



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

CATASTRO DE USOS Y USUARIOS DEL AGUA DE COPIAPÓ, SECTOR LA PUERTA - ANGOSTURA

INFORME FINAL

REALIZADO POR:

GEOHIDROLOGÍA CONSULTORES LTDA.

S.I.T. N° 362

Santiago, Mayo 2015

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas
Sr. Carlos Estévez Valencia

Inspector Fiscal
Sr. Raúl Cisternas Novoa

Profesionales División de Estudios y Planificación
Sr. Miguel Caro Hernández
Sr. Juan Carlos Salgado

GeoHidrología Consultores Ltda.

Jefe de Proyecto
Sr. Cristian Ortiz Astete

Coordinador de Proyecto
Sra. Ximena Orrego Velásquez

Profesionales
Sra. María Paz Daiber
Sr. Christian Neumann
Sra. Gabriela Sepúlveda
Sra. Yohana Ahumada
Sra. María José Jordán
Sr. Leonardo Bravo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 7 |
| 3 ETAPA I: REVISIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE DERECHOS DE AGUA | 8 |
| 3.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES | 8 |
| 3.1.1 Revisión de antecedentes..... | 8 |
| 3.1.2 Construcción base de datos catastro..... | 15 |
| 3.1.3 Reuniones con actores relevantes del agua | 22 |
| 3.1.4 Revisión de expedientes con información de CPA | 22 |
| 3.1.5 Revisión información de derechos CBR, Juzgado de Letras y SAG..... | 23 |
| 3.1.6 Análisis crítico de derechos de agua | 31 |
| 3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN FALTANTE EN TERRENO..... | 34 |
| 3.3 DESARROLLO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA..... | 35 |
| 4 ETAPA II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN TERRENO | 38 |
| 4.1 TRABAJOS DE GABINETE..... | 38 |
| 4.1.1 Base de datos sistematizada y analizada..... | 38 |
| 4.1.2 Elaboración de material de apoyo..... | 39 |
| 4.1.3 Coberturas SIG..... | 48 |
| 4.1.4 Plan de trabajo | 48 |
| 4.1 TRABAJOS DE TERRENO..... | 49 |
| 4.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CATASTRADA..... | 60 |
| 4.2.1 Sistematización información Etapa I y catastro en terreno..... | 60 |
| 4.2.2 Identificación de brechas y/o errores en el catastro Público de Aguas | 61 |
| 4.3 BASE DE DATOS Y PROYECTO SIG..... | 63 |
| 5 BIBLIOGRAFÍA..... | 69 |
| 6 ANEXOS | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1: Área de estudio..... | 5 |
| Figura 3.1: Caudal Subterráneo otorgado por sector y uso en cuenca Río Copiapó | 12 |
| Figura 3.2: Distribución anual de la demanda Aguas Chañar en pozos de agua potable | 14 |
| Figura 3.3: Distribución mensual de la demanda minera mediante pozos de bombeo ... | 14 |
| Figura 3.4: Derechos y Solicitudes en trámite en área de estudio | 17 |
| Figura 3.5: Sector 3 La Puerta-Mal Paso | 18 |
| Figura 3.6: Sector 4 Mal Paso-Copiapó | 19 |
| Figura 3.7: Sector 5 Copiapó-Piedra Colgada | 20 |
| Figura 3.8: Sector 6 Piedra Colgada-Angostura | 21 |
| Figura 3-9: Caudales y derechos subterráneos otorgados por año vigentes a la fecha .. | 32 |
| Figura 3-10: Evolución de caudal subterráneo otorgado en el tiempo | 32 |
| Figura 3-11: Caudal y número de derechos otorgados expedientes VPC | 33 |
| Figura 3-12: Evolución de caudal subterráneo otorgado expedientes VPC | 33 |
| Figura 3-13: Evolución caudal solicitado | 34 |
| Figura 3-14: Caudales y derechos desistidos por año | 34 |
| Figura 3-15: Distribución de láminas de trabajo en terreno | 36 |
| Figura 3-16: Ejemplo lámina de terreno | 37 |
| Figura 4-1: Encuesta de uso aplicada en terreno | 44 |
| Figura 4-2: Encuesta de bocatoma..... | 47 |
| Figura 4-3: Trabajos en terreno..... | 52 |
| Figura 4-4: Ejemplo Monografía topografía de pozos. | 53 |
| Figura 4-5: Fotografías de captaciones superficiales..... | 54 |
| Figura 4-6: Resumen catastro captaciones subterráneas | 56 |
| Figura 4-7: Usuarios visitados por semana en sector 3 y 4..... | 57 |
| Figura 4-8: Captaciones visitadas por semana en sector 5 y 6..... | 57 |
| Figura 4-9: Usuarios visitados por semana en sector 5 y 6..... | 58 |
| Figura 4-10: Captaciones visitadas por semana en sector 5 y 6..... | 58 |
| Figura 4-11: Caudal por uso de agua | 61 |
| Figura 4-12: Diagrama Unifilar Sector La Puerta a Compuertas Negras..... | 65 |
| Figura 4-13: Diagrama Unifilar Compuertas Negras a Mal Paso..... | 66 |
| Figura 4-14: Diagrama Unifilar Mal Paso a Canal La Florida | 67 |
| Figura 4-15: Diagrama Unifilar Canal La Florida a Canal del Medio | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

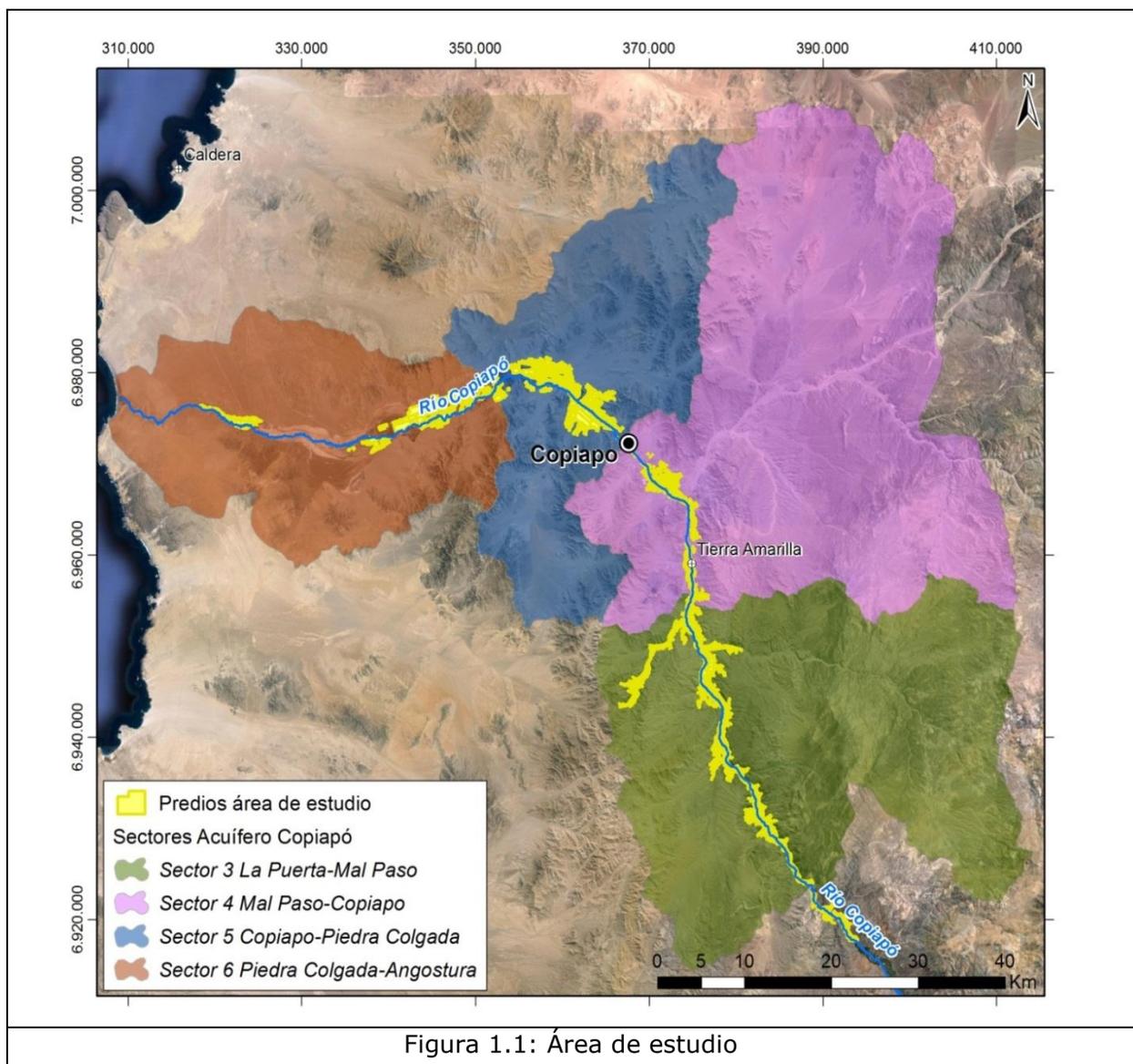
| | |
|---|----|
| Tabla 3-1. Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en sectores acuíferos (incluye expedientes VPC) | 9 |
| Tabla 3-2. Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea de acuerdo a tipo de expediente. | 10 |
| Tabla 3-3. Derechos subterráneos definitivos en sectores Cuenca del Río Copiapó. | 10 |
| Tabla 3-4. Derechos provisionales y mercedes definitivas en sectores 5 y 6. | 11 |
| Tabla 3-5. Caudales otorgados en sectores Cuenca del Río Copiapó | 11 |
| Tabla 3-6. Derechos de aprovechamiento de aguas otorgados y solicitudes en trámite en cuenca del Río Copiapó. | 12 |
| Tabla 3-7. Resumen pozos catastrados en terreno | 13 |
| Tabla 3-8. Información general de proyectos mineros en la cuenca de Copiapó. | 15 |
| Tabla 3-9. Cruce final de derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en área de estudio | 16 |
| Tabla 3-10. Actores relevantes del agua en la Cuenca del río Copiapó, Sector La Puerta Angostura | 22 |
| Tabla 3-11. Regularizaciones de derechos de aprovechamiento con sentencia favorable | 27 |
| Tabla 3-12. Predios expropiados | 29 |
| Tabla 3-13. Predios expropiados | 30 |
| Tabla 4-1: N° de derechos y solicitudes en trámite por sector | 38 |
| Tabla 4-2: N° de derechos y solicitudes en trámite de agua subterránea | 39 |
| Tabla 4-3: N° de captaciones a visitar por sector | 49 |
| Tabla 4-4. Especificaciones Técnicas GPS Diferencial Trimble RTK Modelo R6 | 50 |
| Tabla 4-5. N° de captaciones no contenidas en la base de datos del catastro | 51 |
| Tabla 4-6: Catastro de captaciones | 55 |
| Tabla 4-7: catastro de captaciones superficiales Junta de Vigilancia | 59 |
| Tabla 4-8: Uso del agua subterránea por sector acuífero | 60 |
| Tabla 4-9: Caudal por uso del agua | 61 |

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas licitó la realización del estudio "Catastro de Uso y Usuarios de la cuenca del Río Copiapó, Sectores La Puerta – Angostura". Esto con el objetivo de tener información de la demanda actual para el año en curso, lo que permitirá robustecer las herramientas numéricas existentes, para luego poder ser utilizadas correctamente como herramientas predictivas, en el contexto de la situación de sobreexplotación de recursos hídricos subterráneos que se vive en la cuenca del Río Copiapó.

El área de estudio corresponde a los sectores acuíferos 3, 4, 5 y 6, entre las zonas denominadas La Puerta y Angostura, en la cuenca del Río Copiapó, Región de Atacama (Figura 1.1).

Los sectores acuíferos abarcan las comunas de Copiapó, Tierra Amarilla y Caldera. En esta zona se emplazan dos ciudades, Copiapó y Tierra Amarilla (sector acuífero 4).



Este estudio comprende dos etapas principales, cuyas actividades se presentan a continuación:

Etapas I "Revisión, sistematización y actualización de información de derechos de agua".

- Actividad 1.1: Recopilación, análisis y sistematización de antecedentes. Incluye los derechos otorgados, solicitudes en trámite y expedientes de traslado de derechos de aprovechamiento autorizados o en trámite para la Cuenca del río Copiapó. Para esto se utilizó como información base los antecedentes contenidos en el Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas e información de estudios anteriores. Posteriormente, se creó una base de datos sistematizada que corresponde al insumo principal para la revisión de aspectos legales de los derechos y para el catastro.
- Actividad 1.2: Revisión de información faltante en terreno. Corresponde a la revisión de información faltante en terreno y que fue verificada con el objeto de llenar los vacíos de información existente.
- Actividad 1.3: Desarrollo de Sistema de Información Geográfica. Presenta el detalle del desarrollo del SIG, el que consideró la generación de coberturas geoespaciales de puntos del catastro y predios digitalizados.

Etapas II "Levantamiento de Información en Terreno". Catastro de captaciones superficiales, subterráneas y uso efectivo del agua. Esta Etapa contiene las siguientes actividades:

- Actividad 2.1: Trabajos de gabinete realizados para poder hacer un levantamiento de información más eficiente. Se realizó una revisión de antecedentes, se elaboró el material de apoyo para los equipos en terreno, carta de apoyo, credenciales, encuestas y protocolo de terreno. Actualización de las coberturas SIG para apoyar las actividades de terreno y plan de trabajo.
- Actividad 2.2: Trabajos de terreno. Corresponde a la descripción de los trabajos en terreno, captaciones catastradas y dificultades encontradas.
- Actividad 2.3: Análisis de información catastrada. Esta actividad presenta la sistematización de información base utilizada con el levantamiento de terreno y la identificación de brechas y errores del CPA.
- Actividad 2.4: Base de datos sistematizadas y proyecto SIG.

El presente documento corresponde a los resultados de ambas Etapas del estudio.

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio es la realización de un catastro de usuarios y usos de agua en la cuenca del Río Copiapó, específicamente en la zona comprendida entre los sectores denominados La Puerta y Angostura (sectores acuíferos 3, 4, 5 y 6). De acuerdo a lo anterior, los objetivos específicos son:

- a) Generación de una base de datos de derechos constituidos, representando la historia, tipo, uso, fuente y caudal de cada derecho desde su otorgamiento hasta su situación actual. Adicionalmente se identificarán su(s) actual(es) titular(es) con sus caudales respectivos, georreferenciación de los puntos y obras de captación superficial o subterránea correspondientes.
- b) Generación de diagramas unifilares que den cuenta de la actual distribución del agua por cuenca y que incluya: ríos, quebradas, esteros, canales matrices, canales derivados y canales sub-derivados hasta el nivel de predio.
- c) Generación de un proyecto SIG, con toda la información analizada y recabada en terreno, que muestre adecuadamente la forma como se utilizan los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la zona de estudio.

3 ETAPA I: REVISIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Esta etapa corresponde a la actualización de los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos en la cuenca del Río Copiapó. Se analizaron los derechos a partir de la etapa administrativa de su constitución, o administrativo-judicial en el caso de las regularizaciones, como también de las inscripciones de cada derecho que conforman su historia registral en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo, hasta la inscripción de dominio vigente.

Para desarrollar adecuadamente esta etapa se revisó y analizó catastros existentes, con el objetivo de sistematizar toda la información y realizar un análisis preliminar de los derechos de aprovechamiento y de los usos de aguas en la cuenca.

Luego se comenzó con el levantamiento de los expedientes administrativos y judiciales de constitución de los derechos, y paralelamente se inició el trabajo de levantamiento de las inscripciones de los derechos en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de la Ciudad de Copiapó y Caldera. A continuación se detallan las actividades que se desarrollaron en esta etapa.

3.1 RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES

3.1.1 Revisión de antecedentes

Se recopilaron y analizaron antecedentes de derechos otorgados, solicitudes en trámite y expedientes de traslado de derechos de aprovechamiento autorizados o en trámite para la Cuenca del Río Copiapó. Para ello se revisaron las siguientes fuentes:

- Información Catastro Público de Aguas (CPA, 2014).
- Información Centro de Información de Recursos Hídricos(CIRH, 2014).
- Estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama"(PUC, 2014).
- Informe "Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados en la cuenca del Río Copiapó" (DARH, 2012).
- Informe "Transferencia de capacidades para mejorar la gestión del riego en Copiapó, Región de Atacama, Componente catastro legal de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales" (Universidad de Concepción, 2011).
- Estudio "Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Copiapó, Tomo I: Sistematización y levantamiento de información de usos y demandas" y Anexos Tomo III: Evaluación de recursos hídricos (DICTUC, 2010).
- Estudio "Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la Cuenca del Río Copiapó" (HIDROMAS, 2013).

A continuación se presenta una descripción de la información recopilada en cada fuente analizada:

Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea y superficial registrados en DGA

Se solicitó la información de derechos de aprovechamiento subterráneos y solicitudes en trámite contenida en el Catastro Público de Agua (CPA) de la Dirección General de Aguas (DGA), actualizada hasta agosto de 2014.

De acuerdo al registro del CPA, en la cuenca del Río Copiapó hay 742 derechos otorgados, equivalentes a un caudal de 22.364 L/s y 79 solicitudes en trámite, equivalentes a 2.292 L/s.

Con respecto a los derechos superficiales, se registran 107 derechos otorgados, con un caudal de 4.710 L/s y 3.143 acciones. En cuanto a solicitudes en trámite, se registran 113 solicitudes ingresadas, equivalente a 20.494 L/s.

En la Tabla 3-1 se presenta la información de derechos y solicitudes en trámite de agua subterránea por sector acuífero (en base a los expedientes que pudieron ser georreferenciados, los cuales representan el 50% del total).

Cabe señalar que los derechos registrados en el CPA incluyen los expedientes de cambios de punto de captación (expedientes VPC), por lo que la cantidad de derechos y caudal puede estar sobreestimado. Esta información fue verificada con la información del historial del expediente obtenida en el Conservador de Bienes Raíces.

Tabla 3-1. Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en sectores acuíferos (incluye expedientes VPC)

| Sector | Derechos Otorgados | | | Solicitudes en Trámite | | |
|-----------------------|--------------------|---------------|-------------|------------------------|--------------|-------------|
| | Nº Derechos | Q (L/s) | % Q | Nº Derechos | Q (L/s) | % Q |
| Sector 1 | 32 | 733 | 10% | 11 | 457 | 25% |
| Sector 2 | 26 | 782 | 10% | 4 | 84 | 5% |
| Sector 3 | 61 | 1.785 | 23% | 17 | 395 | 22% |
| Sector 4 | 67 | 2.678 | 35% | 5 | 48 | 3% |
| Sector 5 | 55 | 812 | 11% | 11 | 368 | 20% |
| Sector 6 | 80 | 832 | 11% | 14 | 470 | 26% |
| Total Sectores | 321 | 7.622 | 100% | 62 | 1.822 | 100% |
| Fuera de acuífero | 28 | 510 | | 1 | 0 | |
| Sin coordenadas | 393 | 14.232 | | 16 | 470 | |
| Total | 742 | 22.364 | | 79 | 2.292 | |

Fuente: CPA, 2014

De la Tabla 3-1 se observa que el 80% del caudal otorgado se localiza en los sectores en estudio, siendo el sector 4 el que presenta el mayor caudal, mientras que en el sector 6 es donde hay mayor cantidad de solicitudes en trámite.

En cuanto a los expedientes de cambios de captación (expedientes VPC), éstos representan el 28% del total de derechos otorgados, y el 47% del total de solicitudes en trámite, de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea de acuerdo a tipo de expediente.

| Tipo de expediente | Derechos Otorgados | | Solicitudes en Trámite | |
|--------------------|--------------------|---------|------------------------|---------|
| | Nº Derechos CPA | Q (L/s) | Nº solicitudes CPA | Q (L/s) |
| VPC | 208 | 6.138 | 38 | 1.145 |
| ND/NR/UA/VF | 534 | 16.226 | 43 | 1.253 |

Fuente: CPA, 2014

Organización de usuarios registrados en DGA

De acuerdo a información de DGA, en la cuenca del Río Copiapó hay 67 organizaciones de usuarios, incluida la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus afluentes y la Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó – Piedra Colgada-Desembocadura.

El área bajo la influencia de La Junta de Vigilancia abarca del sector 1 a 4, lo que corresponde a los ríos Pulido, Jorquera, Manflas y el río Copiapó hasta la ciudad de Copiapó. La zona del río Copiapó se divide en 9 distritos, más el sector cordillera (ríos afluentes) en los cuales los derechos se distribuyen entre los canales de cada distrito y los derechos de cada canal se distribuyen entre los usuarios.

La Junta de Vigilancia tiene 1.016 integrantes, totalizando 12.089 acciones, mientras que la Comunidad de Aguas Subterráneas cuenta con 205 integrantes, totalizando 6.509 acciones.

Destaca también la comunidad Canal San Fernando, que cuenta con 638 integrantes y 1.404 acciones.

Programa "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama"(PUC, 2014)

El objetivo de este programa fue el de fortalecer la gestión administrativa y legal de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca del río Copiapó. El programa incluyó una georreferenciación de pozos, la cual se sintetiza en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Derechos subterráneos definitivos en sectores Cuenca del Río Copiapó.

| Sector | Derechos Definitivos | | |
|----------|----------------------|---------|------|
| | Nº | Q (L/s) | % Q |
| Sector 1 | 59 | 2.287 | 12% |
| Sector 2 | 101 | 3.397 | 18% |
| Sector 3 | 119 | 4.185 | 22% |
| Sector 4 | 139 | 4.189 | 22% |
| Sector 5 | 192 | 3.411 | 18% |
| Sector 6 | 109 | 1.431 | 8% |
| Total | 719 | 18.900 | 100% |

Fuente: PUC, 2014

De acuerdo a este catastro, en el sector 6 es donde se presenta la menor cantidad de caudal otorgado.

Los sectores 5 y 6 corresponden a las Comunidades de Aguas Subterráneas "Ciudad de Copiapó – Piedra Colgada – Angostura" (CASUB). En esta zona se identificaron además los derechos provisionales y mercedes definitivas, los que se muestran en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Derechos provisionales y mercedes definitivas en sectores 5 y 6.

| Sector | Mercedes definitivas | | | Derechos Provisionales | | |
|----------|----------------------|---------|------|------------------------|---------|------|
| | Nº | Q (L/s) | % Q | Nº | Q (L/s) | % Q |
| Sector 5 | 7 | 197 | 59% | 11 | 64 | 17% |
| Sector 6 | 6 | 136 | 41% | 51 | 321 | 83% |
| Total | 13 | 333 | 100% | 62 | 385 | 100% |

Fuente: PUC, 2014

Finalmente, en los sectores 5 y 6 el caudal total es de 5.560 L/s, para un total de 209 usuarios bajo la jurisdicción de la CASUB, los que extraen agua de un total de 187 pozos.

"Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados en la cuenca del Río Copiapó" (DARH, 2012)

Este informe técnico realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la DGA identificó los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas consuntivas en los sectores acuíferos de la cuenca del Río Copiapó.

De acuerdo a este estudio, en la cuenca hay 384 derechos definitivos otorgados, equivalente a 19.237 L/s y 56 derechos provisionales equivalentes a 385 L/s.

En la Tabla 3-5 se presenta el caudal equivalente a los derechos otorgados por sector en el área de estudio. Como se observa, en los sectores 3 a 6 se localiza el 71% del total del caudal otorgado como definitivo, mientras que en el sector 6 se encuentra el 83% del total de caudal otorgado provisionalmente.

Tabla 3-5. Caudales otorgados en sectores Cuenca del Río Copiapó

| Sector | Derechos | |
|----------|---------------------|-----------------------|
| | Q Definitivos (L/s) | Q Provisionales (L/s) |
| Sector 1 | 2.187 | - |
| Sector 2 | 3.380 | - |
| Sector 3 | 4.107 | - |
| Sector 4 | 4.115 | - |
| Sector 5 | 3.831 | 64 |
| Sector 6 | 1.617 | 321 |
| Total | 19.237 | 385 |

Fuente: DARH, 2012

"Informe "Transferencia de capacidades para mejorar la gestión del riego en Copiapó, Región de Atacama, Componente catastro legal de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales" (Universidad de Concepción, 2011)

Este informe incluye un catastro legal de los derechos de agua superficiales de los usuarios de las comunidades de aguas que están bajo la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó.

De acuerdo a este estudio, la Junta de Vigilancia tiene como usuarios a 66 canales, de los cuales 52 corresponden a comunidades de agua y 14 son particulares, totalizando 1.105 usuarios, de los cuales 600 pertenecen al canal San Fernando.

El principal uso del agua es riego, representando el 60%. Este estudio incluyó también un análisis al mercado del agua, concluyendo que en el año 2008 se realizaron múltiples

transferencias de derechos de agua superficial, y que entre el año 2009 y 2010 se generó una baja en las ventas, explicado por la escasez hídrica del río.

"Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Copiapó, Tomo I: Sistematización y levantamiento de información de usos y demandas" (DICTUC, 2010).

En este estudio se realizó una campaña en terreno y una recopilación de información de usos y demandas en la cuenca del Río Copiapó. El catastro incluye la información contenida en el estudio "Levantamiento Catastro de usuarios de aguas del Valle del Río Copiapó y sus afluentes, III Región de Atacama" (DGA; SITAC, 2008). En la Tabla 3-6 se muestra una síntesis de los derechos y solicitudes en toda la cuenca.

Tabla 3-6. Derechos de aprovechamiento de aguas otorgados y solicitudes en trámite en cuenca del Río Copiapó.

| Naturaleza del agua | Derechos Otorgados | | Solicitudes en Trámite | | S/I | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------------|---------|-------------|---------|
| | Nº Derechos | Q (L/s) | Nº Derechos | Q (L/s) | Nº Derechos | Q (L/s) |
| Subterránea | 489 | 17.767 | 383 | 990 | 7 | 269 |
| Superficial | 20 | 387 | 79 | 1.765 | 2 | 0,4 |

Fuente: DICTUC, 2010

De acuerdo a este estudio, en la cuenca hay 489 derechos subterráneos aprobados, equivalentes a 17.767 L/s y 383 solicitudes en trámite que equivalen a 990 L/s. En cuanto a derechos superficiales, hay 387 L/s aprobados y 1.765 L/s en solicitud.

En la Figura 3.1 se muestra la distribución del caudal otorgado por uso considerando los sectores acuíferos. En el área de estudio, los sectores 4 y 5 son los que tienen mayor caudal otorgado, representando el 44% del total.

Se observa que en el sector 4 se concentra el caudal otorgado para agua potable y minería (79% y 66% respectivamente), mientras que el caudal otorgado para riego está mayormente presente entre los sectores 2, 3, 5 y 6.

Figura 3.1: Caudal Subterráneo otorgado por sector y uso en cuenca Río Copiapó

| | Riego | [L/s] | A. Potable | [L/s] | Minería | [L/s] | Otros usos | [L/s] | Total | [L/s] |
|----------|-------|--------|------------|-------|---------|-------|------------|-------|-------|--------|
| Sector 1 | 6% | 619 | 0% | 0 | 0% | 0 | 3% | 100 | 4% | 719 |
| Sector 2 | 25% | 2.482 | 2% | 38 | 13% | 399 | 14% | 447 | 19% | 3.366 |
| Sector 3 | 23% | 2.276 | 0% | 0 | 5% | 159 | 25% | 777 | 18% | 3.211 |
| Sector 4 | 4% | 393 | 79% | 1.234 | 66% | 2.002 | 11% | 342 | 22% | 3.971 |
| Sector 5 | 22% | 2.172 | 16% | 256 | 14% | 418 | 33% | 1.022 | 22% | 3.868 |
| Sector 6 | 21% | 2.066 | 2% | 32 | 2% | 69 | 14% | 453 | 15% | 2.620 |
| | | 10.006 | | 1.560 | | 3.047 | | 3.140 | | 17.754 |

Fuente: DICTUC, 2010

En base a la campaña de terreno se pudo tener información de 720 pozos, los cuales se distribuyen en los sectores acuíferos de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7. Resumen pozos catastrados en terreno

| Sector | Derechos Otorgados | | | Solicitudes en Trámite | | | S/I | |
|----------|--------------------|---------|------|------------------------|---------|------|----------|---------|
| | Nº Pozos | Q (L/s) | % Q | Nº Pozos | Q (L/s) | % Q | Nº Pozos | Q (L/s) |
| Sector 1 | 10 | 719 | 5% | 4 | 8 | 1% | 45 | S/I |
| Sector 2 | 42 | 2.421 | 16% | 9 | 18 | 3% | 30 | S/I |
| Sector 3 | 38 | 2.304 | 16% | 22 | 87 | 14% | 14 | S/I |
| Sector 4 | 51 | 3.289 | 22% | 38 | 127 | 20% | 18 | S/I |
| Sector 5 | 82 | 3.556 | 24% | 51 | 102 | 16% | 8 | S/I |
| Sector 6 | 88 | 2.536 | 17% | 141 | 278 | 45% | 29 | S/I |
| Total | 311 | 14.824 | 100% | 265 | 620 | 100% | 144 | S/I |

Fuente: DICTUC, 2010

Se observa que la mayor cantidad de pozos con derechos otorgados se encuentran en los sectores 5 y 6, equivalente al 41% del total de caudal otorgado. En cuanto a los pozos con solicitudes en trámite, estos se concentran en el sector 6, y representan el 45% del total del caudal solicitado.

"Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la Cuenca del Río Copiapó" (HIDROMAS, 2013).

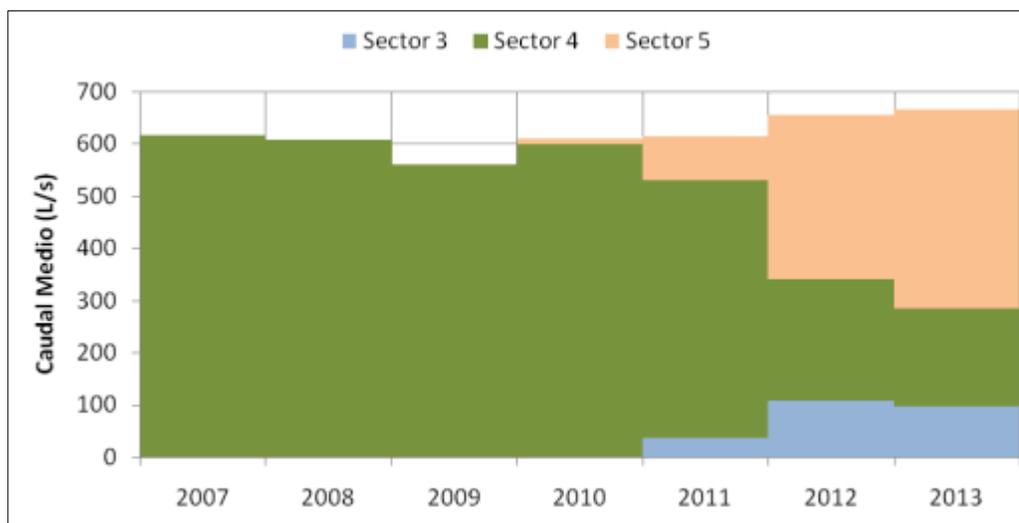
Este estudio surge por la necesidad de contar con una herramienta dinámica que permita evaluar diferentes escenarios de explotación de los recursos hídricos en la zona, producto del incremento de la demanda de agua y la escasez del recurso observada a partir de la década de los 80.

Los análisis desarrollados en este estudio indicaron que la oferta media del sector de estudio (La Puerta-Angostura) fue del orden de los 2,0 m³/s para el año 2012, con tasas de consumo de almacenamiento que se han incrementado a partir del año 2005 al 2012, desde 1,2 m³/s a 1,7 m³/s.

Se constató que la demanda de agua potable, de acuerdo al informe de Gestión Sanitario desarrollado por SISS (2011), presentó una notoria disminución debido a una permanente y continua baja de los acuíferos, situación observada desde antes del año 2008. Lo anterior se debe en parte a la prolongada sequía que ha afectado a la región y a la sobreexplotación del acuífero, colapsando las captaciones de la empresa sanitaria en el sector 4, razón por la cual la empresa tuvo que construir nuevos pozos de bombeo en los sectores 5 y 3, permitiendo así desconcentrar la explotación de agua potable.

Por otra parte, utilizando información proporcionada por ECONNSA (Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios) a la DGA, se constató que la demanda promedio de los pozos de Aguas Chañar ubicados en Copiapó varió desde los 600 a 660 L/s entre los años 2007 y 2013, lo que se observa en Figura 3.2.

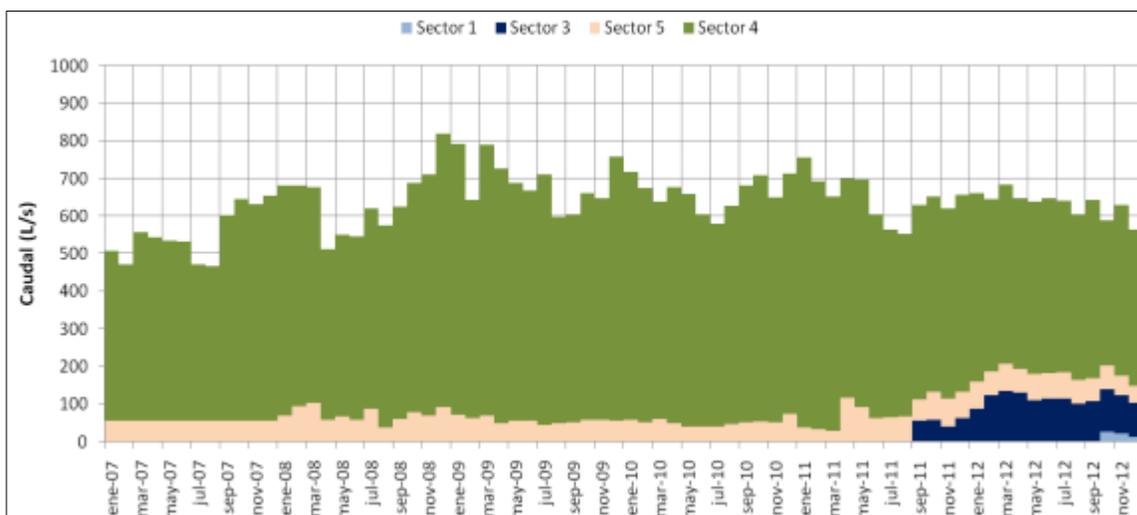
Figura 3.2: Distribución anual de la demanda Aguas Chañar en pozos de agua potable



Fuente: HIDROMAS, 2013

Respecto la demanda de agua de proyectos mineros y utilizando información que las mismas empresas proporcionaron a la DGA, se constató que su distribución mensual desde el año 2007 al 2012 se ha mantenido en el orden de los 500 y 800 L/s y está concentrada principalmente en el sector 4, lo que se observa en la Figura 3.3.

Figura 3.3: Distribución mensual de la demanda minera mediante pozos de bombeo



Fuente: HIDROMAS, 2013

En la Tabla 3-8 se observa que en el año 2012, el 36% de los pozos construidos se encuentran en uso y la empresa minera Candelaria utiliza un 35,6 % del caudal medio de extracción total de la cuenca, seguida por la empresa Pucobre con un 20,25%.

Tabla 3-8. Información general de proyectos mineros en la cuenca de Copiapó..

| Empresa | Total Pozos | Pozos en Uso | Caudal Medio 2012 (L/s) | Sector Hidrogeológico | | | | | |
|---------------|-------------|--------------|-------------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Lumina Copper | 3 | 3 | 5 | | | | | | |
| Pucobre | 16 | 8 | 128 | | | | | | |
| CMP | 1 | 1 | 15 | | | | | | |
| COEMIN | 3 | 3 | 67 | | | | | | |
| ENAMI | 10 | 5 | 83 | | | | | | |
| KOZAN | 5 | 2 | 46 | | | | | | |
| Candelaria | 9 | 8 | 225 | | | | | | |
| Manto Verde | 4 | 2 | 63 | | | | | | |
| TOTAL | 51 | 32 | 632 | | | | | | |

Fuente: HIDROMAS, 2013

3.1.2 Construcción base de datos catastro

En una primera etapa se cruzó la información de los derechos subterráneos otorgados y solicitudes en trámite contenida en el registro del CPA, con la información del catastro realizado por DICTUC (2010). Como resultado de este análisis se generó una base de datos con la siguiente información:

- Fuente de información
- Código de expediente
- Situación
- Ubicación del derecho (comuna, provincia, cuenca, subcuenca, subsubcuenca)
- Antecedentes de la Resolución (fecha, N°)
- Tipo de derecho
- Naturaleza de las aguas
- Ejercicio del derecho
- Uso de las aguas
- Caudal otorgado y/o solicitado
- Coordenadas UTM
- Información de CBR y/o Tribunales
- Sector de ubicación (sectores 3, 4, 5 y 6)

Como primer resultado de este cruce se obtuvo un total de 1.430 derechos y solicitudes de agua subterránea en la cuenca del Río Copiapó, de los cuales 1.057 pudieron ser georreferenciados. Posteriormente se agregaron los pozos catastrados por DICTUC que no tenían información de expediente, obteniéndose para el área de estudio un total de 873 derechos y solicitudes en trámite.

En este proceso se detectó que 155 expedientes de la base del DICTUC no estaban en el registro del CPA, 51 estaban identificados con artículo 5^{to} transitorio y 3 no tenían información de expediente. Se solicitó a la DGA revisar la situación de los 155 expedientes, concluyendo que 123 de ellos no están en el registro de CPA dado que fueron eliminados por transacción, mientras que 31 están en el sistema pero no han sido traspasados a derechos concedidos.

En una segunda etapa se revisó la información del CPA correspondiente a las solicitudes en trámite que fueron denegadas o desistidas. Al cruzar la información, se tiene un total

de 240 solicitudes en el área de estudio que están en situación de denegada o desistida, por lo que fueron eliminadas de la base.

En la base resultante se tienen 266 expedientes que no pudieron ser georreferenciados ya que no cuentan con información de coordenadas, equivalentes a 8.919 L/s otorgados y 462 L/s solicitados.

En la etapa final se cruzó la información del catastro realizado en el estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama" (PUC, 2014). En este cruce se depuró la información de derechos y se actualizaron las coordenadas.

Finalmente, en el área de estudio se tiene que hay 590 usuarios de agua con derecho otorgado, equivalente a 14.822 L/s, como se observa en la Tabla 3-9.

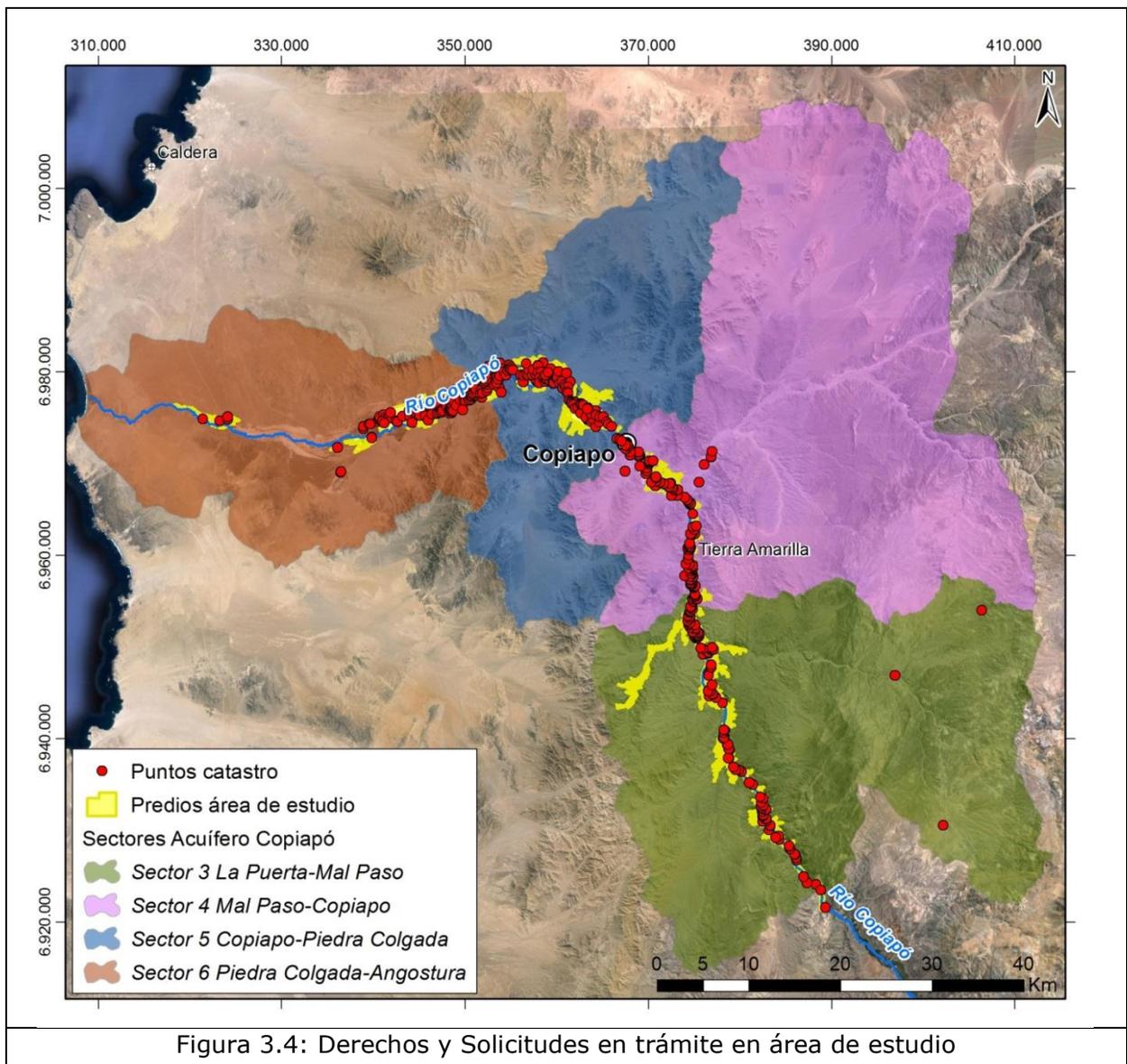
Tabla 3-9. Cruce final de derechos de aprovechamiento y solicitudes en trámite de agua subterránea en área de estudio

| Sector | Derechos Otorgados | | | Solicitudes en Trámite | | |
|----------|--------------------|---------|------|------------------------|---------|------|
| | Nº | Q (L/s) | % Q | Nº | Q (L/s) | % Q |
| Sector 3 | 108 | 4.128 | 28% | 20 | 415 | 40% |
| Sector 4 | 118 | 4.919 | 33% | 6 | 48 | 5% |
| Sector 5 | 210 | 3.777 | 25% | 6 | 115 | 11% |
| Sector 6 | 154 | 1.999 | 13% | 15 | 472 | 45% |
| Total | 590 | 14.822 | 100% | 47 | 1.050 | 100% |

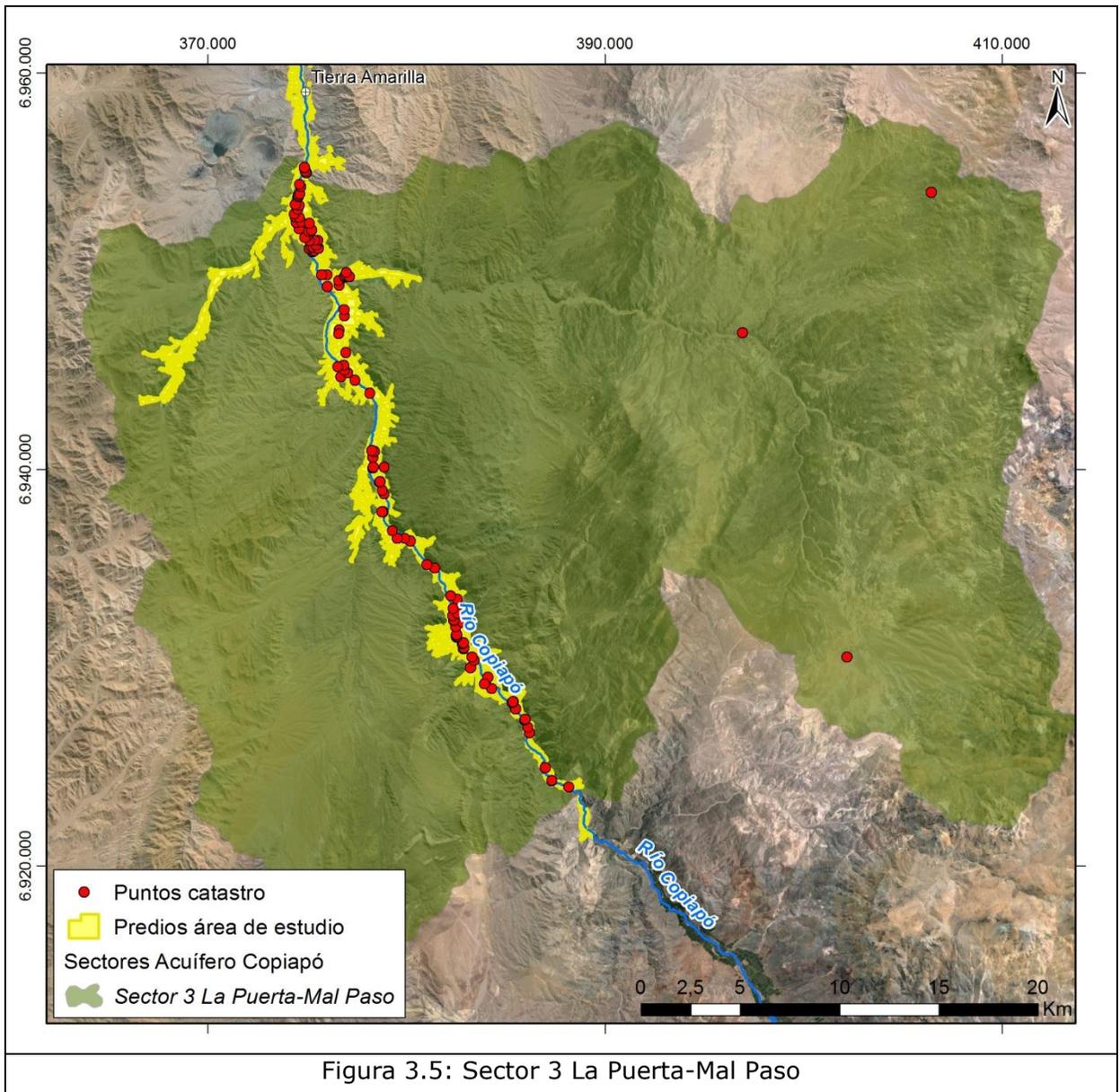
Fuente: Elaboración Propia

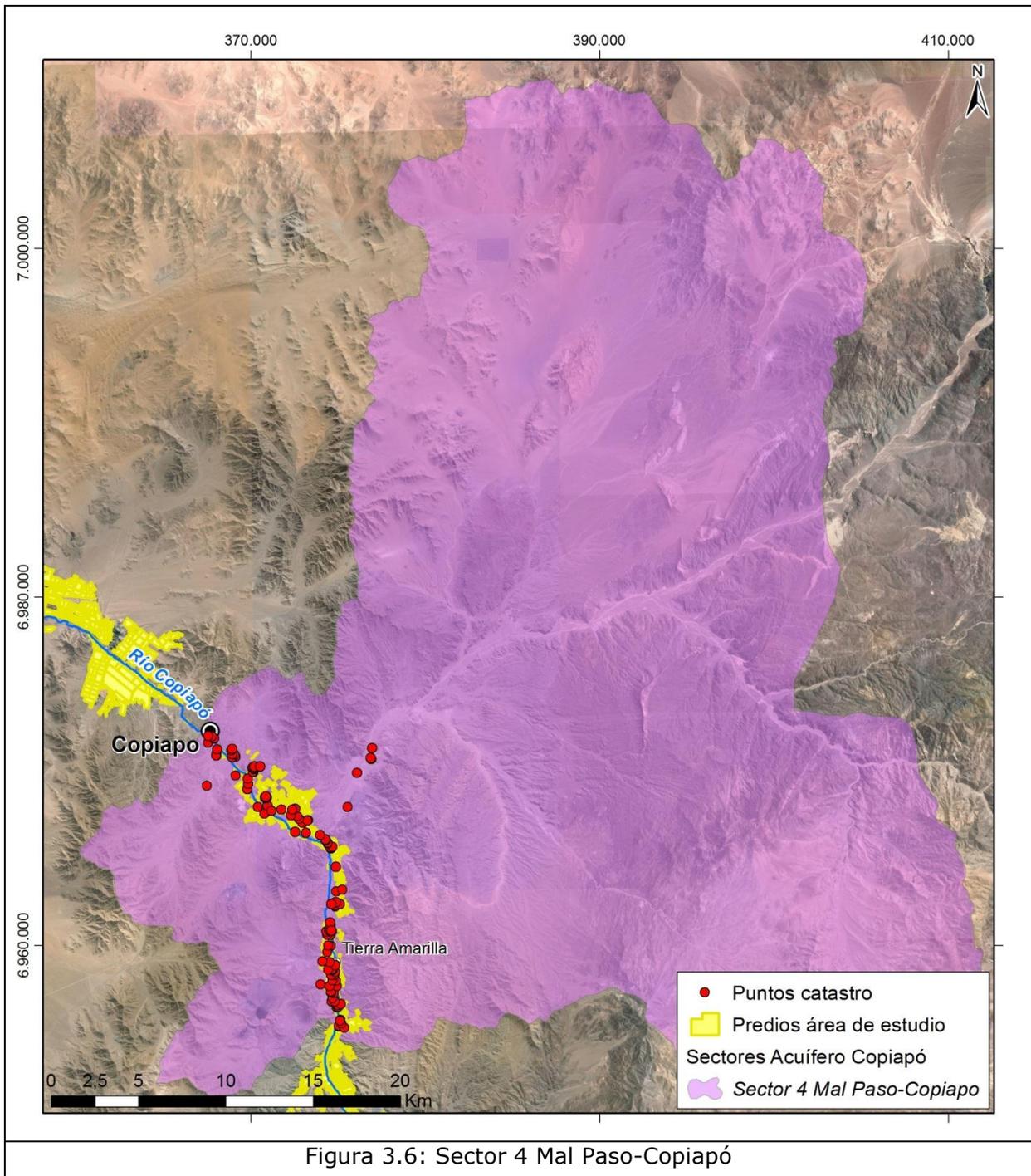
Cabe señalar que en este cruce final se detectó que algunos titulares pertenecientes a la CASUB (del estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama" (PUC, 2014)) no tenían información de expediente, por lo que se realizó un cruce con información del CPA en base al titular para así obtener coordenadas faltantes.

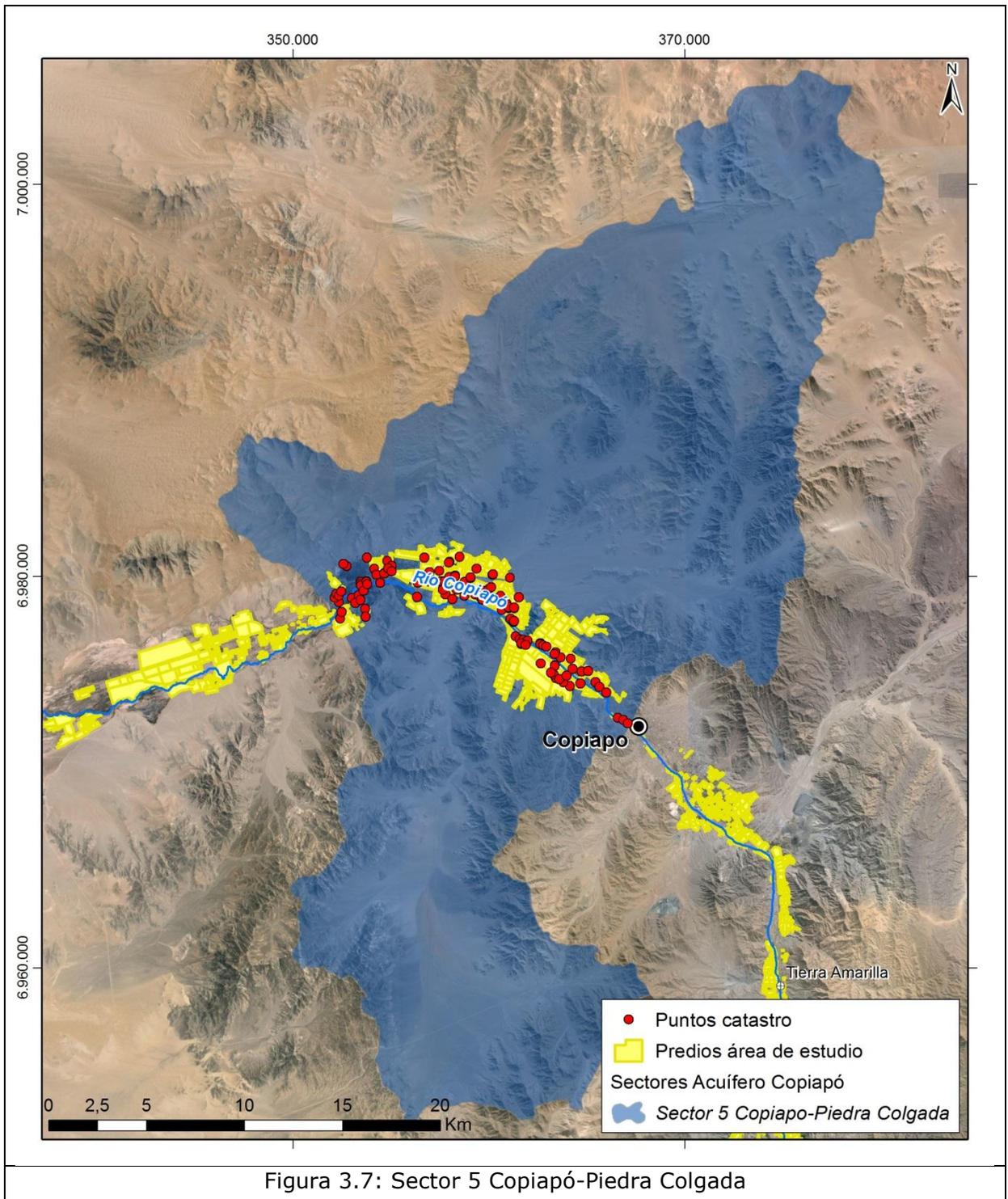
En la Figura 3.4 se presentan los derechos y solicitudes en trámite en el área de estudio y los predios digitalizados. Además se contabilizaron 29 pozos sin información de situación.

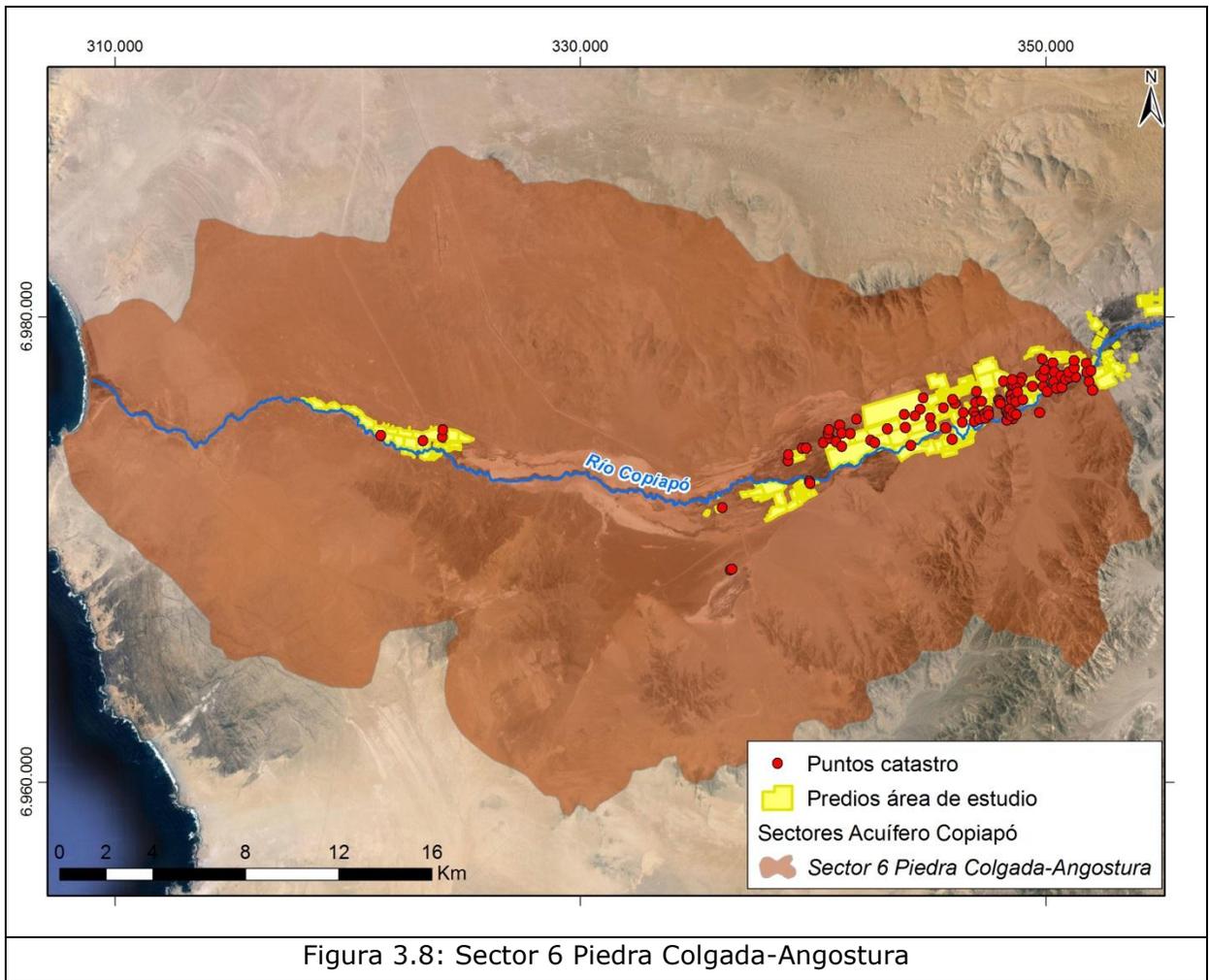


A continuación se presentan los sectores hidrogeológicos 3, 4, 5 y 6 de la Figura 3.5 a la Figura 3.8.









3.1.3 Reuniones con actores relevantes del agua

Se contactó a los actores relevantes relacionados con el uso del agua de la cuenca con el objetivo de recabar información para el catastro, como por ejemplo número de usuarios por sector y contactos para coordinar las visitas a terreno. Los actores que fueron contactados se muestran en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10. Actores relevantes del agua en la Cuenca del río Copiapó, Sector La Puerta Angostura

| Actores Relevantes | Nombre Representante | Cargo Representante |
|--|-----------------------------|--------------------------------|
| Junta de Vigilancia del Río | Cristian González | Gerente General |
| Aguas Chañar | Héctor Donoso | Gerente de Operaciones |
| Comunidad de Agua Subterránea, sector 1 al 3 | Angélica Osorio | Apoyo Técnico |
| Comunidad de Agua Subterránea, sector 4 | María Carolina Veroitza | Gerente |
| Comunidad de Agua, sectores 5 y 6 (CASUB) | Carlos Araya | Administrador |
| Dirección General de Aguas | Patricio Luengo | Director Regional de Aguas (s) |
| APECO | Alejandra Narváez | Gerente |

El día jueves 25 de septiembre se llevó a cabo una reunión de coordinación y presentación de los trabajos de terreno que comenzaron el día 05 de septiembre.

Respecto a la CASUB, se mantuvo directa comunicación con el administrador, Señor Carlos Araya, para revisar las captaciones a catastrar y contar con el contacto de los dueños de los derechos de agua.

Con la Junta de Vigilancia del Río Copiapó, se tomó contacto con Cristian González vía teléfono y a través de mail, solicitando información de usuarios y canales que están dentro de su jurisdicción. El día 21 de octubre nos reunimos con Cristian González para aclarar dudas que surgieron con el levantamiento de captaciones superficiales.

Finalmente, se tomó contacto con el Gerente de Operaciones de Aguas Chañar para coordinar la visita de todas sus captaciones y además para el traspaso de información administrativa de cada derecho y/o solicitud de agua.

3.1.4 Revisión de expedientes con información de CPA

Esta actividad consistió en comparar la información de los expedientes administrativos en digital con la información contenida en el CPA, y digitalizar pruebas de bombeo y estratigrafía de aquellos expedientes que no se encontraron digitalizados.

Revisión de expedientes: Se revisaron 513 expedientes digitalizados que entregó el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la DGA, de los cuales sólo se logró identificar 136 expedientes en la base de datos del CPA.

De los 136 expedientes identificados, se determinó lo siguiente:

- 28 expedientes presentes en la base del CPA no tienen el mismo caudal respecto a su expediente digital. Lo anterior fue incorporado en la columna observaciones de la Base Catastro Copiapó que se encuentra en anexos (ANEXO A: Base Catastro Copiapó).
- 9 expedientes presentes en el CPA no corresponden con el expediente digitalizado.
- 7 expedientes presentes en el CPA no presentan la resolución constituyente escaneada, por lo tanto no es posible revisar en detalle la información.
- 128 expedientes contenían información de pruebas de bombeo y 113 de estratigrafía. Esta información fue extraída del expediente original y se creó un hipervínculo en el SIG creado para el catastro. Además se incorporaron dos columnas en la Base de Datos Copiapó (ANEXO A: Base Catastro Copiapó) identificando los expedientes que cuentan con esta información.

Digitalización de pruebas de bombeo y estratigrafía: Se solicitaron 47 expedientes al CIRH y 43 a la DGA Regional, para revisar y digitar pruebas de bombeo y estratigrafía. De la información solicitada al CIRH se digitalizaron 21 pruebas de bombeo y estratigrafía, y en la región se encontró información de 19 expedientes. Las pruebas de bombeo y estratigrafía digitalizadas se presentan en el SIG a través de un hipervínculo identificada en base de datos del estudio (ANEXO B y ANEXO D).

3.1.5 Revisión información de derechos CBR, Juzgado de Letras y SAG

El catastro de derechos de aprovechamiento de aguas comprende los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos en la Cuenca del Copiapó desde el sector La Puerta hasta la desembocadura, en atención a lo cual se ha debido efectuar el levantamiento de la información correspondiente, en los Conservadores de Bienes Raíces competentes, esto es Copiapó y Caldera.

Al respecto cabe señalar que el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó, en especial el Registro de Propiedad y el Registro de Propiedad Minera, comenzaron en el año 1858¹ y el Registro de Propiedad de Aguas existe a partir del año 1942. Por su parte, el Conservador de Bienes Raíces de Caldera fue creado recientemente en el año 1995, por lo que con anterioridad a ese año, el Conservador competente era únicamente el de Copiapó.

a. Levantamiento del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.

El Registro de Propiedad de Aguas de este Conservador comienza el año 1942, según consta de la correspondiente certificación² emitida por el Conservador de Bienes Raíces

¹La institución de los conservadores fue creada el 24 de junio de 1857, cuando se dictó el Reglamento del Registro Conservatorio de Bienes Raíces, en virtud de lo dispuesto en el artículo 695 del Código Civil.

² Se acompaña copia del correspondiente certificado, emitido por el Conservador de Bienes

de Copiapó Sr. Tomás Jara Concha. Los libros correspondientes a los Registros de Agua de los años 1942 a 1950 se encuentran actualmente en el Archivo Nacional, y los correspondientes a los años 1951 en adelante, se encuentran en el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.

En atención a lo expuesto, el levantamiento de la información relativa al Registro de Propiedad de Aguas de este Conservador se ha debido desarrollar paralelamente por dos equipos, uno situado en el Conservador y otro en el Archivo Nacional, en la forma que a continuación se señala.

a. i. Trabajo desarrollado en el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó.

Mediante presentación efectuada con fecha 18 de agosto del presente año, suscrita por el Inspector Fiscal del Estudio y por la Abogado Jefe de Proyecto, se informó a don Tomás Jarpa Concha, Conservador de Bienes Raíces de Copiapó, que la Dirección General de Aguas adjudicó "Catastro de Usos y Usuarios del Agua del Copiapó, Sector La Puerta - Angostura" (Código ID101971- LP14) a la empresa GeoHidrología, estudio para el cual se requiere efectuar un levantamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en el Conservador de Bienes Raíces a su cargo, desde su inscripción original en adelante, hasta determinar él o los titulares vigentes correspondientes a cada derecho. El Conservador para tales efectos, autorizó la permanencia durante los horarios hábiles en las dependencias del Oficio, de tres procuradores, por un período de dos meses.

Para la recopilación de la información en el Conservador de Bienes Raíces, se revisaron los libros de registro de propiedad de aguas existentes año por año, a partir de 1951 en adelante. De esta forma, en una primera etapa, se levantó toda inscripción de derechos de aprovechamiento de agua o de mercedes de agua en forma anual. La información recopilada en el Conservador era enviada diariamente al equipo de trabajo situado en Santiago, el cual se encargaba de verificar la foja y número de la inscripción, como también el contenido de la misma, y las anotaciones marginales, a fin de revisar las transferencias del derecho de aprovechamiento cuyo título se revisa, y así poder establecer las inscripciones correspondientes a las transferencias o transmisiones de derecho parciales, para determinar todos los derechos vigentes y su historia registral a partir de la inscripción del acto administrativo o resolución que dio origen al derecho de aprovechamiento inscrito inicialmente.

En una segunda etapa, se ha efectuado una revisión de todos aquellos derechos, en cuyas líneas de posesión inscrita se ha detectado error o incongruencia, de forma tal que detectado el error por el equipo jurídico en Santiago, se comunica al equipo situado en la Región, para que verifique anotaciones marginales y títulos correspondientes, a fin de esclarecer al máximo la historia registral de cada uno de los derechos de aprovechamiento de aguas catastrado.

La información procesada e incorporada en la base de datos definitiva está hasta el año 2014, esto se refleja en la base de datos. (Anexo A. Base de Datos)

a. ii. Trabajo desarrollado en el Archivo Nacional.

Para la recopilación de la información en el Archivo Nacional, se solicitó formalmente esclarecer, por parte del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó, la fecha de inicio del

Registro de Aguas de ese Conservador³, el cual de acuerdo a lo informado mediante carta de fecha 23 de octubre del presente año el Conservador, comenzó a partir del año 1942.

En razón de ello, se revisó en el Archivo Nacional todos aquellos registros de propiedad de aguas que, por su antigüedad, habían sido enviados desde el Conservador de Bienes Raíces de Copiapó al Archivo. Este es el caso de los libros de Registro correspondientes a los años 1942 a 1951, los cuales fueron revisados y levantados año por año.

La información recopilada en el Archivo Nacional se encuentra incluida en la base de datos definitiva.

b. Levantamiento del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Caldera.

Como se señaló precedentemente, el Conservador de Bienes Raíces de Caldera fue creado en el año 1995. Por lo que la información contenida en su Registro de Aguas es escasa y proviene de aquellos derechos que en conformidad a lo establecido por el artículo 118 del Código de Aguas⁴ les corresponde estar inscritos en dicho Conservador.

c. Información de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Regularizadas a través del artículo 2º Transitorio del Código de Aguas o en trámite de regularización.

El artículo segundo transitorio del Código de Aguas establece un procedimiento encaminado a regularizar derechos de aprovechamiento no inscritos, como también derechos inscritos a nombre de un tercero, cuando el solicitante ha utilizado estos derechos por un determinado período, cumpliendo también con los demás requisitos establecidos en la Ley.

Se trata de un procedimiento cuya tramitación es de carácter administrativo-judicial. Se inicia en sede administrativa en conformidad a lo establecido por los artículos 130 y siguientes del Código de Aguas. La fase administrativa culmina con un informe técnico que se pronuncia respecto de los aspectos técnicos asociados al procedimiento, que es

³ El régimen de inscripción de los derechos de aprovechamiento en los registros de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces se inició con la vigencia de la Ley N° 2139, de 1908, sobre Asociaciones de Canalistas. Posteriormente, el Código de Aguas de 1951 amplió el régimen de inscripción, haciendo exigible la inscripción de todas las nuevas concesiones de mercedes de aguas que se fueran otorgando. Asimismo, el artículo 302 de dicho cuerpo legal, se refiere a las inscripciones practicadas en conformidad a la Ley N° 2.139, reconociéndolas y dando, en consecuencia, continuidad al sistema registral en materia de aguas.

En efecto, el Código Civil Chileno de 1857, respecto a las aguas terrestres, distinguía entre las aguas de dominio público y las aguas de dominio privado. Las primeras, que incluyen los ríos, los grandes lagos que pueden navegarse por buques de más de 100 toneladas, las pluviales que corren por caminos públicos constituyen bienes nacionales de uso público. Las de dominio privado, corresponden a las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad, los pequeños lagos, las que corren por cauces artificiales (acueductos), y las fluviales dentro de una propiedad. Enseguida, La Ley N° 2139 del Ministerio de Industria y Obras Públicas, de 20 de noviembre de 1908, sobre Asociaciones de Canalistas, cuyas disposiciones estaban destinadas a regir a las asociaciones formadas por los dueños de canales, que se constituyan en conformidad a su artículo 20, y a otorgarles personalidad jurídica, con el objeto de tomar el agua de la corriente matriz, repartirla entre los accionistas y conservar los acueductos; en su artículo 5º estableció por primera vez la obligación de que los actos y contratos traslaticios de dominio de regadores de agua, se perfeccionarán por escritura pública y la tradición respecto de ellos, no operará sino por la inscripción del respectivo acto o contrato en un registro especial que se abrirá en cada oficina departamental del conservador de bienes raíces que se llevará conforme al reglamento que dictará el Presidente de la República. Esto es, debía tratarse de regadores de agua, es decir de las aguas que corrieran a partir de la fuente natural por cauces artificiales construidos con finalidades productivas.

⁴ El Art. 118 del Código de Aguas establece que *"las inscripciones se practicarán en el Conservador de Bienes Raíces que tenga competencia en la comuna en que se encuentre ubicada la bocanoma del canal matriz en el cauce natural...tratándose de derechos de aprovechamiento que recaigan sobre aguas embalsadas o aguas subterráneas, las inscripciones deberán hacerse en el Conservador de Bienes Raíces que tenga competencia en la comuna donde se encuentre ubicado el embalse o el pozo respectivo, pero si el embalse cubriere territorios de dos o más comunas, se inscribirán en aquella donde se encuentre la obra de entrega"*.

remitido a los tribunales ordinarios de justicia mediante oficio de la Dirección Regional de Aguas correspondiente, para su tramitación en sede judicial en conformidad a las normas del procedimiento sumario, fase en la cual corresponde al tribunal constatar de acuerdo a los antecedentes y pruebas presentadas, que se ha cumplido con los supuestos previstos en la Ley para su reconocimiento e inscripción.

Del levantamiento de la información de la Dirección General de Aguas, así como de catastros anteriores y CPA, se determinaron los expedientes administrativos correspondientes a regularización en los que se había emitido informe técnico y remitido los antecedentes a los tribunales ordinarios. De acuerdo a ello, se procedió a determinar los juzgados en que se radicaron las causas de regularización, y el estado de tramitación de ellas. La información levantada en tribunales da cuenta del estado de tramitación de las causas judiciales, distinguiendo entre: **a.** Causas actualmente en tramitación; **b.** Causas archivadas; **c.** Causas con sentencia y **d.** Sentencias inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

De la información levantada, es posible concluir que de un total de 60 solicitudes de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas por el artículo segundo transitorio, cuyos informes técnicos fueron remitidos a los tribunales ordinarios de justicia, sólo 19 obtuvieron sentencia favorable e inscripción, los cuales se muestran en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11. Regularizaciones de derechos de aprovechamiento con sentencia favorable

| Expediente Administrativo | Rol | Juzgado | Estado Tramitación | Inscripción | Situación Final |
|---------------------------|---------------|--------------------------|--|--|---------------------------------|
| NR-0302-1 | 14.917 | 3° Juzgado Civil Copiapó | | Inscrito a fojas 26 vta n°21 año 1998 | Inscrito CPA |
| NR-0302-18 | 35.008 | 1° JL Copiapó | Constituido por Resol DGA N°279 de fecha 24-06-2003Corte de Apelaciones de Copiapó ordeno a la DGA regularizar | Inscrito a fojas 79 vta n°67 año 2003 | Constituido sin inscripción CPA |
| NR-0302-40 | 2991-2012 | 1° JL Copiapó | Sentencia de fecha 30-07-2013 | Inscrito a fojas 130 vta n°93 2013 | Inscrito CPA |
| NR-0302-44 | 14.824- | 3° JL Copiapó | Inscrito CBR | | Constituido sin inscripción CPA |
| NR-0302-46 | 47.710- | 2°JL Copiapó | Sentencia de fecha 30-07-1999 | Inscrito a fojas 44 vta n°37 año 1999 | Inscrito CPA |
| NR-0302-53 | 40735 | 1° JL Copiapó | Sentencia de fecha 29-11-2007 | Inscrito a fojas 59 vta n°58 año 2008 | Inscrito CPA |
| NR-0302-63 | 2.198-M | 4° JL Copiapó | Sentencia de fecha 05-11-2003 | Inscrito a fojas 73 vta n°61 año 2003 | Inscrito CPA |
| NR-0302-70 | 43.477-2002 | 1° JL Copiapo | Sentencia de fecha 12-03-2003 | Inscrito a fojas 49 n°39 año 2003 | Inscrito CPA |
| NR-0302-71 | 31.431-2001 | 2° JL Copiapó | Sentencia de fecha 05-02-2002 | Inscrito a fojas 38 vta n°30 año 2001 | Inscrito CPA |
| NR-0302-72 | 31.760 | 2° Juzgado Civil Copiapó | Sentencia de fecha 30-07-2001 | Inscrita a fojas 49 vta n°40 2001 | Inscrito CPA |
| NR-0302-74 | 32.986 | 2° JL Copiapó | Sentencia de fecha 28-06-2002 | Inscrito a fojas 28 n°25 año 2002 | Inscrito CPA |
| NR-0302-75 | C-19.568-2001 | 3° JL Copiapó | Sentencia de fecha 22-10-2010 | | Inscrito CPA |
| NR-0302-92 | 2.141-2004 | 3°JL Copiapó | Sentencia de fecha 04-04-2006 | Inscrito a fojas 1 n°1 año 2006 | Inscrito CPA |
| NR-0302-93 | 5.214-2004 | 4° JL Copiapó | Sentencia de fecha 01-12-2004 | Inscrito a fojas 2 vta n°3 año 2009 | Inscrito CPA |
| NR-0302-94 | 5.237-2004 | 2° JL Copiapó | Sentencia de fecha21-12-2007 | Inscrito a fojas 61 vta n°60 año 2008 | Inscrito CPA |
| NR-0302-107 | 12.048 | 2° JL Copiapó | Sentencia de fecha 13-07-1987 | Inscrito a fojas 110 n°54 año 1987 | Inscrito CPA |
| NR-0302-109 | 3751 | 3° JL Copiapó | Sentencia de fecha 30-03-1990 | Inscrito a fojas 11 n°13 año 1993 | Constituido sin inscripción CPA |
| NR-0302-110 | 12.218 | 2°JL Copiapó | Sentencia | Inscrito a fojas 111 vta n°56 año 1997 | Constituido sin inscripción CPA |
| NR-0302-111 | 25.895 | 2° JL Copiapó | Sentencia de fecha 30-08-1988 | Inscrito a fojas 36 vta n°36 año 1988 | Constituido sin inscripción CPA |

d. Información de Derechos de Aprovechamiento de Aguas provenientes de planes de distribución de aguas, de predios expropiados total o parcialmente por la Corporación de Reforma Agraria.

Mediante el Decreto con Fuerza de Ley N° 278 de 1979, artículo 1° letra e), se asigna al Servicio Agrícola y Ganadero, a contar del 15 de Noviembre de 1979, la función de ejecutar los actos relativos a la división de los derechos de aguas derivadas del proceso de reforma agraria proveniente de la Ley N° 15.020 y 16.640, en conformidad a las normas del Decreto con Fuerza de Ley N° 1-2.603, de 1979⁵, del Ministerio de Agricultura. Posteriormente, el Código de Aguas de 1981, dispuso en su artículo 5° transitorio⁶, normas especiales destinadas a determinar y regularizar la inscripción de los derechos de aprovechamiento señalados, las cuales se encuentran vigentes hasta la actualidad.

Conforme a lo señalado precedentemente, se procedió a levantar, en las oficinas del departamento de Tenencia de Tierras y Aguas del Servicio Agrícola y Ganadero, los planes de distribución de aguas correspondientes a predios expropiados total o parcialmente existentes en el área en estudio.

Los Estudios Técnicos de Distribución de Derechos de Agua, efectuados en el área en estudio, son los aprobados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, que se refieren a los derechos de agua expropiados en conjunto con los predios Amolanas y terrenos adjuntos de Amolanitas, Hacienda Hornitos, Hacienda Bodega y parte del resto de la Hacienda El Carmen, Fundo Toledo, Fundo San Pedro y Fundo El Marquesado; y que distribuyen y asignan derechos al Proyecto de Parcelación Chañarcillo y a los Proyectos de Parcelación "Hacienda Bodega y parte del Resto de la Hacienda El Carmen"; "Fundo Toledo" y "Piedra Colgada". Los cuales se detallan a continuación:

⁵ El Decreto con Fuerza de ley N° 1-2.603, de 1979, del Ministerio de Agricultura, tuvo por finalidad, dictar disposiciones transitorias que permitieran facilitar el trámite de la inscripción de los derechos de aprovechamiento, cuando éste requisito no se ha cumplido con anterioridad, como asimismo, facilitar la regularización de los derechos de aprovechamiento de los adquirentes de predios expropiados por la Corporación de la Reforma Agraria y reglamentar las limitaciones que para la enajenación de sus derechos de aprovechamiento, deben tener los propietarios de predios rústicos de pequeña superficie.

⁶ "Art. 5°.- La determinación e inscripción de los derechos de aprovechamiento provenientes de predios expropiados total o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las leyes N°s 15.020 y 16.640, podrá efectuarse de acuerdo con las reglas siguientes: 1.- El Servicio Agrícola y Ganadero determinará, en forma proporcional a la extensión regada, los derechos de aprovechamiento que corresponden a cada predio asignado, a la reserva, a la parte que se hubiere excluido de la expropiación y a la que se hubiere segregado por cualquier causa cuando ello fuere procedente. Cuando la dotación que tenga el predio expropiado total o parcialmente fuere insuficiente para efectuar una adecuada distribución de las aguas, el Servicio podrá incorporar a ella otros derechos de que disponga. 2.- La determinación de los derechos a que se refiere el número anterior se hará mediante resolución exenta, que deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial e inscribirse en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces competente. 3.- Los interesados podrán reclamar de la resolución del Servicio Agrícola y Ganadero dentro del plazo de 60 días corridos desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial, ante el Juez de Letras Civil competente, quien conocerá y fallará de acuerdo con el procedimiento establecido en los artículos 177 y siguientes de este Código. 4.- Los propietarios de los predios comprendidos en la resolución a que se refiere el número 2 podrán inscribir a su nombre los derechos de aprovechamiento establecidos para tales predios con la sola presentación de la inscripción de dominio del inmueble. En este caso, la inscripción de la aludida resolución será suficiente para determinar la cantidad de derechos que corresponde a cada predio y no regirá lo establecido en el artículo 1° transitorio de este Código. El Servicio Agrícola y Ganadero podrá requerir la inscripción de los derechos de aprovechamiento a que se refiere este artículo y comprometer recursos en ello."

d.i. Por Acuerdo del consejo de la Corporación de Reforma Agraria N° 1521 de 8 de julio de 1971, se expropió la totalidad de los predios "Amolanas y Terrenos Adjuntos de Amolanas" y "Hacienda Hornitos", y por Acuerdo del mismo Consejo N° 1524 de esa misma fecha, se expropió la totalidad del predio "Fundos Jotabeche, Alianza y Totalillo", comprendiéndose en la expropiación de los predios que se muestran en la Tabla 3-12.

Tabla 3-12. Predios expropiados

| PREDIO EXPROPIADO | DERECHO DE AGUAS | FOJAS | Nº | AÑO | CBR |
|--|--|---------|----|------|---------|
| Amolanas y terrenos adjuntos de Amolanas | 154,5 acciones del Canal Amolanas, derivado del Río Copiapó, con 1/5 de Río cada 14 días | 74 vta. | 27 | 1987 | Copiapó |
| Amolanas y terrenos adjuntos de Amolanas | Pozo profundo 80 l/s Parcela N°7, correspondiente al BCE N°1 del Proyecto de Parcelación | 42 vta. | 16 | 1986 | Copiapó |
| Hacienda Hornitos | 281 acciones del Canal Carrizo, derivado del Río Copiapó, con 1/5 de río cada 14 días | 46 vta. | 19 | 1987 | Copiapó |
| Hacienda Hornitos | 180 acciones del Canal El Jardín, derivado del Río Copiapó, con 1/5 de río cada 14 días | 43 | 17 | 1987 | Copiapó |
| Hacienda Hornitos | 30 acciones del Canal El Sauce derivado del Río Copiapó, con 1/5 de río cada 14 días | 24 vta. | 9 | 1987 | Copiapó |
| Hacienda Hornitos | 42 acciones del Canal Naranja derivado del Río Copiapó, con 1/5 de río cada 14 días | 26 vta. | 10 | 1987 | Copiapó |
| Hacienda Hornitos | 187 acciones del Canal La Cantera, derivado del Río Copiapó, con 1/5 de río cada 14 días | 49 | 20 | 1987 | Copiapó |
| Fundos Jotabeche, Alianza y Totalillo | 720 acciones Canal Puertas Negras. | 109 | 53 | 1987 | Copiapó |

Por Resolución SAG N° 1919, de 9 de septiembre de 1987, se aprueba el Estudio Técnico de División de Derechos de Aprovechamiento de aguas del Proyecto de Parcelación Chañarcillo, de la Comuna de Tierra Amarilla, Provincia de Copiapó, III Región de Atacama; y se reconocen las inscripciones de derechos efectuadas a través de la formación de comunidades de aguas, en especial el Canal Puertas Negras. Al Proyecto de Parcelación Chañarcillo, se asignan en proporción a las superficies regadas, a las parcelas 8 a 28, los derechos correspondientes a 10,5 acciones de río, con 1/5 de río cada 14 días, y pozo Corfo N° 1143 con un caudal de 60 L/s. La Resolución SAG N° 1919, se encuentra inscrita en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó a Fojas 6 N°7 de 1988.

d.ii. Por Acuerdo del consejo de la Corporación de Reforma Agraria N° 1523 de 8 de julio de 1971, se expropió la totalidad de los predios "Hacienda Bodega y Resto Hacienda El Carmen"; por Acuerdo del mismo Consejo N° 1522 de esa misma fecha, se expropió la totalidad del predio "Fundo Toledo"; y por Acuerdo del mismo Consejo N° 1520 de esa misma fecha se expropió la totalidad de los predios "Fundo San Pedro y Fundo El Marquezado" comprendiéndose en la expropiación de los predios los derechos de aguas que se muestran en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Predios expropiados

| PREDIO EXPROPIADO | DERECHO DE AGUAS | FOJAS | Nº | AÑO | CBR |
|--|--|--------|----|------|---------|
| Hacienda Bodega y parte del resto de la Hacienda El Carmen | Pozo Profundo COH 1253 de 90 l/s, situado en Parcela 15, correspondiente al BCE N°14 del Proyecto de parcelación | 41 | 16 | 1985 | Copiapó |
| Fundo Toledo | Dos pozos profundos, caudal de 120 l/s situados en terrenos de la exclusión | 7 vta. | 4 | 1969 | Copiapó |
| Fundo San Pedro y Fundo El Marquesado | 100 partes de 100 partes del pozo profundo N°1 de 70 l/s ubicado dentro de la prop. A 340 mt al sur del km. 14,450 del FFCC de Copiapó a Caldera | 4 | 2 | 1978 | Copiapó |

Posteriormente, mediante Resolución SAG N° 1907, de 9 de septiembre de 1987, se aprueban los Estudios Técnicos de División de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los Proyectos de Parcelación "Hacienda Bodega y parte del Resto de la Hacienda El Carmen"; "Fundo Toledo" y "Piedra Colgada", y se asignan los referidos derechos de agua en proporción a las superficies regadas de los predios que conforman los referidos Proyectos de Parcelación. La Resolución SAG N° 1907, se encuentra inscrita en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó a Fojas 6 N°7 de 1988.

Los derechos asignados mediante las citadas resoluciones, e inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Copiapó, han sido identificados con color café claro en el catastro. Ver Anexo A carpeta Estudio de Título

e. Cruce de la información levantada en el CBR, Juzgados de Letras y SAG, con la información de los expedientes digitalizados con que cuenta la DGA versus la información que entrega el CPA.

La información levantada en el Conservador de Bienes Raíces corresponde a los títulos de derechos de agua inscritos, esto es⁷: mercedes de agua, concesiones definitivas de derechos de aprovechamiento de aguas, actos administrativos de constitución de derechos, resoluciones constitutivas de derechos de aprovechamiento de aguas. Ahora bien, cada título puede contener uno o más derechos de agua subterránea y/o superficial. De acuerdo a lo precedentemente señalado, el número total de títulos inscritos originalmente, en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó, entre los años 1942 a 2014 inclusive, son 614 inscripciones, y el número total de títulos inscritos originalmente en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Caldera entre los años 1995 a 2014 inclusive, son 3 inscripciones.

Para determinar los derechos de aprovechamiento que no se encuentran inscritos en el Catastro Público de la Dirección General de Aguas, se ha efectuado un cruce de la siguiente información, la cual se pasa a detallar:

- i. De la información levantada en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces de Copiapó y Caldera, así como de la información proporcionada por el CPA, relativa a las resoluciones constitutivas de derechos de aprovechamiento de aguas, se ha determinado lo siguiente:
 - De la información levantada en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Copiapó y Caldera, existen 608 derechos de aprovechamiento "originales" inscritos a partir de 1942. Se observa que

⁷ El título, esto es, mercedes de agua, concesiones definitivas de derechos de aprovechamiento de aguas, actos administrativos de constitución de derechos, resoluciones constitutivas de derechos de aprovechamiento de aguas etc.. Dependerán de la antigüedad del título y de la legislación bajo la cual fueron otorgados y/o constituidos.

del total de inscripciones originales efectuadas, 511 fueron efectuadas a partir de 1980 en adelante y 97 desde 1942 a 1979.

- El Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas registra un total de 355 resoluciones constitutivas, el mayor volumen de ellas se sitúa a partir de los años 1980 en adelante.
 - Además, es necesario saber que, de los 355 derechos registrados en el CPA, sólo 205 tienen información de Registro Propiedad, debiendo ser incorporada al CPA la información faltante que mediante el presente estudio se ha levantado.
- ii. La información recabada en tribunales (solicitudes de regularización por artículo segundo transitorio) se comparó con las inscripciones existentes en el Conservador de Bienes Raíces respectivo. Efectuado este cruce de información, se ha determinado que las 19 regularizaciones con sentencia favorable, han sido inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo.
- iii. La información levantada en el SAG relativa a planes de distribución de aguas de predios expropiados se comparó con las inscripciones existentes en el Conservador de Bienes Raíces respectivo. Efectuado este cruce de información, se ha determinado que los derechos distribuidos y asignados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, se encuentran inscritos.

f. Información relativa a mutaciones de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces de Copiapó y Caldera.

El levantamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en el Conservador de Bienes Raíces de los Conservadores de Bienes Raíces de Copiapó y Caldera, determina que existe un universo de 608 derechos de agua inscritos "originalmente", los cuales después de las diversas transmisiones y transferencias de dominio (mutaciones totales y/o parciales de los derechos en el tiempo) arrojan un universo actual total de 2.346 inscripciones de derechos de aprovechamiento de aguas existentes; de las cuales 1.738 corresponden a mutaciones en el dominio.

Lo anterior, se debe a que el 70% de los derechos inscritos originalmente, en su cadena de posesión inscrita han sufrido mutaciones en el dominio entre 4 a 5 veces por cada derecho. Las mutaciones producidas por transferencias parciales en el dominio, se desarrollan exponencialmente a partir de 1985 en adelante.

3.1.6 Análisis crítico de derechos de agua

En este acápite se realiza un análisis de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea en la cuenca a partir de la información del CPA.

Cabe señalar que la cuenca del Río Copiapó fue declarada zona de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas en el año 1993. Esta situación fue cambiada en el año 2001, en donde se determinó el alza de la zona de prohibición y se declaró zona de restricción en los sectores 5 y 6. Por esta razón, posterior a esta fecha se han otorgado derechos provisionales en esta zona.

Con respecto a los derechos superficiales, no se presenta un análisis ya que no se tiene claridad sobre la información de caudal otorgado, dado que en la base del CPA la unidad del caudal está en L/s y en acciones.

A continuación se presentan los gráficos que muestran la tendencia respecto a los derechos y solicitudes en trámite en la zona en estudio, además de las solicitudes que han sido denegadas o desistidas.

En la Figura 3-9 se muestra los caudales y número de derechos subterráneos otorgados hasta el año 2013, sin considerar los cambios de punto de captación (expedientes VPC). Se puede observar que el caudal otorgado se ha mantenido bajo los 800 L/s a partir del año 2003.

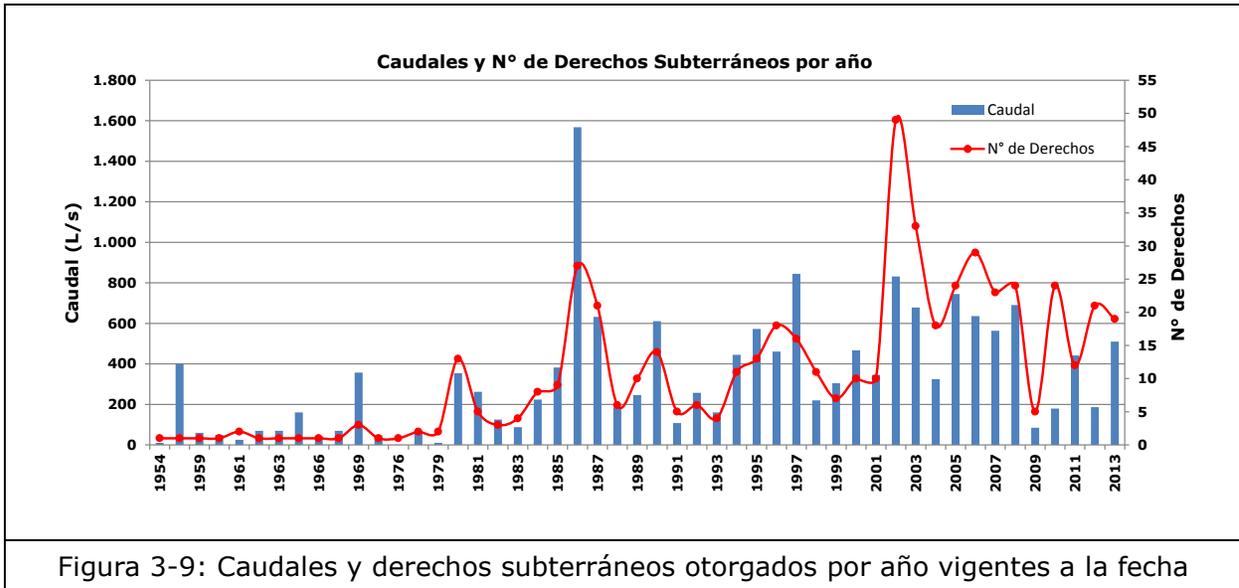


Figura 3-9: Caudales y derechos subterráneos otorgados por año vigentes a la fecha

La evolución del otorgamiento de derechos se muestra en el gráfico de la Figura 3-10. El gráfico muestra que entre los años 1954 y 1970 el caudal otorgado era inferior a 1.500 L/s, y que entre el año 1970 y 1976 no hubo otorgamiento de derechos. A partir del año 1986 el caudal otorgado presentó una tendencia al alza moderada hasta el año 2008.

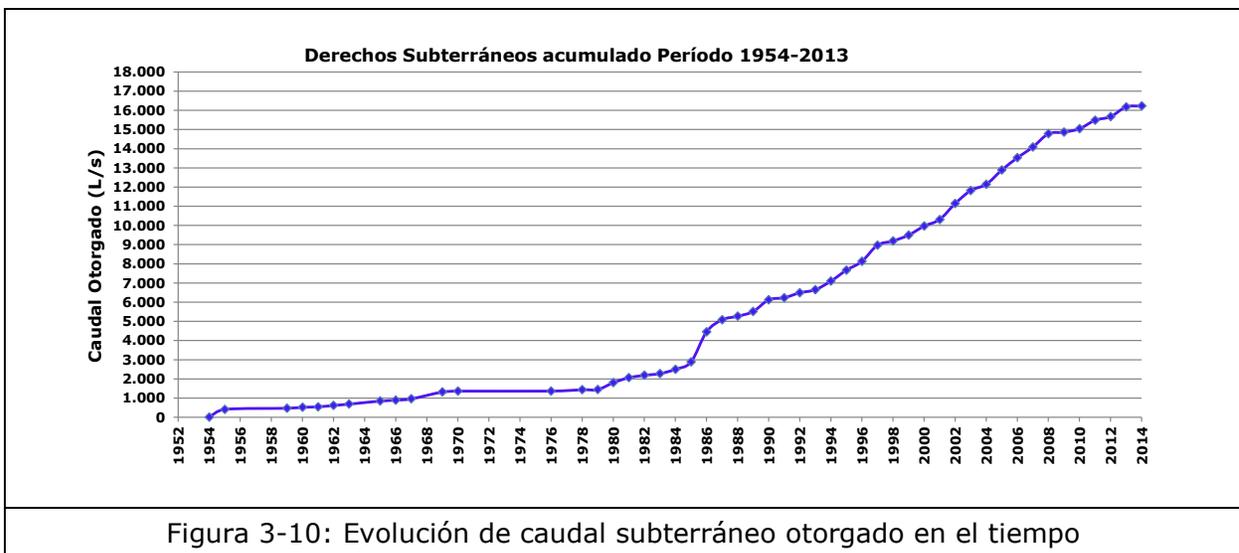
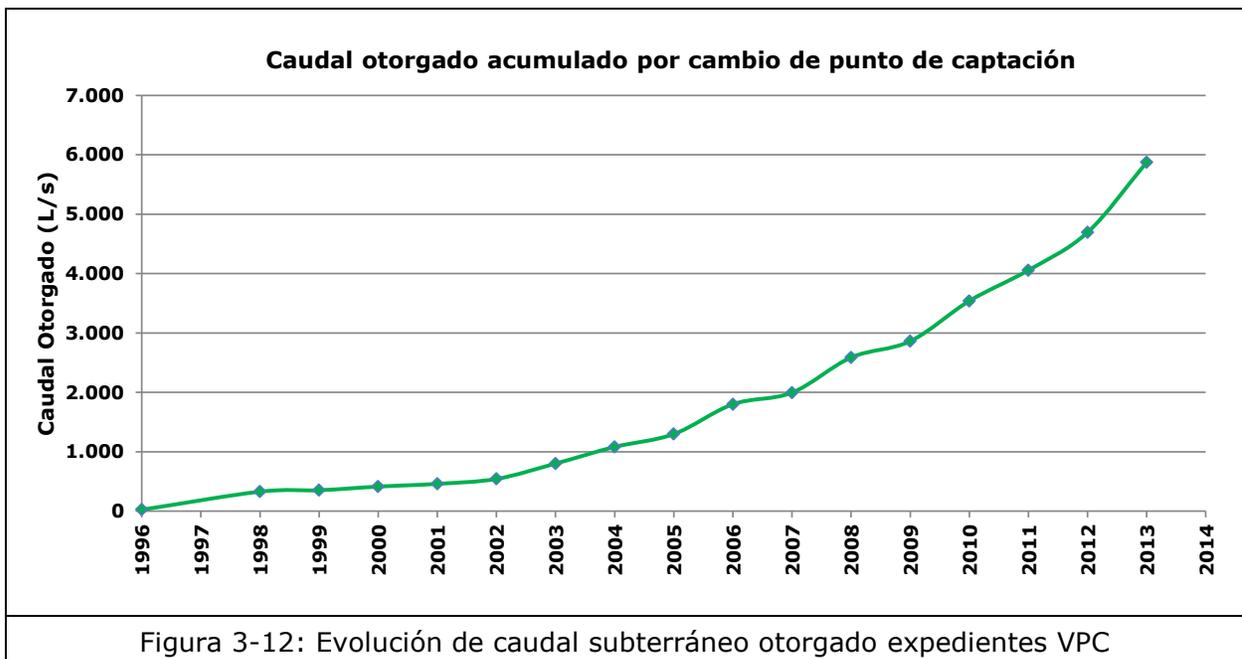
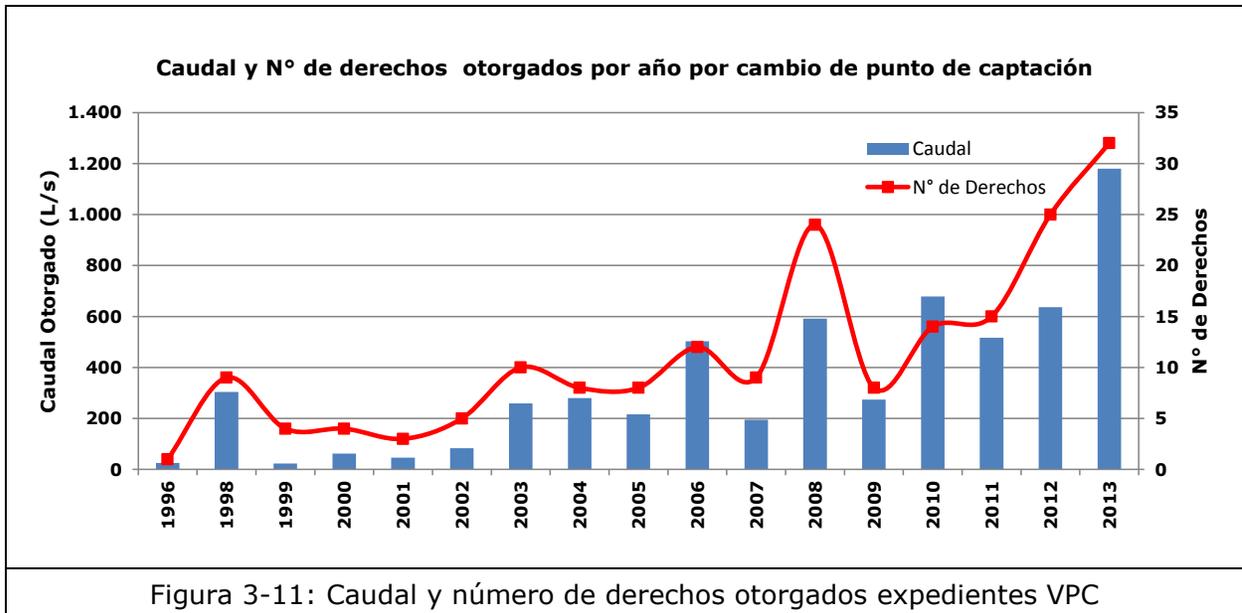
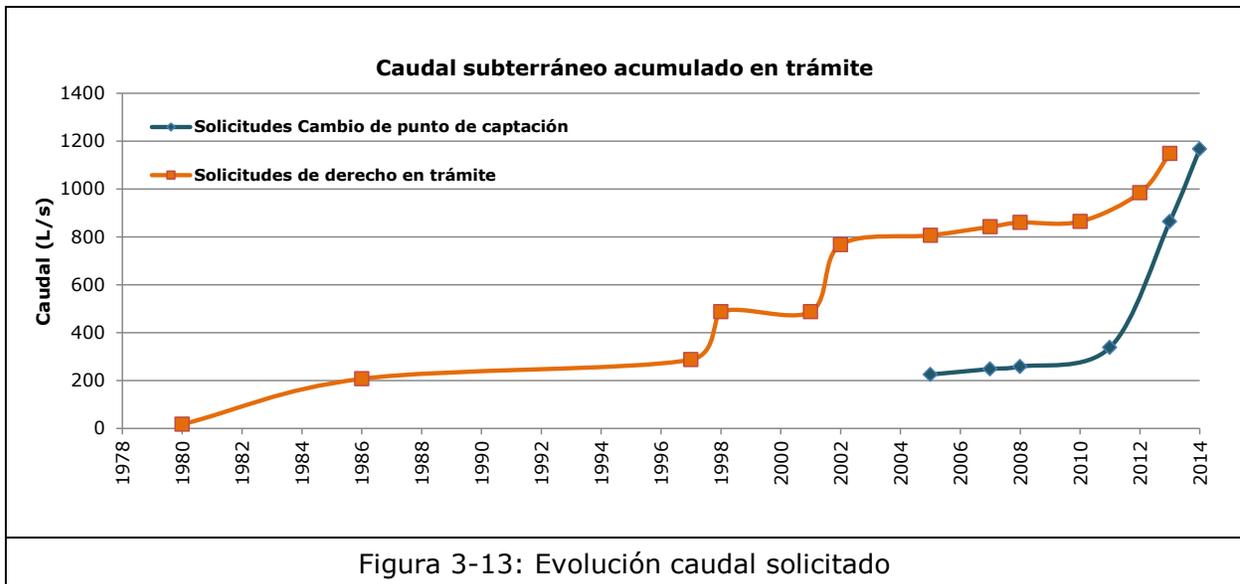


Figura 3-10: Evolución de caudal subterráneo otorgado en el tiempo

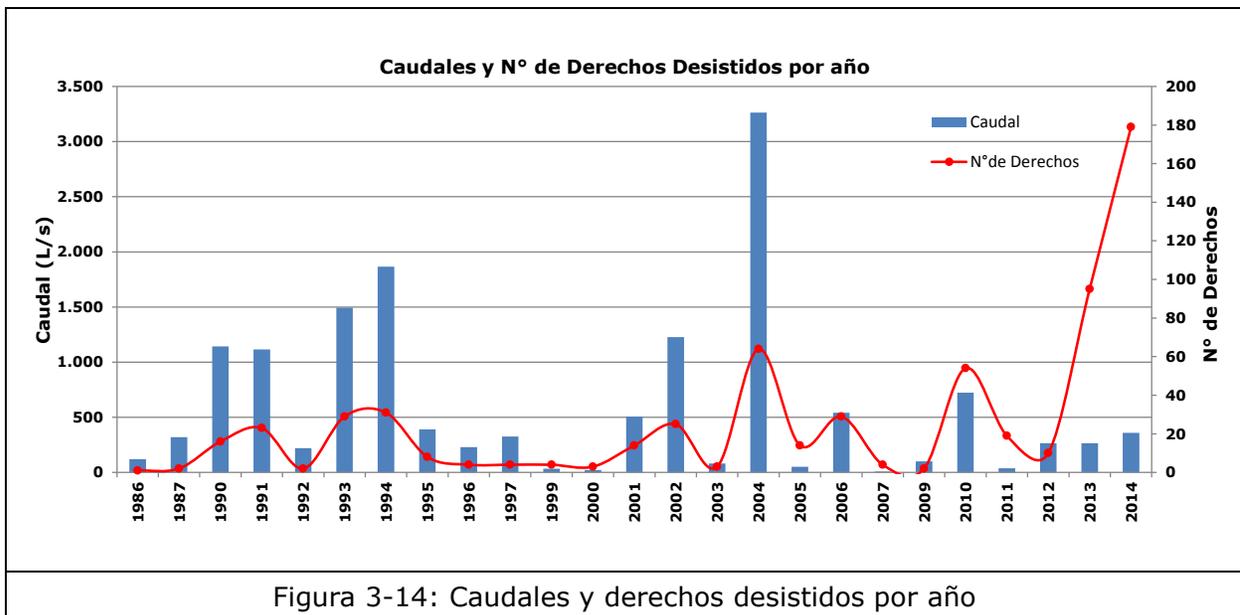
En cuanto a los caudales otorgados por cambio de punto de captación, en la Figura 3-11 se observa que en el año 2013 se genera un alza importante respecto a caudal y número de derechos otorgados, situación que se refleja en el gráfico de la Figura 3-12, donde se observa claramente una tendencia al alza al año 2013.



Con respecto a las solicitudes en trámite, se ve una tendencia leve al alza de solicitudes ingresadas desde el año 2010, situación que se refleja principalmente en las solicitudes de cambio de punto de captación (Figura 3-13).



Por último, el gráfico de la Figura 3-14 refleja la cantidad de derechos y caudal de solicitudes que han sido desistidas o denegadas. En el año 2004 se observa que se denegaron más de 3.000 L/s. En el año 2014 se han denegado más de 180 solicitudes, considerando información hasta el mes de agosto, por lo que se observa una tendencia al alza de solicitudes en esta situación.



En general se observa una tendencia al alza en los derechos otorgados, que a partir del año 2008 comienza a disminuir. Se puede observar que los derechos relacionados a cambios de punto de captación presentan un alza importante en los últimos años.

3.2 REVISIÓN DE INFORMACIÓN FALTANTE EN TERRENO

En el trabajo en terreno, cuando se encontraron captaciones en uso y que no estaban en la base de datos original, éstas fueron encuestadas y consultado el número de expediente

de la DGA al entrevistado (sólo en caso de tenerlo), para así cruzar la información con el registro del CPA.

En la encuesta aplicada en terreno se preguntó el expediente asociado a las captaciones catastradas, por lo que se completó esta información faltante para algunos usuarios de pozos. Además se consultó sobre el uso del agua, dado que muy pocos expedientes cuentan con esta información en la base del CPA.

En la visita a terreno se contó con láminas impresas con el detalle de los predios digitalizados y las captaciones de la base generada en gabinete. Estas láminas se completaron, de acuerdo a la información proporcionada por el encargado de la captación, identificando el cultivo, variedad, sistema de riego y la fuente de abastecimiento. Esta información forma parte de la base de datos del archivo shape de los predios digitalizados.

3.3 DESARROLLO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El desarrollo del sistema de información geográfica se comenzó con la recopilación de antecedentes base y la generación de coberturas geoespaciales desde las fuentes de información disponibles. Es así como se generó un archivo shape correspondiente a los derechos y solicitudes de agua subterránea en el área de estudio, en base al cruce de información. Esta cobertura contiene 646 registros correspondientes a usuarios de agua subterránea.

Además se generó una cobertura con los predios digitalizados. Se utilizó como base la digitalización realizada en el estudio de DICTUC (2010) y la cobertura de predios digitalizada en el estudio realizado para la Corporación para la Competitividad o Innovación de la Región de Atacama (CCIRA) "Diseño de metodología para realización y actualización de catastro agrícola regional en base a la utilización de tecnología geoespacial" (CIREN, 2013).

Esta información fue actualizada con digitalización usando imágenes satelitales de alta resolución obtenidas desde Google Earth (Image© 2013 DigitalGlobe, Image© 2014 DigitalGlobe), llegando a un total de 2.199 predios.

Para el trabajo del personal de terreno, se confeccionaron 48 láminas en formato A1, escala 1:5.000, las cuales contienen como información espacial lo siguiente; imágenes satelitales obtenidas desde Google Earth, distribución de canales, estaciones fluviométricas, puntos correspondientes al catastro y predios digitalizados. Estos últimos con etiquetas indicando los tipos de cultivo y riego según información recopilada de las fuentes citadas en los párrafos anteriores. En la Figura 3-15 se presenta la distribución de las láminas generadas para terreno y en la Figura 3-16 se muestra un ejemplo de lámina.

La información SIG, incluyendo las 48 láminas de terreno en formato pdf se adjunta en el anexo digital B.

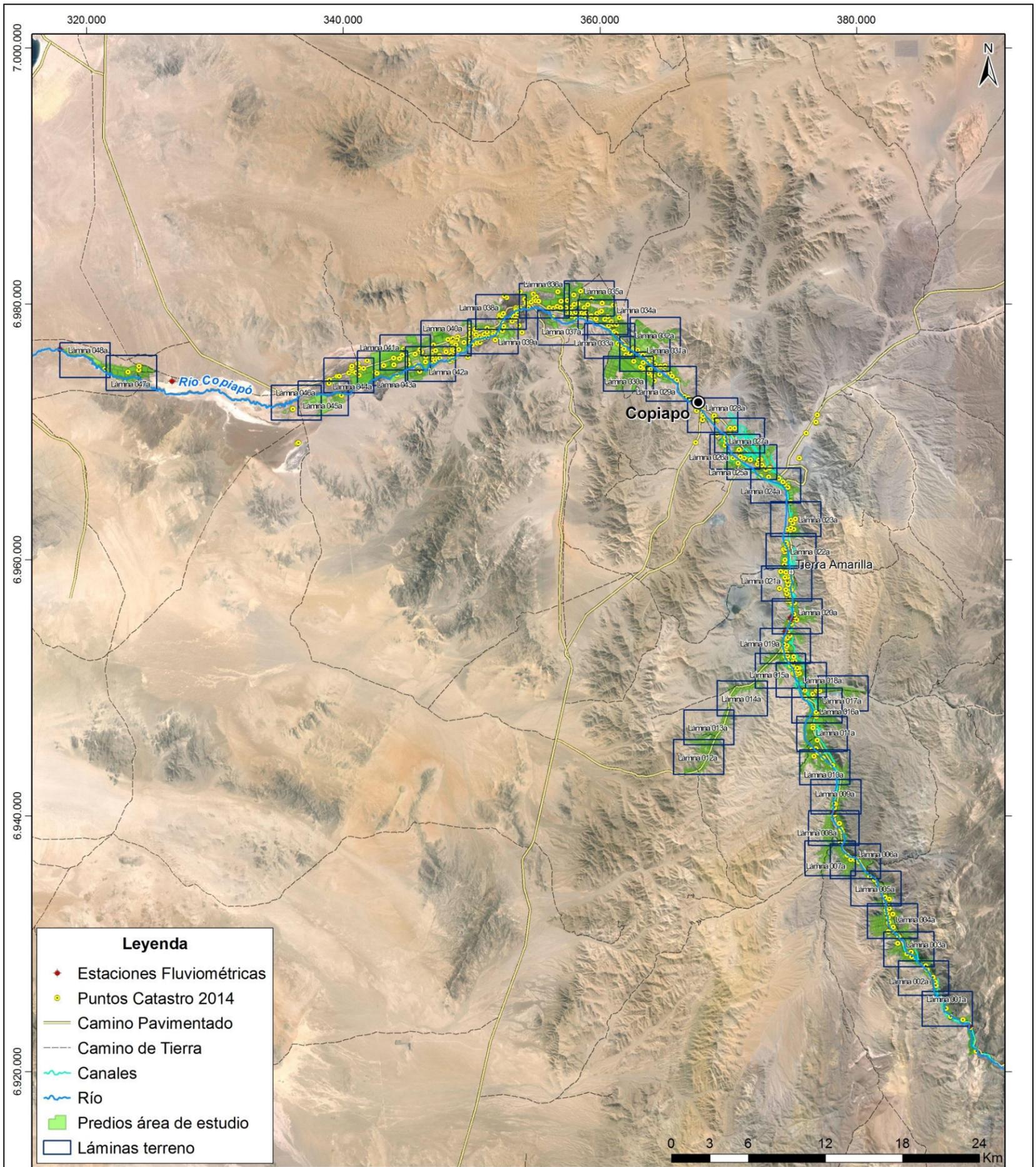


Figura 3-15: Distribución de láminas de trabajo en terreno

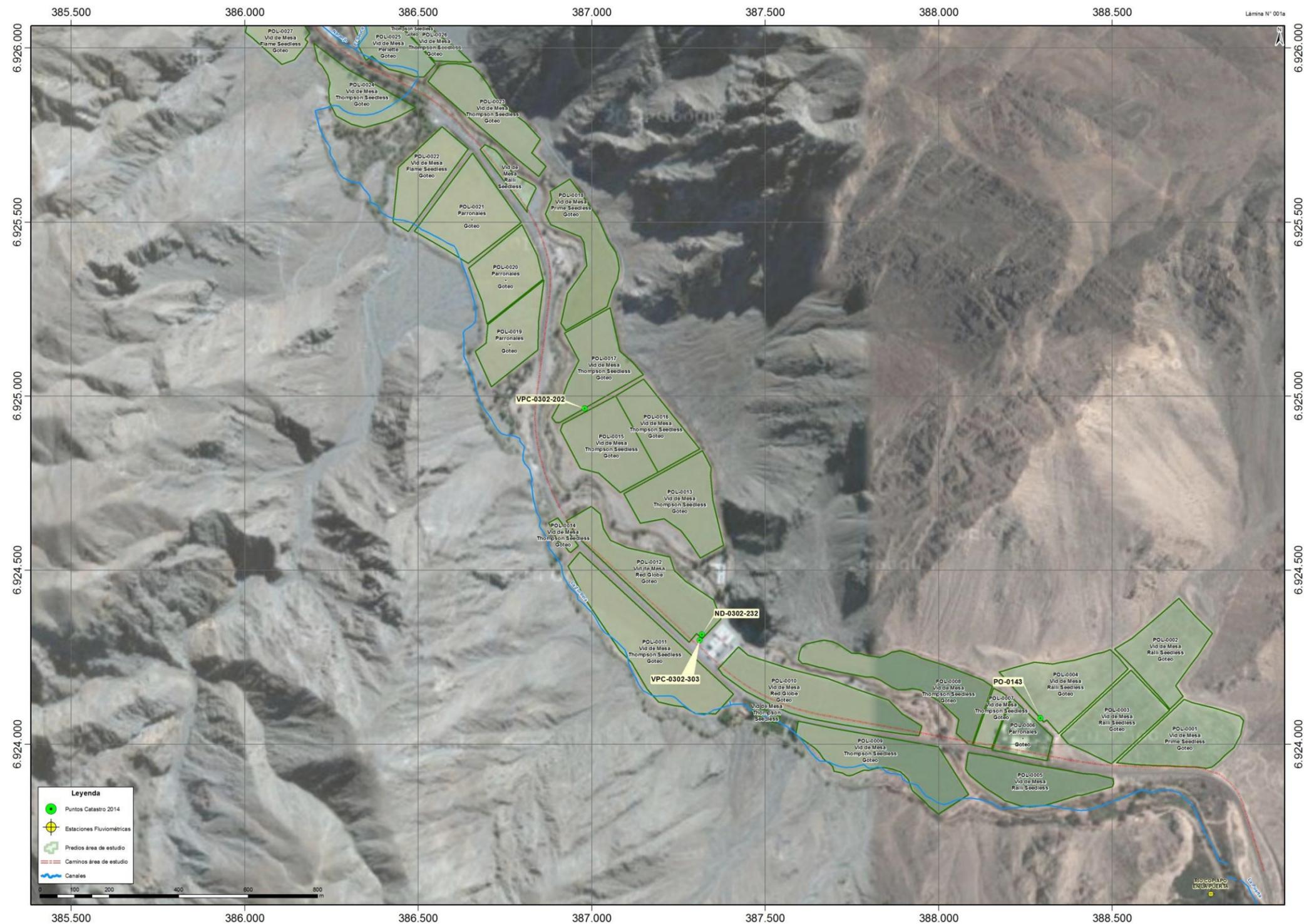


Figura 3-16: Ejemplo lámina de terreno

4 ETAPA II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN TERRENO

Esta Etapa comprende las actividades realizadas para el levantamiento de información en terreno, desde el sector denominado La Puerta hasta Angostura; específicamente comprende los sectores acuíferos 3, 4, 5 y 6.

El objetivo principal de esta etapa fue establecer el número de captaciones, tanto superficiales como subterráneas, que existen en la zona de estudio e identificar el número de usuarios y uso efectivo actual de las aguas.

4.1 TRABAJOS DE GABINETE

4.1.1 Base de datos sistematizada y analizada

Como resultado de la etapa I de este estudio, se generó una base de datos para el catastro de captaciones.

Tabla 4-1: N° de derechos y solicitudes en trámite por sector

| Sector | Derechos Otorgados | | Solicitudes en Trámite | | S/I | Total |
|----------|--------------------|---------|------------------------|---------|-----|-------|
| | Nº | Q (L/s) | Nº | Q (L/s) | Nº | |
| Sector 3 | 108 | 4.128 | 20 | 415 | 13 | 141 |
| Sector 4 | 118 | 4.919 | 6 | 48 | 16 | 140 |
| Sector 5 | 210 | 3.777 | 6 | 115 | | 216 |
| Sector 6 | 155 | 2.061 | 15 | 472 | | 170 |
| Total | 591 | 14.884 | 47 | 1.050 | 29 | 667 |

En dicha base de datos se tenían 266 expedientes que no pudieron ser georreferenciados por no contar con información de coordenadas. Para corregir esta situación, se realizó una nueva revisión y cruce de información. A continuación se detalla lo realizado:

- En primera instancia, se realizó una comparación en base a la información obtenida desde 3 fuentes de información: el CPA, el estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama" (PUC, 2014) y el estudio "Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Copiapó, Tomo I: Sistematización y levantamiento de información de usos y demandas" (DICTUC, 2010), obteniéndose los siguientes resultados:
 - En base a la información del estudio de DICTUC (2010), se lograron obtener coordenadas de 4 expedientes del CPA.
 - En base a la información del estudio de PUC (2014), se lograron identificar las coordenadas de 13 expedientes del CPA.
- Luego de encontrar las coordenadas a 17 expedientes, se procedió a revisar la información del campo "Referencia a puntos conocidos de captación" de la base de datos del CPA, para determinar en qué sector acuífero se encuentran estos expedientes. Para eso, se identificaron sectores, asentamientos, poblados, ciudades o cercanía a alguna referencia conocida. Con este tipo de información, se logró establecer:
 - 35 expedientes para el sector acuífero 2
 - 30 expedientes para el sector acuífero 3

- 16 expedientes para el sector acuífero 4
- 15 expedientes para el sector acuífero 5
- 1 expediente para el sector acuífero 6

Como resultado, se obtuvo una base de 1.034 expedientes, de los cuales 152 no cuentan con información de coordenadas ni pudieron ser ubicados en los sectores acuíferos. La dificultad que se presentó para identificar el sector acuífero fue la falta de precisión en la información que entrega el campo de la "Referencia a puntos conocidos de captación" (como por ejemplo: "A 61 MTS. DEL RIO COPIAPO").

Cabe señalar que estos 152 expedientes sin coordenadas incluyen derechos y solicitudes que podrían estar localizados en los sectores 1 y 2.

En la Tabla 4-2 se presenta el resumen de los derechos otorgados y solicitudes en trámite en la cuenca del Río Copiapó. Se observa que 148 derechos otorgados no pudieron ser localizados, equivalente a 5.451 L/s, y 4 solicitudes en trámite, equivalente a 176 L/s.

Tabla 4-2: N° de derechos y solicitudes en trámite de agua subterránea

| Sector | Derechos Otorgados | | Solicitudes en Trámite | | Total |
|--------------|--------------------|---------|------------------------|---------|-------|
| | N° | Q (L/s) | N° | Q (L/s) | |
| Sector 1 y 2 | 127 | 3.632 | 20 | 705 | 147 |
| Sector 3 | 97 | 3.630 | 18 | 415 | 115 |
| Sector 4 | 105 | 4.608 | 5 | 48 | 110 |
| Sector 5 | 209 | 3.814 | 6 | 115 | 215 |
| Sector 6 | 155 | 2.064 | 15 | 472 | 170 |
| Total | 693 | 17.748 | 64 | 1.755 | 757 |

Finalmente, en el área de estudio (sectores 3 al 6) hay 566 derechos otorgados, cuyo caudal total corresponde a 14.115 L/s, y 44 solicitudes en trámite, las cuales corresponden a un caudal de 1.051 L/s.

4.1.2 Elaboración de material de apoyo

Se confeccionaron los siguientes elementos que sirvieron como apoyo a los técnicos de terreno, todo previamente consensuado con la Inspección Fiscal:

- Carta de apoyo: Tiene por finalidad mostrar a las personas el respaldo de la autoridad regional para poder llevar a cabo el levantamiento de información en terreno. La carta está firmada por el director de la DGA Regional.
- Credenciales: Se confeccionaron de acuerdo al formato regional para cada equipo de terreno, identificando su nombre, cédula de identidad y firmado por el director de la DGA Regional y el inspector fiscal DGA Nivel Central.
- Encuesta de Uso: Se confeccionó una encuesta de uso que permitió recoger la información que le interesa a la DGA (Figura 4-1). Los detalles de la encuesta son:
 - Información general: N° ficha, fecha de visita, N° de expediente.
 - Información del entrevistado: Nombre, dirección, teléfono/email.

- Información del titular: Nombre, dirección, teléfono/email, nombre del predio, superficie física, rol de la propiedad, comuna, localidad.
 - Derechos de aprovechamiento de las aguas: Derecho, ejercicio del derecho, fuente del recurso hídrico.
 - Información aguas superficiales: Nombre del canal, superficie regada, comunidad de aguas, acciones, funcionamiento del canal, N° expediente DGA, uso de las aguas, periodo de uso, ubicación (coordenadas UTM WGS 84 Huso 19), cota.
 - Información aguas subterráneas: Nombre del pozo, superficie regada, ubicación (coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 con referencia de medición), cota de terreno y de la clave de entubación con GPS Diferencial, nivel de las aguas (nivel estático, hora y fecha de medición), tipo de captación, uso de las aguas, periodo de uso, características y estado de la captación, características de la bomba.
 - Para uso Agrícola: Tipo de cultivo, sistema de riego, variedad, superficie, captación, funcionamiento del sistema de riego.
 - Fotografía de la captación.
 - Croquis explicativo método de captación y distribución.
- Encuesta de Bocatoma: Se confeccionó una encuesta de descripción de bocatoma (Figura 4-2), la cual incluye un croquis explicativo. Los detalles de la encuesta son:
 - Información general: N° ficha, río, canal, número de bocatoma, ubicación (coordenadas UTM WGS 84 Huso 19), fecha de visita.
 - Descripción de la bocatoma: Tipo, uso actual, estado, función, alimentación, captación, obra de desvío, características de compuertas de admisión, características de la sección de control, características de la obra de toma.
 - Uso de agua: uso y periodo.
 - Protocolo de terreno: Se realizó con el objetivo de describir las principales actividades que se desarrollan en terreno para un buen desempeño en el levantamiento de información. Este contiene la descripción de los equipos a utilizar, los itinerarios de visitas y la forma de realizar las visitas en terreno. El protocolo describe lo siguiente:
 - Respaldo DGA y GORE: Descrito en el punto anterior y necesario para una mejor llegada a las personas.
 - Equipamiento de terreno: Corresponde a los equipos y materiales que utilizan los equipos de terreno. Éstos son: vehículo, pozómetro, GPS diferencial, cámara fotográfica digital, huincha de medir, tomador de hojas y lápiz para aplicación de encuesta.

- Itinerarios de visitas.
- Visitas en terreno.
- Visita de pozos que no estén en base de datos.
- Sistematización de información de terreno

Tanto el protocolo como el material de apoyo en terreno se presentan en el Anexo C.

**CATASTRO DE USUARIOS DE AGUA
CUENCA RÍO COPIAPÓ
SECTOR LA PUERTA - ANGOSTURA**

Nº FICHA _____

Nº EXPEDIENTE DGA (Superficial y/o Subterráneo) _____

I. INFORMACIÓN ENTREVISTADO

| |
|-----------------|
| Nombre: |
| Dirección: |
| Teléfono/email: |

II. INFORMACIÓN PROPIETARIO DE LAS AGUAS

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Nombre Completo: | |
| Dirección: | |
| Teléfono/email: | |
| Nombre del predio: | |
| Superficie Física (Ha): | Rol de la propiedad: |
| Comuna: | Localidad: |

III. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

| |
|---|
| Posee derechos de agua legalmente constituidos: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> PEN |
| Ejercicio del Derecho: <input type="checkbox"/> Continuo <input type="checkbox"/> Discontinuo <input type="checkbox"/> Alternado (detalle): _____ |
| Fuente del recurso hídrico: <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Noria <input type="checkbox"/> Vertiente <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____ |

IV. INFORMACIÓN AGUAS SUPERFICIALES

| | |
|--|----------------------------------|
| Nombre canal: | |
| Superficie Regada (Há): | |
| Comunidad de aguas y Distrito: | |
| Acciones: | Funcionamiento Canal (Hr/Turno): |
| Nº Expediente DGA: | |
| Uso de las Aguas: <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/> Agua Potable <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____ | |
| Período de Uso: _____ | |
| Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19, entrega predial) | |
| UTM Norte _____ (m) UTM Este _____ (m) Cota _____ (m snm) | |

V. INFORMACIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS

| | |
|--|--|
| Nombre del Pozo: _____ | |
| Superficie Regada (Ha): _____ | |
| Referencia de la medición (Foto) _____ | |
| Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19) | Norte: _____ (m) Este: _____ (m) |
| Cota Referencia _____ (m snm) | Cota Terreno _____ (m snm) |
| Nivel de las Aguas en Captación | |
| Nivel Estático _____ (m) | Hora y fecha cesa bombeo: _____ |
| Hora y fecha medición nivel estático: _____ | |
| Tipo de Captación: | |
| <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Noria <input type="checkbox"/> Dren <input type="checkbox"/> Zanja <input type="checkbox"/> Puntera <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____ | |
| Uso de las Aguas: | |
| <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/> Agua Potable <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____ | |
| Período de Uso: _____ | |
| Características de la captación: | |
| Diámetro de Pozo/Noria/Puntera _____ (m) | Profundidad de Pozo/Noria/Puntera _____ (m) |
| Longitud Dren _____ (m) | Radio Dren _____ (m) |
| Longitud 1 Pozo Zanja _____ (m) | Longitud 2 Pozo Zanja _____ (m) |
| Tipo de Revestimiento _____ (sin revestimiento, hormigón, ladrillo, PVC, Acero, otro) | |
| Año Construcción _____ | |
| Estado de la Captación: | |
| <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala Descripción: _____ | |
| Características de la Bomba: | |
| Tipo Bomba _____ | |
| Potencia _____ (HP) | Diámetro de Salida _____ (mm) Profundidad _____ (m) |

VI. INFORMACIÓN DE CULTIVO, SISTEMA DE RIEGO, SUPERFICIE

| | Tipo Cultivo | Sistema de Riego | Variedad | Superficie (há) | Captación (subterránea/ superficial) |
|-----|--------------|------------------|----------|-----------------|---|
| (a) | | | | | |
| (b) | | | | | |
| (c) | | | | | |
| (d) | | | | | |
| (e) | | | | | |

VII. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

| | | Ene | Feb | Mar | Abril | May | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic |
|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| (a) | Hr/día | | | | | | | | | | | | |
| | Día/Sem | | | | | | | | | | | | |
| | otra | | | | | | | | | | | | |
| (b) | Hr/día | | | | | | | | | | | | |
| | Día/Sem | | | | | | | | | | | | |
| | otra | | | | | | | | | | | | |
| (c) | Hr/día | | | | | | | | | | | | |
| | Día/Sem | | | | | | | | | | | | |
| | otra | | | | | | | | | | | | |
| (d) | Hr/día | | | | | | | | | | | | |
| | Día/Sem | | | | | | | | | | | | |
| | otra | | | | | | | | | | | | |
| (e) | Hr/día | | | | | | | | | | | | |
| | Día/Sem | | | | | | | | | | | | |
| | otra | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: _____

IX. INFORMACIÓN ENTREVISTADOR

| |
|---------------|
| Nombre: |
| RUT: |
| Fecha Visita: |

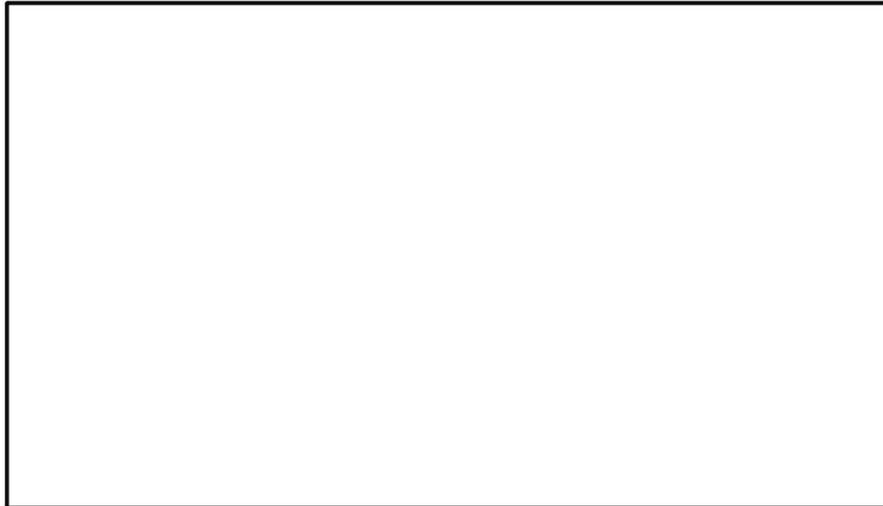
Figura 4-1: Encuesta de uso aplicada en terreno

FICHA DESCRIPCIÓN BOCATOMA

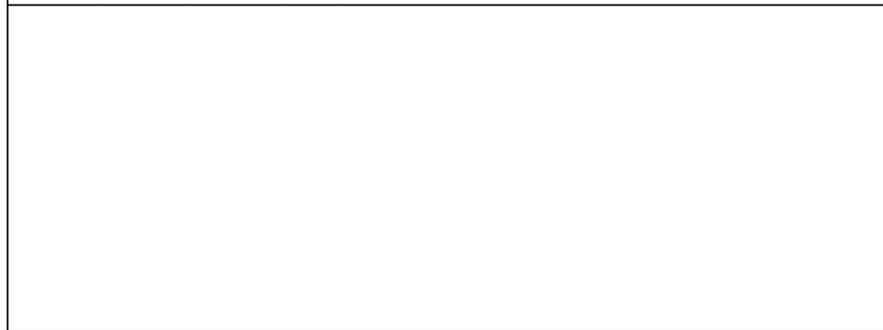
N° _____

| |
|---|
| Río: |
| Canal: |
| Bocatoma N°: |
| Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19) |
| UTM Norte _____ (m) UTM Este _____ (m) |
| Fecha: |

CROQUIS



DESCRIPCIÓN BOCATOMA (Observaciones)



DESCRIPCIÓN BOCATOMA

| | | |
|---|--|---|
| Bocatoma N°: | | |
| Canal: | | |
| Tipo: <input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Emergencia | | |
| Uso Actual: <input type="checkbox"/> Bocatoma Activa <input type="checkbox"/> Bocatoma Inactiva (Colgada o casi inexistente) | | |
| Estado Bocatoma: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo | | |
| Función Bocatoma <input type="checkbox"/> Captación al inicio del canal <input type="checkbox"/> Captación al interior del canal (Entrega predial) | | |
| Alimentación Bocatoma <input type="checkbox"/> Directa del río <input type="checkbox"/> Canal Matriz <input type="checkbox"/> Canal Secundario | | |
| Captación <input type="checkbox"/> Gravitacional <input type="checkbox"/> Bombeo Otro (indicar) _____ | | |
| Obra de desvío | | |
| Estado: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo | | Material: <input type="checkbox"/> Hormigón <input type="checkbox"/> Enrocado <input type="checkbox"/> Patas de cabra <input type="checkbox"/> Material fluvial <input type="checkbox"/> Mampostería Otro (indicar) _____ |
| Compuerta de admisión | | |
| Número de compuertas: _____ | | |
| Tipo: <input type="checkbox"/> Izamiento mecánico <input type="checkbox"/> Izamiento manual <input type="checkbox"/> Sin izamiento | Estado: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo | Material: <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Acero <input type="checkbox"/> Mixto (Madera + Acero) Otro _____ |
| Sección de control | | |
| Tipo: <input type="checkbox"/> Angostamiento <input type="checkbox"/> Gradadas Otro _____ | Estado: <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo | Material: <input type="checkbox"/> Hormigón <input type="checkbox"/> Mampostería Otro _____ |

| Obra de toma | | |
|---|----------------------------------|--|
| Tipo: | Estado: | Material: |
| <input type="checkbox"/> Canal revestido | <input type="checkbox"/> Bueno | <input type="checkbox"/> Hormigón |
| <input type="checkbox"/> Canal sin revestir | <input type="checkbox"/> Regular | <input type="checkbox"/> Mampostería |
| <input type="checkbox"/> Impulsión | <input type="checkbox"/> Malo | <input type="checkbox"/> Madera |
| <input type="checkbox"/> Aducción o tubería | <input type="checkbox"/> Tierra | <input type="checkbox"/> Plástico o goma |
| | | Otro _____ |

USO DEL AGUA

| |
|---|
| Uso de las Aguas: |
| <input type="checkbox"/> Riego <input type="checkbox"/> Agua Potable <input type="checkbox"/> Minería <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro (especifique) _____ |
| Periodo de Uso: _____ |

Figura 4-2: Encuesta de bocatoma

4.1.3 Coberturas SIG

En la primera etapa se generaron coberturas geoespaciales desde las fuentes de información disponibles. Esta información se utilizó como apoyo en las labores de terreno. Las coberturas generadas en la segunda etapa son:

- Captaciones subterráneas (puntos): Cobertura correspondiente a los derechos y solicitudes de agua subterránea en el área de estudio, en base al cruce de información realizada en la Etapa I. Cada punto tiene información relativa al derecho.
- Digitalización de predios (polígono): Se utilizó como base la digitalización realizada en el estudio de DICTUC (2010) y la cobertura de predios digitalizada en el estudio realizado para la Corporación para la Competitividad o Innovación de la Región de Atacama (CCIRA) "Diseño de metodología para realización y actualización de catastro agrícola regional en base a la utilización de tecnología geoespacial" (CIREN, 2013). Esta información fue actualizada con digitalización usando imágenes satelitales de alta resolución obtenidas desde Google Earth (Image© 2013 DigitalGlobe, Image© 2014 DigitalGlobe), llegando a un total de 2.199 predios. A cada predio se le asignó un número correlativo, desde el sector La Puerta hasta Angostura. La codificación asignada comienza en POL-0001.
- Trazado de canales (líneas): Se utilizó la cobertura de los canales proveniente del estudio de DICTUC (2010). Este trazado fue corroborado en terreno y las coordenadas y cotas fueron tomadas con GPSS Movil Geo-XT Serie 6000 para una mayor precisión. Los puntos que se consideraron importantes de tomar fueron al iniciar el canal, dónde existía un cambio de dirección, obras importantes y cuando llegaba al predio. Por otro lado, el trazado fue complementado con información recopilada a través de la encuesta de uso, es decir, beneficiarios del canal, derechos otorgados, turnos, área de riego beneficiada, entre otros.
- Captaciones superficiales (puntos): Se utilizó una cobertura de bocatomas proveniente del estudio de DICTUC (2010). Esta información fue corroborada en terreno y se tomaron las coordenadas con GPSS Movil Geo-XT Serie 6000, lo que permitió establecer coordenadas UTM y cotas con mayor precisión. Esta información fue asociada con su registro fotográfico y caudales.

4.1.4 Plan de trabajo

El plan de trabajo consideró realizar el levantamiento de información de captaciones subterráneas con dos equipos, las cuales comenzaron a catastrar en el sector de La Puerta (sector acuífero 3) a modo de entrenamiento. Posterior a ello, un equipo continuó catastrando hacia el poniente, mientras que el segundo comenzó a catastrar desde el sector Angostura (sector acuífero 6) hacia el oriente.

En la Tabla 4-3 se muestran las captaciones a catastrar por sector durante el periodo de terreno, los cuales comenzaron el día 5 de septiembre, finalizando el 21 de noviembre 2014. Del total de las captaciones se logró visitar un 96%, mientras que los pozos catastrados correspondió a un 68%. Cabe señalar que el número de captaciones en sector 5 y 6 es menor al total de derechos otorgados y solicitudes en trámite (Tabla 4-1), dado que muchas captaciones tienen más de un usuario registrado con derecho (de acuerdo a información del estudio "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama" (PUC, 2014)).

Tabla 4-3: N° de captaciones a visitar por sector

| Sector | N° captaciones | N° Derechos |
|---------------|-----------------------|--------------------|
| 3 | 97 | 123 |
| 4 | 104 | 120 |
| 5 | 130 | 231 |
| 6 | 111 | 172 |
| Total | 442 | |

En cuanto al levantamiento de información de captaciones superficiales, se definió un equipo para catastrar desde el sector La Puerta hacia el poniente.

4.1 TRABAJOS DE TERRENO

Descripción trabajo realizado en terreno

A cada profesional se le entregó la base de datos con la información de las captaciones, ordenadas según sentido oriente-poniente para los sectores 3 y 4, y en sentido poniente-oriente para los sectores 5 y 6. Además, se les entregó una planilla impresa con información de cada expediente, para apoyar la búsqueda en terreno y láminas impresas con detalle de predios y captaciones, para que se complementaran en terreno, de acuerdo a la información proporcionada por el encargado de la captación (Figura 3-16).

Al profesional encargado de catastrar las obras superficiales se le entregó información del diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes.

Cada equipo en terreno contaba con los siguientes equipos y materiales:

- Vehículo: Camioneta 4x4, la cual se revisaba diariamente, viendo nivel de aceite, agua, neumáticos y combustible.
- Pozómetro: Medición del nivel del agua, con un alcance de 200 m con indicador de luz y sonido ajustable.
- GPS Diferencial Trimble RTK Modelo R6: Este equipo fue utilizado para obtener coordenadas UTM y cotas más precisas de las captaciones subterráneas alcanzando precisiones milimétricas (Tabla 4-4). Lo anterior constituye un avance significativo respecto de anteriores catastros desarrollados, debido a que las coordenadas obtenidas servirán para actualizar y/o desarrollar modelos numéricos que se acerquen más a la realidad. Durante las visitas realizadas a las captaciones se obtuvieron dos mediciones, la cota referencial y la de terreno. El equipo utilizado se conectó a un dispositivo de comunicación (radio externa Trimble) cuyo alcance fue de hasta 10 km desde la estación base. La densidad de las estaciones base definidas para el proyecto fue obtenida en terreno de acuerdo a las dificultades de comunicación con el equipo móvil observadas in situ. Las señales de satélite rastreadas simultáneamente se presentan a continuación:
 - GPS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5
 - GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
 - SBAS: L1C/A, L5

Tabla 4-4. Especificaciones Técnicas GPS Diferencial Trimble RTK Modelo R6

| | |
|--|--------------------|
| Precisión Horizontal | 8mm + 0,5ppm RMS |
| Precisión Vertical | 15mm + 0,5 ppm RMS |
| Tiempo de inicialización | < 8 segundos |
| Confiabilidad de Inicialización ⁸ | > 99,9% |

Fuente: Elaboración Propia

- GPS Movil Geo-XT Serie 6000: Para catastrar canales y obras superficiales. El GPS contiene las coberturas de los canales y bocatomas.
- Cámara Fotográfica Digital: Para tomar fotografías de cada captación en diversos ángulos.
- Huincha de medir: Medición de diámetro y otras características de la captación.

Los trabajos en terreno comenzaron el día 5 de septiembre con una inducción a los equipos, en dónde se les explicó los siguientes puntos:

- Encuesta de Uso: Llenado de todos los ítem que contiene la encuesta. Con mayor énfasis se les detalló la información que maneja la DGA habitualmente y el proceso de ingreso de una solicitud de agua hasta la obtención del derecho. Además se explicó la manera de medir el nivel estático, la cota de referencia y la de terreno de manera tal de contar con información valiosa para futuras modelaciones y el respaldo fotográfico.
- Encuesta de Bocatoma: Llenado de los ítem de la encuesta y la manera de realizar el croquis.
- Uso del GPS: Cómo manejar el GPS, en primera instancia a través de manuales y posteriormente con mediciones en terreno. Además se les enseñó a descargar los archivos para enviarlos a Santiago para procesarlo y corroborarlos.
- Uso del Pozómetro: Se detalló su uso y la correcta medición de los niveles.

Posterior a la inducción comenzaron las visitas a las captaciones, acompañados en primera instancia por personal de GeoHidrología, en el sector denominado La Puerta y luego por la Inspección Fiscal de la DGA. Las actividades en terreno se describen a continuación:

- Mediante uso del GPS se llega al punto de captación.
- Una vez identificado el predio y el titular o administrador de la obra de captación, se le informó sobre el estudio que se está realizando y se solicitó permiso para visitar la propiedad.
- Se desarrolló el proceso de consultas, mediciones y fotografías, con el objetivo de identificar la obra y se aplicaron las encuestas necesarias para recopilar la mayor cantidad de información.
- Para complementar la información, se tomaron fotografías, que permitieron identificar tanto la obra de captación como su entorno.

⁸ La confiabilidad de iniciación es controlada continuamente para asegurar la más alta calidad en los datos. Sin embargo, la inicialización puede verse afectada por diversos factores tales como: las condiciones atmosféricas, señales de trayectoria múltiple, obstrucciones y geometría de los satélites.

- Se completaron las láminas impresas con los predios digitalizados para actualizar el uso específico de cada captación.

Las encuestas tomadas en terreno tienen un número de ficha correlativo.

En los casos en que se encontraban captaciones que no estaban contenidas en la base de datos del catastro, se realizaba la encuesta, se consultaba el número de expediente de la DGA, y se verificaba si la captación estaba en uso. Para aquellos pozos en los que no fue posible asignarles un número de expediente, se les denominó de acuerdo a la nomenclatura PZ-00i (i= 1, ..., n). En total fueron 26 captaciones que se encontraban en esta situación, las cuales se presentan en la Tabla 4-5 diferenciadas por sector acuífero y si está en funcionamiento o fuera de servicio.

Tabla 4-5. N° de captaciones no contenidas en la base de datos del catastro

| Sector | N° captaciones | En funcionamiento | Fuera de servicio |
|---------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3 | 3 | 3 | - |
| 4 | 9 | 7 | 2 |
| 5 | 13 | 4 | 9 |
| 6 | 1 | 1 | - |
| Total | 26 | 15 | 11 |

Una vez que la encuesta fue aplicada, la información se ingresó a la base de datos de terreno y enviada para chequear el avance.

Por último, la información recopilada en las encuestas fue traspasada a una base de datos en formato Excel y enviada para poder realizar los posteriores análisis.

En la Figura 4-3 se presentan algunas fotografías tomadas durante los trabajos en terreno, y en la Figura 4-4 se presenta un ejemplo de Monografía del levantamiento topográfico de un pozo.



Figura 4-3: Trabajos en terreno

VPC-0302-325

Pozo



Coordenada UTM WGS 84

Norte (m): 6951559,502

Este (m): 375383,321

Cota (m): 604,121

Terreno



Coordenada UTM WGS 84

Norte (m): 6951556,798

Este (m): 375376,101

Cota (m): 603,616

Figura 4-4: Ejemplo Monografía topografía de pozos.

Con respecto a las captaciones superficiales se comenzaron los trabajos basados en el diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó. El punto de partida fue en la Estación Fluviométrica "La Puerta" de la DGA, Sector la Puerta, donde comienza el canal La Turbina. En terreno se registraron bocatomas, compuertas de admisión, obras de desvío, obras de toma, sección de control y vértices.

El trabajo que se desarrolló en terreno se detalla a continuación:

- Una vez identificado el canal, se procedió a llenar la encuesta de bocatoma, tomando sus coordenadas y fotografías correspondientes.
- Una vez llenada la encuesta, se comenzó a recorrer el canal a pie, con el GPS previamente programado para registrar puntos cada 15 segundos.
- En el caso de encontrarse con compuertas de admisión a otros canales, el recorrido del canal se deja en pausa y se registra la compuerta de admisión. Lo mismo sucede en el caso de encontrar obras de desvío, obras de toma, sección de control y vértices.
- Una vez recorridas todas las captaciones superficiales, se procedió a realizar el postproceso de la información.
- Finalmente, se actualizó el diagrama unifilar de la Junta de Vigilancia que se entrega en Anexos (ANEXO G).

En la Figura 4-5 se muestran unas fotos tomadas en terreno a modo de ejemplo. Es importante mencionar que estas fotografías están georreferenciadas y se podrán visualizar en el SIG del proyecto.



Figura 4-5: Fotografías de captaciones superficiales

Actividades en terreno

a) Captaciones Subterráneas

Hasta el día 21 de noviembre se visitaron 423 captaciones de un total de 442, de las cuales 299 pudieron ser catastradas. En la Tabla 4-6 se muestra un resumen del trabajo realizado en terreno. Se observa que en todos los sectores se visitó sobre el 99% del total de las captaciones. En cuanto a las captaciones catastradas, se logró completar el 68% del total.

Cabe señalar que en los sectores 3 y 4, se visitaron 200 captaciones equivalentes a 240 usuarios. Por su parte, en los sectores 5 y 6, se visitaron 241 captaciones, equivalentes a 301 usuarios.

Tabla 4-6: Catastro de captaciones

| Sector | Total captaciones | Captaciones visitadas | % Captaciones visitadas | Captaciones catastradas | % Captaciones catastradas |
|---------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 3 | 97 | 96 | 99 | 86 | 89 |
| 4 | 104 | 104 | 100 | 89 | 86 |
| 5 | 130 | 130 | 100 | 78 | 60 |
| 6 | 111 | 110 | 99 | 59 | 53 |
| Total | 442 | 423 | - | 299 | - |

En la Figura 4-6 se puede visualizar el resumen del catastro de las captaciones, en donde se muestra que en el sector 5 y 6 se concentran las captaciones que fueron visitadas pero que no pudieron ser catastradas.

El catastro, en los sectores 3 y 4, correspondiente a los usuarios y captaciones se presenta en que la Figura 4-7 y Figura 4-8, respectivamente. Se observa que la semana 4 es dónde se pudo catastrar el mayor número de captaciones, lo que se debe fundamentalmente a la coordinación con la empresa sanitaria de la zona y con algunas empresas mineras.

En la Figura 4-9 y Figura 4-10 se muestra el catastro de usuarios y captaciones en el sector 5 y 6. Se observa que durante la semana 5 se visitó el mayor número de captaciones y usuarios, debido principalmente a que durante esta semana comenzaron a trabajar ambos equipos.

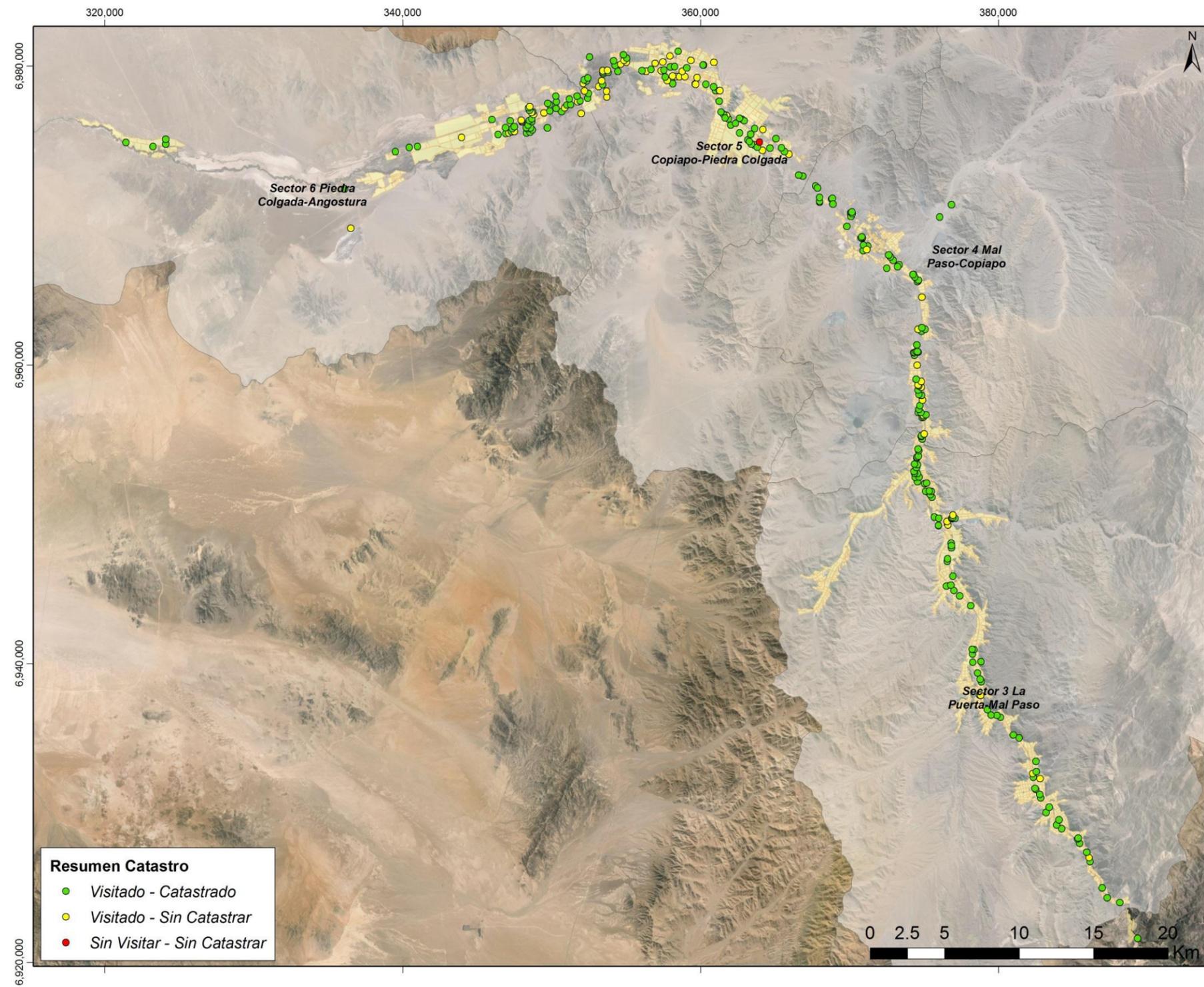


Figura 4-6: Resumen catastro captaciones subterráneas

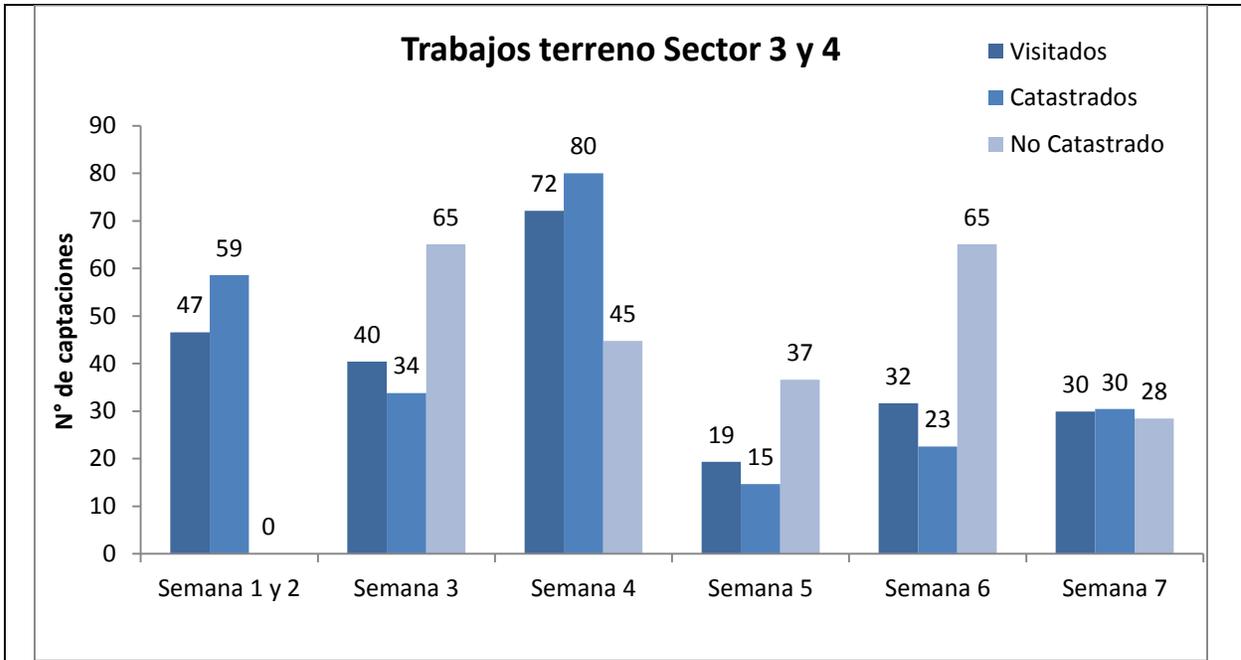


Figura 4-7: Usuarios visitados por semana en sector 3 y 4

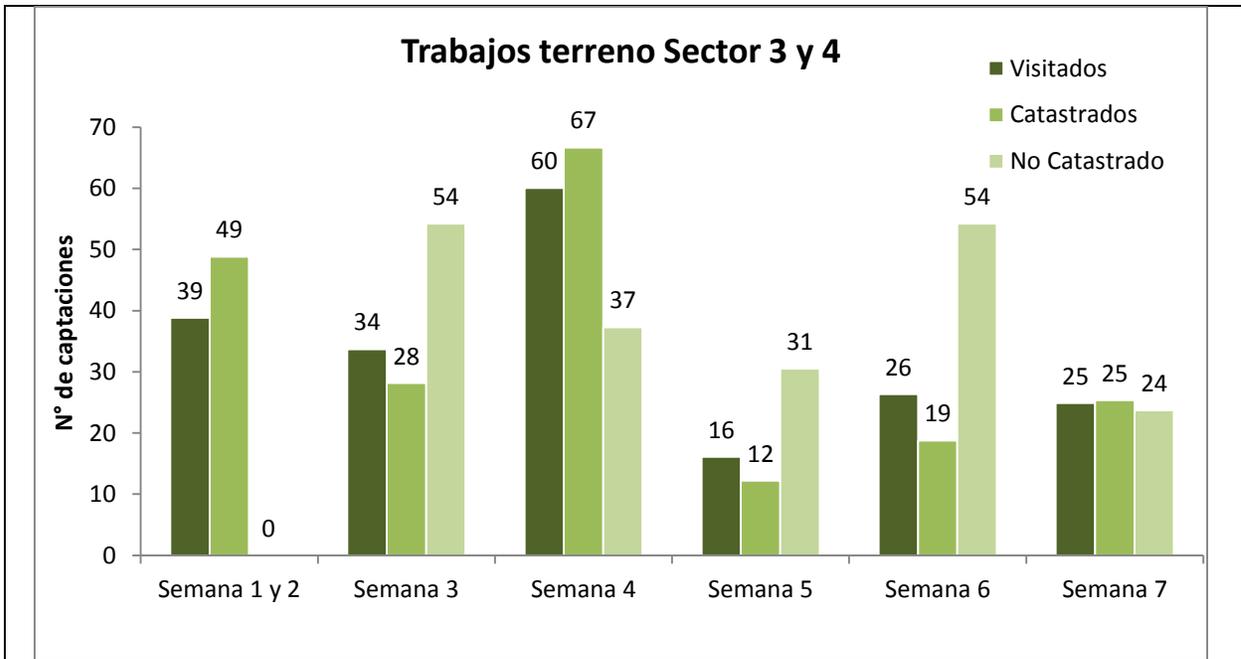


Figura 4-8: Captaciones visitadas por semana en sector 5 y 6

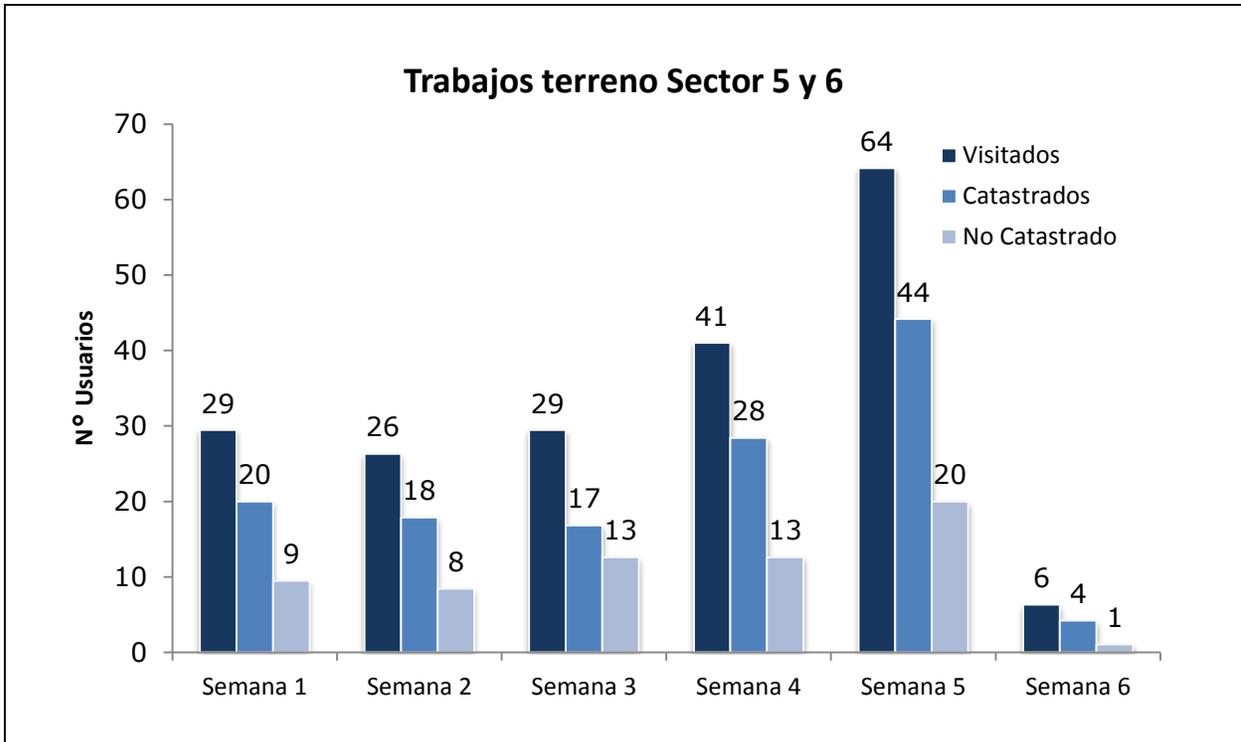


Figura 4-9: Usuarios visitados por semana en sector 5 y 6

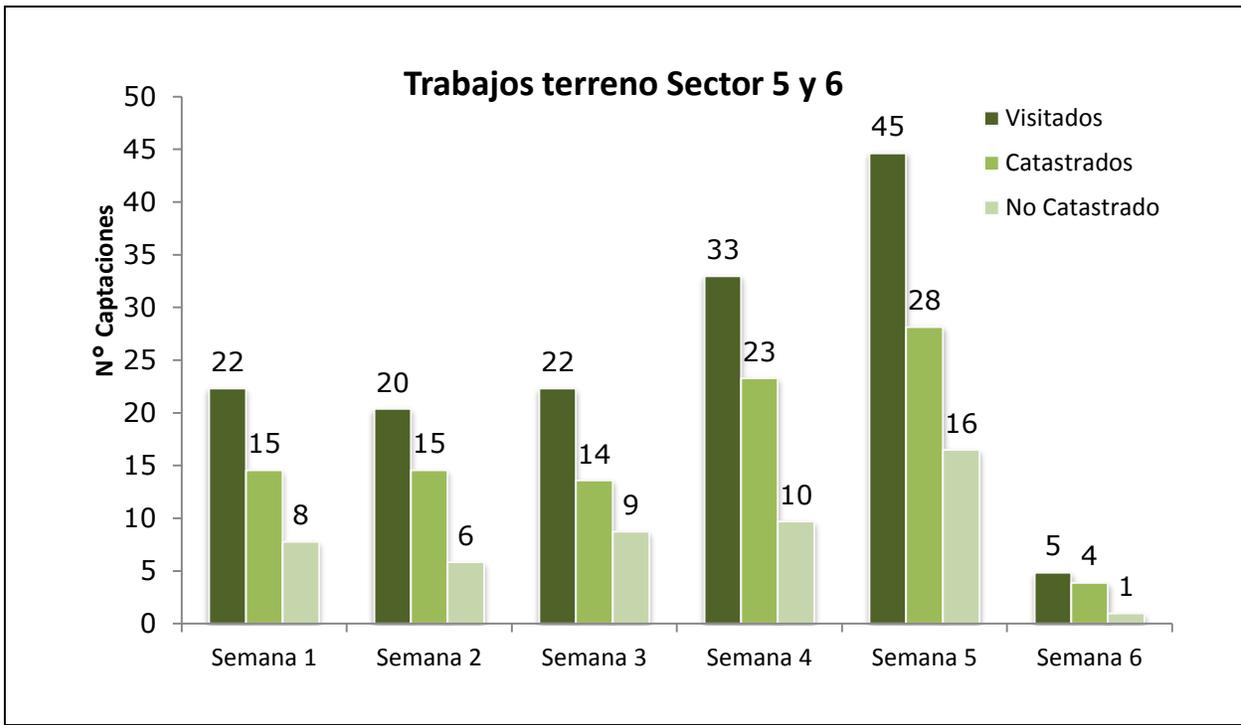


Figura 4-10: Captaciones visitadas por semana en sector 5 y 6

b) Captaciones Superficiales

Desde el Sector La Puerta hasta el fin de la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó (final del distrito III hasta el IX), se catastraron un total de 53 canales, de los cuales 8 no estaban operativos. En la Tabla 4-7 se muestra un resumen de las obras catastradas. Es importante mencionar que en su mayoría las obras se encontraban en buen estado, aun cuando algunos canales estaban sin revestimiento.

Tabla 4-7: catastro de captaciones superficiales Junta de Vigilancia

| Tipo de Obra | Nº | Estado General |
|-----------------------|------------|-----------------------|
| Bocatomas | 17 | Bueno |
| Compuerta de admisión | 57 | Bueno |
| Obra de desvío | 1 | Bueno |
| Obra de toma | 4 | Bueno |
| Sección de control | 37 | Bueno |
| Vértices | 38 | Bueno |
| Total | 514 | |

El detalle de todas las captaciones superficiales se presenta en anexos en Base captaciones superficiales.

Respecto a los sectores 5 y 6, el escenario era totalmente opuesto fundamentalmente por la falta de información. Por lo anterior, se concertó una reunión con el administrador de la CASUB para aclarar un poco la ubicación de los canales y poder comenzar con el catastro de captaciones. En resumen se lograron encontrar 6 canales, de los cuales 2 estaban en regulares condiciones y otros 4 tenían indicios de haber sido un canal (huella).

Dificultades en actividades de terreno

Las principales dificultades encontradas en terreno, y que influyeron en que no se pudiera catastrar el total esperado, son:

- No se encontraron las captaciones debido a posibles traslados de punto de captación.
- Encargados del predio no tenían la información de todas las captaciones a su cargo.
- No se encontraron moradores en los predios. Se realizaron dos visitas y no se tuvo respuesta. Este problema se presenta especialmente en los sectores 5 y 6, dado que hay muchas parcelas de agrado.
- A pesar de las coordinación con las empresas, existieron ocasiones que se logró visitar sólo 3 pozos en el día.
- Algunos usuarios no dieron información de uso de las aguas de los canales, ya que se enfocaban más a las captaciones subterráneas.
- En sector 5 y 6 la coordinación con la CASUB fue más lenta de la esperada, no pudieron entregar información de sus usuarios.

En cuanto al catastro de los canales, los principales problemas detectados son:

- Muchos canales de los sectores 3 y 4 se encontraron entubados no teniendo claridad de su trazado.

- En otros sectores la vegetación es muy densa y no se logró hacer un seguimiento continuo del canal.
- Para el canal San Fernando y sus derivados fue necesario recorrerlo en conjunto con el celador. Estos pasan por parcelas y las personas no daban los permisos correspondientes.
- No hay información de los canales de los sectores 5 y 6 dado que no están bajo la administración de la Junta de Vigilancia.

4.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN CATASTRADA

En este capítulo se presenta la sistematización de la información generada en gabinete. Con la información recolectada en terreno se realizó un análisis del uso del agua y de las brechas que existen entre la información contenida en el CPA con la información recolectada en terreno.

4.2.1 Sistematización información Etapa I y catastro en terreno

Se procedió a realizar un cruce de información entre la base generada en la Etapa I y el catastro en terreno.

Al realizar el cruce, y en base a las observaciones de terreno, se pudo depurar la base generada en la Etapa I, principalmente respecto a los expedientes identificados en el estudio del DICTUC (2010) que no estaban en la base del CPA.

Principalmente se trataron de derechos que han sido transferidos a nuevos usuarios o casos en que se habían realizado cambios de puntos de captación. Dada esta situación, se procedió a eliminar de la base de datos 48 expedientes con fuente de información DICTUC (2010).

Uso del agua subterránea

De acuerdo a los datos recolectados en terreno, se tiene información de uso de agua de 320 captaciones. Del total, el 38% de las captaciones se usan para riego, mientras que el 12% es usado para minería. Además, el 43% está sin uso actualmente (Tabla 4-8).

Tabla 4-8: Uso del agua subterránea por sector acuífero

| Uso | N° de captaciones | | | | | |
|------------------------|-------------------|----------|----------|----------|-------|---------|
| | Sector 3 | Sector 4 | Sector 5 | Sector 6 | Total | % Total |
| Agua Potable | 4 | 7 | 6 | 1 | 18 | 6% |
| Agua Potable/Riego | | | | 3 | 3 | 1% |
| Riego | 45 | 6 | 34 | 38 | 123 | 38% |
| Industrial | | 1 | | | 1 | 0% |
| Minero | 8 | 28 | 3 | | 39 | 12% |
| Sin uso y/o abandonado | 25 | 43 | 44 | 24 | 136 | 43% |
| Total | 82 | 85 | 87 | 66 | 320 | 100% |

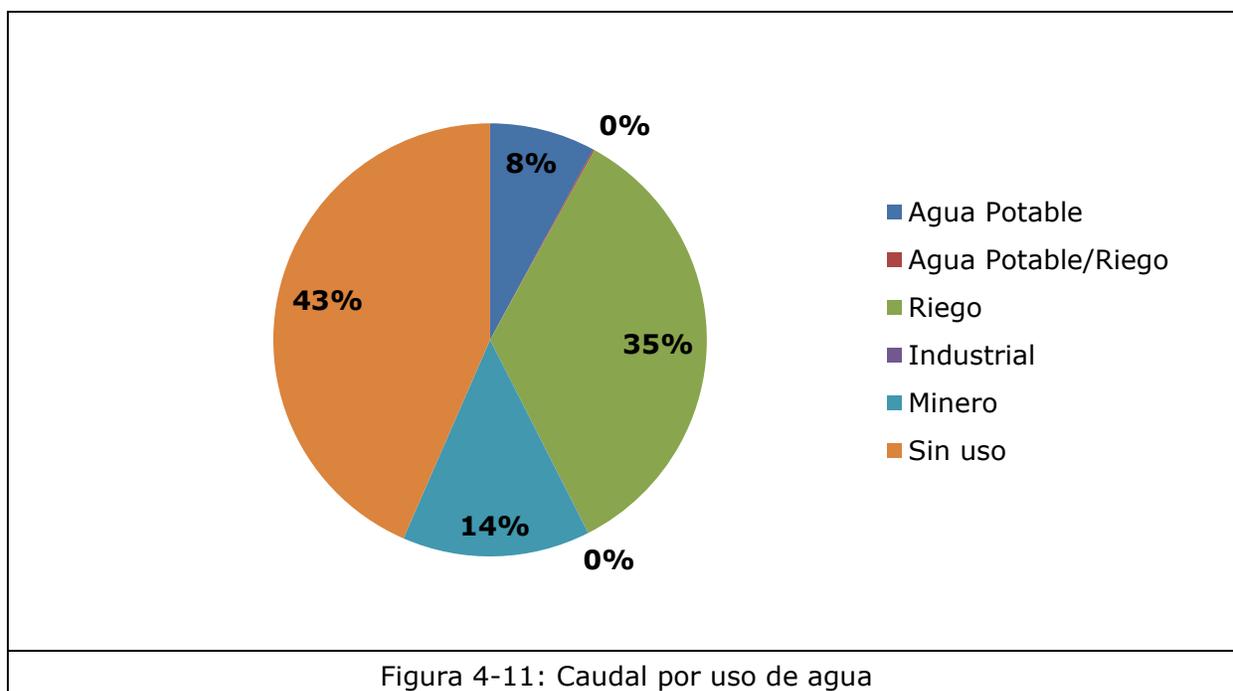
En la Tabla 4-9 se muestra el caudal otorgado y en trámite por uso del agua para cada sector. Se observa que el sector 4 es el que tiene más caudal otorgado, principalmente para uso minero. Cabe señalar que el 54% del caudal en el sector 4 no está en uso. En

cuanto al uso riego, éste se concentra en el sector 3, equivalente a un 55% del total del caudal destinado a riego.

Tabla 4-9: Caudal por uso del agua

| Uso | Caudal Otorgado (L/s) | | | | Caudal en trámite (L/s) | | | |
|--------------------|-----------------------|----------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|----------|
| | Sector 3 | Sector 4 | Sector 5 | Sector 6 | Sector 3 | Sector 4 | Sector 5 | Sector 6 |
| Agua Potable | 184 | 575 | 133 | 4 | | | | |
| Agua Potable/Riego | | | | 13 | | | | |
| Riego | 2.132 | 238 | 820 | 685 | 162 | | | 13 |
| Industrial | | 2 | | | | | | |
| Minero | 250 | 1.113 | 72 | | 93 | 40 | 23 | |
| Sin uso | 648 | 2.226 | 1.361 | 431 | | | | 341 |
| Total | 3.214 | 4.154 | 2.386 | 1.133 | 255 | 40 | 23 | 354 |

En la Figura 4-11 se muestra la distribución del caudal por uso de agua. En la zona de estudio el 35% del agua está destinada a uso riego, mientras que el 14% a uso minero. Además se tiene que el 43% está sin uso, principalmente porque los pozos están secos.



4.2.2 Identificación de brechas y/o errores en el catastro Público de Aguas

Esta actividad, además de identificar brechas y errores en el CPA, presenta algunas consideraciones respecto al levantamiento de información de terreno y el levantamiento en el CBR, SAG y Juzgado de Letras.

Identificación de brechas y/o errores en el CPA:

- De la comparación realizada a 136 expedientes digitalizados versus la información contenida en el CPA, se determinó que 28 expedientes contenidos en el CPA tenían información de caudal distinta a la Resolución de constitución del derecho.
- Dentro de la información que presenta el CPA se identificaron varios cambios de punto de captación (expedientes VPC), lo que significa que hubo un reemplazo total o parcial de un derecho original (ND). De acuerdo a lo anterior, es importante contar con una base de datos que detalle el historial de los derechos, de manera de tener claridad en las captaciones que debieran estar actualmente en uso.
- El CPA entrega información original de la solicitud ingresada y por lo tanto, al realizarse una revisión y posterior trabajo de actualización, no es posible reflejarlo en el sistema porque escapa a su función. Por lo anterior, es importante que la DGA cuente con un sistema más amigable que permita utilizar la información actualizada en estudios realizados.

Del levantamiento de información en terreno se observa lo siguiente:

- A lo largo del estudio las personas manifestaron su descontento por la cantidad de estudios realizados en la zona y que, pese a esto, no se observan cambios sustanciales en la gestión del recurso hídrico. Por lo anterior, al principio del estudio no existía buena disposición para atender al consultor, teniendo que recurrir a las comunidades de agua de los sector 3, 4, 5 y 6 para mejorar las confianzas y poder coordinar de manera más eficiente las visitas.
- Existieron captaciones que no pudieron ser catastradas debido principalmente a que los usuarios no se encontraban en sus predios y porque en algunos casos los administradores no contaban con toda la información de sus captaciones, no logrando identificarlas dentro del predio. Entre las empresas que no se logró contacto se encuentran Anglo American Norte y Soc. Agroindustrial e Inmobiliaria Los Mamoros Ltda.
- Por otro lado, existieron empresas con las cuales sí se logró contacto, pero cuando se realizó la visita no contaban con toda la información relevante y necesaria para la encuesta (profundidad de la captación, diámetro, año de construcción, entre otros), por lo que el compromiso adquirido fue enviarla vía email. Las empresas que no enviaron esta información fueron Aguas Chañar S.A. y Frutícola Exportadora Atacama Ltda.
- Se encontraron 33 captaciones que no lograron asociarse con alguno de los expedientes contenidos en el CPA. Esta información está detallada en el ANEXO A: Sistematización Información Catastrada y CPA.
- Existen 3 captaciones que actualmente se encuentran denegadas y una de ellas está en uso. Asimismo, existen 2 captaciones con derechos provisorios/caducados, en los cuales uno de ellos está actualmente en uso.

De la información en el CBR y Juzgado de Letras se menciona lo siguiente:

- De la información levantada en los Registros de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Copiapó y Caldera, existen 608 derechos de aprovechamiento "originales" inscritos a partir de 1942. Se observa que, del total de inscripciones

originales efectuadas, 511 fueron efectuadas a partir de 1980 en adelante y 97 desde 1942 a 1979.

- El Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas registra un total de 355 resoluciones constitutivas. El mayor volumen de ellas se sitúa a partir de los años 1980 en adelante.
- Además, es necesario hacer notar que, de los 355 derechos registrados en el CPA, sólo 205 tienen información de Registro Propiedad, debiendo ser incorporada al CPA la información faltante que mediante el presente estudio se ha levantado.
- Se comparó la información, recabada en tribunales, de las solicitudes de regularización por artículo segundo transitorio, con las inscripciones existentes en el Conservador de Bienes Raíces respectivo. Efectuado este cruce de información, se ha determinado que las 19 regularizaciones con sentencia favorable, han sido inscritas en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo.
- Se comparó la información levantada en el SAG relativa a planes de distribución de aguas de predios expropiados, con las inscripciones existentes en el Conservador de Bienes Raíces respectivo. Efectuado este cruce de información, se ha determinado que los derechos distribuidos y asignados por Resoluciones SAG N°s 1907 y 1919, ambas de 9 de septiembre de 1987, se encuentran inscritos.
- El levantamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en el Conservador de Bienes Raíces de los Conservadores de Bienes Raíces de Copiapó y Caldera determina que existe un universo de 608 derechos de agua inscritos "originalmente", los cuales después de las diversas transmisiones y transferencias de dominio (mutaciones totales y/o parciales de los derechos en el tiempo) arrojan un universo actual total de 2.346 inscripciones de derechos de aprovechamiento de aguas existentes; de las cuales 1.738 corresponden a mutaciones en el dominio.
- Lo anterior se debe a que el 70% de los derechos inscritos originalmente, en su cadena de posesión inscrita, han sufrido mutaciones en el dominio entre 4 a 5 veces por cada derecho. Las mutaciones producidas por transferencias parciales en el dominio se desarrollan exponencialmente a partir de 1985 en adelante.

4.3 BASE DE DATOS Y PROYECTO SIG

En base a la información recopilada en terreno, se corrigieron y actualizaron las coberturas de captaciones, predios, canales y bocatomas.

Se generó un archivo shape correspondiente a los derechos y solicitudes de agua subterránea en el área de estudio, en base al cruce de información. Las captaciones subterráneas que ya han sido catastradas cuentan con coordenadas UTM precisas, levantadas en terreno con GPS de doble frecuencia y con aplicación de correcciones en postproceso geodésico. Asimismo, se configuró un campo con capacidad de hipervínculos, el cual enlaza el punto o pozo con un documento relacionado que contiene datos de pruebas de bombeo, habilitación y fotografías del trabajo en terreno.

Para el trabajo del personal de terreno, se confeccionaron 48 láminas en formato A1, escala 1:5.000, la cuales contienen como información espacial lo siguiente: imágenes satelitales obtenidas desde Google Earth, distribución de canales, estaciones fluviométricas, puntos correspondientes al catastro y predios digitalizados. Estos últimos

con etiquetas indicando los tipos de cultivo y riego según información recopilada de las fuentes citadas en los párrafos anteriores.

Catastro

- Shapefile de captaciones subterráneas^{9*}
- Shapefile de predios
- Shapefile de sectores 3, 4, 5 y 6 de acuífero Río Copiapó
- Shapefile de captaciones superficiales*
 - Shapefile de bocatomas*
 - Shapefile de compuerta de admisión*
 - Shapefile de obra de desvío*
 - Shapefile de obra de toma*
 - Shapefile de sección de control*
 - Shapefile de vértices de canales*
- Shapefile de canales
- Shapefile de distribución láminas de terreno

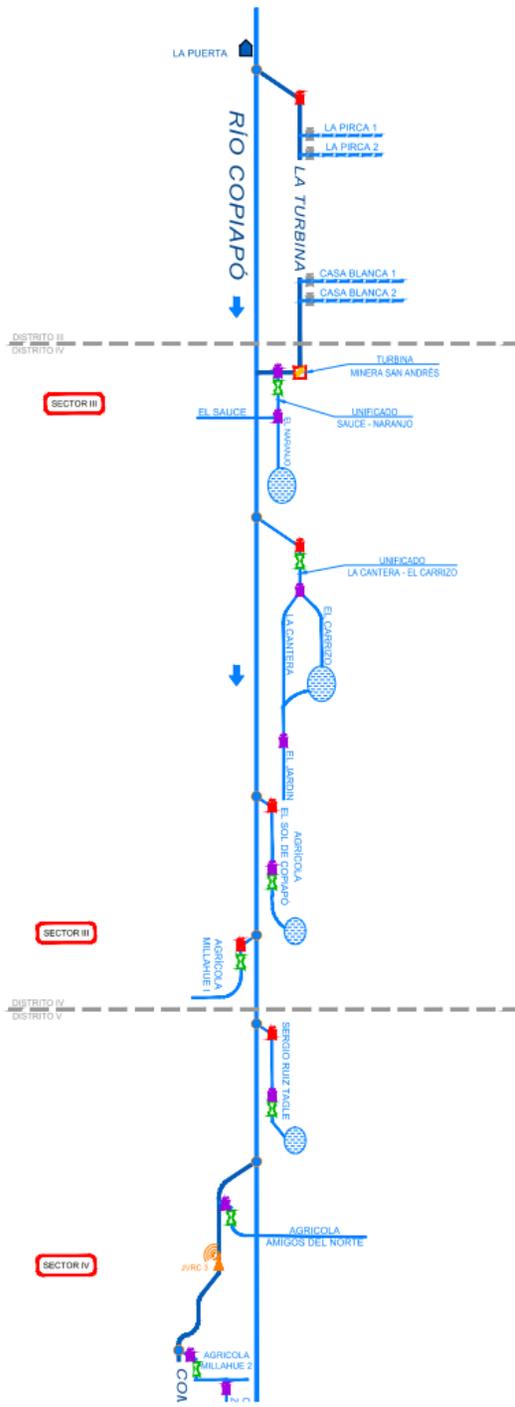
Documentos .pdf (con fotografías de terreno, estratigrafía y prueba de bombeo para cada expediente)

- Dictuc 2010
- Expedientes
- Pozos DGA (Pozos de observación DGA)

La información SIG, incluyendo las 48 láminas de terreno en formato pdf, se adjunta en el anexo digital B.

Por otra parte se generaron Diagramas Unifilares de todas las fuentes superficiales, desde su origen hasta su término, los cuales se presentan en las Figura 4-12, Figura 4-13, Figura 4-14 y Figura 4-15.

* Shapefiles con hipervínculos de estratigrafías y pruebas de bombeos para cada captación.



SIMBOLOGIA

| | | | |
|--|-----------------------------|--|-------------------------|
| | SOCALOMA | | RÍO COPIAPO |
| | COMPUERTA | | CANAL MATRIZ |
| | COMPUERTA FUERA DE SERVICIO | | CANAL |
| | AFORADOR TIPO PARSHALL | | CANAL FUERA DE SERVICIO |
| | ESTACIÓN TELEMÉTRICA | | |
| | ESTACIÓN FLUJOMÉTRICA DGA | | |

Figura 4-12: Diagrama Unifilar Sector La Puerta a Compuertas Negras

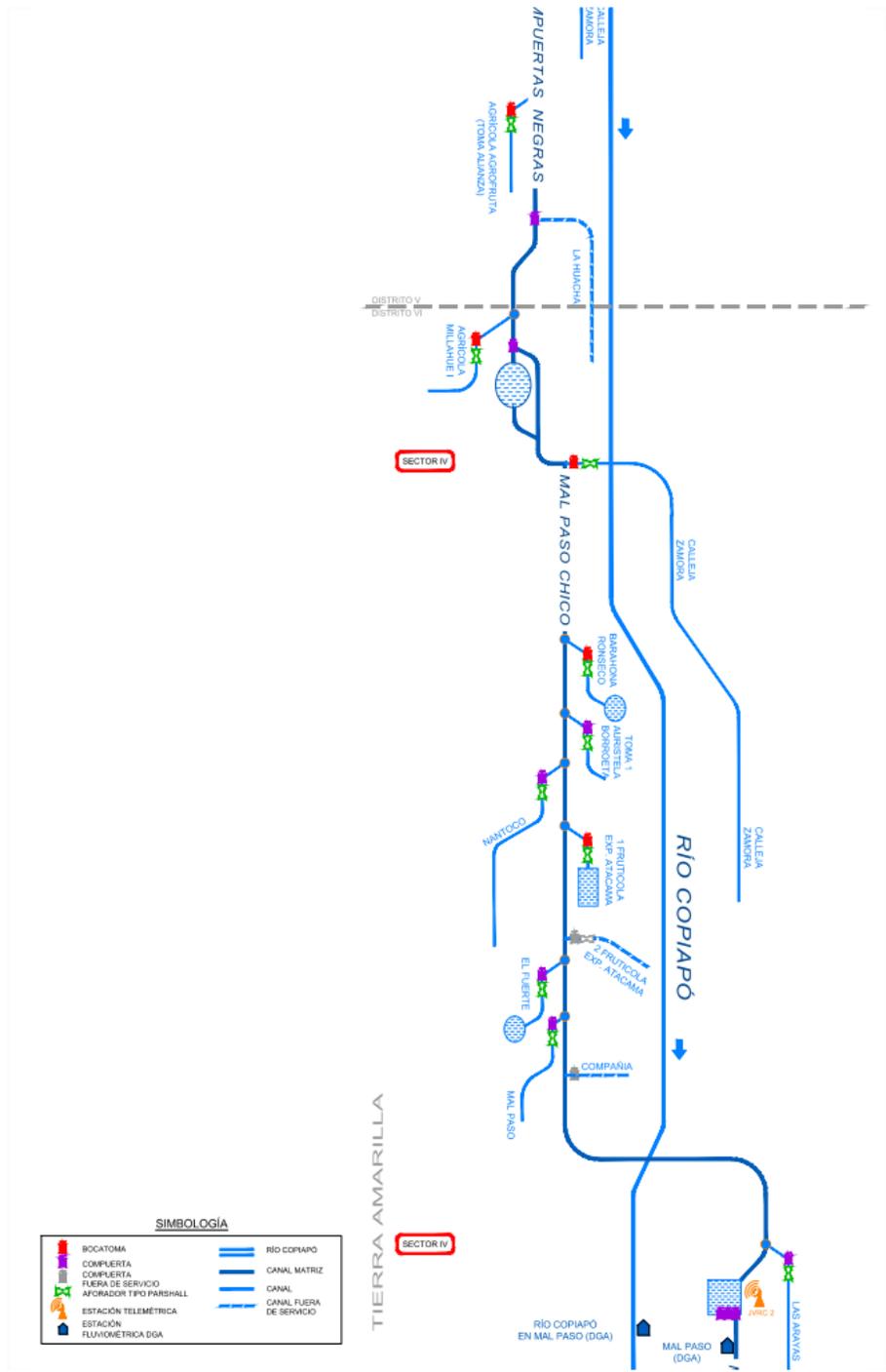


Figura 4-13: Diagrama Unifilar Compuertas Negras a Mal Paso

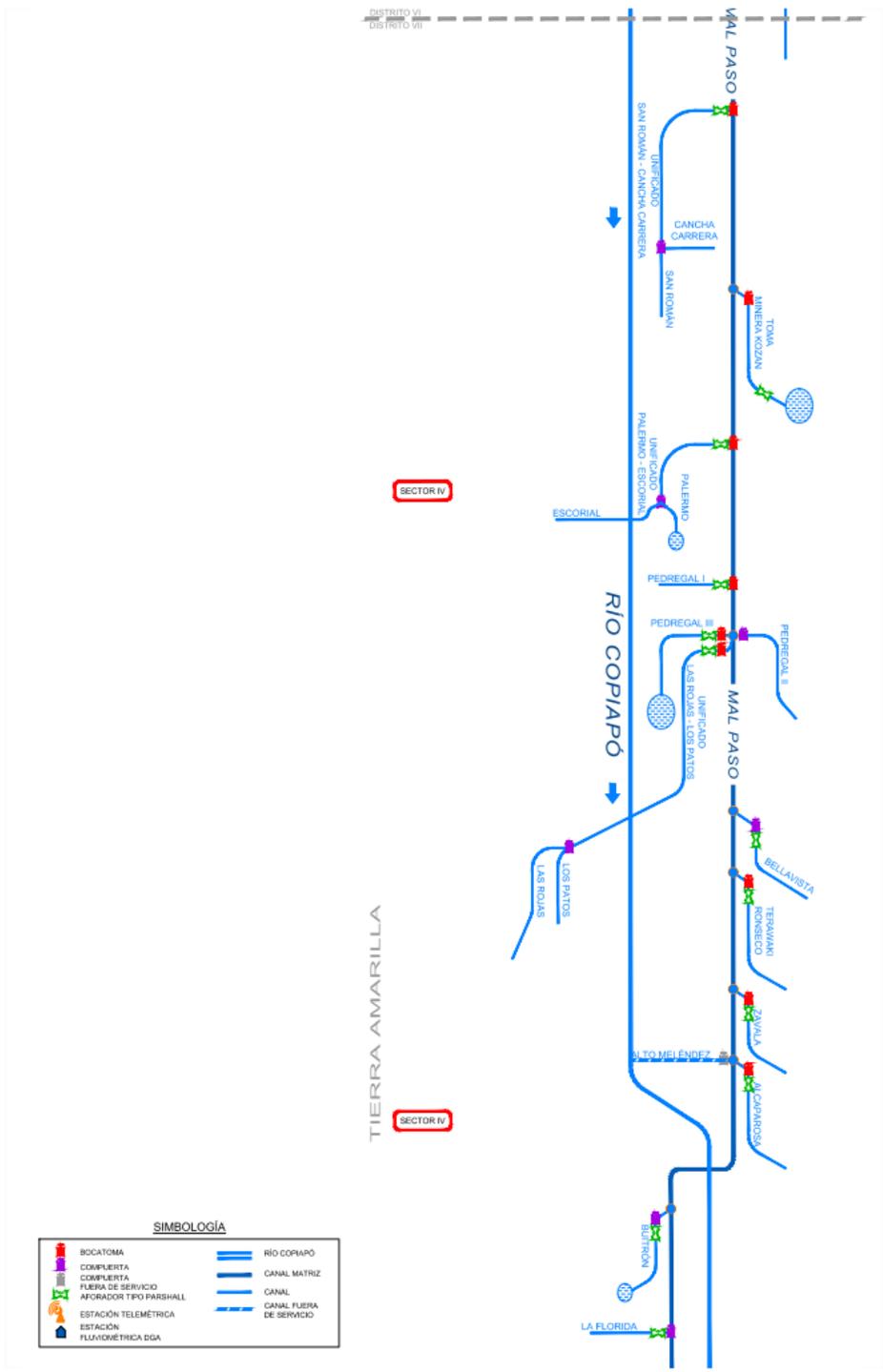


Figura 4-14: Diagrama Unifilar Mal Paso a Canal La Florida

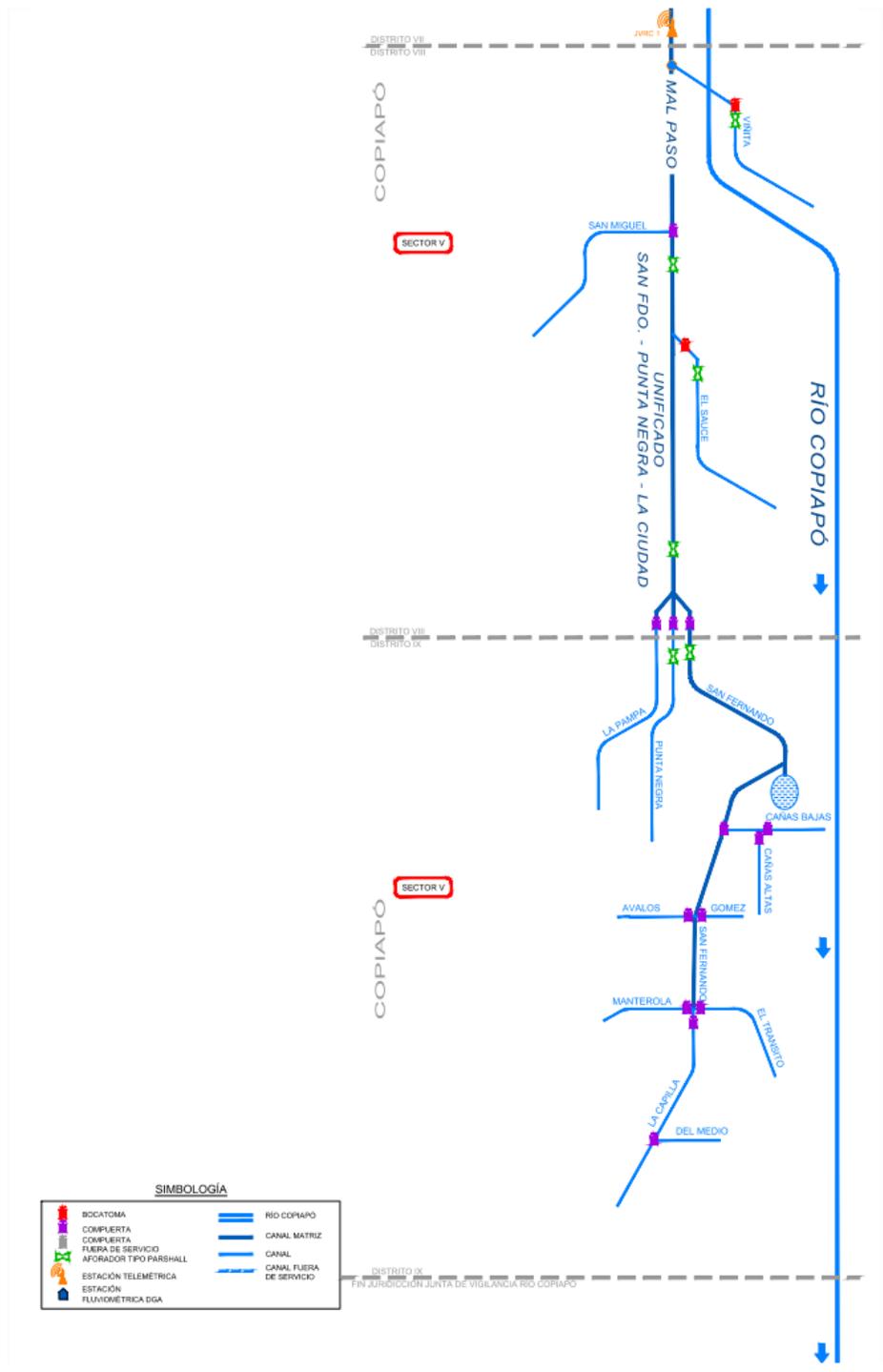


Figura 4-15: Diagrama Unifilar Canal La Florida a Canal del Medio

5 BIBLIOGRAFÍA

- Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Economía Agraria. "Capacitación y apoyo a comunidades de aguas subterráneas en el Valle de Copiapó, Región de Atacama". 2014.
- Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Administración de Recursos Hídricos "Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas otorgados en la cuenca del Río Copiapó". 2012.
- Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Departamento de Recursos Hídricos. "Transferencia de capacidades para mejorar la gestión del riego en Copiapó, Región de Atacama, Componente catastro legal de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales". 2011.
- DICTUC S.A, División de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. "Análisis integrado de gestión en cuenca del Río Copiapó, Tomo I: Sistematización y levantamiento de información de usos y demandas" y anexos Tomo III: Evaluación de recursos hídricos. 2010.
- Ministerio de Obras Públicas, División de estudios y planificación, Departamento de Administración de Recursos Hídricos. "Definición sobre los derechos provisionales del área de restricción del acuífero de Copiapó". 2008.
- Ministerio de Obras Públicas, División de estudios y planificación, Departamento de Administración de Recursos Hídricos. "Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la cuenca del río Copiapó". 2013.

6 ANEXOS

ANEXO A: BASE DE DATOS

- Base Catastro Copiapó
- Catastro Copiapó Captaciones Superficiales.
- Encuesta de Usos
- Sistematización Información Catastrada y CPA
- Estudio de Título (Información Años 1951 a 1998 CBR con base de datos mutaciones Copiapó, Regularizaciones)

ANEXO B: SIG

Vectorial

Mapa Base

- Shapefile de capitales comunales y regional
- Shapefile de red de drenaje
- Shapefile de red vial
- Shapefile de estaciones fluviométricas
- Shapefile de pozos niveles DGA*

Catastro

- Shapefile de captaciones*
- Shapefile de predios digitalizados
- Shapefile de sectores 3, 4, 5 y 6 de acuífero Río Copiapó
- Shapefile de bocatomas principales y secundarias
- Shapefile de canales
- Shapefile de láminas de terreno

Raster

- Modelo Digital de Elevación SRTM con pixel de 90m
- Imagen Google Earth con resolución de 16 m

Documentos .pdf (con estratigrafía y prueba de bombeo para cada expediente)

- Dictuc 2010
- Expedientes
- Pozos DGA (Pozos de observación DGA)

- Pics (Monografías y fotografía de terreno)

*Shapefiles con hipervínculos de estratigrafías y pruebas de bombeos para cada captación.

ANEXO C: PROTOCOLO Y MATERIAL DE APOYO

ANEXO D: PRUEBAS DE BOMBEO Y ESTRATIGRAFÍAS

ANEXO E: POZOS DE OBSERVACIÓN DGA

ANEXO F: MONOGRAFÍAS Y FOTOS DE TERRENO

ANEXO G: DIAGRAMA UNIFILAR