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de las Cuencas del Río Petorca y Río La Ligua Región de Valparaíso, Departamento de Administración de Recursos Hídricos, DGA 2013.**

### 4.3. Antecedentes Legales relativos a Derechos de Agua

El catastro de derechos de aprovechamiento concedidos indica en la mayoría de los casos, las coordenadas del punto de captación del recurso y el caudal mensual y promedio anual. A continuación se muestra un resumen por cuenca de los derechos concedido:

**Tabla N° 1 Derechos Concedidos Cuenca de La Ligua y Petorca**

Cuenca	N° Expedientes	Caudal anual promedio (l/s)	D. con Ubicación en coordenadas		D. sin Ubicación en coordenadas	
			N° Expedientes	Caudal (l/s)	N° Expedientes	Caudal (l/s)
Río Ligua	1594	2422.09	1308	1835.48	286	586.60
Río Petorca	1031	3984.87	880	3654.28	151	330.59

En los casos en que no se tenga la ubicación del punto de captación asociado a un expediente y además el caudal supere los 50 l/s en promedio anual, se revisan los expedientes para ubicar el punto de captación.

### 4.4. Entrevistas y Consultas con Autoridades Regionales

Se realizan reuniones y entrevistas con autoridades regionales existentes en las cuencas en estudio, a fin de solicitar la información que ellos disponen respecto de registros históricos del uso del agua, derechos constituidos y caudales efectivos captados.

Se entregan sectores identificados a prospectar con GPR de acuerdo a denuncias de posibles excavaciones realizadas por pobladores.

## 5. Demanda Hídrica de cultivos

Como el propósito de este estudio es detectar el uso del recurso hídrico por sobre los derechos legalmente constituidos, teniendo en cuenta que se dispone del catastro frutícola 2013 y el plano de ubicación específica y georreferenciada de los productores frutícolas con el tipo de especie y otras características como el sistema de riego, se procede a determinar la demanda hídrica de los cultivos a nivel de predio.

El mayor consumo de agua por parte de la agricultura en las cuencas en estudio se debe a las superficies cultivadas con frutales. La información de tipos de cultivo, cantidad de árboles, superficie plantada, nombre y rol de los predios se obtiene del catastro frutícola del Centro Información de Recursos Naturales (Ciren), actualizado al año 2014.



No se considera en el análisis la superficie cultivada con hortalizas porque no existe información en detalle a nivel de predio para procesar los datos.

Para determinar el uso del agua, se asigna a cada predio una demanda máxima hídrica, considerando el tipo de cultivo (evapotranspiración). Lo anterior se realiza a cada predio identificado en el catastro asociado a un Rol. En Anexo N° 1 se presenta la estimación de demanda de agua para cada predio para las cuencas de la Ligua y Petorca.

## **6. Cruce de Información**

En base el catastro de los derechos de agua, a cada derecho de agua (se trabaja únicamente con derechos consuntivos), subterráneo o superficial, se superpone sobre el plano del catastro frutícola obteniendo los roles de Propiedad asociados al derecho para los predios con plantaciones de árboles frutales.

Aquellos derechos que claramente tienen como destino un uso no agrícola, se dejan en carácter especial y no entran en el análisis anterior (APR, Sanitarias e industrias).

De la información proporcionada por la DGA, las captaciones que no pueden asignarse por falta de ubicación en coordenadas geográficas y que poseen un caudal superior a los 50 lt/s anual (se consideran dicho caudal como un valor arbitrario), quedan con carácter especial para ser investigado a través su expediente. Los expedientes con caudal superior a los 50 lt/s/anual son 19, de estos solo se logran encontrar 4 expedientes, los cuales son revisados, no obteniéndose información de su ubicación para ser localizados y asociados a un rol.

Finalmente se compara la demanda hídrica de cada predio asociado a un Rol con los derechos de aprovechamiento asignados al mismo ROL.

Cuando la demanda hídrica para el mes de máximo consumo supera el derecho equivalente disponible y además si la demanda hídrica supera en 1,0 l/s el derecho equivalente, dicho ROL se caracteriza como "sospechoso".

En las siguientes tablas se indican las estimaciones realizadas de oferta disponible de acuerdo a los derechos de aprovechamiento y demanda de agua de riego de acuerdo al tipo de cultivo, a nivel de predio y asociado a un rol para las cuencas de La ligua y Petorca:



**Tabla N° 3 Cruce de Información de Oferta y Demanda Hídrica Mes de Enero 2013, Cuenca de Petorca**

N° Expediente	Código de Expediente	Productor	Comuna	Nombre Predio	Rol	Neces. Bruta (lt/día)	Oferta Ene (lt/s)	Oferta Ene (lt/día)	Demanda Ene (lt/día)	ESTADO
9179	VPC-0501-335	AGROFRUTILLAR LTDA.	LA LIGUA	PC. 82 LT. B PICHILEMU LONGOTOMA	422-78	357676,9	2,000	169200	357677	INVESTIGAR
370	ND-0501-4847	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	168318,5	2,000	1353600	2255469	INVESTIGAR
369	ND-0501-4846	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	168318,5	2,000			
366	ND-0501-4842	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
366	ND-0501-4842	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
366	ND-0501-4842	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
368	ND-0501-4845	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
368	ND-0501-4845	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
368	ND-0501-4845	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
365	ND-0501-4839	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
365	ND-0501-4839	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
365	ND-0501-4839	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
363	ND-0501-4837	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
363	ND-0501-4837	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
363	ND-0501-4837	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
367	ND-0501-4844	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
367	ND-0501-4844	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
367	ND-0501-4844	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
364	ND-0501-4838	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	126238,9	2,000			
364	ND-0501-4838	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	109407,1				
364	ND-0501-4838	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	84159,3				
9272	VPC-0501-497	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	494856,5	2,000	267336	1009911	INVESTIGAR
9272	VPC-0501-497	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	5049,6				
9272	VPC-0501-497	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	5049,6				
1031	ND-0501-6323	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	494856,5	1,160			
1031	ND-0501-6323	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	5049,6				
1031	ND-0501-6323	SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	5049,6				
590	ND-0501-5260	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	718590,7	2,000	676800	1458378	INVESTIGAR
593	ND-0501-5263	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	299089,1	2,000			
592	ND-0501-5262	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	299089,1	2,000			
591	ND-0501-5261	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	106207,2	2,000			
591	ND-0501-5261	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	35402,4				
6308	NR-0501-1538	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	20,000	3637800	9257520	INVESTIGAR
6308	NR-0501-1538	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
482	ND-0501-5077	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
482	ND-0501-5077	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
481	ND-0501-5076	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
481	ND-0501-5076	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
480	ND-0501-5075	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
480	ND-0501-5075	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
479	ND-0501-5074	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
479	ND-0501-5074	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
478	ND-0501-5073	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
478	ND-0501-5073	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
9110	VPC-0501-267	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	3,000			
9110	VPC-0501-267	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
477	ND-0501-5072	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
477	ND-0501-5072	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
9112	VPC-0501-267	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	6,000			
9112	VPC-0501-267	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
475	ND-0501-5070	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	879464,4	2,000			
475	ND-0501-5070	AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	46287,6				
9092	VPC-0501-244	AGROFRUTILLAR LTDA.	PETORCA	HJA. STA. JULIA LT. B1 PALQUICO	160-1	441415,4	2,000	169200	441415	INVESTIGAR
9083	VPC-0501-241	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	1,000	3629340	29222560	INVESTIGAR
9084	VPC-0501-241	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	1,000			
9081	VPC-0501-240	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	2,000			
9085	VPC-0501-242	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	0,500			
9082	VPC-0501-241	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	3,000			
6489	NR-0501-1813	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	12,000			
6762	NR-0501-898	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	1140811,3	18,500			
6497	NR-0501-1826	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	0,700			
6438	NR-0501-1733	SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	3510218,6	4,200			
6363	NR-0501-1635	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	SAN MANUEL	102-1	211304,5	1,300	786780	1332928	INVESTIGAR
414	ND-0501-4958	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	SAN MANUEL	102-1	211304,5	2,000			
9209	VPC-0501-381	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	SAN MANUEL	102-1	419501,6	2,000			
1242	ND-0501-6919	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	SAN MANUEL	102-1	245408,4	2,000			
415	ND-0501-4960	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	SAN MANUEL	102-1	245408,4	2,000			
9214	VPC-0501-381	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	POTRERO PALQUI	102-8	399785,0	3,000	507600	799570	INVESTIGAR
9213	VPC-0501-381	AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	POTRERO PALQUI	102-8	399785,0	3,000			

Fuente: Propia.

## 7. Identificación de Posibles Obras y Usos No Autorizados

A los predios detectados en el punto 6, se contrastan y complementan los sectores indicados en el estudio GeosensingLtda 2011.

Para la cuenca de La Ligua se observan 26 predios con roles identificados como sospechosos y 8 para la cuenca de Petorca, a continuación se presentan los predios antes mencionados:

**Tabla N° 4 Predios estimados sospechosos, cuenca de La Ligua**

Productor	Comuna	Nombre Predio	Rol
SOC. AGRIC. NUEVA OVIEDO S.A.	CABILDO	LT. 4 B-2 BARTOLILLO	203-181
RODRIGUEZ CARRASCO MARIA CECILIA	CABILDO	PC. 75 PENABLANCA	200-64
ALVAREZ GONZALEZ AGUEDA	CABILDO	HT. 2 RVA. LOS MOLINOS	206-265
LOPEZ BRUNA GUIDO JESUS	LA LIGUA	PC. LAS CHACARILLAS	80-10
AGRIC. LA CABANA LTDA.	CABILDO	LT. 10-A Y 10-B RVA. CORA 2	203-278
COMP. AGRIC. Y MINERA LOS ANGELES S.A.	CABILDO	HJA. 4 LAS CASAS DE SAN LORENZO	202-163
HENRIQUEZ LARRAIN MARTIN	CABILDO	SAN JOSE HJA. B DEL MEDIO	201-8
CACERES OLIVARES ROBERTO	CABILDO	PC. 55 STA. INES ST. 56	202-92
VILCHES AYALA REINALDO	CABILDO	PC. 59 SAN JOSE	202-96
IBACACHE ZAMORA ERNESTO	LA LIGUA	PC. 6 A LA LIGUA	88-9
LILLO MATURANA MARIO	LA LIGUA	PC. 30 LT. A1 STA. MARTA	1180-31
SOC. MENDEZ MENDEZ	LA LIGUA	PC. 43 STA. MARTA LONGOTOMA	362-94
AGRIC. Y FOREST. STA. LAURA Y CIA. LTDA.	CABILDO	PC. 31 LOS MOLINOS	202-68
VALDIVIA VALDIVIA LUIS	LA LIGUA	PC. 10 LA HIGUERA	200-81
AGRIC. MARIBEL LTDA.	LA LIGUA	PC. 8 A 1 F LAS GARZAS	200-272
J.W. AGRICOLA LTDA.	LA LIGUA	PC. 6 LA HIGUERA	200-77
NUNEZ MUNOZ LEONIDAS	CABILDO	PC. 44 LOS MOLINOS	202-81
SOC. AGRIC. LOS ANGELES DE CABILDO LTDA.	CABILDO	EL HUINGAN LT. A LA MORA	204-86
AGRIC. EL TOTORAL LTDA.	CABILDO	FDO. EL TOTORAL	200-70
AGRIC. LAS MERCEDES M.G. LTDA.	CABILDO	LAS MERCEDES	200-140
AGRIC. GRANADA F.R. LTDA.	CABILDO	LAS 4-R MONTEGRANDE	200-143
SOC. AGRIC. CONDOR LTDA.	CABILDO	FUNDO EL GUINDO	220-14
ALAMOS SWINBURN FELIPE	CABILDO	PC. 6 CHAI-CHAI	202-885
RAMIREZ MARTINEZ HECTOR PATRICIO	CABILDO	LT. A-A RVA. CORA 21 LA VEGA	SIN-ROL
OYANEDEL CASTILLO JOSE LUIS	CABILDO	PC. DON IGNACIO	SIN-ROL
AGRIC. Y FOREST. ALGARROBO LTDA.	CABILDO	FDO. ALGARROBO BAJO	SIN-ROL

**Tabla N° 5 Predios estimados sospechosos, cuenca de Petorca**

Productor	Comuna	Nombre Predio	Rol
AGROFRUTILLAR LTDA.	LA LIGUA	PC. 82 LT. B PICHILEMU LONGOTOMA	422-78
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326
SOC. AGRIC. SANTIBANEZ HNOS. LTDA.	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189
AGROFRUTILLAR LTDA.	PETORCA	HJA. STA. JULIA LT. B1 PALQUICO	160-1
SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA.	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14
AGRIC. CHALACO S.A.	PETORCA	POTRERO PALQUI	102-8

## 8. Definición de Lugares a Prospeccionar con GPR

La selección de los 5 sectores a prospectar con Radar de Penetración Terrestre (GPR) se realiza en conjunto con el personal de la DGA de Valparaíso, de acuerdo a denuncias realizadas por la población. A continuación se presentan los sectores a prospectar con sus coordenadas geográficas:

El primer punto de prospección se encuentra en la cuenca del río La Ligua cercano al enlace La ligua-Papudo a 8 km de La Ligua en la coordenada N: 6.407.732 m E: 282.515 m.

**Figura N° 2 Sector 1 de Prospección**



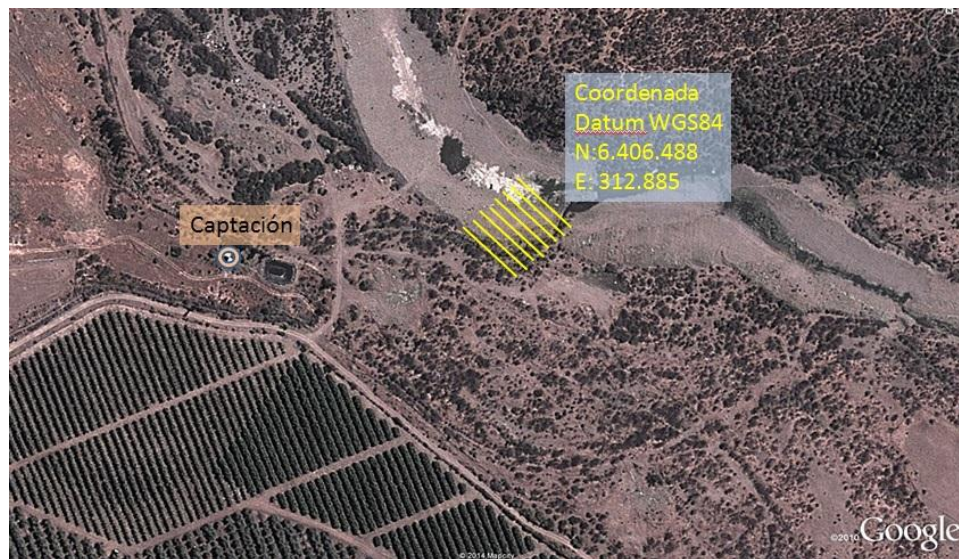
El segundo punto de prospección se encuentra en la cuenca del río La Ligua cercano al puente La Sirena a 10 km de La Ligua en la coordenada N: 6.406.935 m E: 312.795.

**Figura N° 3 Sector 2 de Prospección**



El tercer sector de prospección se encuentra en la cuenca del río La Ligua cercano al sector 2 en la coordenada N: 6.406.488 m E: 312.885 m.

**Figura N° 4 Sector 3 de Prospección**



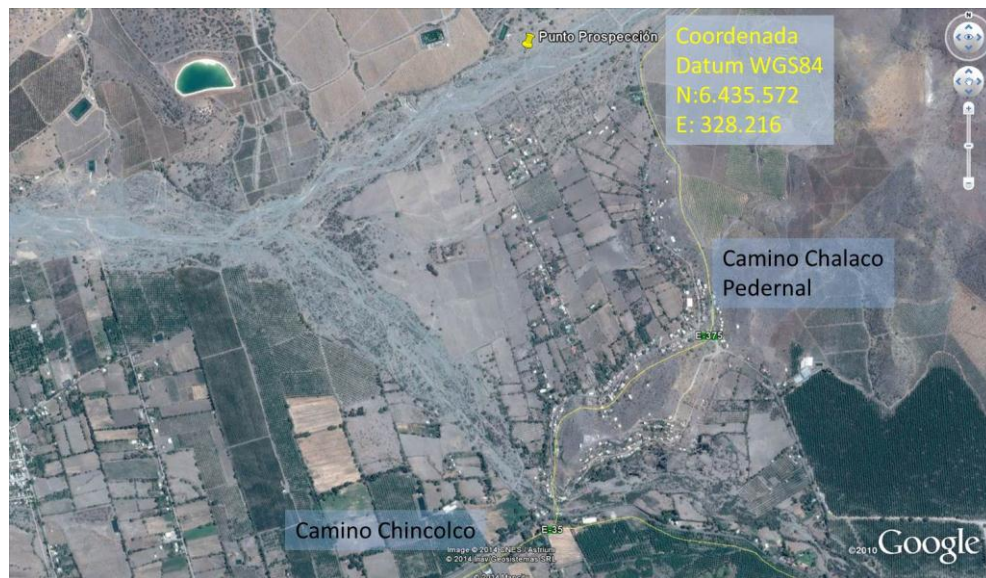
El cuarto sector de prospección se encuentra en la cuenca del río Petorca a 5.5 km de Petorca en la coordenada N: 6.431.684 m E: 322.840 m.

**Figura N° 5 Sector 4 de Prospección**



El quinto sector se encuentra en la cuenca del río Petorca cercano al sector 4, a 13 km de Petorca en la coordenada N: 6.435.572 m E: E: 328.216 m.

**Figura N° 6 Sector 5 de Prospección**



## 9. Análisis Geofísico

Los trabajos de prospección en terreno se realizaron entre los días 24 de noviembre y 01 de diciembre del año 2014. Posteriormente se realiza el trabajo de gabinete para el procesamiento de datos.

El objetivo del estudio es detectar, en perfiles con un total de 2000 m lineales y hasta una profundidad de 10 m, obras clandestinas destinadas a desviar cursos de aguas del río hacia otras captaciones, Estas obras pueden ser ductos de PVC, Hormigón, Cerámica, Metal o relleno de Bolones y Arena.

Se aplicó el método de Radar Terrestre con las antenas de 100 MHz y 50 MHz de frecuencia, que entregan profundidades nominales de investigación de 5 y 10 m, respectivamente. Esto significa la repetición de las mediciones a lo largo de los perfiles seleccionados con ambas antenas. Es importante considerar que si bien en algunos casos no se puede alcanzar la estructura clandestina en sí, se puede detectar los cambios más someros del suelo producidos al efectuar estas obras.

### 9.1. Sectores y Líneas de Estudio

Los sectores de estudio y el diseño de las líneas en cada sector fueron definidos por la DGA, en coordenadas WGS-84 de puntos de referencias.

Se investigaron 32 líneas distribuidas en 5 sectores de las cuencas La Ligua y Petorca, con un total medido de 2045 m. Sin embargo, los extremos de algunas líneas (en particular de los sectores 3, 4 y 5) fueron descartados en la etapa de proceso de datos por el alto nivel de ruido debido a la presencia de vegetación tupida (arbustos, árboles), terreno abrupto con bolones de gran tamaño y excavaciones, cercas metálicas y líneas de potencia (Ejemplos: Fotos 9, 12, 16, 17, Anexo C de estudio Geofísico).

Finalmente, se tiene una longitud total de 1850 m válidos, con valores parciales según se indica en la Tabla 1, esta cantidad no incluye las dos líneas de Prueba medidas en el Dren La Sirena (100 m).



**Tabla N° 6 Resumen de Sectores y Líneas medidas**

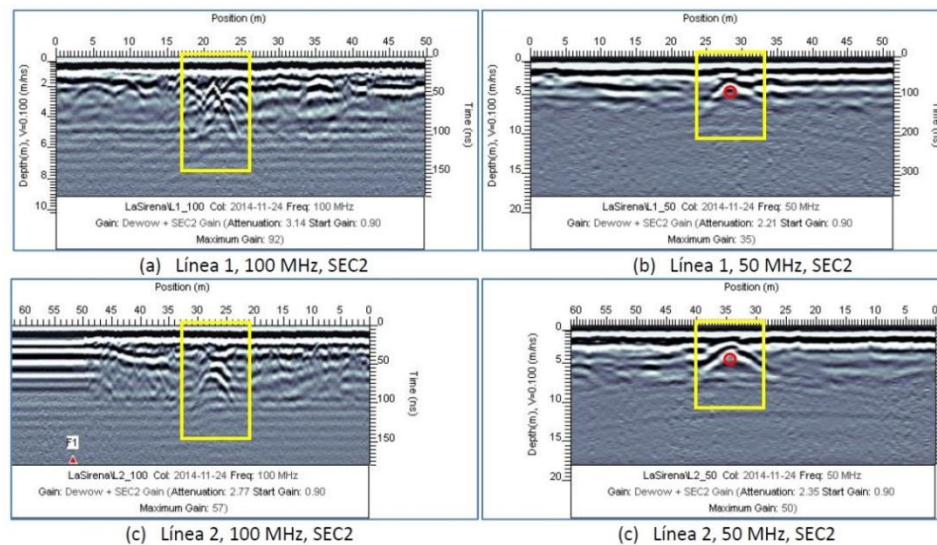
Sector	# de Líneas	Longitud Planificada (m)
1	4	260 (4x65)
2	8	600 (8x75)
3	8	480 (8x60)
4	6	360 (6x60)
5	6	300 (6x50)
<b>5</b>	<b>32</b>	<b>2000</b>

## 9.2. Resultados Obtenidos

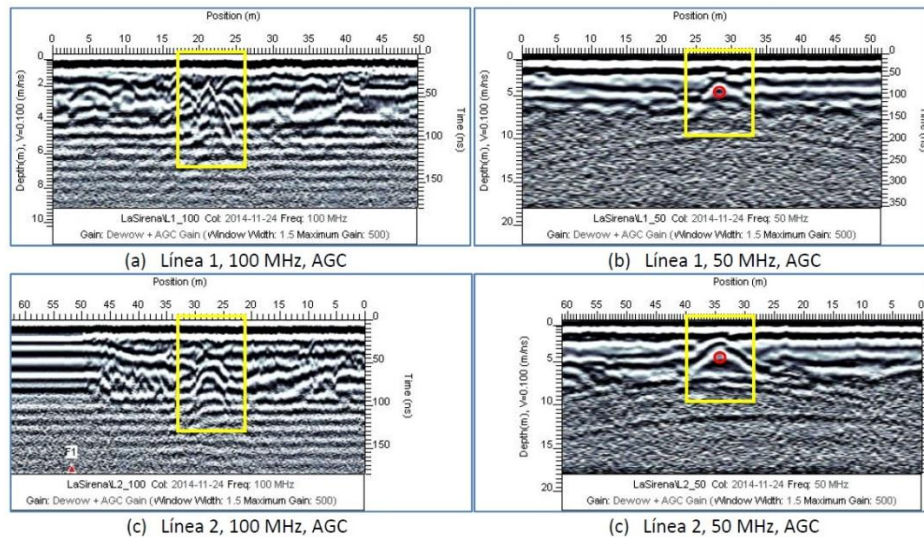
### a) Calibración del Equipo GPR Mediante Mediciones Previas de Prueba

Previo a la adquisición de datos en los cinco sectores de estudio, se realizó una prueba en el sitio denominado Dren La Sirena, donde existe una tubería (de 50 cm de diámetro y a una profundidad de 6.8 m, de acuerdo a informaciones preliminares).

**Figura N° 7 Radargramas y Delimitación Dren La Sirena, Líneas L1 y L2, Frecuencias 100 y 50 MHz, Ganancia SEC2**



**Figura N° 8 Radargramas y Delimitación Dren La Sirena, Líneas L1 y L2, Frecuencias 100 y 50 MHz, Ganancia AGC**



Se observan anomalías (tipo hipérbolas) en los cuatro casos (2 líneas, 2 frecuencias), que indican la presencia de un objeto enterrado, con buena delimitación horizontal.

- La frecuencia de 50 MHz define mejor la profundidad, estimada entre 4 a 5 m.
- Ambas antenas son apropiadas (complementarias) para este tipo de situación.
- La profundidad máxima de investigación es de 8 a 10 m con las antenas de 50 MHz y de 4 a 5 m con la antena de 100 MHz.
- Por lo tanto, se concluye que, en condiciones de terreno similares y objetos parecidos, los datos de Radar pueden mostrar anomalías de interés.

## **b) Presentación de Resultados**

Las Figuras S1-\* a S5-\* muestran los radargramas del Sector 1 al 5, respectivamente

Los Anexos S1 a S5 (Sectores 1 al 5, respectivamente) presentan los mismos radargramas anteriores en otro ordenamiento. Para cada sector se presentan las cuatro combinaciones de parámetros (frecuencias de 100 y 50 MHz, y ganancias SEC2 y AGC) de cada línea, en una sola página. Esto permite comparar las características exhibidas por los radargramas de cada línea según la combinación de parámetros.

### c) Interpretación de Radargramas

A partir de esta respuesta, validada con la prueba en el Dren La Sirena, se identificaron aquellas anomalías más relevantes, marcándose con circunferencias. Cuando la inferencia es menos clara, se marcaron con línea a trazos. En general, las anomalías se confunden en este escenario con variaciones de la estratigrafía, dificultando la interpretación.

Las siguientes tablas se detallan todas las anomalías interpretadas como posibles zonas de interés por presencia de drenes y obras hidráulicas similares, señalando la posición de cada una (la distancia es siempre de Oeste a Este), la profundidad estimada, el tipo de estructura, la prioridad (1: las más relevantes, 2: menos) y la frecuencia con que fue mejor detectada.

Las estructuras tipo TH en las tablas indican posibles tuberías, objetos enterrados, materiales de diferente compactación (anomalías clase hipérbole), mientras que el tipo TR se refiere a posibles objetos metálicos enterrados (anomalías clase reflexiones múltiples).

Las zanjas de pequeñas dimensiones (del orden de 1 m lateral, comparables a la distancia entre lecturas) que han sido posteriormente rellenadas (materiales de menor compactación que el entorno) presentan anomalías tipo hipérboles similares a las de un objeto enterrado, por lo que no es posible diferenciarlas. Zanjas mayores podrían ser detectadas por el cambio de textura manifestada en un conjunto grande de trazas.

**Tabla N° 7 Posición de Zonas de Interés por "Drenes", Sector 1. Figuras T1-I y T1-II**

Línea	Este WGS-84	Norte WGS-84	Distancia (m)	Profundidad (m)	Tipo	Prioridad	Frecuencia (MHz)
L1	282530.09	6407735.70	27.5	2.0	TH	1	50
	282547.17	6407741.39	45.5	2.5	TR	1	50
L2	282520.65	6407729.22	16.5	2.5	TH	2	50
	282553.38	6407740.13	51.0	1.0	TR	1	100
L3	282506.90	6407721.62	2.00	2.0	TH	1	50
	282508.33	6407722.09	3.50	1.0	TR	1	100
	282518.30	6407725.36	14.00	2.0	TH	1	100
	282520.20	6407725.99	16.00	2.5	TH	1	50

L4	282523.10	6407723.61	18.00	2.0	TR	1	100
	282528.80	6407725.48	24.00	1.0	TR	1	50

**Tabla N° 8 Posición de Zonas de Interés por "Drenes", Sector 2. Figuras T2-I y T2-II**

Línea	Este WGS-84	Norte WGS-84	Distancia (m)	Profundidad (m)	Tipo	Prioridad	Frecuencia (MHz)
L2	312690.13	6406950.26	7.00	6.0	TH	1	50
L4	312716.03	6406938.78	11.00	2.0	TH	2	100
	312734.80	6406975.24	52.00	4.0	TH	1	50
L5	312729.49	6406930.67	12.00	4.0	TH	2	100
	312732.01	6406935.56	17.50	4.0	TH	2	50
L6	312754.99	6406945.99	38.00	6.0	TH	1	100
L8	312767.95	6406907.56	13.00	3.5	TH	1	50
	312769.09	6406909.78	15.50	3.0	TH	1	100

**Tabla N° 9 Posición de Zonas de Interés por "Drenes", Sector 3. Figuras T3-I y T3-II**

Línea	Este WGS-84	Norte WGS-84	Distancia (m)	Profundidad (m)	Tipo	Prioridad	Frecuencia (MHz)
L1	312858.60	6406427.80	42.00	6.5	TH	1	50
L6	312884.11	6406454.62	52.00	4.5	TH	1	100
	312886.30	6406452.58	55.00	4.0	TH	1	50

**Tabla N° 10 Posición de Zonas de Interés por "Drenes", Sector 4. Figuras T4-I y T4-II**

Línea	Este WGS-84	Norte WGS-84	Distancia (m)	Profundidad (m)	Tipo	Prioridad	Frecuencia (MHz)
L1	322889.80	6431701.03	52.00	5.0	TH	1	50
L2	322879.98	6431706.52	50.50	7.0	TH	1	50
L4	322859.27	6431720.74	31.00	5.5	TH	2	50
	322860.15	6431721.22	32.00	5.5	TH	1	100
	322867.63	6431725.26	40.50	4.0	TH	1	100
L6	322865.61	6431751.24	37.00	6.0	TH	2	100
	322866.03	6431751.50	37.50	6.5	TH	2	50

**Tabla N° 11 Posición de Zonas de Interés por "Drenes", Sector 5. Figuras T5-I y T5-II**

Línea	Este WGS-84	Norte WGS-84	Distancia (m)	Profundidad (m)	Tipo	Prioridad	Frecuencia (MHz)
L1	328194.76	6435590.95	2.00	1.5	TH	2	100
L2	328203.17	6435583.75	5.00	3.0	TH	1	100
L3	328206.95	6435576.07	5.00	3.0	TH	1	100
	328208.92	6435577.60	7.50	3.5	TH	1	50
L4	328222.14	6435573.99	11.50	3.0	TH	2	100
L6	328236.81	6435562.90	14.00	3.5	TH	2	50
	328252.63	6435575.93	34.50	5.0	TH	1	50
	328252.63	6435575.93	34.50	3.0	TH	1	100

## 10. Generación de Propuestas de Apertura de Procesos Administrativos de Fiscalización

La Dirección General de Aguas (DGA), en el marco de las atribuciones y funciones establecidas en el artículo 299, letras c) y d) del Código de Aguas, debe ejercer la policía y vigilancia de las aguas en cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización previa de la Autoridad y que se extraigan aguas de los mismos cauces, sin título o en mayor cantidad de lo que corresponda.

Se sugiere que la D.G.A. abra expedientes de fiscalización para investigar si existe extracción no autorizada en los casos sospechosos.

A continuación se indica los datos de predios, que de acuerdo al análisis poseen un exceso de uso de agua respecto a los derechos de aprovechamiento:

**Tabla N° 12 Datos posibles predios con extracción de caudal por sobre el autorizado, Cuenca de la Ligua**

Productor	RUT Productor	Comuna	Nombre Predio	Rol	Fono	email	Direpost
SOC. AGRIC. NUEVA OVIEDO S.A.	76.154.613-9	CABILDO	LT. 4 B-2 BARTOLILLO	203-181	088575519		
RODRIGUEZ CARRASCO MARIA CECILIA	9.974.503-7	CABILDO	PC. 75 PENABLANCA	200-64	332711234		CASILLA 59
ALVAREZ GONZALEZ AGUEDA	5081538-2	CABILDO	HT. 2 RVA. LOS MOLINOS	206-265	092274121		LUIS VALENZUELA ARIS 3748
LOPEZ BRUNA GUIDO JESUS	5019574-0	LA LIGUA	PC. LAS CHACARILLAS	80-10	332712424		19 DE JULIO 680
AGRIC. LA CABANA LTDA.	77334490-6	CABILDO	LT. 10-A Y 10-B RVA. CORA 2	203-278	096504983	rafalarrain@hotmail.com	CASILLA 26
COMP. AGRIC. Y MINERA LOS ANGELES S.A.	77001020-9	CABILDO	HJA. 4 LAS CASAS DE SAN LORENZO	202-163	076146117	jmhurtadom@gmail.com	CASILLA 53
HENRIQUEZ LARRAIN MARTIN	6.891.211-3	CABILDO	SAN JOSE HJA. B DEL MEDIO	201-8	332781065	apa1tuncho@punto.com	OXALIX 115 P.5 DEPTO. B
CACERES OLIVARES ROBERTO	2.552.239-7	CABILDO	PC. 55 STA. INES ST. 56	202-92	097831352		CASILLA 4 SAN JOSE
VILCHES AYALA REINALDO	3508014-7	CABILDO	PC. 59 SAN JOSE	202-96	082681210	veronikdelcarmen@hotmail.com	CASILLA 76
IBACACHE ZAMORA ERNESTO		LA LIGUA	PC. 6 A LA LIGUA	88-9	093254613		ESMERALDA 71
LILLO MATORANA MARIO	9265907-0	LA LIGUA	PC. 30 LT. A1 STA. MARTA	1180-31	066699824	mariocl@hotmail.com	CORREO LA CANELA
SOC. MENDEZ MENDEZ		LA LIGUA	PC. 43 STA. MARTA LONGOTOMA	362-94	062419763		APARTADO SANTA MARTA
AGRIC. Y FOREST. STA. LAURA Y CIA. LTDA.	79525130-8	CABILDO	PC. 31 LOS MOLINOS	202-68	332762256	agsantaura@tie.cl	LAS ARANAS 2289
VALDIVIA VALDIVIA LUIS	3.532.454-2	LA LIGUA	PC. 10 LA HIGUERA	200-81	332713802		CASILLA 31
AGRIC. MARIBEL LTDA.		LA LIGUA	PC. 8 A 1 F LAS GARZAS	200-272	093341426		9 NORTE 450 DPTO. 107
J.W. AGRICOLA LTDA.	96943450-4	LA LIGUA	PC. 6 LA HIGUERA	200-77	332715828	fundoingenio@gmail.com	CASILLA 13
NUNEZ MUÑOZ LEONIDAS	5490319-2	CABILDO	PC. 44 LOS MOLINOS	202-81	099913707		DOMEYKO 484
SOC. AGRIC. LOS ANGELES DE CABILDO LTDA.	78628420-1	CABILDO	EL HUIANGAN LT. A LA MORA	204-86	332711719	agricolalosangeles@gmail.com	SANTA TERESA 595
AGRIC. EL TOTORAL LTDA.	78163840-4	CABILDO	FDO. EL TOTORAL	200-70	332716218	eltotal@agcgrover.cl	CASILLA 137
AGRIC. LAS MERCEDES M.G. LTDA.	76107510-1	CABILDO	LAS MERCEDES	200-140	332761032	mopazo@fundomontegrande.cl	CASILLA 60
AGRIC. GRANADA F.R. LTDA.	76125200-3	CABILDO	LAS 4-R MONTEGRANDE	200-143	332761032	mopazo@fundomontegrande.cl	CASILLA 60
SOC. AGRIC. CONDOR LTDA.	77119930-5	CABILDO	FUNDO EL GUIINDO	220-14	083603810	agricola.condor@gmail.com	CASILLA 72
ALAMOS SWINBURN FELIPE	7024056-4	CABILDO	PC. 6 CHAI-CHAI	202-885	074984998		CASILLA 9
RAMIREZ MARTINEZ HECTOR PATRICIO		CABILDO	LT. A-A RVA. CORA 21 LA VEGA	SIN-ROL	067270813	herm@vtr.net	JORGE WASHINGTON 610 CASA F
OYANEDEL CASTILLO JOSE LUIS		CABILDO	PC. DON IGNACIO	SIN-ROL	092217839	agrotransportes@yahoo.com	VILLA OHIGGINS 33
AGRIC. Y FOREST. ALGARROBO LTDA.	77498370-8	CABILDO	FDO. ALGARROBO BAJO	SIN-ROL	093695232	agricolaforestalalgarrobo@gmail.com	ROSSINI 7039

**Tabla N° 13 Datos posibles predios con extracción de caudal por sobre el autorizado, Cuenca de la Petorca**

Productor	RUT Productor	Comuna	Nombre Predio	Rol	Fono	email	Direpost
AGROFRUTILLAR LTDA.	50.375.000-7	LA LIGUA	PC. 82 LT. B PICHILEMU LONGOTOMA	422-78	093341426		9 NORTE 450 DPTO. 107
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	77.994.910-9	PETORCA	PC. GRAL. NRO. 1 EL FRANCES	163-326	332711284	rcastro@conaf.cl	ORTIZ DE ROZAS 325
SOC. AGRIC. SANTI BANEZ HNOS. LTDA.	78.396.540-2	PETORCA	PC. STA. ROSA	160-131	096708912		APARTADO PEDEGUA
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	77.994.910-9	PETORCA	STA. JULIA LT. 45 STA. JULIA	160-245	095243627		CORREO PEDEGUA
AGRIC. PALTUNCHO LTDA.	77.994.910-9	PETORCA	RANCHO MATUNCHO	154-189	332781065	apa1tuncho@hotmail.com	CASILLA 32
AGROFRUTILLAR LTDA.	50.375.000-7	PETORCA	HJA. STA. JULIA LT. B1 PALQUICO	160-1	332762020	hsantajulia@gmail.com	CORREO
SOC. AGRIC. Y GANAD. EL SOBRANTE LTDA.	86.325.700-K	PETORCA	EL SOBRANTE	107-14	094480388	constructoraah@gmail.com	EL TRANQUE 12440 DEPTO. 203 B
AGRIC. CHALACO S.A.	77.080.860-K	PETORCA	POTRERO PALQUI	102-8	322930361		CNO. RITOQUE S/N PSJE. BELLOTO

## 11. Conclusiones

La estimación de la demanda hídrica de cultivos (usos de agua) se realiza con datos obtenidos del catastro frutícola del Ciren 2013, sin considerar factores como la profundidad reticular; edad del cultivo y superficie real a regar. Considerando estimaciones de factores de eficiencia y cobertura. Los factores antes mencionados si son obtenidos a cabalidad no variarán significativamente la demanda hídrica de cultivos.

La estimación de la oferta de agua, es decir, el caudal proveniente de captaciones autorizadas se realiza considerando que se ocupa el caudal instantáneo permitido en forma continua, situación que no es real para la mayoría de los casos, pero es el máximo teórico disponible. La estimación se puede mejorar si se obtienen los caudales reales de extracción de las captaciones, obteniéndose muchos más predios en situación sospechosa.

Para la cuenca de La Ligua se observan 26 predios con roles identificados como sospechosos de extracción de caudal por sobre él autorizado y 8 para la cuenca de Petorca.

Con el objetivo de detectar obras hidráulicas tipo drenes, se aplicó el método de Radar Terrestre en 32 líneas distribuidas en 5 sectores de las cuencas La Ligua y Petorca, planificadas por la DGA.

Se usaron las frecuencias de 100 y 50 MHz, con lecturas cada 25 cm y 50 cm, respectivamente, a lo largo de las líneas. Las profundidades de investigación fueron de 4 a 5 m para 100 MHz y de 8 a 10 m para 50 MHz.

Pruebas preliminares para calibrar el equipo detectaron un dren conocido (La Sirena), concluyéndose que la técnica y frecuencias elegidas eran las apropiadas en situaciones similares.

Los resultados en los 5 sectores mostraron un comportamiento más heterogéneo del subsuelo (variaciones de la estratigrafía de los depósitos, presencia de bolones de mayor tamaño) que en La Sirena, así como un terreno más irregular para el paso del instrumento (arbustos, bolones).

Estos factores implicaron ruido en las mediciones y la presencia de anomalías parecidas a las de un objeto enterrado, complicando la interpretación de modo que los resultados, en términos de detección de drenes, son probables pero no concluyentes.

Las prospecciones con GPR no resultan provechosas para los sectores donde los deslindes de las propiedades y cotas ribereñas al río no se encuentran oficialmente delimitados, generando confusión tanto de la ciudadanía como autoridades del verdadero cauce del río, provocando que la mayoría de los deslindes de propiedades se encuentren cercanos al eje del cauce. A su vez las posibles obras irregulares en el caso de existir se encuentran dentro de las propiedades delimitadas por sus propios dueños, no siendo detectadas por este método de prospección.