



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

**DIAGNOSTICO Y SISTEMATIZACION DE  
INFORMACION DE PLANES DE ALERTA TEMPRANA  
VIGENTES CON CONDICIONAMIENTO DE  
DERECHOS**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**REALIZADO POR:**

**HIDROMAS CEF LIMITADA**

**S.I.T. N° 336**

**Santiago, Abril 2014**



## **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

Ministro de Obras Públicas  
Ing. Comercial Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas  
Abogado Sr. Carlos Estévez Valencia

Jefe División de Estudios y Planificación  
Ingeniero Civil Sr. Adrián Lillo Zenteno

Inspector Fiscal  
Ingeniero Civil en Geografía Sr. Juan Salvador Atán Díaz

### HIDROMAS CEF LIMITADA

Jefe de Proyecto  
Ingeniero Civil, M.Sc. Sra. Mesenia Atenas V

Profesionales  
Ingeniero Civil, Sra. Ana María Gangas P  
Ingeniero Civil, M.Sc. Sr. Julio Cornejo M  
Ingeniero Civil Ph.D. Sr. Carlos Espinoza C  
Ingeniero Civil en Geografía Sr. David Pérez  
Químico Ambiental Srta. Alejandra Palma S  
Ingeniero Ejecución en Informática Sr. Mauricio Saldaña  
Geógrafa Sra. Constanza Jiménez R



## INDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1 OBJETIVOS .....  | 2         |
| 1.2 ALCANCES y ÁREA DE ESTUDIO.....  | 3         |
| 1.3 CONSIDERACIONES .....  | 5         |
| 1.4 GLOSARIO .....   | 5         |
| <b>2. METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>3. RECOPIACION Y REVISION DE ANTECEDENTES</b> .....                             | <b>9</b>  |
| <b>4. ANÁLISIS DE TALLERES</b> .....   | <b>10</b> |
| 4.1 EN RELACIÓN AL TALLER 1.....   | 10        |
| 4.2 EN RELACIÓN AL TALLER 2.....   | 11        |
| 4.3 EN RELACIÓN AL TALLER 3.....   | 12        |
| <b>5. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS</b> .....                              | <b>13</b> |
| <b>6. DIAGNÓSTICO DE LOS PAT</b> .....   | <b>19</b> |
| 6.1 ALCANCE GENERAL .....  | 19        |
| 6.2 ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO .....                                    | 19        |
| 6.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 27        |
| 6.3.1 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico del PAT-Ollagüe.....          | 27        |
| 6.3.2 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT Pampa Puno .....          | 32        |
| 6.3.3 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-MNT .....                 | 41        |
| 6.3.4 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-EM .....                  | 45        |
| 6.3.5 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-Calama.....               | 48        |
| <b>7. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> .....                                  | <b>50</b> |
| 7.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION .....   | 50        |
| 7.2 BASES DE DATOS .....   | 56        |
| 7.3 DESARROLLO Y ESTRUCTURA DEL SIG .....  | 57        |
| <b>8. FASES DE UN PAT</b> .....  | <b>58</b> |
| 8.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PAT .....                             | 60        |
| 8.2 FASE II: SEGUIMIENTO Y FISCALIZACIÓN DEL PAT .....                             | 66        |
| 8.3 FASE III: ACTUALIZACIÓN DEL PAT.....   | 69        |
| <b>9. FACULTADES, FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DE LAS UNIDADES DE LA DGA</b> <b>73</b> |           |
| 9.1 ORGANIGRAMA DE LA DGA .....  | 73        |
| 9.2 MARCO LEGAL DE LA DGA.....   | 74        |
| 9.3 EN RELACION A UNIDADES SIN VINCULACION A LOS PAT .....                         | 75        |
| 9.4 EN RELACIÓN A UNIDADES CON VINCULACIÓN A LOS PAT .....                         | 75        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>10. PROCEDIMIENTO INTERNO DGA.....</b>                                | <b>78</b> |
| 10.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO .....  | 78        |
| 10.2 MAPA DE PROCESOS, SECUENCIA LÓGICA DE LOS PROCESOS .....            | 79        |
| 10.3 EXPLICACIÓN DE MAPAS DE PROCESOS .....                              | 79        |
| <b>11. DISEÑO GUÍA METODOLÓGICA DE "ELABORACIÓN Y GESTIÓN DE PAT" ..</b> | <b>82</b> |
| 11.1 ESTRUCTURA DE LA GUÍA .....   | 82        |
| 11.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA GUÍA .....                             | 82        |
| 11.3 FASE I .....  | 83        |
| 11.4 FASE II .....   | 89        |
| 11.5 FASE III .....  | 90        |
| <b>12. APLICACIÓN DE SEGUIMIENTO INTERNO PAT .....</b>                   | <b>92</b> |
| 12.1 ALCANCES.....   | 92        |
| 12.2 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN .....                                      | 92        |
| 12.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN .....                             | 93        |
| 12.4 REQUERIMIENTO OPERATIVO .....                                       | 93        |
| 12.5 INSTALACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ASAP .....                             | 93        |
| 12.6 BASES DE DATOS Y MANEJO DE LA INFORMACION .....                     | 95        |
| <b>13. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES .....</b>                              | <b>96</b> |
| 13.1 CONCLUSIONES GENERALES .....  | 96        |
| 13.2 EN RELACIÓN AL DIAGNÓSTICO .....                                    | 97        |
| 13.3 EN RELACIÓN AL PROCEDIMIENTO INTERNO DGA.....                       | 99        |
| 13.4 EN RELACIÓN A LA GUÍA METODOLÓGICA.....                             | 99        |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1-1: Identificación de los Planes de Alerta Temprana Vigentes .....   | 3  |
| Tabla 6-1: Resumen de expedientes PAT-Ollagüe .....                         | 20 |
| Tabla 6-2: Objetivos específicos del PAT-Ollagüe. ....                      | 21 |
| Tabla 7-1: Resumen de Información Sistematizada PAT OLLAGÜE .....           | 51 |
| Tabla 7-2: Resumen de Información Sistematizada PAT PAMPA PUNO .....        | 52 |
| Tabla 7-3: Resumen de Información Sistematizada PAT MNT .....               | 53 |
| Tabla 7-4: Resumen de Información Sistematizada PAT ELVIRA LOS MORROS ..... | 54 |
| Tabla 7-5: Resumen de Información Sistematizada PAT PAMPA PUNO .....        | 55 |
| Tabla 8-1: Actividades de la Fase I .....                                   | 61 |
| Tabla 8-2: Actividades de la Fase II .....                                  | 66 |
| Tabla 8-3: Actividades de la Fase III .....                                 | 69 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1-1: Área de Estudio .....  | 4  |
| Figura 5-1: Zona de Salar de Ollagüe .....                                       | 14 |
| Figura 5-2: Sistema acuífero - Sector de Pampa Puno .....                        | 15 |
| Figura 5-3: Sistema acuífero - Sector de Monturaqui – Negrillar – Tilopozo ..... | 16 |
| Figura 5-4: Sistema Salar Pampa Elvira .....                                     | 17 |
| Figura 5-5: Sistema Salar Pampa Los Morros .....                                 | 17 |
| Figura 5-6: Sistema Calama .....   | 18 |
| Figura 9-1: Organigrama DGA .....  | 73 |





## 1. INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas –en adelante DGA- desde la primera década de este siglo utiliza la herramienta de gestión denominada “Planes de Alerta Temprana”, en adelante PAT. Si bien la legislación vigente, no establece en forma expresa la utilización de esta herramienta, la DGA la ha incorporado, dentro del otorgamiento de ciertos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, como un mecanismo preventivo para satisfacer la necesidad de cuidar los sistemas sujetos a explotación y en los cuales existe un grado de incertidumbre técnica relacionada con el potencial grado de afectación. Si bien hoy, en el sistema de evaluación ambiental se utiliza este instrumento, la verdad es que, ante eventos de impactos no previstos, los cuales hoy tienen un mecanismo de atención, buscan establecer un PAT, que probablemente sea extemporáneo por cuanto son reactivos, sin embargo reconoce la utilidad y característica preventiva de un PAT.

Por lo anterior, el nivel de incertidumbre sobre las consecuencias del uso continuo de aguas subterráneas es relevante, por lo que resulta primordial mejorar progresivamente el conocimiento del acuífero y de su comportamiento frente a diferentes escenarios de extracción, disponiendo de mecanismos para controlar, reducir o terminar con la explotación de las aguas subterráneas en determinadas circunstancias.

El PAT se considera como una herramienta de gestión que tiene por objeto prevenir los efectos o impactos previstos al momento de otorgar un derecho de aprovechamiento de agua. Todo esto por medio de la definición de indicadores con sus umbrales respectivos que permitan evaluar oportunamente en el tiempo el grado de afección o impacto en el área de influencia del derecho. A partir de esto es posible corregir, en los casos que se genere una afección o impacto, suspendiendo por ejemplo el ejercicio del derecho otorgado.

En la región de Antofagasta existen PATs vigentes elaborados por la DGA (PATs asociados a derecho) que condicionan los derechos de aprovechamiento otorgados, éstos son: PAT Pampa Puno, PAT Elvira, PAT Los Morros, PAT Salar de Ollagüe, PAT Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (MNT) y PAT Calama (Pozo 10). De éstos, sólo dos se encuentran aprobados a través de una Resolución DGA, el PAT MNT y el PAT Calama Pozo 10.

Como parte del estudio “Diagnóstico Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos, región de Antofagasta” (DGA, 2012) se realizó un diagnóstico preliminar de los PATs y se concluyó que: “existe la necesidad por parte de la DGA de revisar el cumplimiento de los compromisos establecidos en ellos, revisar, y si es necesario, actualizar su contenido en cuanto a puntos y variables de monitoreo, definición de umbrales, etc.; establecer claramente un procedimiento de análisis de la información recibida para el seguimiento y control; y establecer funciones y competencias para la fiscalización y seguimiento de los PATs”.

Actualmente la DGA no cuenta con un procedimiento establecido para sistematizar, analizar y fiscalizar la información que entrega el titular de cada PAT. Tampoco está definida oficialmente la estructura y contenido que debiese incluir un nuevo PAT cuando es presentado para su evaluación. La DGA a través del presente proyecto busca dar respuesta a temas relevantes en cuanto a los PAT y principalmente desarrollar una Guía Metodológica que entregue lineamientos y criterios que permitan mantener una coherencia a los largo del país, con los PAT que se desarrollen.

Las propuestas que se plantean en este informe de Procedimiento Interno y Guía Metodológica, son una visión del equipo consultor HIDROMAS CEF, que ha tenido como insumos el conocimiento del funcionamiento del sistema, las reuniones tanto con la Inspección Fiscal como con los representante de cada unidad, mediante la asistencia a Talleres de la DGA Nivel Central y DGA Regional; y el análisis del marco legal-administrativo que rigen el quehacer de la DGA. Como propuesta será potestad de la DGA en tomarla y adecuarla a las políticas del Servicio.

Dentro de los productos de este estudio, se entrega además del Informe y de la Guía Metodológica para la elaboración y gestión de PAT, una aplicación denominada ASAP, que le permitirá a la DGA, de hoy en adelante, poder administrar y gestionar los compromisos e información generada al amparo de los PAT, de una manera eficiente y oportuna.

## **1.1 OBJETIVOS**

El objetivo general del proyecto es diagnosticar la situación actual de los Planes de Alerta Temprana vigentes con condicionamiento de Derechos de la región de Antofagasta, a partir de la sistematización de la información presentada por los titulares de los PATs.

### **Objetivos Específicos**

- Recopilar, analizar y sistematizar toda la información asociada a todos los PATs vigentes en la Región de Antofagasta.
- Diagnosticar la situación actual y grado de cumplimiento de compromisos establecidos en cada uno de los PATs vigentes, en términos de tipo, puntos y frecuencia de monitoreo, entrega de informes, definición y posible superación de umbrales, etc.
- Establecer, en conjunto con la DGA, una propuesta de procedimiento interno que defina roles y tareas para las diferentes unidades del Servicio, en cuanto a quién recibe, analiza, sistematiza y fiscaliza la información generada en cada PAT.
- Diseñar una guía metodológica para la presentación de nuevos PATs, que indique los contenidos mínimos para su presentación y evaluación.
- Diseñar una aplicación para seguimiento interno de los PATs y toda su información asociada.

## 1.2 ALCANCES Y ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca los sistemas acuíferos en los cuales se han desarrollado los seis Planes de Alerta Temprana (PAT) vigentes, asociados a derecho, en acuíferos de la Región de Antofagasta, los cuales se detallan en la Tabla 1.2-1 siguiente y se observan en la Figura 1.2-1.

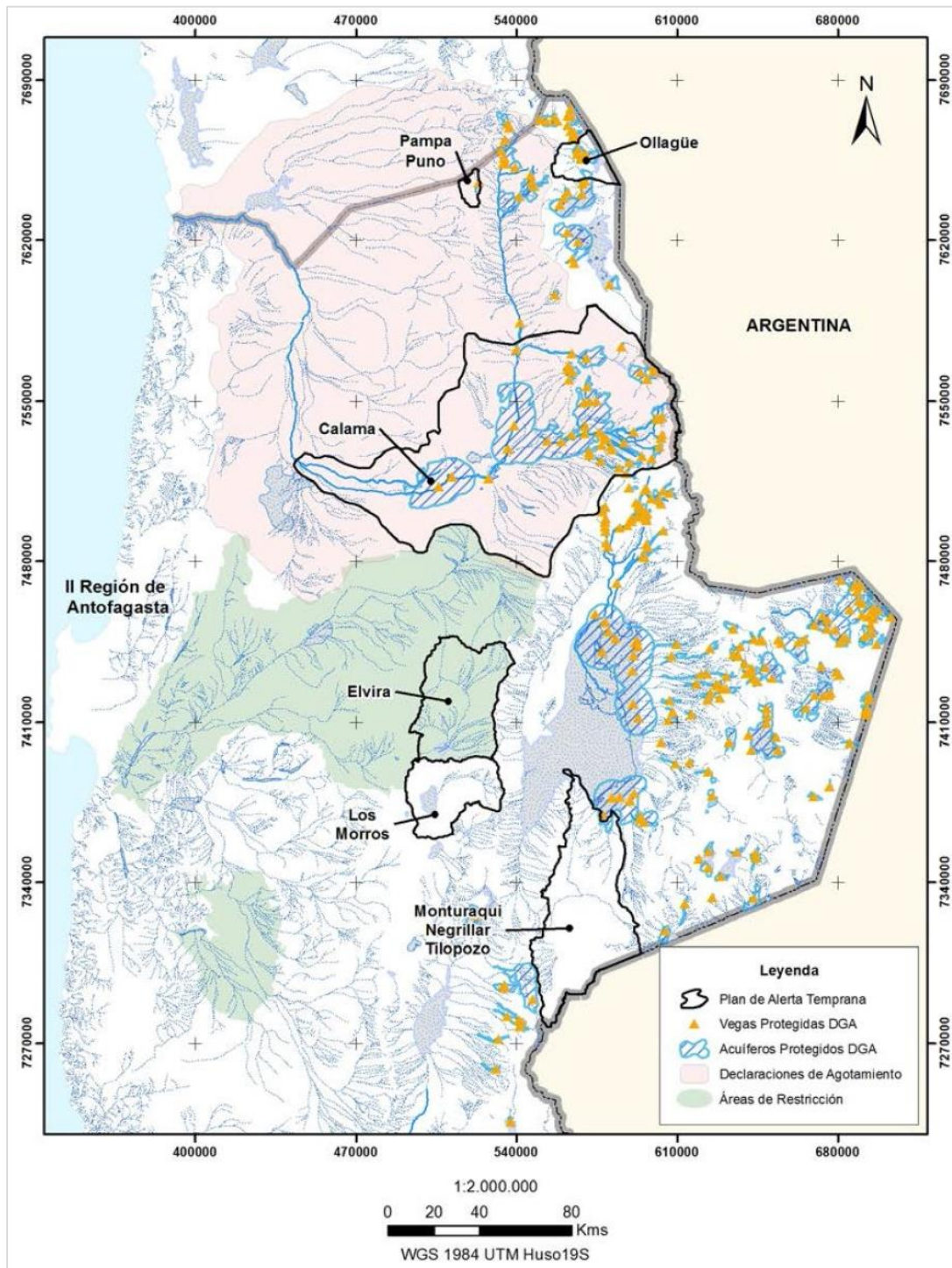
**Tabla 1-1: Identificación de los Planes de Alerta Temprana Vigentes**

| NOMBRE                               | ACUÍFERO                          | CUENCA   | TITULAR EXTRACCIÓN  |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| PAT Calama                           | Calama                            | Río Loa  | Compañía Contractual Minera Leonor (CCML): Minera El Tesoro Pozo P-10 |
| PAT Pampa Puno                       | Pampa Puno                        | Río Loa  | CODELCO   |
| PAT Monturaqui – Negrillar -Tilopozo | Monturaqui – Negrillar - Tilopozo | Salar de Atacama                                   | Minera Escondida Limitada   |
|                                      |                                   |  | Compañía Minera Zaldívar  |
|                                      |                                   |  | Sociedad Chilena del Litio  |
| PAT Elvira(*)                        | Elvira                            | Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico | CODELCO Proyecto Gaby   |
| PAT Los Morros(*)                    | Los Morros                        | Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico | CODELCO Proyecto Gaby   |
| PAT Salar de Ollagüe                 | Salar de Ollagüe                  | Fronteriza – Salar Michincha – Río Loa             | CODELCO   |

Fuente: Bases Técnicas de Proyecto "Diagnóstico y Sistematización de Información de Planes de Alerta Temprana vigentes con condicionamiento de derechos".

(\*) En el caso del sistema Elvira y Los Morros, producto del levantamiento de información y del análisis realizado, se descubre la existencia de un séptimo PAT, el PAT de Elvira-Los Morros, denominado "PAT-EM". Este PAT-EM nace del otorgamiento de un sólo derecho de aprovechamiento, sin embargo al mismo Titular del PAT Elvira.

**Figura 1-1: Área de Estudio**



Fuente: Elaboración propia.

### 1.3 CONSIDERACIONES

Como equipo consultor se ha considerado necesario hacer presente que las propuestas de Procedimiento Interno y Guía Metodológica, son el resultado de un trabajo completamente participativo, en conjunto con la Dirección General de Aguas, como reuniones y Talleres, y que también considera la visión de los Titulares.

Cabe señalar que, tanto el procedimiento interno como la guía metodológica, resultan ser propuestas que recogen tanto la experiencia profesional, al interior de la DGA y del equipo consultor, como las opiniones y criterios presentados por la DGA tanto a nivel Regional como del Nivel central. Al respecto, se considera relevante indicar que dado que la DGA de la Región de Antofagasta, es la única región que al momento de este proyecto tiene Planes de Alerta Temprana vigentes, su experiencia en la materia resultó un aporte fundamental para el entendimiento de los temas, materializado en cada uno de los talleres que se realizaron.

En el caso particular de la propuesta de Guía Metodológica surgieron ciertos aspectos que requerían del lineamiento de la DGA, para lo cual, siguiendo el procedimiento establecido en las bases de licitación y lo señalado por el Subdirector de Aguas, se procedió a solicitar dicho pronunciamiento de una manera formal, vale decir por escrito mediante una carta ingresada en oficina de partes con fecha 30 de enero de 2014. Cabe señalar que no se recibió respuesta formal (como lo señalan las bases) a dichos requerimientos, razón por la cual, la propuesta de Guía Metodológica plasma en términos generales y a criterio del equipo consultor una forma de abordar dichas temas.

### 1.4 GLOSARIO

A lo largo del presente Informe y proyecto, se utilizan una serie de términos que tienen una definición específica en relación a un Plan de Alerta Temprana. Con el objetivo de facilitar el entendimiento del Estudio, se ha considerado necesario incorporar el siguiente glosario:

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Acciones</b>                | Corresponde a cada una de las medidas a realizar cuando las variables de estado superan niveles de acción y/o umbrales establecidos en el documentos PAT.   |
| <b>Aplicabilidad de un PAT</b> | Se debe entender que un PAT es aplicable al titular cuando los derechos se encuentran en ejercicio, en cuyo caso estarán vigentes tanto los niveles de acción y umbrales, como las acciones asociadas. Sin perjuicio de esto, en el caso que los derechos no estén en ejercicio, será exigible el programa de monitoreo establecido en el documento PAT |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Comité PAT</b>              | <p>El Comité PAT es un equipo de trabajo integrado por las jefaturas de las Divisiones y Departamentos de la DGA o por los profesionales en quienes se hayan delegado; y el Subdirector. Este Comité tiene carácter consultivo, siendo una formalización de acciones que la DGA en la actualidad realiza (reuniones de coordinación).</p> <p>Los objetivos de este Comité son: (a) apoyar en forma permanente a la Dirección Regional; (b) mantener una vía de comunicación entre los diversas divisiones, departamentos y Direcciones Regionales de la DGA en materias del PAT; (c) ser una instancia de toma de decisiones, de acuerdo a los lineamientos DGA en materias de los Planes de Alerta Temprana; y (d) mantener coherencia a nivel país de las PAT que se desarrollen en las direcciones regionales.</p> |
| <b>Comprometido</b>            | <p>Entiéndase por "comprometido", "comprometida" y/o "compromisos" a todas aquellas acciones establecidas en un documento PAT, las que tienen el carácter de obligatoria. Éstas son mencionadas a lo largo de todo el Informe como "compromisos" del PAT. Lo anterior es igualmente válido para la aplicación ASAP.</p>   |
| <b>Fases de un PAT</b>         | <p>Corresponden a las etapas que se deben llevar a cabo a lo largo del tiempo con el objeto de contar con un Plan de Alerta Temprana vigente.</p>   |
| <b>Gestor</b>                  | <p>Se debe entender como la unidad encargada de articular y/o realizar las actividades</p>  |
| <b>Informe Técnico Titular</b> | <p>El Informe Técnico Titular, denominado como (ITT), corresponde a todos aquellos documentos técnicos que elabora el Titular y presenta ante la DGA.</p>   |
| <b>Mapa de procesos</b>        | <p>Corresponde a la secuencia lógica de las actividades que conforman cada una de las Fases de un PAT</p>   |
| <b>Minuta Técnica</b>          | <p>La Minuta Técnica corresponde a aquellos documentos que la DGA elabora producto de los análisis técnicos internos.</p>   |
| <b>Niveles de Acción</b>       | <p>A objeto de tomar acciones de carácter preventivo se requiere establecer un valor de la(s) variable(s) de estado utilizada(s) en el PAT; y que, a su vez, activan acciones de nivel intermedio. Estas permiten mantener las variables de estado dentro de lo que se considera adecuado en el ámbito ambiental-técnico y, por lo tanto, son preventivas.</p>  |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Objetos de protección:</b> | Es la razón de ser del PAT. Corresponde a cada uno de los elementos que se busca que no se vean afectados producto del ejercicio de los derechos de aprovechamiento. Cabe señalar que este objeto de protección dependerá del sistema del cual se extraiga el agua.  |
| <b>Secciones de un PAT</b>    | Se refiere a las diferentes partes que constituyen el documento PAT.   |
| <b>Umbrales</b>               | De la misma manera que los niveles de acción, los umbrales son valores de la(s) variable(s) de estado que activan medidas finales o últimas. Estos umbrales deben ser entendidos como aquellos valores de la condición de largo plazo que no pueden ser sobrepasados y, por lo tanto, activan una acción final.  |
| <b>VARIABLES DE ESTADO</b>    | <p>Corresponden a las variables que permiten caracterizar el estado del sistema en análisis y que son medibles. Así por ejemplo, corresponden a niveles de aguas subterráneas, calidad de aguas, alturas limnimétricas y caudal. También pueden ser entendidas como aquellas variables de seguimiento del comportamiento del sistema.</p> <p>Para efecto del establecimiento de las condiciones se utilizarán una o más variables de estado, dependiendo del PAT que se trate y del objeto considerado como de protección.</p> |
| <b>Zona de Estudio</b>        | La zona de análisis que permite entender y comprender las relaciones entre las variables que definen el modelo conceptual, y del sistema acuífero al cual se somete un PAT.  |

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El desarrollo del proyecto ha sido abordado por etapas consecutivas que han permitido dar cumplimiento a los objetivos planteados. Es así como cada una de las tres etapas del trabajo se asocian a productos concretos del proyecto.

La primera etapa consiste básicamente en la realización del Diagnóstico de la situación actual de los PAT que se encuentran vigentes, en el marco de la constitución de derechos de aprovechamiento, verificando el grado de cumplimiento de los compromisos establecidos. La forma de abordar la realización del Diagnóstico consistió en recolectar y analizar la información de carácter legal-administrativa, lo que fue logrado mediante la revisión de los expedientes de los derechos y documentos de carácter técnico. Dentro de éstos también se consideraron los documentos PAT propiamente tal. Esta actividad permitió identificar los compromisos establecidos, en relación a monitoreo y condiciones. Asimismo, permitió identificar falencias en los documentos actuales, y que son aspectos relevantes a tener en consideración en el desarrollo de la Guía Metodológica.

La segunda etapa del proyecto corresponde a la propuesta de procedimiento interno para la gestión de los PAT. Para abordar esta tarea, de la misma manera que en la etapa 1, se procedió a la revisión de los antecedentes administrativos que rigen el quehacer de las distintas unidades de la DGA. Con el análisis de las facultades y funciones de las unidades de la DGA y teniendo las actividades definidas, se proponen tres fases: Fase I: Identificación y Elaboración del PAT; Fase II: Seguimiento y Fiscalización del PAT; y Fase III: Actualización del PAT. Estas Fases se presentan en flujogramas denominados "Mapas de Procesos". Éstos corresponden a diagramas en los cuales se señala la secuencia lógica de las actividades a llevar a cabo identificando a los gestores.

La tercera etapa del proyecto lo constituye el trabajo enfocado al desarrollo de la Guía Metodológica para la Elaboración y gestión de un PAT, esto es, para todas sus Fases y actividades. Al respecto cabe señalar que esta guía es una propuesta con criterios a considerar en el desarrollo de nuevos PAT y en la actualización de los vigentes y venideros. En esta guía se abordan temas como criterios para el desarrollo de PAT, variables de estado que pueden ser consideradas, criterios para el establecimiento de niveles intermedios y umbrales. Especial atención se presta a la estructura que los "documentos PAT" deben tener, entregando una propuesta consistente en 9 secciones.

En esta etapa del desarrollo de la Guía Metodológica, también se desarrolla la aplicación destinada al manejo de los datos generados en el marco del cumplimiento de los PAT, denominada "Aplicación de Seguimiento y Administración de PATs" - ASAP. Esta herramienta tiene el objetivo de facilitar el manejo de los datos, su administración y la generación de gráficos, de tal forma de constituirse en un apoyo a los profesionales de la DGA para la administración de los datos y para el análisis del comportamiento de los sistemas vinculados a los PAT.



### 3. RECOPIACION Y REVISION DE ANTECEDENTES

Para el análisis de los Planes de Alerta Temprana vigentes –objeto de la presente Consultoría– se revisaron y estudiaron antecedentes de carácter legal-administrativos y técnicos.

En relación con el levantamiento de información para el diagnóstico, se recopilaron:

- 33 expedientes de derechos de aprovechamiento de aguas. En la sección 3.1.1 del Informe Final se listan dichos expedientes.
- Adicionalmente a los expedientes de los derechos de aprovechamiento de aguas, se levantaron expedientes asociados a la evaluación ambiental. En la Tabla 3.1-2 del Informe Final se entrega el listado y los enlaces al sitio *web* del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de estos proyectos.
- 71 informes de carácter técnico, los que se detallan en la Tabla 3.1-3 del Informe Final.
- Información de Titulares de los PAT, a saber: datos de control de extracciones del proyecto Gaby de Codelco, vinculado con el PAT Elvira Los Morros; datos de calidad de agua, proyecto Gaby de Codelco vinculado con el PAT Elvira Los Morros; datos de niveles de aguas, proyecto Gaby de Codelco vinculado con el PAT Elvira Los Morros; datos de niveles y caudales PAT Pampa Puno.

En relación al funcionamiento interno DGA, ha sido necesario recopilar información de carácter administrativo legal. Esta se refiere básicamente a Resoluciones y Decretos que delegan facultades. Los documentos analizados se señalan en el acápite 3.1.2 del Informe Final.

Para la elaboración de la Guía Metodológica de Elaboración y Gestión de PAT, se revisaron guías que se han generado en el marco de la institucionalidad vigente, principalmente del SEIA y SEA en conjunto con otros Servicios, los cuales se detallan en el acápite 3.1.3 del Informe Final.

También existen más de 20 estudios disponibles, que se indican en el Acápite 3.2 del informe Final, los cuales fueron analizados para el desarrollo de esta consultoría. Junto con ello, también se contó con información base de cartografía de la DGA.

Se puede mencionar que, dentro del levantamiento de información, se realizaron diversas reuniones de trabajo, con la DGA y con los Titulares, con el objeto de recoger aquellos aspectos que pueden ser incorporados, eliminados o modificados. Las Minutas de estas reuniones se incluyen en el Anexo 3.4. del informe Final.

Finalmente, dentro del levantamiento de información, se considera una visita de terreno, realizada entre el 21 y 25 de Octubre de 2013, cuyas minutas de las actividades se entregan en el Anexo 3.4. el Informe Final.

## **4. ANÁLISIS DE TALLERES**

Como parte de este Estudio, se realizaron tres Talleres, con representantes de los diversos departamentos de la DGA que tienen competencia en los PATs. Principalmente los talleres permitieron obtener lineamientos en las materias de interés y levantar cuestionamientos al interior de la DGA.

### **4.1 EN RELACIÓN AL TALLER 1**

El Taller N° 1 tuvo lugar el día 13 de noviembre del 2013. El acta completa del Taller N° 1, se adjunta como Anexo 4.1-1 de este estudio. Se tuvo una alta participación donde estuvieron presentes 14 profesionales DGA, que incluyen a la Unidad de Fiscalización (UF), Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), División Legal (DL), División Estudios y Planificación (DEP), Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (DCPRH), la Dirección Regional de Antofagasta y el Consultor.

- Se definió el Rol que cumple cada Departamento en la gestión de un PAT, dentro de las cuales se puede destacar que: las Unidades de DEP, DCPRH y DARH (NC) deben apoyar a la región como asesores; El DCPRH tendría el rol de aportar con la definición de umbrales asociados a sistemas sensibles; La Región debiera hacerse cargo o responsable del PAT, pero con apoyo, estableciendo previamente criterios claros.
- La DGA, como Nivel Central, debe establecer criterios para la elaboración de un PAT y tener claro que es lo que se desea resguardar.
- El rol del Titular, es de generar información que permita desarrollar el PAT.
- Respecto de las modificaciones a las variables de un PAT, se mencionó por parte de la División Legal, que ello es posible en la medida que el PAT lo señale. El PAT que se apruebe es esencialmente revisable en el tiempo y si se pueden cambiar las reglas del ejercicio del derecho.
- En relación con la aplicabilidad de un PAT, se consensuó que un PAT sería aplicable en la medida que se ejercen los derechos. Sin perjuicio de lo anterior, la Resolución que aprueba el PAT puede establecer el requerimiento específico de monitoreo (de cualquier variable) en situación de prebombeo.
- De la discusión interna llevada a cabo en este Taller, se desprende que es la Dirección Regional, correspondiente a la vinculada al PAT, la que debe tener la responsabilidad de gestión del PAT en cuestión.

## 4.2 EN RELACIÓN AL TALLER 2

El Taller 2 tuvo lugar los días 15 y 16 de enero del 2014. El acta completa del Taller N°2, se adjunta como Anexo 4.2-2 y Anexo 4.2-3 de este estudio. Previo al Taller 2, se entregó a cada uno de los asistentes, los diagramas propuestos con la secuencia lógica de las actividades que se proponen deben contener las Fases de un PAT (denominados Mapas de Procesos). Los temas más relevantes analizados fueron:

- Dentro de los diagramas de procedimiento interno para las Fases I, II y III, se plantea la creación de un grupo de trabajo permanente, denominado "Comité PAT", el cual busca ser un apoyo permanente en la generación, seguimiento y actualización de nuevos PAT y PAT ya existentes.
- Respecto de los **objetos de protección**, se mencionó por parte del Departamento de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos que se verifiquen los criterios que el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) ha establecido para efectos de la letra p del artículo 10 de la Ley 19300.
- La Dirección Regional indica que las actividades vi) Elaboración de Minuta de Cumplimiento y vii) Comunicación con Titular de la Fase II de seguimiento fueran también del Gestor Regional. Se considera lo indicado y se adopta, ya que se considera también lo más apropiado por todos los presentes.
- Se analizaron las condiciones de incumplimientos de un PAT, y respecto de ello, se indicó la importancia de definir grados de incumplimiento.
- Ante la temática de modificación/actualización del PAT y el establecimiento de condiciones más restrictivas para el ejercicio del derechos, la Dirección Regional indicó que dado que el objetivo del PAT es la no afección, y que el ejercicio del derecho está condicionado a esto, el Titular debiera ser en más interesado en ejecutar cualquier cambio a un PAT, aunque sea restrictivo mayor, ya que estará protegiendo y permitiéndole hacer ejercicio del derecho, sujeto al PAT. Al cambiar el PAT se le está dando nuevos lineamientos a la empresa para que no afecte el objeto de protección.

En términos generales se puede indicar que, en relación al Taller 2, surge la necesidad de contar con un lineamiento DGA en materias de pertinencia de PAT, la que se traduce en fijar, cuáles serán los objetos de protección, en el ámbito de acción de la DGA que gatillará la generación de un PAT.

Todas las conclusiones presentadas y acuerdos sostenidos de los Talleres 1 y 2, fueron recogidos e incorporados tanto en el procedimiento interno propuesto, Capítulo 10, como también para la Guía Metodológica que es abordada en el Capítulo 11 de este estudio.

### 4.3 EN RELACIÓN AL TALLER 3

El Taller N°3, se realizó el día 26 de Marzo con el Nivel Central de la DGA, y la segunda jornada el día 27 de Marzo con la DGA Regional a través de Videoconferencia. Las Actas completas del Taller N°3, se adjuntan como Anexo 4.3-3 y 4.3-4 respectivamente. Dentro de los temas mas relevantes, destacan:

- En relación con "Aplicabilidad", se indica que la Guía propone que un PAT estará vigente cuando los derechos estén en ejercicio. Si no están en ejercicio, de todas maneras el monitoreo previo o de "prebombeo" es exigible.
- Respecto a "Pertinencia" se indicó por parte de la DGA que, se debiera modificar la definición de pertinencia a: "Sólo algunos de los derechos de aprovechamiento deberían estar sujetos al cumplimiento de un Plan de Alerta Temprana (PAT)" y que: "...y determine caso a caso si se desarrolla el PAT, siendo previamente haber sido consultado por la Dirección Regional".
- En relación con los "Objetos de Protección", la Dirección Regional planteó que respecto de "si la solicitud de los derechos recae en áreas de vegas y bofedales declaradas como protegidas mediante Resolución de la DGA", se considere también como objeto de protección el acuífero que alimenta las vegas y bofedales, es decir, que alimenta o que está cercanos.
- En relación a las "acciones" (tanto preventivas como reactivas) se acuerda incorporar la acción de no seguir extrayendo aguas mientras no se vea la recuperación del sistema como "Suspensión" del derecho. Otras de las acciones indica "trasladarse a otra zona del mismo acuífero".
- En relación a lo que debe quedar establecido en el documento PAT, se concuerda que el Titular debe dar aviso en caso de sobrepasar los umbrales intermedios, y por ende también el umbral final.
- Junto con lo anterior, respecto de los grados de incumplimientos, éstos deben estar explicitados en el documento PAT, para que el titular sepa de antemano que le depara.
- Los informes que entrega el Titular, en el marco de los PAT y de entrega de información de monitoreo son considerados públicos por la DGA. La región estuvo totalmente de acuerdo de que dicha información es pública. En general, se concuerda que es información pública, por lo tanto cualquier tercero debería poder pedirlo. Lo anterior, es relevante, y se tomará como premisa para la Guía Metodológica, en el sentido de dejar establecido que toda información que el Titular entregue en el marco de un PAT, es y será pública.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACUÍFEROS

Lo incluido como descripción de los Sistemas PAT corresponde a un marco general de contextualización del lugar en donde se sitúan los PAT, de manera de definir a grandes rasgos los sistemas acuíferos que los conforman y por lo tanto no se levanta información nueva.

A la fecha la totalidad de los Planes de Alerta Temprana –asociados a derechos de aprovechamiento, vigentes– se ubican en la región de Antofagasta tal como muestra la Figura 1.2-1. Si se observa dicha figura, se presenta la situación administrativa de los recursos hídricos de la región y es posible apreciar que el río Loa y sus afluentes poseen “Declaración de Agotamiento”<sup>1</sup>, lo cual implica que no pueden otorgarse nuevos derechos de aprovechamiento superficiales en dichos cauces. Por otro lado, también se identifican en la región, extensas áreas de Restricción, la cual afecta al acuífero e incluye, por ejemplo, la zona del PAT-Elvira, como área de restricción "Salar de Elvira-Laguna Seca", declarada por Resolución DGA N° 89 del 03/05/2012.

La descripción de los sistemas acuíferos, se aborda en detalle en el Capítulo 5 del Informe Final, para cada PAT, a saber: Sistema Ollagüe, Pampa Puno, Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, Pampa Elvira-Los Morros y Sistema Calama.

Para cada uno de los sistemas se abordan y describen las temáticas generales de: (1) descripción general del acuífero; (2) Unidades hidrogeológicas identificadas; (3) Calidad de Aguas; (4) y Objetos de protección.

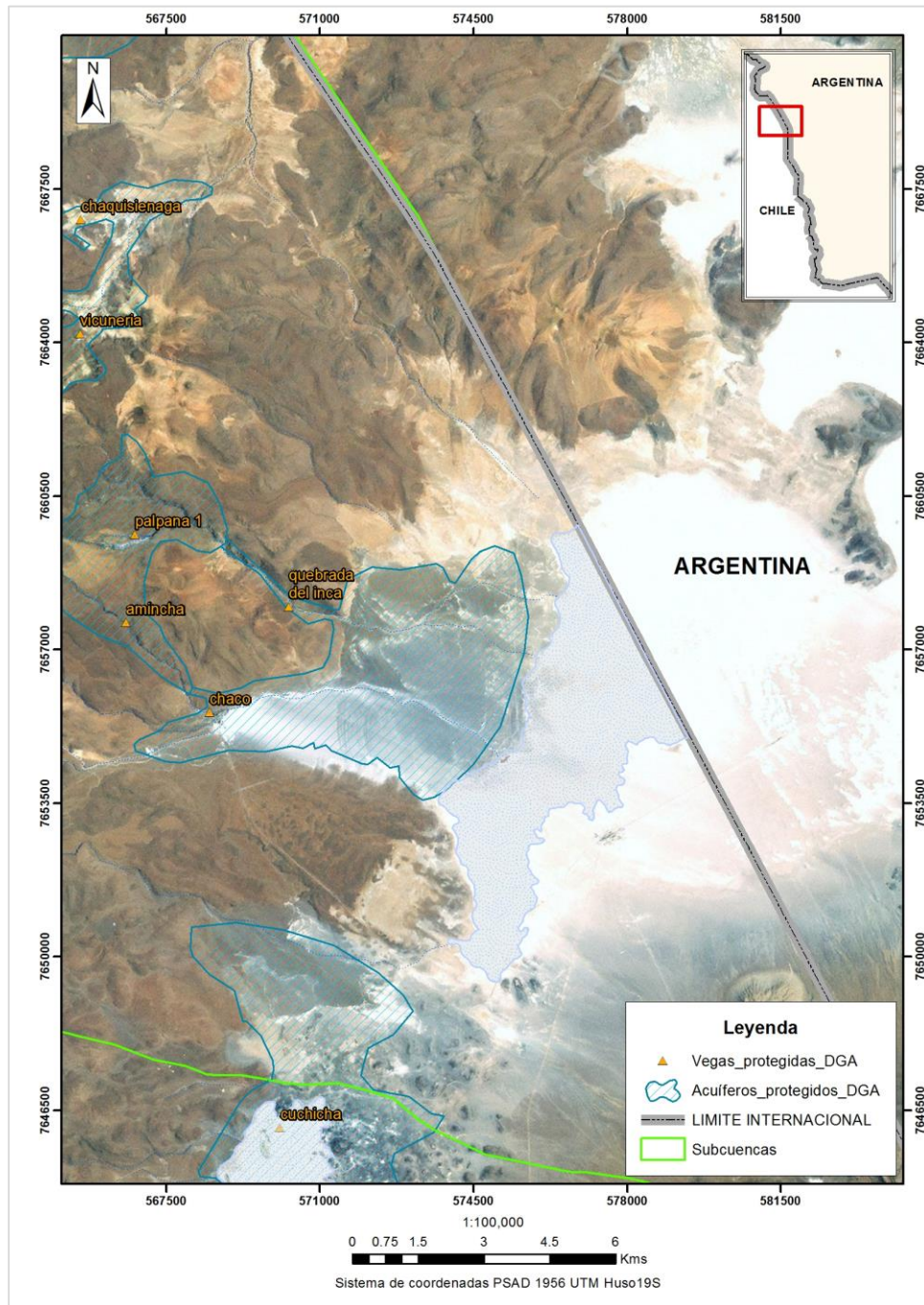
Para los objetos de protección, se puede mencionar que se identifican para cada uno de los PAT, los siguientes objetos de protección:

- Para el Sistema Ollagüe, los objetos de identificados corresponden a las vertientes de mayor importancia asociadas a las quebradas de esta cuenca, son las vertientes Amincha y del Inca. Ver Figura 5-1
- Para el Sistema Pampa Puno, se identifican la Vega Sapunta, el río Loa y el acuífero de Pampa Puno. Ver Figura 5-2.
- En sector de Negrillar y Monturaqui, no se reconocen áreas sensibles, que sean catalogadas como objetos de Protección. En la Zona de Tilopozo, se identifican las vegas de Tilopozo y la vertiente de Tilopozo. En la zona más baja, llegando al salar, se reconocen las lagunas La Punta y La Brava, las cuales son los objetos de protección de la zona y son monitoreadas en forma continua. Ver Figura 5-3.

---

<sup>1</sup> Río Loa y sus afluentes con Declaración de Agotamiento, según Resolución DGA N° 197 de Enero del año 2000.

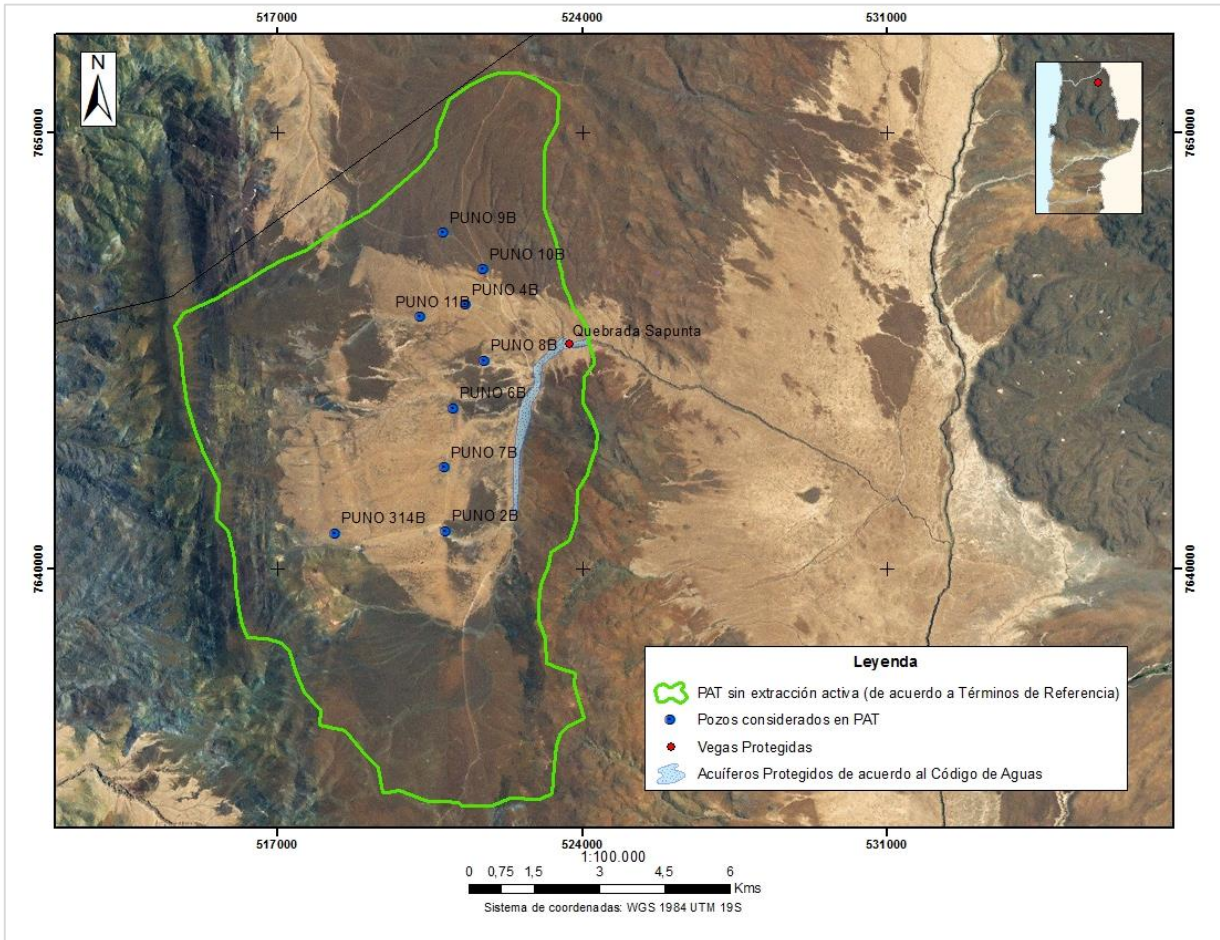
**Figura 5-1: Zona de Salar de Ollagüe**



Fuente: Elaboración propia



**Figura 5-2: Sistema acuífero - Sector de Pampa Puno**

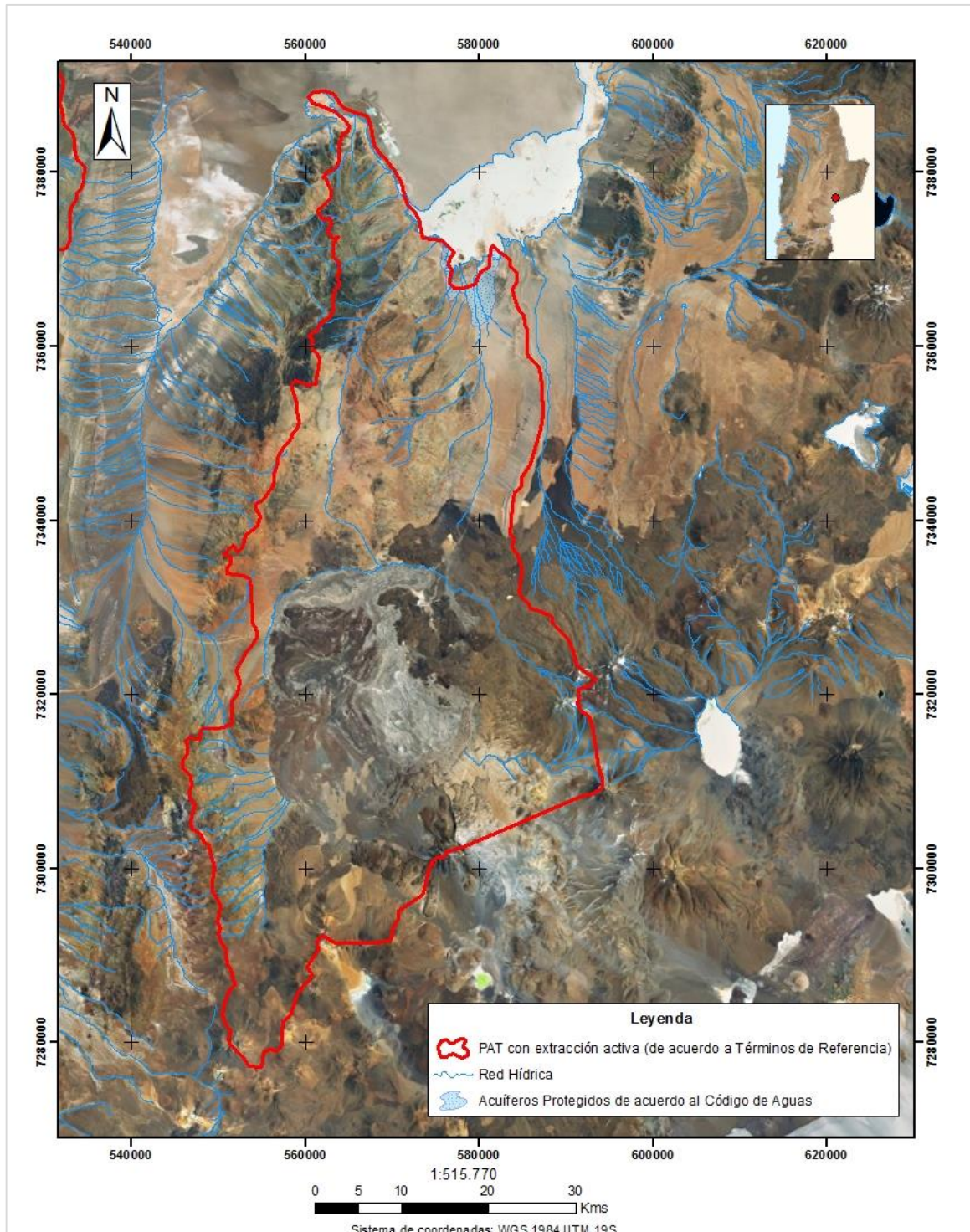


Fuente: Elaboración propia

- En relación a los objetos de protección del Sistema Elvira-Los Morros, en muchos de los estudios recopilados se señala que en las cuencas, tanto de Elvira como de Los Morros, no existen escurrimientos superficiales permanentes, no existen cuerpos de agua con fauna o flora asociada, no existen espejos de agua, y los niveles estáticos se ubican a profundidades tales que impiden el desarrollo de vegetación freatófita (esto es vegetación que se alimenta de las napas freáticas).

Estas características pudieron ser verificadas en la visita de terreno como parte de este proyecto, en donde no se observó ningún sistema sensible, sólo estarían presentes las zonas propias de los salares. Ver Figura 5-4 y 5-5.

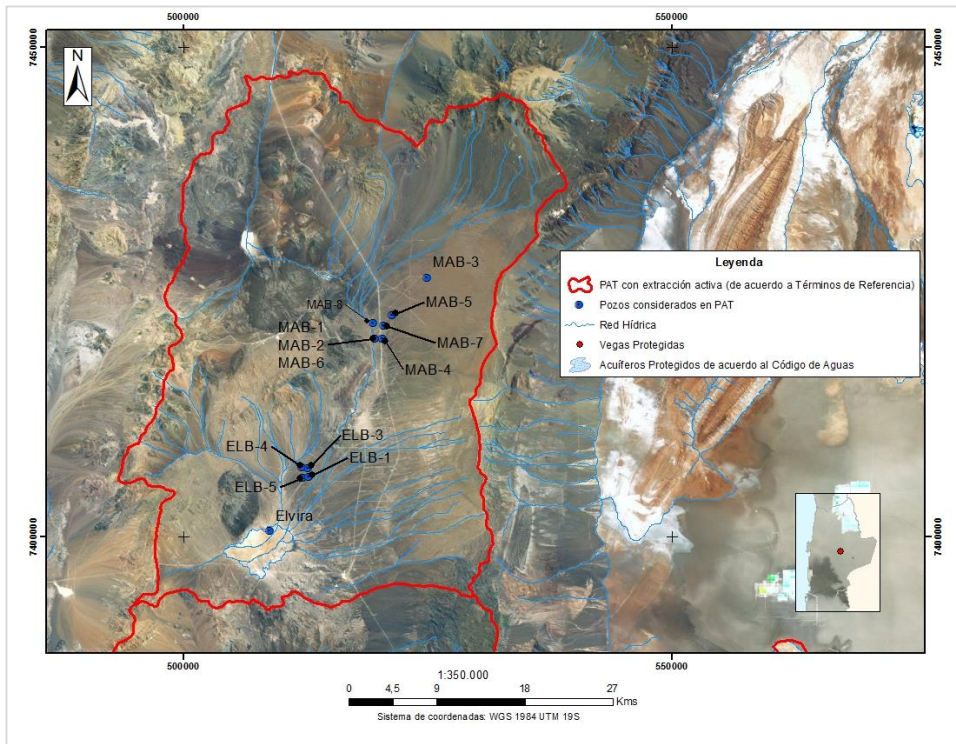
**Figura 5-3: Sistema acuífero - Sector de Monturaqui – Negrillar – Tilopozo**



Fuente: Elaboración propia

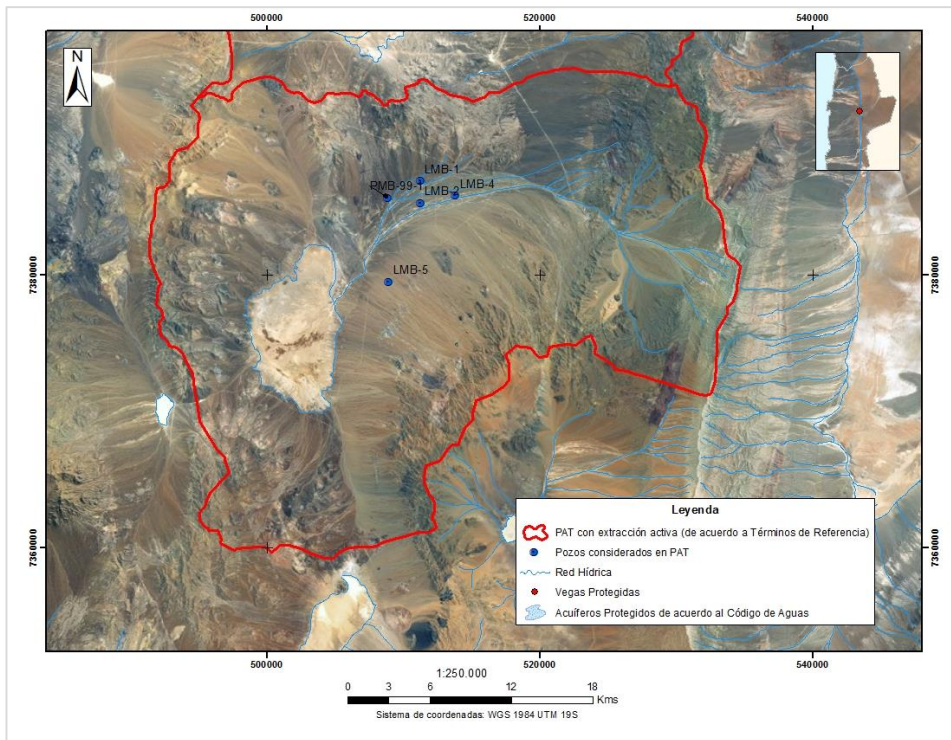


**Figura 5-4: Sistema Salar Pampa Elvira**

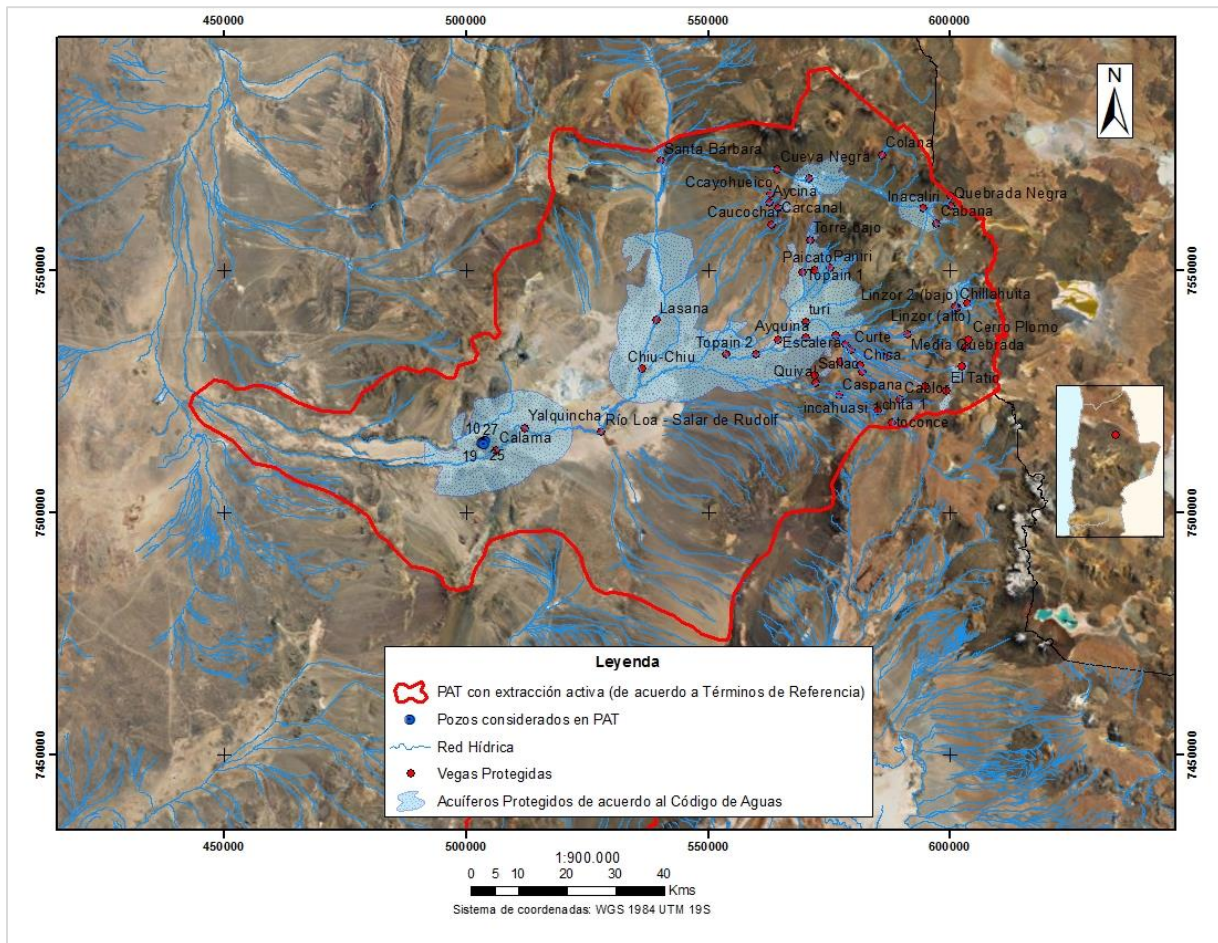


Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-5: Sistema Salar Pampa Los Morros**



**Figura 5-6: Sistema Calama**



Fuente: Elaboración propia

- En relación a los objetos de protección del Sistema Calama, se identifican como objetos de protección las Vegas de Calama y la Vertiente Ojos de Opache.

## **6. DIAGNÓSTICO DE LOS PAT**

### **6.1 ALCANCE GENERAL**

Como resultado del diagnóstico, se menciona como alcance que, si bien las bases técnicas y el estudio DGA SDT N°335 que le da origen, consideraban un total de seis PAT, del levantamiento y diagnóstico de la información se tiene que existen en la práctica siete PAT. El PAT adicional, se relaciona con los acuíferos Elvira y Los Morros, asociado a un único derecho de aprovechamiento constituido, el pozo ELB-3. Respecto de este derecho, cabe señalar que su Resolución de constitución señala que “el ejercicio del derecho que se constituye debe ceñirse al “Plan de Alerta Temprana Elvira-Los Morros” (denominado en adelante PAT-EM), y no menciona ni el PAT-Elvira ni el PAT-Los Morros. Considerando lo anterior, el tratamiento y análisis de los tres PAT existentes en la zona de los acuíferos de Elvira y Los Morros, se abordan en un sólo subcapítulo y como un solo PAT.

### **6.2 ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO**

Para cada uno de los PATs, la estructura del análisis realizado para el diagnóstico es la misma y se compone de los siguientes acápite:

- (1) Presentación y análisis de los expedientes de derechos que conforman el origen del PAT;
- (2) Un análisis Administrativo Legal;
- (3) Análisis del Documento PAT;
- (4) Análisis Técnico de la Información;
- (5) Elaboración de una Ficha Resumen de la información principal del PAT; y
- (6) Conclusiones y recomendaciones.

Lo anterior, con el fin de presentar de una forma similar el análisis para cada PAT y que la DGA pueda comparar en el futuro de una forma fácil y didáctica.

En este Informe Resumen Ejecutivo, se presentan sólo los contenidos más relevantes y tipo de análisis realizado, a nivel de estructura y metodología, dada la gran cantidad de información analizada.

A continuación se abordan los acápite antes mencionados.

**(1) En relación con la presentación y análisis de los expedientes** de derechos que conforman el PAT, a continuación se presenta como ejemplo la Tabla Resumen de expedientes involucrados en el PAT de Ollagüe.

**Tabla 6-1: Resumen de expedientes PAT-Ollagüe**

| PAT           | EXPEDIENTE DGA | NOMBRE POZO | UTM Norte PSad 56 | UTM Este PSad 56 | Caudal Q Otorgado (L/s) | Resolución DGA N° /Año  |
|---------------|----------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------------|---|
| PAT - Ollagüe | ND-0202-2066   | OLLAE-7B    | 7.656.031         | 575.671          | 150                     | RES DGA N°80/2003<br><br>Titular: CODELCO<br>DIVISIÓN<br>CHUQUICAMATA |
|               |                | OLLAE-8B    | 7.654.814         | 578.375          | 200                     |   |
|               |                | OLLAE-10B   | 7.657.438         | 574.974          | 30                      |   |
|               |                | OLLAE-11B   | 7.654.422         | 573.463          | 120                     |   |
|               | ND-0202-1586   | OLLAE-2B    | 7.654.423         | 574.962          | 50                      |   |
|               |                | OLLAE-3B    | 7.655.352         | 573.272          | 60                      |   |
|               |                | OLLAE-4B    | 7.655.042         | 574.244          | 50                      |   |
|               |                | OLLAE-5B    | 7.656.326         | 574.323          | 90                      |   |
|               |                |             |                   | (Q l/s)          | 750                     |   |

Fuente: Elaboración propia a partir de expedientes DGA

**(2) Dentro del Análisis Administrativo Legal**, se aborda a cabalidad cada expediente de derechos y los documentos técnicos que la componen. En general, las Minutas Técnicas y los Estudios Técnicos de Titulares, fueron la base para la elaboración de los PAT. Se analiza en particular las resoluciones que aprueban los derechos y en donde se especifica el cómo se debe hacer cargo del PAT o no.

En general se puede señalar que la mayoría de los PAT, no tiene una Resolución DGA que apruebe tal documento técnico. Se considera que un PAT, debe tener un acto administrativo que lo apruebe, de manera de validarlo más allá de que se mencione en la Resolución que aprueba los derechos de aprovechamiento. Los únicos PAT que tienen Resolución que los aprueba, en el marco del presente proyecto, son el PAT Monturaqui Negrillar Tilopozo, y el PAT-Calama.

**(3) Análisis del documento PAT.** Se analiza a cabalidad cada documento PAT, lo que significa e implica cada párrafo que lo describe. Se analizan si sus objetivos son explícitos y si al final del proceso éstos se cumplen o no. Este tipo de descripción busca claridad en los aspectos que deberían ser cambiados y/o mejorados y en los que deben mantenerse en futuros PAT. Se analizan por ejemplo las condiciones del punto de vista técnico y también se aborda del punto de vista del marco legal que tiene la DGA y sus competencias.

Se analizan los objetos de protección y si éstos quedan de manera explícita en el documento. Junto con ello, si las condicionantes son objetivas y/o medibles en forma directa.



En relación con los objetivos, se presenta a continuación Tabla resumen para el PAT Ollagüe, con el cumplimiento de objetivos de un PAT. El detalle para todos los PAT se puede ver en el Informe Final, Cap. 6, para cada PAT respectivamente.

**Tabla 6-2: Objetivos específicos del PAT-Ollagüe.**

| Objetivos específicos indicados en el Documento del PAT de Ollagüe  | ¿Se logran los Objetivos específicos?  |
|---|--|
| Desarrollo y aplicación de modelo de simulación para la predicción oportuna de los impactos derivados de la extracción de aguas subterránea en el acuífero.   | El modelo desarrollado para el PAT, resulta ser un modelo preliminar, que debe ser actualizado y recalibrado al momento de comenzar la extracción. Además, la recarga estimada y los parámetros elásticos tienen que ser recalibrados para fundamentar mejor técnicamente las condicionantes que se establezcan.<br><br>Dado que los pozos aún no están en operación, no se puede evaluar este objetivo.   |
| Fijar las condiciones técnicas para el monitoreo del sistema acuífero de Ollagüe y las áreas sensibles asociadas.   | Se cumple para ciertas variables solamente. En el caso de la cobertura vegetal, en donde se busca medir el avance y/o retroceso de la vega, se deja planteado en el PAT la idea y el objetivo, pero no se señala la ubicación exacta de las estacas y finalmente nunca se miden.<br><br>Quedan fijadas las condiciones técnicas para medir niveles y calidad de aguas, pero respecto a las áreas sensibles, los transectos sólo fueron medidos en el 2005. |
| Mejorar el conocimiento del sistema y de su respuesta frente a la explotación de agua subterránea.  | Hasta el momento este objetivo no se cumple, porque aún se está en la fase de prebombeo. Sin embargo se considera que habría información valiosa de comportamiento de Línea Base de niveles, y de calidad de aguas bajo la situación prebombeo, desde 2003 a 2013.   |
| Permitir la predicción oportuna de los impactos, de tal modo de prevenir afecciones negativas en el sector tomando oportunamente las medidas necesarias para evitar los impactos no deseados y permitir así el ejercicio de los derechos antes mencionados. | No se cumple, por varios motivos. Actualmente aún no se bombea, por lo que la revisión de la herramienta a utilizar para predecir los impactos, es la misma elaborada para el año 2002. Y por otro lado, las condicionantes establecidas son preliminares, y deben ser re-analizadas para cuando se esté en fase bombeo.   |

Fuente: Elaboración propia

Junto con lo anterior, se focaliza la atención en las condicionantes establecidos y en los documentos técnicos en que se basaron. Para ello, se elabora un esquema, el cual es similar para cada uno de los PAT, pero que tiene la distinción de presentar en color negro, todas aquellas variables que se establecen como compromiso a medir en el documento del PAT respectivo, y en gris (menos destacado), las variables que no son incluida en dicho PAT, pero que del trabajo de levantamiento y diagnóstico, si están consideradas en otros PAT. Lo anterior con el fin de facilitar el análisis posterior por

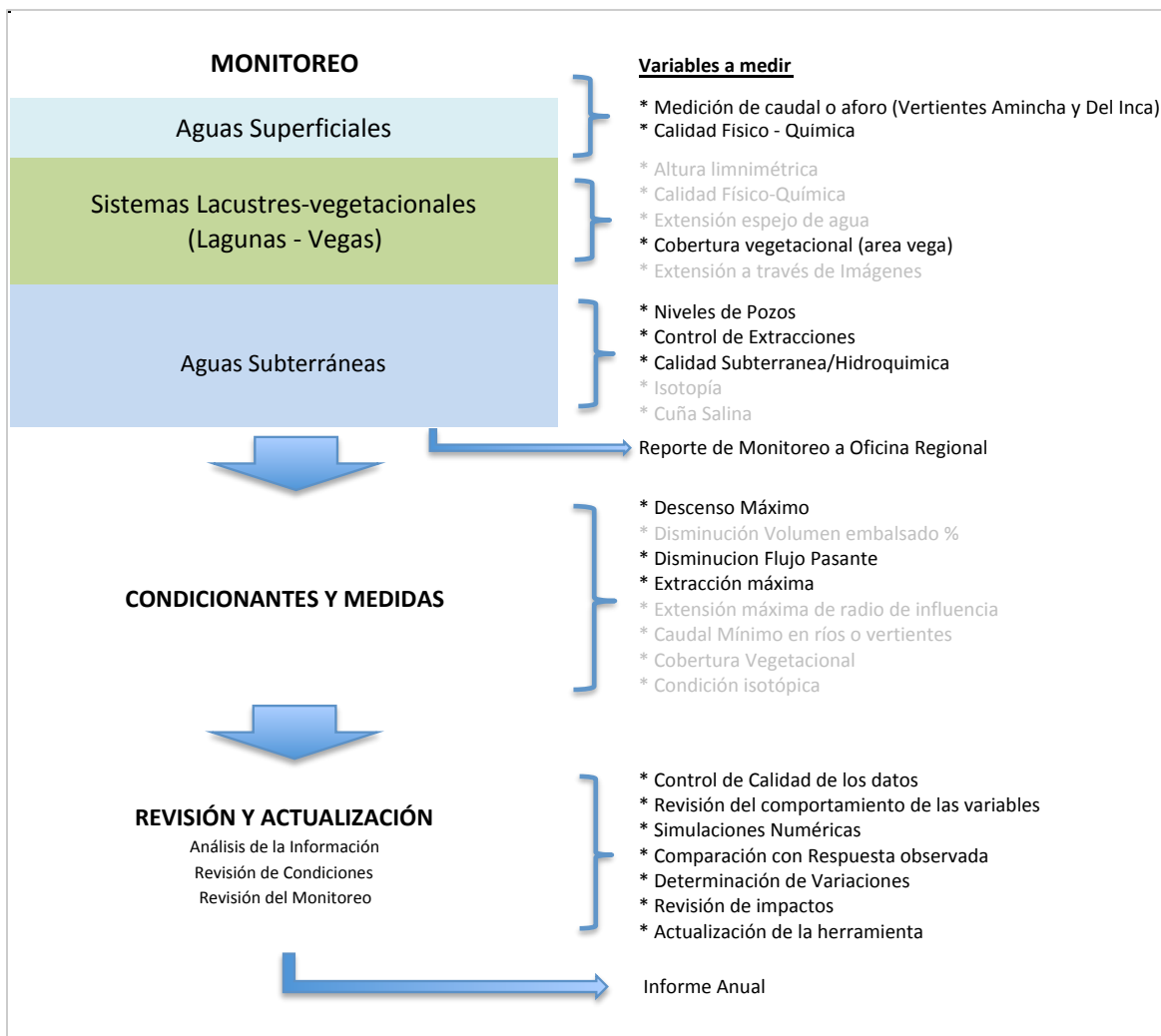
parte de la DGA. Como ejemplo, se presenta el esquema para el caso del PAT Ollagüe.

Del esquema se observa que los PAT involucrados en este estudio, presentan una semejanza en su forma de elaboración, la que se compone de 3 tipos de Secciones o Partes: (I) Monitoreo; (II) Condicionantes y Medidas; y (III) Revisión y Actualización.

**PARTE I: MONITOREO**

En la parte de Monitoreo, se reconocen tres (3) sistemas: Aguas Superficiales, Sistema Lacustre o Vegetacional y el Sistema Acuífero.

**Esquema de las Variables Comprometidas en el PAT Ollagüe**



Fuente: elaboración propia

Del punto de vista de las variables, para el sistema acuífero, se reconocen 5 tipos de variables: niveles de aguas subterráneas, control de extracciones, calidad de

aguas/hidroquímica, isotopía y cuña salina. Se destaca en ciertos PATs, la incorporación de una fase de monitoreo de prebombeo y otra de bombeo. Estas dos fases se consideran adecuadas, ya que los datos obtenidos de monitoreo en ambas fases, permite conocer el comportamiento del sistema sin bombeo y el nivel de explotación en el largo plazo.

## **PARTE II: CONDICIONES Y MEDIDAS**

Dentro de las condicionantes y medidas, y que se pueden observar del esquema antes presentado, se identifican en total 8 tipos de condicionantes que fueron establecidos a lo largo de los PAT en estudio, estos son:

- Condición de descenso máximo. En general se establecen rangos de descenso. Ejemplo “[...] de 12-30 m. del nivel del agua subterránea en el área del campo de pozos”.
- Disminución del Volumen embalsado, en %.
- Condición de disminución de flujo de agua subterránea pasante. En general no se explicita el valor de dicho caudal pasante.
- Extracción máxima. Se establecen caudal máximos a explotar.
- Extensión máxima de radio de influencia. En general no se señalan secciones ni pozos a los cuales se pueda referir dicha extensión máxima.
- Caudal Mínimo en ríos y vertientes. En este caso si es explícito el valor del caudal mínimo a respetar.
- Cobertura Vegetacional. Se refiere a medición de largo y ancho de vegas, como la instalación de estacas.
- Condición Isotópica. Se establecen ciertas concentraciones como límite y/o presencia de ciertos isótopos.

Respecto de ellas, en el Informe se concluye que se consideran en general ambiguas y poco claras. En el caso por ejemplo de la condición de descenso máximo, se establece por lo general un rango de descenso y la evaluación de dicha condición señala un sector, por lo que, la decisión de si afecta o no afecta no será objetiva. Lo más adecuado sería establecer ciertos pozos, especificando su código y un umbral de corte (en cota m.s.n.m), es decir, hasta donde puede descender cada uno de ellos.

Para la segunda condición, de disminución de flujo de aguas, en ocasiones no se especifica el caudal mínimo a respetar, ni la sección donde se medirá dicho caudal. Así, no quedan las condiciones claras para quien las determine o tenga que verificar el cumplimiento del PAT.

En el caso de la condición de extracción máxima, esta queda dada (para todos los PATs) por la Resolución que otorga los derechos, si bien no está en forma explícita en cada PAT, se desprende de la propia Resolución que otorga los derechos. Es más específica, quedando claros cuáles son los pozos (por RES DGA), y se podrá constatar con el control de extracciones.

### **PARTE III: REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN PERIÓDICA DEL PAT**

La Parte III del PAT, está ligada con revisar los datos del monitoreo en forma periódica de manera de conocer mejor el sistema e ir analizando las variaciones naturales que tenga el acuífero y los objetos de protección, como también en su condición con bombeo. En general es algo que se repite en todos los PAT.

Se debe tener en cuenta la posibilidad de cambio de las condicionantes indicadas originalmente en un PAT (Parte II), las cuáles es legalmente procedentes debido a que los PAT, dejan la puerta abierta a dicha revisión periódica.

**(4) Análisis Técnico de la Información.** En este acápite, se revisa y analizan todos los informes de monitoreo entregados por el Titular. En el Informe Final, se puede ver en detalle mediante cuadros explicativos, el siguiente tipo de verificaciones:

- a) Verificación de la información entregada. Se entrega a través de cuadros tipo check list, la verificación de la entrega de informes, con el nombre, autor, fecha, medio de entrega y formato de los informes entregados por los Titulares.
- b) Chequeo de la información que debe entregar en los informes. Se revisa que los informes entregados contengan toda la información que se debe. Lo anterior se hace a través de cuadros con la información solicitada en el PAT, si ésta ha sido entregada o no, y la observación correspondiente.

La información de monitoreo, en general, es entregada pero en formato impreso y pdf, sin los archivos digitales en Excel como indican los PAT. Esto cobra relevancia para la DGA, en el caso de querer analizar la base de datos y poder trabajar con los datos, ya que no todos son exportables.

En este punto es importante hacer notar que el Titular debiera ingresar a la DGA al menos una vez al año un informe con la situación actualizada y acumulada en el tiempo de los todos los monitoreos comprometidos.

- c) Análisis de la información. Se realiza un análisis de la información contenida y presentada en los informes de monitoreo de los Titulares. Lo anterior se realiza para cada variable comprometida, entregando tablas, imágenes y la opinión del equipo consultor en relación a: un análisis integrado del sistema y de las variables comprometidas, esto es del punto de vista hidrogeológico y el sistema acuífero en el cual se desarrolla el PAT y recomendaciones de la forma de



entrega de los datos de monitoreo. Se destacan aquellos mecanismos de entrega, como gráficos y/o escalas, que son considerados adecuados y que se debiera mantener en el tiempo.

d) Análisis en relación al SEIA. Para cada PAT, se indica si existe un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) asociado y se analizan, en caso que corresponda, la variables comprometidas tanto en el EIA como en el PAT. Así se comparan las condiciones y se presentan el análisis de cada una de ellas.

**(5) Elaboración de Ficha Resumen.** Para cada PAT, se elaboró una Ficha Resumen, como una manera de entregar en forma resumida la información principal y vigente de cada uno de los PAT. En la página siguiente, se presenta a manera de ejemplo para este Informe Ejecutivo la FICHA RESUMEN del PAT de Ollagüe.

**(6) Conclusiones y Recomendaciones.** En el caso de este acápite del Informe Final, se presenta a continuación numeral 6.3, cada una de las conclusiones y recomendaciones planteadas y obtenidas de la revisión y análisis de cada uno de los PAT a nivel de diagnóstico de su situación. Lo anterior, tomando como base cada uno de los numerales antes descritos.

El detalle de toda la información presentada como estructura en este capítulo, se encuentra en el Capítulo 6 del Informe Final.

## TIPO de FICHA RESUMEN - PLAN DE ALERTA TEMPRANA (PAT – Ollagüe)

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <b>Nombre del PAT:</b>  |  | <b>PAT OLLAGÜE</b>                      |  |
| Región:   | Región de Antofagasta  | Fecha del PAT:                          | Junio_2002                                   |
| Comuna  | Ollagüe  | Sector:                                 | Ollagüe                                      |
| Provincia   | Loa  |   |  |
| Resolución DGA que aprueba el PAT:  |  | No tiene                                |  |
| Titular (del PAT)   | CODELCO  |   |  |
| Proyecto con RCA asociado   | NO   | Número RCA                              | No tiene                                     |
| Pozos con derechos en PAT / Q otorgado (l/s)  |  | Resolución DGA que aprueba los derechos |  |
| OLLAE-7B  | 150 l/s  | OLLAE-2B                                | 50 l/s                                       |
| OLLAE-8B  | 200 l/s  | OLLAE-3B                                | 60 l/s                                       |
| OLLAE-10B   | 30 l/s   | OLLAE-4B                                | 50 l/s                                       |
| OLLAE-11B   | 120 l/s  | OLLAE-5B                                | 90 l/s                                       |
|   |  | RES DGA N°80/2003                       |  |
|   |  | Expedientes asociados a los derechos    |  |
|   |  | ND-0202-1586<br>ND-0202-2066            |  |
| <b>MONITOREO</b>  |  |   |  |
| Monitoreo Fase prebombeo  | Si   | Puntos                                  | 19 estac_ de monitoreo (14 subte y 5 superf) |
| Tiempo de Prebombeo   | al menos 2 años  |   |  |
| <b>Monitoreo en Fase Bombeo:</b>  |  |   | <b>FRECUENCIA</b>                            |
| Monitoreo de Niveles Napa   | OLLAE-2; OLLAE-2B; OLLAE-3B; OLLAE-4; OLLAE-4B; OLLAE-5B; OLLAE-6; OLLAE-7; OLLAE-7B; OLLAE-8; OLLAE-8B; OLLAE-9; OLLAE-10B; OLLAE-11B |   | mensual                                      |
| Control de Extracciones   | OLLAE-2B; OLLAE-4B; OLLAE-5B; OLLAE-7B; OLLAE-8B; OLLAE-10B; OLLAE-11B   |   | mensual                                      |
| Aforo/Caudales en Aguas Superficiales   | Si   | en 3 puntos.Amincha y del Inca          | mensual                                      |
| Mon. Altura limnimetrica en cauce o laguna  | No   | No aplica                               | N/A  |
| Monitoreo Calidad Subterránea   | Si   | en 8 pozos                              | trimestral                                   |
| Monitoreo Calidad Superficial   | Si   | en 3 puntos. Amincha_Inca               | trimestral                                   |
| Monitoreo de Isotopos   | No   | No aplica                               | N/A  |
| Monitoreo Cobertura vegetal   | Si   | 2 estacas                               | trimestral                                   |
| Medición profundidad Cuña_salina  | No   | No aplica                               | N/A  |
| Monitoreo Fotográfico   | Si   | en 2 puntos                             | trimestral                                   |
| Control Areal Lagunas c/Imágenes Satelitales  | No   | N/A                                     | N/A  |
| <b>Entrega de Reporte a la DGA</b>  | <b>Si</b>  | en Julio y Febrero de c/ año            | Bianual                                      |
| <b>CONDICIONANTES Y MEDIDAS</b>   |  |   |  |
| Condición Volumen Embalsado (%)   | No aplica  |   |  |
| Condición Extracción Máx (Q)  | No aplica  |   |  |
| Condición Descenso de Nivel de Aguas  | Desc. máximo de 12 a 30 m.sector Ollagüe   |   |  |
| Condición de Flujo pasante (Q)  | Disminución de flujo de agua saliente hacia Bolivia  |   |  |
| Condición Radio de Influencia (Km)  | No aplica  |   |  |
| Condición Caudal Mínimo en Vertientes o Río   | No aplica  |   |  |
| Condición Cobertura Vegetacional  | No aplica  |   |  |
| Condición Isotópica   | No aplica  |   |  |
| <b>REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN PERIODICA DEL PAT</b>   |  |   |  |
| <p>A la fecha actual, marzo 2014, los Pozos de Ollagüe se encuentra en Fase de Prebombeo. No se proyecta bombear en el corto plazo. Por lo que no se ha realizado hasta ahora Revisión y actualización del PAT. El Titular Si entrega Informes de Monitoreo en donde se analizan las variables comprometidas a monitorear de la Fase I.</p> |  |   |  |

## **6.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.3.1 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico del PAT-Ollagüe**

En este numeral se procede a recoger aquellos aspectos que se han ido identificado a lo largo del desarrollo del diagnóstico a objeto de plasmar en forma concisa los principales hallazgos, oportunidades de mejora, desafíos y opiniones tanto del documento PAT, como del grado de cumplimiento de las condiciones.

A partir de estos surgen propuesta de mejora de los PAT vigentes, así como de temas que deben ser analizados para su incorporación o no en la Guía Metodológica que se desarrolla en este proyecto.

#### **En relación al análisis Administrativo-Legal**

- La Resolución de otorgamiento de derechos de los pozos de Ollagüe, hace referencia explícita al documento PAT, que es un documento técnico, y lo hace por este motivo estar en la categoría de Documento Oficial. En consecuencia, la misma DGA indica que dicho PAT-Ollagüe es parte integrante de la Resolución que constituye los derechos de aprovechamiento.
- El PAT-Ollagüe, no tiene hasta ahora una Resolución DGA que apruebe tal documento técnico. Los únicos PAT que tienen Resolución que los aprueba, en el marco del presente proyecto, son el PAT Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, y el PAT-Calama.
- Dado que los pozos de Ollagüe no se encuentran en ejercicio, es decir, no bombean y ,por ello, analizando el resto de los PATs y sus explotaciones o estados de prebombeo, se levanta como un tema relevante el de la aplicabilidad de un PAT, en el sentido de poder establecer criterios claros que definan cuando un PAT aplica o no a un derecho.

#### **En relación al análisis del documento PAT**

- A diferencia con otros PAT, el PAT-Ollagüe incluye una fase de prebombeo. Sin embargo, en el documento no se especifica claramente la duración mínima de esta fase. Solamente se señala para el caso del monitoreo de las aguas superficiales, "en la fase prebombeo se deberá realizar un control mensual por al menos dos años de duración...". Frente a esto, y dado que el Titular aún no declara comenzar la fase de bombeo, los informes debiesen traer la información acumulada de todos los registros. Junto con lo anterior, se hace necesario que los documentos PAT que se elaboren en el futuro indiquen que si bien la fase bombeo tiene una cierta duración, es adecuado contar con toda la información disponible antes de la fecha de entrada en operación.

- Desde el punto de vista de las variables, en particular los parámetros físico químicos a monitorear, el PAT menciona y da la opción que, después de un año de análisis, la lista podría ser reducida a aquellos elementos encontrados durante las primeras jornadas de muestreo. Respecto a ello, se menciona que en la actualidad lo que ha sucedido es el efecto contrario, es decir, se han adicionado parámetros a la lista.
- En relación con las variables del sistema vegetacional incluidas a monitorear en el PAT-Ollagüe, se señala que la medición de la unidad vegetacional 7 se ha adoptado como variable "Cobertura Vegetacional (vega)" ya que también se solicita medir el ancho y largo de las vegas. Estos monitoreos no quedan especificados en el PAT con ubicaciones, sólo quedan planteados como un requerimientos de monitoreo.
- Otra de las variables consideradas en el PAT- Ollagüe es el monitoreo de Fauna. Sin embargo este requerimiento de medición no especifica dónde se debe medir, qué se debe monitorear y cuál es el objetivo de ello. Por lo anterior, resulta difícil comprender el objetivo de dicho requerimiento. Se interpreta como una necesidad de conocer tal vez el uso o tasa de consumo de agua por los animales. Por lo anterior, no se consideró incorporar este Monitoreo en el esquema de las Partes, puesto que sólo este PAT muestra este tipo de monitoreos y no es algo generalizado. Además, no es usado en ningún momento como parte de las condicionantes que puedan limitar el uso de las aguas por parte del Titular.

Sin perjuicio de lo indicado precedentemente, surge la inquietud de si en un PAT sectorial, es decir, asociado a derechos de aprovechamiento de aguas, tiene cabida el monitoreo de fauna, considerando las competencias de la Dirección General de Aguas.

- En relación con las variables del sistema superficial y vegetacional, este incluye las Quebradas de Amincha, Del Inca y las Vegas asociadas. En el PAT se indica que se deben instalar dos (2) estacas en la vega y que posteriormente se deberá registrar la distancia entre ese punto y la vegetación con una huincha. También indica que se deberá medir el ancho de la vegetación en ese punto. Al respecto en el documento PAT no queda claro si es en ambas vegas, o en una sola. Si bien se establece frecuencia de medición, se necesita establecer en futuros PAT en forma específica las coordenadas UTM de ubicación. Lo anterior, porque hasta la fecha, esta medición no se realiza por parte del titular y éste asume que los transectos es la mejor vía para medir la cobertura vegetaciones, y por ende omite realizar la medición de las estacas.
- De lo anterior, y considerando que los transectos pudiesen efectivamente ser la mejor alternativa de medición de la cobertura vegetacional, es que es necesario

formalizar las decisiones que el titular adopta, para que éstas queden como parte de la actualización del PAT y la DGA de su visación al respecto.

- Respecto al informes de los monitoreos, el PAT establece que sean reportados a la DGA, a su Oficina Regional, y con respaldo magnético en dos (2) copias impresas, en formato Word y Excel. Estos deben ser enviados en los meses de julio y febrero<sup>2</sup> de cada año, con el análisis de todas las variables en tablas y gráficos. Dado que los monitoreos se establecen tanto para la fase de prebombeo como bombeo, se entiende implícita la condición de entrega de informes en el período de prebombeo. Al respecto, se hace especial énfasis en solicitarle al Titular que cumpla en el futuro con dicha condición, hasta el momento sólo lo hace en formato PDF, y para el avance del proyecto y de la aplicación desarrollada en el marco de este estudio, es imprescindible que la entrega de los monitoreos lo realice en Excel.
- Respecto de las condiciones (o umbrales) que se señalan en el PAT, esto es, descenso máximo entre 12 – 30 m en el área del campo de pozos y disminución de flujo de agua subterránea hacia Bolivia, éstas se consideran ambigüas y poco claras. En la primera condición se establece un rango de descenso y la evaluación de dicha condición señala un sector por lo que, la decisión de si afecta o no afecta no sería objetiva. Lo más adecuado sería establecer ciertos pozos, especificando su código y un umbral de corte, es decir, hasta donde puede descender cada uno de ellos.

Para la segunda condición, de disminución de flujo de aguas, sucede lo mismo y aún más grave ya que no se especifica el caudal mínimo a respetar, ni la sección donde se medirá dicho caudal saliente a Bolivia. Así, no quedan las condiciones claras para quien las determine o tenga que aplicar el PAT. En este caso, sería recomendable que quedara indicada la sección, con coordenadas, o bien un pozo de referencia en donde estimar dicho flujo pasante, además de indicado cuál es ese flujo pasante mínimo. Todo lo anterior, debería ser analizado en la revisión y actualización que se haga del PAT-Ollagüe.

- Las condiciones antes señaladas, fueron determinadas por un modelo de simulación elaborado el año 2001 por CICA Consultores y por INGEDOS el año 2002 (Ref: Minuta DGA N°54/2002, adjunto en Anexo 6.2), al cual el mismo documento PAT reconoce que se debe revisar y actualizar en forma periódica. De lo anterior, se concluye que las condiciones indicadas en el PAT-Ollagüe, pueden ser distintas en la actualidad, dado que se tendrían (de los datos levantados) más de 9 años de monitoreo, sin extracción, y la línea base pudiera verse modificada naturalmente. Aún más, estando actualmente en condición de prebombeo, el

---

<sup>2</sup> El informe de Julio debe dar cuenta de los 6 meses del año del informe, y el de febrero del año anterior al del informe

modelo de simulación nunca ha sido actualizado. Por otro lado cabe recordar que los pozos no tienen la intención de extracción en el corto plazo.

- De lo anterior, se puede visualizar que existe la ventaja que Ollagüe aún no bombea y no tiene proyectado entrar en operación en el corto plazo. En el caso de entrar a operar, al no tener una RCA aprobatoria del proyecto, se tendrá disponible de 2 a 3 años de tiempo necesario para la evaluación ambiental y por lo tanto, se contará con ese tiempo valioso para la revisión y actualización del PAT, con más de 10 años de monitoreo en línea base sin bombeo.
- En relación con las acciones a tomar, el PAT es claro y explícito, se cita textual: "Si la evaluación arroja que no se está respetando algunas de las condiciones, entonces la DGA tomará las medidas que permitan ajustarse respecto de las condiciones ya dichas. Estas medidas pueden ir desde la reformulación de los planes de explotación en el campo de pozos del acuífero en cuestión a la suspensión del ejercicio de los derechos concedidos". Esto quiere decir, que las condiciones son excluyentes entre sí, pero al no estar la modelación y los impactos vigentes, entonces las medidas no podrán aplicar sobre condiciones preliminares. La recomendación nace entonces que a raíz de una actualización del PAT-Ollagüe se proceda a verificar el estado de las modelaciones a la luz de la información recopilada en el tiempo y la DGA le haga llegar su interés al titular por un modelo actualizado. Con esta actualización se podrá evaluar los efectos respectivos.
- En relación con la Parte III del PAT, revisión y actualización, se debe tener en cuenta la posibilidad de cambio de las condicionantes indicadas originalmente en el PAT (Parte II), las cuáles son legalmente procedentes debido a que el PAT, deja la puerta abierta a dicha revisión periódica. Esto debido a que los impactos son reconocidos en el mismo documento PAT como "antecedente preliminar" y dado que dichos impactos producto de la revisión "podrían ser distintos".

### **En relación al análisis técnico de la información**

- Respecto de los informes de monitoreo, sólo se lograron recabar 2 informes, uno del año 2007 y otro del año 2009. En ellos se tiene la información desde el 2003 al 2009. Es importante poder contar con un informe anual de monitoreo de PAT y que cada uno de éstos contengan información acumulada, de manera de poder realizar un análisis integrado y acumulativo a través del tiempo. Aunque no estén en operación, el Titular debe dar cumplimiento a la entrega de información de monitoreo, asociado a la aplicabilidad del PAT.
- Del informe de monitoreo asociado al PAT año 2009, se tiene que en general se cumplen la mitad de los compromisos de monitoreo. Se entregan los niveles de los pozos, calidad química subterránea, calidad en las quebradas Amincha y del Inca y la medición de cobertura vegetal se informa que sólo se realizó una vez, en el

2005. No se miden caudales, la información es sólo entregada en formato PDF y no en Excel como se solicita en el respectivo PAT. De los Informes recabados, se tiene que no ha habido una elaboración y entrega continua por parte del Titular de los monitoreos que se solicitan en el PAT.

En relación a esto se debe tener presente que el análisis y las conclusiones presentadas se basan en los informes proporcionados por la DGA y que de existir informes más actualizados estos no fueron proporcionados al equipo consultor.

- Al respecto es necesario levantar el tema, de lo que se entiende por “aplicar el PAT” ya que, el Titular tal vez no entienden por obligación la entrega de monitoreo si es que los pozos no están bombeando. Esto fue analizado en las reuniones con los Titulares y con la propia DGA.
- En relación a los niveles subterráneos observados en los pozos del acuífero de Ollagüe, se puede mencionar que en general mantienen una tendencia estable. Se observa una variación estacional originada principalmente por las lluvias del invierno altiplánico, las cuáles ocurren regularmente entre los meses de enero a marzo de cada año. Los niveles más profundos del agua subterránea se observan en el período previo al inicio del invierno altiplánico (diciembre/enero). La dirección de flujo de las aguas subterráneas serían de Oeste a Este, en la situación actual sin bombeo.

Observaciones generadas producto de la revisión de los niveles, se puede mencionar que: (1) Las escalas utilizadas en los gráficos son adecuadas, lo cual permite la comparación de los distintas variaciones de los pozos y un análisis más integral de la zona; (2) Las escalas utilizadas para la presentación de los gráficos, se considera apropiada, sobretodo porque está en unidades de cota, lo cual permite además ver la posición de un pozo respecto del otro; (3) El rango de años utilizado también se considera adecuado, ya que involucra toda la información acumulada a la fecha de presentación del informe. Sólo es conveniente tener el informe en una condición más actualizada del año 2013.

- En relación al análisis de la calidad de aguas subterráneas, se puede concluir que a partir del Diagrama de Piper, se aprecia que a medida que avanza el flujo hacia el salar, la participación de los Cloruros es mucho más fuerte mostrando concentraciones más elevadas. En relación con el tipo de aguas en general son cloruradas – sódicas.
- En relación a las calidades de las aguas de las vertientes, en general, se pueden mencionar que todos los parámetros se presentan estables en el tiempo, con ciertas variaciones. VOLLAE-3 es el punto que presenta las concentraciones más altas de aniones y cationes. VOLLAE-1 y VOLLAE-2 presentan calidades muy similares. El diagrama de Piper permite concluir que las vertientes Amincha y Del Inca, presentan aguas del tipo Sulfatadas-cálcicas(sódicas).

- En general, se considera el Informe de Monitoreo del PAT Ollagüe, salvo la falta de cierta información, un informe consistente, preciso y con análisis adecuados. Importante se hace mencionar que es necesario obtener la información actualizada año tras año.

### **6.3.2 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT Pampa Puno**

En este numeral se recogen todos aquellos aspectos que se han ido identificado a lo largo del desarrollo del diagnóstico a objeto de plasmar en forma concisa los principales hallazgos, oportunidades de mejora, desafíos y opiniones tanto del documento PAT, como del grado de cumplimiento de las condiciones.

#### **En relación al análisis Administrativo-Legal**

- La Resolución de otorgamiento de derechos de los pozos de Pampa Puno, hace referencia explícita al documento PAT, que debe ceñirse a las disposiciones contenidas en el "Plan de Alerta Temprana de Pampa Puno", que es un documento técnico, y lo hace por este motivo estar en la categoría de documento Oficial. En consecuencia, la misma DGA indica que dicho PAT-Pampa Puno es parte integrante de la Resolución que constituye los derechos de aprovechamiento.
- La Resolución de otorgamiento de derechos, también establece en forma explícita las condiciones que están estipuladas en el documento del PAT. Estos son: 1) no afección al río Loa, 2) no afección a vertiente y vega Sapunta y 3) que no se afecte negativamente el acuífero.
- La Resolución también establece, en el Resuelvo 8, que los derechos que se constituyen deberán dar cumplimiento en lo que corresponda a las disposiciones de la Ley Nº 19.300 de 1994, de Bases Generales del Medio Ambiente. Lo anterior, se traduce en que se debe tener en consideración, para el ejercicio de los derechos, cualquier otro compromiso medioambiental que se adquiera. Junto con ello, es importante mencionar que, aunque no se indicase lo anterior en forma explícita, todas las resoluciones de otorgamiento de derecho, implican la conservación del medio ambiente y la protección de derechos de terceros, a través de sus vistos, el que incluye el art. 149<sup>3</sup> nro.7 del Código de Aguas (CDA).
- El PAT-PP, al igual que el PAT de Ollagüe, no tiene hasta ahora una Resolución DGA que apruebe tal documento técnico.

---

<sup>3</sup> Art.149, CDA. "El acto administrativo en cuya virtud se constituye el derecho contendrá:" (nro. 7) "7. Otras especificaciones técnicas relacionadas con la naturaleza especial del respectivo derecho y las modalidades que lo afecten, con el objetivo de conservar el medio ambiente o proteger derechos de terceros."



- Dado que los pozos de Pampa Puno no se encuentran en ejercicio, al momento del desarrollo de la consultoría, es decir, no bombean, y analizando el resto de los PATs y sus explotaciones o estados de prebombeo, se levanta como un tema relevante el de la aplicabilidad de un PAT, en el sentido de poder establecer criterios claros que definan cuando un PAT aplica o no a un derecho.

### **En relación al análisis del documento PAT**

- Desde el punto de vista de las variables, para el sistema acuífero, se compromete a medir niveles de aguas subterráneas, calidad de aguas y control de extracciones. Se destaca en comparación con otros PAT, una fase de monitoreo de i) prebombeo y otra de ii) bombeo. Estas dos fases se consideran adecuadas, ya que los datos obtenidos de este monitoreo en ambas, permitirán conocer el comportamiento del sistema sin bombeo y el nivel de explotación en el largo plazo.
- En el PAT-PP se indica que la Fase de prebombeo comenzó en enero de 1999. Pero asimismo se señala que la fase prebombeo tendrá una duración mínima de 2 años. Frente a esto, y dado que el Titular aún no declara comenzar la fase de bombeo, es que si bien existen datos de años anteriores, en el último reporte que el Titular realiza, presenta sólo los datos de los dos últimos años, esto es, 2011 y 2012. Al respecto se hace necesario mencionar que los informes que se entreguen de debiesen contener cada vez, toda la información acumulada en el tiempo.
- Es importante señalar, que de los derechos otorgados, los pozos Puno 10B y Puno 11B, indicados en la Tabla 6.3-1, no quedaron indicados dentro del documento PAT-PP. Sin embargo, dadas las condiciones de la Resolución que otorga los derechos, y la atribución de la DGA, art.68 del CDA, se encuentra implícita la medición de control de extracciones, es igualmente válido y aplicable para estos pozos. No así la de medición de niveles y de calidad de aguas subterráneas, la cual no quedó establecida como compromiso en el PAT.
- En relación con las variables de calidad química de aguas subterráneas, se señala que esta lista deberá ser revisada después de un año de análisis, sin embargo, dicha lista de parámetros hasta la fecha, nunca ha sido revisada ni presentada a la DGA para su actualización, validación y/o modificación. A la luz de los datos entregados por el Titular, se puede mencionar que se monitorean y entregan mayor cantidad de parámetros y complementaria a los exigido en el PAT. Lo anterior se puede atribuir a los compromisos adquiridos a través de la RCA. Se entiende quizás que el año de análisis partiría una vez bombeando el sistema. Este punto se vuelve relevante considerarlo dado que Pampa Puno estaría ad-ports de comenzar su bombeo, en el año 2013.
- En relación con las variables del sistema superficial, este incluye al río Loa y la vega Sapunta. las variables comprometidas a medir corresponden a: altura

limnimétrica, cobertura vegetal y calidad físico-químico del agua superficial. En relación con la altura limnimétrica se establece para medir nivel de aguas en pozas del sector y controlar las variaciones de nivel que se produzcan en ellas. Estos puntos en el PAT-PP no quedan establecidos con nombres ni coordenadas, sin embargo dichos puntos corresponden en la actualidad a los puntos denominados Sapunta 1 y Sapunta 2, que se obtienen del levantamiento de información y Revisión de los Informes entregados por el Titular.

- Para la variable cobertura vegetal, se solicita medir el avance y retroceso estacional de la vega. El PAT establece que se deben instalar 2 puntos o estacas, uno al comienzo de la vega y otro al término, para medir la distancia entre este punto y la vegetación con una huincha, y que también se medirá el ancho. Estos puntos quedan pendientes en el PAT, ya que no se especifican sus coordenadas. En la actualidad el Titular mide a través de transectos que quedaron comprometidos en su RCA N°2603/2005. De lo anterior, y considerando que los transectos pudiesen efectivamente ser la mejor alternativa de medición de la cobertura vegetal, es que es necesario formalizar las decisiones que el titular adopta, para que éstas queden como parte de la actualización del PAT y la DGA no esté comprobando los requerimientos que el Titular no mide y no medirá. Además la DGA debe dar su visación al respecto.
- Respecto al reporte de los monitoreos, el PAT establece que sean ingresados a la DGA, a su Oficina Regional, y con respaldo magnético en dos copias impresas, en formato Word y Excel. Estos deben ser enviados en los meses de Julio y febrero de cada año, con el análisis de todas las variables en tablas y gráficos. Dado que los monitoreos se establecen tanto para la fase de prebombeo como bombeo, se entiende implícita la condición de entrega de informes en el período de prebombeo. Al respecto, se indica que el Titular entrega sus informes semestrales y anuales al día, sin embargo, se pone especial énfasis en solicitarle al Titular que cumpla en el futuro con entregar la información en formato Excel, y con la información acumulada en el tiempo.
- Respecto de las condiciones y medidas que se señalan en el PAT, esto es, descenso máximo entre 15 – 50 m en el área del campo de pozos de Pampa Puno y descenso máximo de 5 m en el sector de Pampa Yocas; disminución máxima del flujo de salida hacia Pampa Yocas a 91 l/s; y la condición del radio de influencia de no superar los 5 km al sur de los pozos 1E, 2B y 3E y al pozo YOC-8 por el norte; Las tres condiciones señaladas en el PAT, se consideran ambiguas y poco claras, donde en la primera condición se establece un rango de descenso y la evaluación de dicha condición señala un sector por lo que, la decisión de si afecta o no afecta no será objetiva. Lo más adecuado sería establecer ciertos pozos, especificando su código o nombre del pozo, coordenadas UTM en unidades en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y un umbral de corte), es decir, hasta donde puede descender cada uno de ellos.

Para la segunda condición, sucede lo mismo, si bien se señala el caudal mínimo que debe pasar, se establece para un sector, por lo que nuevamente quedará al criterio de quien lo evalúe, la determinación de si se cumple tal condición o no. En este caso, sería recomendable que quedara indicada la sección, con coordenadas o bien un pozo de referencia en donde estimar dicho flujo pasante.

La tercera condición, del radio de influencia, es un poco más específica, quedando claros con referencia de los pozos señalados, cuál será la sección en donde evalúe el radio de influencia o de afectación del cono de depresión producto del bombeo de los pozos.

- Las condiciones antes señaladas, fueron determinadas por un modelo de simulación elaborado el año 2001 (Ref: Hidrogeología y Modelo de Simulación Pampa Puno, CODELCO-INGEOREC Nov. 2001), al cual el mismo documento PAT reconoce que se debe revisar y actualizar en forma periódica. De lo anterior, se concluye entonces que las condiciones indicadas en el PAT, pueden ser perfecta y totalmente distintas en la actualidad, dado que se tendrían más de 10 años de monitoreo, sin extracción, y la línea base pudiera verse modificada naturalmente. Aún más, estando actualmente en condición de prebombeo, el modelo de simulación nunca ha sido actualizado. De la reunión sostenida con CODELCO en su Casa Matriz, Anexo 3.2 (actas de reuniones durante Visita de Terreno 21 al 25 de Octubre 2013), se indicó respecto al modelo que al año de operación se espera actualizar el modelo, y que al 16<sup>avo</sup> mes se debe entregar el modelo a la DGA.
- Comparando las condiciones indicadas en el documento PAT-PP y la modelación realizada en el 2001, base para las condiciones del PAT-PP, se tiene que más que condicionantes son los resultados de una modelación preliminar de la cuenca, y que en vista que luego comienza la fase de bombeo, el modelo tiene que ser estudiado y reevaluado al momento de que Pampa Puno comience a explotar.
- En relación con las acciones a tomar, el PAT-PP es claro y explícito, se cita textual: "Si la evaluación arrojase que no se está respetando algunas de las condiciones, entonces la DGA tomará las medidas que permitan ajustarse respecto de las condiciones ya dichas. Estas medidas puede ir desde la reformulación de los planes de explotación en el campo de pozos del acuífero en cuestión a la suspensión del ejercicio de los derechos concedidos." Esto quiere decir, que las condiciones son excluyentes entre sí, pero al no estar la modelación y los impactos vigentes, entonces las medidas no podrán aplicar sobre condiciones preliminares. La recomendación nace entonces tomando lo indicado en el párrafo anterior, y que en el momento en que el Titular comience el bombeo la DGA le haga llegar su interés por un modelo actualizado y la evaluación de impactos respectiva a CODELCO, considerando que los tiempos en general se tornan estrechos y en términos de modelaciones hidrogeológicas, lo ideal es tratarlas paso a paso.

- En relación con la Parte III del PAT, revisión y actualización, se debe tener en cuenta la posibilidad de cambio de las condicionantes indicadas originalmente en el PAT (Parte II), las cuáles son legalmente procedentes debido a que el PAT, deja la puerta abierta a dicha revisión periódica, dado que los impactos son reconocidos en el mismo documento PAT como "antecedente preliminar" y dado que dichos impactos producto de la revisión "podrían ser distintos".

Todas las actividades de actualización, están enfocadas a la situación de entrada en operación de los pozos de Pampa Puno y en recalibrar el modelo que predice los impactos. Sin embargo, se considera fundamental mencionar que se ha dejado de lado el análisis propio de los datos en una situación basal, lo que pudiera verse modificado incluso en una situación sin bombeo y que pudiera presentar variaciones naturales considerables.

### **En relación al análisis técnico de la información**

Respecto de los informes de monitoreo, se logró levantar y revisar 6 informes entregados a la DGA, desde el año 2006 al 2013. En ellos se tiene la información desde el 2011 al 2012. Al respecto se le solicitó información en el marco del presente proyecto, y se recibió información en Excel que permitió obtener información entre los años 2006 al 2013. Aún quedan lapsus de tiempos en los cuáles falta información. Al respecto se señala la importancia de que los informes por un lado tengan la información digital en Excel que el PAT-PP indica y por otro que contenga la información acumulada a través del tiempo, y no tanto sólo la de los dos últimos años.

- Del informe de entrega de Monitoreo asociado al PAT primer Semestre 2013, se tiene que en general se cumplen con casi todos los compromisos de monitoreo. Se entregan los niveles de 17 pozos de producción, calidad química subterránea, calidad en vegas Sapunta, caudales en río Loa y cobertura vegetal. Sin embargo, las mediciones de ancho y largo de la vega, a través de 2 estacas, nunca han sido reportadas. El Titular indicó en terreno, que ellos habían adoptado por entregar el compromiso del SEIA, con monitoreos trimestrales de Flora y Vegetación, y transectos, los cuáles son mediciones mucho más representativas de la cobertura vegetal. Al respecto se menciona que dicho cambio no ha tenido una aprobación por parte de la DGA, lo cuál debe ser consultado al Titular y visado por la DGA a través de alguna carta formal, para que así sea parte de la actualización del PAT.
- En el análisis de este PAT, también surge el tema de la aplicabilidad del mismo, en los mismos términos que ha sido señalado anteriormente.
- En relación con la información entregada y los análisis a los niveles de aguas subterráneas, se puede mencionar que los niveles observados en la mayoría de los pozos de Pampa Puno, mantienen un comportamiento estable durante el período

de monitoreado. Si se comparan los niveles de los pozos con los umbrales en cota establecidos en la RCA, se puede señalar que, ya en la condición sin bombeo, durante 2011 y 2012, algunos pozos alcanzan dicha condición. Esto se considera relevante levantarlo, ya que permite analizar dichos umbrales sin todavía explotar el acuífero y hacer las gestiones que correspondan por parte del Titular.

Uno de los motivos es que en la definición de los umbrales que están en RCA se tuvo un Período corto de tiempo como línea base, y valores de cota "promedio". Actualmente las condiciones naturales serían distintas. En el caso de los umbrales del PAT-DGA no se estarían incumpliendo en condición natural, ya que se proyectaban descensos del orden de metros, en cambio en la RCA quedaron fijados umbrales en cota, del orden de los centímetros.

- Las observaciones principales a mencionar de la revisión del informe son (1) las escalas utilizadas en los gráficos son demasiado pequeña, lo cual produce distorsión del real comportamiento de los niveles. Grandes variaciones en la gráfica, son sólo cambios en orden de centímetros, por lo cual se distorsiona lo importante; (2) las escalas utilizadas para la presentación de los gráficos, para todos los pozos es distinta, lo cual no permite la comparación entre niveles de pozos y por lo tanto poder concluir variabilidad entre las diferentes zonas; (3) el rango de años utilizado podría ser mayor, si se considera que se tienen registros desde 1999 y 2003 en adelante para algunos pozos. Por lo tanto, se recomienda que los informes incluyan todos los registros en forma acumulativa, y que el análisis también se entregue en forma acumulada.
- En relación a la calidad de aguas subterráneas, se puede señalar que del análisis de todos los pozos indicados y sus concentraciones, se observa que el pozo PIB-1 muestra una fuerte tendencia al aumento de CE y Sulfatos en 2011 y 2012, con valores de CE que van desde 879 uS/cm (2011) a 1728 uS/cm en el 2012; y para el Sulfato de 90 mg/l a comienzos del 2011 hasta 183 mg/l a finales del 2012. Lo anterior es una clara tendencia a un suceso, que no se muestra en ninguno del resto de los pozos. PIB-1 está ubicado en la zona norte de Pampa Yocas.

Si se analiza en forma integral, se puede señalar que existe un conjunto de pozos en la zona sur (2B, 6B, 7B) que presentan sus aguas del tipo Sulfatadas-cálcicas. Otro conjunto de pozos en la zona centro (8B, 11B) del tipo Bicarbonatadas-Cálcicas y sódicas. Por otro lado se tiene el pozo PIB-1 antes mencionado del tipo Cloruradas sódicas, que se ubica en el extremo norte. Y finalmente, en la zona centro y mostrando una clara mezcla de las aguas, el pozo PUNO-10B, con aguas del tipo Bicarbonatadas-Cloruradas/Cálcicas-Sódicas.

- En relación con el sistema de vega Sapunta, la poza que presenta mayor variabilidad en estos dos años, ha sido SAPUNTA-2. Ésta ha variado en total 1,5 m, en cambio la Poza 1 sólo presenta una variación de 26 cm en el período de dos

años. Ambas pozas reflejan un descenso desde Noviembre de 2011 a Abril 2012; sin embargo, se vuelven a estabilizar hacia Agosto del 2012.

- De los niveles observados por los piezómetros se observa que los flujos de las aguas subterráneas irían desde PSAP-3 a PSAP-1, es decir en dirección a la vega Sapunta. Los niveles presentan variación al nivel del centímetro sin una tendencia marcada en estos dos años, sino que más bien estables.
- En relación con la calidad de la Vega Sapunta, se puede indicar que las aguas de ambas pozas, tomando en cuenta las mediciones de CE, pH y SO<sub>4</sub> son muy similares. La diferencia está en la variación del CE en poza 1, que al inicio del 2011 parte con concentraciones de 1758 uS/cm. Según el diagrama de Piper, las aguas de la Vega Sapunta serían del tipo Sulfatadas-Cálcicas, similares características a las aguas de la zona centro de Pampa Puno.
- De la visita de Terreno que se realizó durante los días 21 y 25 de Octubre del 2013, se indicó que hay dos estaciones fluviométricas PP1 y PP2, actuales RL-6 y RLP, (las que cuentan con la aprobación sectorial del permiso de modificación de cauce por medio de la Res DGA N° 322 emitida en Junio de 2011) se inició la construcción de dichas estaciones. Estas habrían sido mencionadas a la DGA Regional, para su incorporación a la medición satelital en línea que tiene la DGA. Sin embargo, la DGA regional les habría mencionado que no habrían canales de transmisión disponibles. Lo anterior se considera relevante levantarlo a través de este informe, para buscar la manera de que estas estaciones formen parte de la red de medición de la DGA, ya que es información valiosa, que permite pronosticar eventos de crecida entre otros.
- Del análisis de caudales a lo largo del río Loa, es necesario mencionar que las estaciones RL-6 y RL-P, presentan caudales promedio de 0,48 m<sup>3</sup>/s y 0,40 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Se podría indicar la posible existencia de infiltraciones o de pérdidas en el sector de la junta con Quebrada Sapunta. Sin embargo para mayores detalles, sería conveniente contar con la comparación fina de los aforos.
- En relación con los registros de calidad de aguas para algunas de las estaciones del río Loa, se señala la similitud de la mayoría de las estaciones del sector Alto del Loa que muestran aguas de tipo Sulfatadas-Cloruradas/Sódicas-Cálcicas, a excepción de las estaciones ubicadas aguas abajo RLG, RL-12 y RL-13, que presenta una composición diferente (Cloruradas/Sódicas-Cálcicas), debido a la mayor participación de los cloruros en esta zona. Las conductividades registradas en las estaciones RLA, RLB y RLC correspondientes a las estaciones de la primera sección del río, en la naciente, se presentan en todo el Período estables alrededor de los 900 µS/cm. Por otro lado las conductividades en las estaciones RLD, RLE y RLF presentan conductividades estables pero más altas que las estaciones antes mencionadas

- Como observaciones al análisis presentado por el Titular, resulta relevante mencionar que: éste se realiza en base a concentraciones promedio en el período. Al respecto se considera adecuado que cuando se trate de calidad de aguas, o bien se analicen datos puntuales, o bien se haga referencia a un rango de concentraciones, más que a una concentración promedio. Lo anterior es debido a que interesa conocer la variabilidad de los datos. Se recomienda que las escalas de los gráficos de un mismo parámetro pudiesen ser las mismas, para así poder realizar un análisis comparativo. En su defecto que se puedan adicionar gráficos que agrupe estaciones, de manera de visualizar con mayor facilidad los diferentes variabilidades.

### **En relación al análisis técnico del SEIA**

- El proyecto Pampa Puno tiene un EIA asociado y corresponde al Estudio de Impacto Ambiental de Pampa Puno: "Proyecto Suministro, Construcción y Operación de Aducción de Aguas Pampa Puno" aprobado a través de su RCA N°2603/2005 (en adelante EIA Pampa Puno). En éste se indica, con ciertos antecedentes (hidrológicos, geológicos, hidrogeológicos e isotópicos), que el acuífero Pampa Puno no se conecta hidráulicamente con la Quebrada Sapunta y, por tanto, con el río Loa. Sin perjuicio de ello, la DGA a través del PAT-PP deja un grado de incerteza al respecto, y por lo mismo establece condiciones y medidas en caso de que lo anterior no se cumpla.
- En relación con el plan de monitoreo indicado en el EIA y lo indicado en la RCA, éste hace referencia a los puntos indicados en el PAT-PP y es más, hace referencia explícita al contenido casi exacto del documento PAT-PP antes descrito.
- En relación con las condicionantes establecidas en la RCA, se observan diferencias importantes de señalar:
  - Los umbrales para el río Loa serán establecidos considerando que se registra disminución de caudales en estación Lequena. Para definir los umbrales, el Titular instalará dos estaciones fluviométricas de aforo continuo en el río Loa, (Loa-PP1, Loa-PP2). Estos puntos son informados en el informe que entrega a la DGA.
  - Para los umbrales de descensos de niveles en pozos, la RCA no dejan establecido un rango, sino que valores únicos de corte, que obedecen a los márgenes mayores del PAT de PP-DGA, esto es, "*...no superar los 50 metros de depresión del acuífero en el sector de los pozos de explotación y no superar los 5 metros de descenso en los pozos Yocas*". Lo anterior se considera más apropiado que lo establecido en el PAT-PP.
  - En la RCA el Titular se compromete a la construcción de dos piezómetros en el sector de la vega Sapunta, al inicio del proyecto, para monitorear los

niveles de agua subterránea que se generan en el estrato de ignimbritas que subyace a la vega. Estos corresponden a los PSAP-1, 2 y 3, que actualmente se utilizan de buena manera para estudiar la vega Sapunta.

- Se presenta una Tabla con el umbral a respetar para 17 pozos (considerando 7.11.2 de la RCA). Para ellos se indica un umbral de corte en unidades de cota, que en el evento que se verifique *“un descenso sostenido durante 3 (tres) meses consecutivos de los niveles estáticos de cualquiera de los pozos de observación, por sobre los umbrales se considerará que hay afección sobre el acuífero debido al proyecto. Por lo que el titular deberá dar inicio al proceso de mitigación establecido para tales efectos”*.
- Respecto a la condición para el acuífero de Pampa Puno y sus medidas, (7.12.3) en el evento de que se verifique alguna de las condiciones de afección sobre el acuífero de Pampa Puno, el titular deberá disminuir el caudal bombeado en 50 l/s. Si esta condición de disminución se mantiene por al menos tres meses, se disminuirá el bombeo en otros 50 l/s, teniéndose una disminución acumulada de los caudales de bombeo en 100 l/s. Este procedimiento se repetirá sucesivamente hasta lograr la recuperación y estabilización de los niveles del acuífero en los valores establecidos. Esta reformulación de los bombeos deberá ser coordinada con la Dirección General de Aguas, en el momento que se verifique alguna condición de afección, en atención a la herramienta de predicción señalada
- De la revisión del EIA de Pampa Puno y de su RCA N°2603/2005 que aprobó el Proyecto, se tiene que las indicaciones de monitoreo y objetos a proteger son los mismos. Las diferencias se presentan en las medidas y umbrales establecidas, las cuales tienen valores de corte concretas, y por lo tanto permiten tomar decisiones de si aplican o no, más objetiva. Lo anterior se considera un ejemplo a tomar para la elaboración de futuros PATs, ya que permite a cualquier profesional fiscalizador tomar decisiones objetivas e imparciales.
- En el marco del SEIA, en Agosto del año en curso 2013, CODELCO presentó a la DGA Nivel Central el Informe: “Análisis de Información histórica Niveles de Aguas Subterránea y definición de Umbrales en Vega Sapunta – CODELCO NORTE, Agosto 2013. La DGA a través de su Resolución N° 682/2013, el 06 de Septiembre del 2013, se pronuncia conforme para el umbral de 25 centímetros, este último, valor que corresponde al descenso que verifica la afección de la vega, ambos descensos medidos desde la cota de la profundidad promedio en metros registrada en cada uno de los tres piezómetros, a saber, 1.81 metros para el piezómetro PSAP-1, 2.09 metros para el piezómetro PSAP-2 y 2.83 metros para el piezómetro PSAP-3”. Lo anterior, se plantea y muestra, en el sentido de que la DGA en su conjunto esté informada de estas determinaciones y condiciones nuevas existentes en la línea del SEIA, y así tener las variables y sus consideraciones respectivas al



momento que el Titular o la DGA quiera comenzar la PARTE III de Revisión y Actualización del PAT-PP.

### **6.3.3 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-MNT**

En este numeral se procede a recoger aquellos aspectos que se han ido identificado a lo largo del desarrollo del diagnóstico a objeto de plasmar en forma concisa los principales hallazgos, oportunidades de mejora, desafíos y opiniones tanto del documento PAT, como del grado de cumplimiento de las condiciones.

#### **En relación al análisis Administrativo-Legal**

- Visto lo indicado en las resoluciones, en relación a que el PAT-MNT condiciona el ejercicio de los derechos sucede que el listado de pozos del PAT incluyen pozos de producción que no tienen la obligación de dar cumplimiento al PAT-MNT. Además no todos los derechos se encuentran actualmente en ejercicio. De lo anterior surge la necesidad de establecer un criterio de aplicabilidad de los PAT, en particular al de PAT-MNT.

#### **En relación al análisis del documento PAT**

- Las Resoluciones de constitución de derechos señalan en el resuelvo N° 7, que “de tal modo de prevenir afecciones negativas en el sector y suspender el ejercicio del presente derecho”, sin embargo en la parte inicial del documento PAT-MNT se reemplaza el suspender el ejercicio del presente derecho por “tomar las medidas de corrección necesarias”. Esto es relevante dado que la posibilidad de restringir el ejercicio e incluso suspenderlo, como lo refleja el numeral 4.3 del documento PAT-MNT tiene su sustento en la Resolución de constitución de derecho.
- El PAT-MNT establece el monitoreo de variables física-químicas de los sistemas, también indica que se debe informar los planes de explotación de los campos de pozos con dos años de antelación, con el objetivo de estimar los impactos. Respecto de la obligatoriedad de entregar información surge el tema de contar con un criterio claro de aplicabilidad del PAT-MNT, dado que la información de planes de explotación pudiera no ser proporcionada por aquellos titulares que no se encuentran explotando al momento de informar a la DGA.
- Respecto de la frecuencia de entrega de información, (dos veces al año) resulta conveniente revisarla, a la luz de: (a) la capacidad de revisión por parte de la DGA; y (b) el beneficio de contar con información parcializada. Por lo anterior, y considerando que el PAT-MNT puede ser revisado esto puede una de las materias a cambiar, considerando adecuado que sólo sea un informe anual.

- De las tres condiciones señaladas en el PAT-MNT, es posible indicar que la primera de ellas se considera ambigua, dado que no quedó establecido el nivel para el cuál se considerarán o referenciarán estos 25 cm. Asimismo, no se indica en forma clara cuáles son pozos que serán considerados para verificar el descenso máximo indicado. En relación a estos 25 cm, tampoco se señala el período de tiempo en el cuál este umbral debe ser determinado. Dado estos hechos resulta interpretable por el titular la determinación del descenso en el sector de Tilopozo.
- Respecto de la verificación de la condición de disminución de flujo pasante, el documento indica que se debe informar los planes de explotación para los dos años siguientes, lo que permitiría estimar la reducción de flujo para dicho período, y tomar las medidas en caso de ser necesario. Al respecto, considerando a) la interpretación de CMZ le da a la aplicabilidad del PAT<sup>4</sup>; y b) el hecho que los pozos desde los cuáles CMZ extrae agua se encuentran en el listado de pozos de monitoreo incluidos en el PAT-MNT, pudiera existir la posibilidad que la información no sea entregada por parte de esta empresa, por lo que resulta relevante definir la obligatoriedad de entregar información.
- La tercera condición, asociada a la extracción máxima desde Monturaqui y Negrillar es clara y precisa, el problema surge debido a que se requiere de los caudales extraídos por todos los usuarios del sistema.
- Si el modelo numérico de predicción ha sido actualizado, también lo debería ser el gráfico de doble entrada que permite determinar la reducción de flujo hacia el sector de Tilopozo
- En relación a las condiciones del PAT-MNT, cabe señalar que se monitorean otras variables como por ejemplo la altura limnimétrica de las lagunas, la extensión de ellas, la calidad de aguas subterráneas y de las lagunas y cuña salina, que no condicionan el ejercicio de los derechos.
- Un tema que resulta de utilidad para el análisis del PAT y de los resultados de los monitoreos, es el contar con los antecedentes técnicos que dieron sustento a lo indicado en el documento PAT, por lo que es aconsejable que dichos documentos formen parte del PAT y que se encuentren disponibles.

### **En relación al análisis técnico de la información**

- Al observar los valores presentado de reducción de flujo pasante hacia el sector de Tilopozo, se aprecia que el flujo pasante ha disminuido con los años, lo que resulta consecuente con las gráficas que se utilizan para determinarlo, sin embargo llama

---

<sup>4</sup> La interpretación que CMZ le da a la aplicabilidad del PAT-MNT, es que dado que ellos no se encuentran explotando el único pozo (SAT-2) que en su Resolución de Constitución de derechos señala la obligación del PAT-MNT, el PAT no le aplica aún.

la atención el valor reportado en el informe del año 2012, que es menor al del año 2011.

- Sobre la base de los datos calculados de verificación de caudal máximo extraído, es posible indicar que la tasa máxima de extracción desde los pozos de MEL y de CMZ no superan el límite indicado en el PAT-MNT.
- El informe señala que la proyección de reducción máxima de flujo pasante para los años 2013 y 2014 serían 3,9 y 4,3% respectivamente; sin embargo, con los datos proporcionados de volúmenes es posible determinar que estos estarían en torno a 5%, razón por la cual, de la misma manera que para el dato del año 2012, se presentan valores errados que deben ser corregidos.
- Con los datos indicados de tasas de explotación en los años siguientes y haciendo una simple proyección de porcentaje de disminución de flujo pasante hacia el sector Tilopozo, es posible estimar que el límite establecido como aceptable, para no generar impactos, de 6% pudiera alcanzarse en un plazo de 4 a 5 años, por lo que resulta relevante mantener el seguimiento en forma anual, considerando además que existe un margen de caudal a explotar del orden de 400 l/s.
- Cabe señalar que dentro de los antecedentes proporcionados por la DGA no estaban aquellos relacionados con la correspondencia entre la autoridad y el titular, razón por la cual no se tiene constancia que la Dirección Regional haya dado respuesta a carta ingresada por MEL y por lo tanto se hayan evaluado e incorporados estos cambios en el documento PAT. Este hecho evidencia la necesidad que cada PAT cuente con un expediente donde quede registrada la correspondencia vinculada con él y que no dependa de un profesional.
- El informe en sí debiera ser explícito en cuanto a las variables que utiliza para la caracterización de los descensos y como fueron determinado, en el caso de los descensos, tal que no fuera necesario hacer interpretaciones de cómo fueron determinados.
- Resulta apropiado, para efectos de visualizar el comportamiento del sistema a la explotación, utilizar como variable el descenso observado, en vez de la variable niveles. Esto debido a que la variable descenso permite comparar el comportamiento de todos los pozos a escalas equivalentes.

En el caso de utilizar como variable los niveles del acuífero (m.s.n.m.) en vez de los descensos, se debe identificar la escala que permita hacer comparable la información de todos los pozos que se analizan.

- Considerando la tendencia al descenso evidenciada por los registros observados en los pozos del sector de Tilopozo, se aprecia que estos están en el orden de 0,25

cm. Por lo que es posible indicar que el descenso en el sector de Tilopozo está muy cerca de alcanzar el umbral establecido.

- Sobre la base de la información de niveles disponible, resulta aconsejable la construcción de mapas de isofreáticas o de isodescenso para cada año, de tal forma de visualizar la expansión del cono de depresión a lo largo del tiempo.
- Considerando que la Dirección General de Aguas tiene una serie de instancias en las cuáles recibe información, se considera adecuado que se debe generar un análisis integrado de toda ella. Lo anterior permite por un lado hacer un cruce de información de los distintas fuentes y por otro lado hacer una integración de los datos para un mayor entendimiento del funcionamiento del sistema.
- El titular señala que cuenta con información de profundidad de agua y la cuña en los pozos indicados, desde 1996 a la fecha, sin embargo la serie completa se presenta sólo gráficamente, restringiendo la entrega de los valores para los dos últimos meses.
- En relación a la forma de determinar los conos de depresión en general no existe observación, dado que lo planteado es lo técnicamente correcto, sin embargo la salvedad lo constituye el hecho que el titular utiliza el modelo para determinar las isolneas, el cuál de acuerdo a lo que se indica en el informe corrige con los datos observados. Considerando que se cuenta con datos medidos, resulta aconsejable que las isolneas sean determinadas con los datos medidos y el cálculo comparado con lo obtenido sobre la base de lo modelado.
- De las respuestas de descensos simuladas con el modelo refinado es posible indicar que esta actualización del modelo significó, en términos generales, una mejora en cuanto a las predicciones del sistema a la explotación de aguas desde Monturaqui y Negrillar.
- Para efectos de determinar la bondad de ajuste de las predicciones realizadas por el modelo, resulta conveniente adecuar lo señalado por el PAT-MNT llevándolo a lo indicados en la Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA, que se relaciona con el RMS.
- En el informe se presentan los balances iónico como una medida de verificar los resultados de los análisis del laboratorio, sin embargo no se presentan ni confeccionan gráficos con la variación temporal de las diferentes elementos monitoreados, excepto los STD. Respecto de este punto, en el documento PAT-MNT sólo se pide balance iónico y diagramas de Stiff, por lo que el titular cumpliría con lo solicitado, por lo que a objeto de complementar el análisis resulta recomendable desarrollar un análisis temporal de los elementos y, por lo tanto, que sea incorporado en las actualizaciones de los Planes de Alerta Temprana vigentes y en los futuros.

- Respecto de la estimación de la cobertura vegetal no se encuentra establecido en forma explícita en el documento PAT-MNT, por lo que resulta un aporte contar con dicha información. Esto, debido a que, eventualmente, podría generarse algún índice de correlación entre los niveles de agua, extensión de las lagunas y cobertura vegetal.
- Como principal conclusión del informe es que el nivel de explotación histórico no ha provocado efecto en el sector de Tilopozo, sin embargo a objeto de realizar una análisis más integrado, resulta recomendable que el titular utilice toda la información que se genera en el sector tanto por ellos como por CMZ, considerando el convenio de intercambio de información que han declarado existe.

#### **En relación al análisis técnico del SEIA**

- Si bien la información obtenida de los documentos en el SEA es bastante general y no considera o específica parámetros de monitoreo o frecuencia de estos, es posible determinar que lo comprometido por el titular en el EIA es algo muy básico en comparación con los compromisos de monitoreo del PAT-MNT. Es más, en la evaluación ambiental no se menciona, de acuerdo a lo analizado, el desarrollo o implementación de un PAT.

#### **6.3.4 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-EM**

A continuación se procede a recoger aquellos aspectos que se han ido identificado a lo largo del desarrollo del diagnóstico de este PAT a objeto de plasmar en forma concisa los principales hallazgos, oportunidades de mejora, desafíos y opiniones tanto del documento PAT, como del grado de cumplimiento de las condiciones.

#### **En relación al análisis Administrativo-Legal**

- El PAT-EM incluye en forma íntegra la misma fase de monitoreo de los otros dos PAT, esto es, incluyendo los mismos pozos de monitoreo en conjunto, que los que son indicados en los PATs por separado. Las diferencias se presentan en las condiciones y umbrales entre el PAT-EM (global) y los otros PAT particulares. En el caso del PAT-EM, el umbral de volumen embalsado es del 3%, y para los otros dos del 5%, es decir, más restrictivo.
- En el caso de los caudales máximos a extraer, para el PAT-Elvira la Resolución DGA N°716, señala como máximo 413 l/s; El PAT-EM señala un caudal máximo a extraer en Elvira y Los Morros en su conjunto de 697 l/s. Sin embargo la RCA es aún mas restrictiva, indicando extraer de acuífero los Morros un caudal total a explotar máximo de 101 l/s y para la cuenca de Elvira un caudal total a explotar de 324 l/s.

- Para los descensos máximos, en el caso del sector Elvira, se presenta dos condiciones que son totalmente contradictorias. Mientras el PAT-Elvira dice que para los 15 años no se puede tener descensos mayores a 22 m (1,5 m/año) el PAT-EM le impone una condición menor, de 16m. en 50 años (0,3 m/año). Frente a esto, se tiene una inconsistencia en los límites de los descensos, ya que la tasa aumenta con los años, pero en este caso, las cifras indican que debiera disminuir. Bajo este escenario, al Titular le corresponde cumplir la más restrictiva, que es la tasa de 0,3 m/año, pero que corresponde al PAT-Elvira y no al PAT-EM que es el que cumple por porcentaje de volumen almacenado.
- Se requiere de un ordenamiento administrativo por parte de la DGA que dé claridad frente a lo que el Titular debe cumplir para su conjunto de pozos y compromisos PAT. Junto con lo anterior, es recomendable que se evalúe la posibilidad de estudiar estos sistemas con urgencia, de manera de actualizarlo y generar la Resolución que apruebe. Lo anterior, sumado al hecho que en la región, existen derechos que se han otorgado con posterioridad, y se les ha indicado que deben ceñirse al PAT-Elvira.

### **En relación al análisis del documento PAT**

- Desde el punto de vista de las variables, para el sistema acuífero, las dos fases de prebombeo y bombeo se consideran adecuadas, ya que los datos obtenidos de este monitoreo en ambas fases, permitirán conocer el comportamiento del sistema sin bombeo y el nivel de explotación en el largo plazo.
- En relación con las variables de calidad química de aguas subterráneas, se señala que esta lista deberá ser revisada después de un año de análisis, sin embargo, dicha lista de parámetros hasta la fecha, nunca ha sido revisada ni presentada a la DGA para su actualización, validación y/o modificación. A la luz de los datos entregados por el Titular, se puede mencionar que se monitorean y entregan mayor cantidad de parámetros y complementaria a los exigido en el PAT. Lo anterior se puede atribuir a los compromisos adquiridos a través de su RCA.
- Respecto de los informes de monitoreo, el PAT establece que estos sean reportados a la DGA, a su Oficina Regional, y con respaldo magnético en dos copias impresas, en formato Word y Excel. Al respecto, se indica que el Titular entrega sus informes semestrales y anuales al día, sin embargo, se hace hincapié en solicitarle que cumpla en el futuro con entregar la información en formato Excel, y con la información acumulada en el tiempo.
- En relación con la Parte III del PAT, revisión y actualización, se debe tener en cuenta la posibilidad de cambio de las condicionantes indicadas originalmente en el PAT (Parte II), las cuáles son legalmente procedentes debido a que el PAT, deja la puerta abierta a dicha revisión periódica, dado que los impactos son reconocidos

en el mismo documento PAT como "antecedente preliminar" y dado que dichos impactos producto de la revisión "podrían ser distintos".

- Respecto a esta Parte III, surge el cuestionamiento de por qué no se han realizado hasta ahora, después de 6 años de explotación, por parte del Titular la Revisión y actualización del modelo de simulación y/o la revisión de las variables, umbrales etc. De lo señalado en el PAT se indica una revisión anual de la simulación numérica. Frente a este escenario, la DGA debería hacer la consulta al Titular o bien levantar el requerimiento, de manera de apuntar a la revisión del PAT y a subsanar los temas administrativos y técnicos analizados en este informe.
- Como hallazgo, se hace notar que, se han constituido derechos de aprovechamiento en pozos (LSB-1 y LSB) que caen en la subcuenca vecina de Laguna Seca, sin embargo se ha establecido como condición el cumplimiento del PAT-Elvira. Al respecto cabe señalar que el estudio "Antecedentes Técnicos Relacionados con la Recarga y Desconexión de las cuencas de Los Morros y Elvira - CODELCO-2001", indicaría que en el extremo poniente del salar de Elvira, el acuífero estaría acuíferándose al bloque alzado de la falla de cenizas, lo que desvincularía al acuífero de Elvira de la cuenca endorreica de Laguna Seca.

Por otro lado tomando como fuente de información la delimitación del área de restricción que la DGA define, estas corresponden a las cuencas de Salar de Elvira y laguna Seca (en conjunto) ya que el informe técnico determinó que son un único sector hidrogeológico de aprovechamiento común, es decir, según la DGA existía conexión entre laguna seca y sector Mariposas (Salar de Elvira).

Lo anterior, corrobora el hecho de que deben ser revisados los antecedentes técnicos, de manera que las decisiones tomadas respecto de los PAT sean técnica y legalmente procedentes, dadas las consecuencias que éstas conllevan y por lo tanto analizar la razón de la discrepancia incorporando antecedentes nuevos.

### **En relación al análisis técnico de la información**

- Del informe de entrega de Monitoreo asociado al PAT Anual e Histórico 2013, se tiene que se cumple con la entrega de todos los compromisos de monitoreo. Se entregan los niveles de 28 pozos de producción, calidad química subterránea de 3 pozos en Elvira y 2 en Los Morros, y se entrega también los registros del control de extracciones para 12 pozos en Elvira y 6 pozos en Los Morros.
- Observaciones al análisis presentado por el Titular se pueden mencionar, en general, que el informe y el análisis que se hace para los niveles, se consideran adecuados, con sólo algunos detalles que podrían ser mejorados y solicitados por la DGA como, por ejemplo: que la calidad de las figuras sean mejores; que la escala de los gráficos sea la misma para todos, de esta manera facilita la

comparación y cálculos; que los análisis se pudieran hacer a tasas de descenso de manera de hacerlos comparables entre ellos.

- En relación al análisis del control de extracciones, los caudales promedio anuales de extracción, en Salar de Elvira, se encuentran en un rango entre 123,4 l/s (2010) hasta 181,3 l/s (2011), lo cual está por debajo de lo autorizado ambientalmente de 324 l/s.
- En relación al análisis de la calidad de aguas subterráneas, se puede señalar que las aguas del acuífero del Sector Norte o Mariposas de Elvira, son del Tipo Cloruradas-Sódicas; y las aguas de Elvira y Los Morros serían aguas Sulfatadas-Sódicas y Cloruradas Sódicas.

### **En relación al análisis técnico del SEIA**

- Las medidas de mitigación propuestas en el EIA obedecen a un tema operativo, por un lado minimizar el consumo y por otro mantención de los pozos. Dado lo anterior, en el SEIA no se plantea un plan de monitoreo que esté ligado o relacionado con el PAT-EM, ni tampoco los umbrales de descensos de niveles ni de los Volúmenes embalsados.
- En cuanto a la entrega de información, el Informe de Plan de Alerta del PAT-EM (DGA) se entiende entonces como una compromiso DGA Sectorial, y no un compromiso de la RCA.
- Relacionado con lo anterior, en cuanto a la entrega de información, el Titular mantiene un PAT con la DGA, por lo cual el compromiso de entrega de información relacionada con este PAT es con la DGA, y debiera contactarse con él para indicarle este procedimiento. Lo anterior, con el fin de evitar pérdida de información al ser enviada a la SMA, como ocurre actualmente.

### **6.3.5 Conclusiones y Recomendaciones del Diagnóstico PAT-Calama**

En este numeral se procede a recoger aquellos aspectos que se han ido identificado a lo largo del desarrollo del diagnóstico a objeto de plasmar en forma concisa los principales hallazgos, oportunidades de mejora, desafíos y opiniones tanto del documento PAT, como del grado de cumplimiento de las condiciones.

### **En relación al análisis del documento PAT**

- Un aspecto que es innovador en el PAT-Calama lo constituye la implementación de un sistema SIG en línea el que debe contener toda la información relativa al monitoreo el que a la fecha del presente informe se encuentra disponible, aspecto que debiera replicarse en los otros PAT



- Se debe evitar incorporar condiciones tanto de monitoreo como de cumplimiento de exigencias que dependan de un tercero.
- Las condiciones como tales son ambiguas, sin embargo en el desarrollo del documento se abordan de tal forma de dar un sentido práctico y real, que permita tomar acciones tendientes a revertir cualquier efecto que pudiera evidenciarse en las vertientes.
- En cuanto a la situación de los ríos Loa y San Salvador se señala que para esta versión del PAT no se incorporarán umbrales, sin embargo debido a que se continuará con el monitoreo se espera recopilar información que permita establecerlos.
- El PAT-Calama sólo establece condiciones para el caudal de la vertiente Ojos de Opache y a la presencia de Tritio en el agua subterráneas del acuífero inferior, por lo que en términos generales es simple de seguir.
- Respecto del flujograma de decisión, cabe señalar que el PAT-Calama, es el único de los PAT analizado en el marco de este proyecto que presenta uno.
- Considerando que existe flujo de información hacia la DGA (correspondencia e informes) resulta relevante levantar el tema de la cantidad de información solicitada y la capacidad técnica y de recursos humanos disponible en las direcciones Regionales de Aguas e incluso en el nivel central, para revisarla y más importante que eso, el usarla.
- En relación al monitoreo de la vega activa se desprende que se estaría haciendo seguimiento en un sector que no corresponde al indicado al del PAT-Calama. Sin embargo, de acuerdo a lo indicado en el informe la zona es mucho más amplia que la del PAT.
- Cualquier cambio en lo relacionado con los PAT vinculados a la constitución de derechos de aprovechamiento, debe ser sancionados por la DGA y no por otro organismo.
- Considerando que las vertientes Likantatay y La Cascada presentan flujos tan bajos que incluso no pueden ser aforados y además, que estarían afectas a la intervención de terceros, resulta conveniente analizar si en una actualización del PAT-Calama, estos cursos de aguas deben mantenerse o no.
- En relación a los niveles, se debe señalar que los análisis que se presentan en el informe se refieren al comportamiento de pozo por pozo, lo que debiera ser complementado por un análisis integral por formaciones acuíferos donde se consideren todos los pozos de un mismo sector.

## **7. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La sistematización de la información tiene por objetivo generar las bases de datos con toda la información recopilada y analizada, necesarias para alimentar el SIG que se desarrolla y también la "Aplicación de Seguimiento y Administración de PAT – ASAP" que se entrega como producto del proyecto.

Como primer paso, se define la estructura que tendrá la base de datos matriz, la cual contiene tanto datos técnicos, como administrativos y legales. Posteriormente se alimenta y construyen las bases de datos referidas a los datos de monitoreos de las variables de estado de cada uno de los PATs. De esta manera es posible estandarizar la información necesaria para lograr una correcta aplicación del seguimiento y elaboración de nuevos PATs.

Tanto la sistematización como la aplicación que se elabora, tienen incorporada la visión de representar cualquier nuevo PAT que se proyecte elaborar e implementar en el país y aprobar en la DGA. Es por esto que se elabora una sistematización con el fin de representar toda las variables que un PAT "ideal" debiese tener.

### **7.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION**

Dentro de la información disponible a la fecha y como parte del levantamiento de la información básica, se presenta como: "Anexo 7.2\_BD de las Variables de PATs" toda la información actualizada y reportada por los Titulares durante el desarrollo del proyecto. En dicho Anexo, se encuentran en formato digital cinco planillas Excel (Anexos 7.2-1 hasta Anexo 7.2-5), con todos los registros de las variables de estado a marzo 2014.

Dentro del tipo de información que tuvo que ser levantada y procesada, se menciona:

#### **a) Información cartográfica.**

Consistió en obtener las coberturas SIG que maneja la Dirección General de Aguas (DGA). Esta fue utilizada como información base para el desarrollo del proyecto SIG el cual se ha incorporado dentro del proyecto ArcGIS como cartografía base, con el objetivo de dar el contexto territorial a la información recopilada durante el desarrollo del estudio. Específicamente, se ha incorporado al proyecto SIG toda la mapoteca entregada por la DGA con fines de este estudio, la que ha sido ordenada en el layer de nombre "BASE CARTOGRÁFICA DGA" (límites administrativos, red de drenaje, límite de cuencas, etc.).

#### **b) Información de las Variables de Estado y de Monitoreo**

La información recopilada y analizada de cada uno de los PAT objeto de este estudio, ha sido sistematizada, en bases de datos distintas, una para cada PAT, cuya estructura se

presenta detallada en el "Capítulo 12 de Aplicación de Seguimiento y Administración de PAT-ASAP" del Informe Final.

Del levantamiento de información que se tiene para cada variable identificada en cada PAT, con la información que se ha recepcionado y recopilado hasta Marzo 2014, se puede resumir para cada PAT como sigue a continuación.

### **PAT Ollagüe**

**Tabla 7-1: Resumen de Información Sistematizada PAT OLLAGÜE**

| <b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>   | <b>INFORMACION SISTEMATIZADA(*)</b>   | <b>CAPITULO INFORME FINAL</b>                           |
|--|---|---|
| (1) Anexos del informe "Plan de Alerta Temprana (PAT) Sector Salar de Ollagüe, GP-INF-C-036, Diciembre 2007.   | <b>Información de niveles</b> , en general con información desde enero 2003 a junio 2009, con datos a escala de mediciones mensuales. | Tabla 7.1-1 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (2) Anexo A "Habilitación y Estratigrafía de Pozos" y B "Estadística niveles de los pozos de Ollagüe", del Informe "Plan de alerta Temprana (PAT) Sector Ollagüe, CODELCO-Septiembre 2009; | <b>Calidad Química</b> , en general presenta información desde julio 2003 a junio 2009, muestras a escala mensual.                    | Tabla 7.1-2 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (3) Información Excel actualizada del Titular.   |   |   |

**(\*)** Respecto de la variable **control de extracciones**, Ollagüe se encuentra aún en Fase de Prebombeo, por lo que no registra datos.  
 Respecto a la variable **caudales**, el Titular señala que los aforos a las estaciones "VOLLAE" no se han realizado por no contar con un método confiable que mida pequeños caudales.  
 En relación a la **calidad de aguas superficiales**, corresponde a los datos de las estaciones VOLLAE. Se tiene información en dos de las tres estaciones comprometidas en el PAT. V18 no se mide. Sin embargo, se adiciona una tercera estación, VOLLAE-3 correspondiente a Buena Ventura.

Toda la información obtenida en el marco del presente proyecto se presenta en el: "Anexo7.2-1\_Formato\_Bases\_de Datos\_Ollague\_ConTabDinam\_150114.xlsx" Volumen I.

### **PAT -PAMPA PUNO**

Toda la información obtenida y sistematizada en el marco del presente proyecto (a Marzo 2014), se presenta en el "Anexo 7.2-2\_BD PAMPA PUNO\_ 15\_01\_14\_con TDinam.xlsx" del Volumen I de este estudio.

**Tabla 7-2: Resumen de Información Sistematizada PAT PAMPA PUNO**

| FUENTE DE INFORMACIÓN  | INFORMACION SISTEMATIZADA(*)   | CAPITULO INFORME FINAL                                  |
|--|--|---|
| (1) Anexos A "Habilitación y Estratigrafía de Pozos" donde se obtuvo la información de la cota de terreno de los pozos;  | <b>Información de niveles</b> , un grupo de pozos con información desde enero 2003 a septiembre 2013, y otro grupo de pozos desde marzo 2010 a septiembre 2013. Escala de mediciones mensuales.  | Tabla 7.1-3 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (2) Anexo B.1 "Estadística niveles de las aguas en pozos de Pampa Puno", informe "Plan de Alerta Temprana (PAT) Sector Pampa Puno, Revisión 1, elaborado por GP Consultores, 2008; | <b>Caudales aforados</b> , en general presenta información desde enero 2003 a junio 2013, muestras a escala mensual  | Tabla 7.1-4 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (3) Anexo B "Estadística niveles de los pozos de Pampa Puno" del Informe PAT Sector Pampa Puno Enero-Diciembre de 2012, elaborado por Codelco el año 2013;                         | <b>Monitoreo Limnimétrico</b> de vegas y/o lagunas (SAPUNTA) y piezómetros (PSAP). Registros desde Sept.2005 a Sept. 2012 para las lagunas y los piezómetros son relativamente nuevos, es por eso que se presentan con información sólo desde marzo 2010 a noviembre 2013.         | Tabla 7.1-5 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (4) Anexo E "Estadística niveles de pozos y piezómetros del Sector Vega Sapunta", del Informe PAT Sector Pampa Puno Enero-Diciembre 2012 elaborado por Codelco el año 2013;        | <b>Calidad Química</b> , se tiene los valores mensuales medidos entre 2003 y 2013, con algunas estaciones entre el 2010 hasta el 2013, Parámetros: Al, As, B, Br, Ca, Cd, Cl, CO3, Cr, CE, Cu, F, Fe, HCO3, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, NO3, Pb, pH, PO4, TDS, Si, SO4, SS, ST, TB, Zn. | Tabla 7.1-6 del Cap.7.1.2 del Informe Final. VOLUMEN I. |
| (5) Información del Titular en Excel en archivo "histórico.xls" actualizado a enero 2014.  |  |   |

Todo el detalle a nivel de cada año, se presenta tabulado en el Capítulo 7.1.2 del Informe Final (Ver Volumen I de este Estudio).

En particular, respecto de la medición de niveles, el Titular informa<sup>5</sup> lo siguiente:

1. "El pozo Puno 4E, el año 2009 fue obstruido y no se pudo recuperar por cuanto se eliminó el pozo.
2. Los pozos YOC-3, YOC-8, YOC-9 y YOC -10, fueron pozos construidos en diamantina y sin revestimiento interno o habilitación, por ello a través de los años se derrumbaron. Para mantener el monitoreo del sector el año 2010 se reemplazaron estos pozos por los YOCA-3, YOCA-8, YOCA-9 y YOCA-10."

Los pozos YOCA es por esta última razón que presentan información sólo desde el 2010.

<sup>5</sup> Se recibió respuesta a través de la DGA, de Titular Codelco vía Carta a inspector Fiscal, en Febrero del 2014.

## **PAT- Monturaqui-Negrillar-Tilopozo**

Toda la información sistematizada para la base de datos de este PAT-MNT (a Marzo 2014), se presenta en "Anexo 7.2-3\_Formato Bases de Datos\_M-N-T\_VF\_150114\_con TDinam.xls", del Volumen I de este estudio.

**Tabla 7-3: Resumen de Información Sistematizada PAT MNT**

| <b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>  | <b>INFORMACION SISTEMATIZADA(*)</b>  | <b>CAPITULO INFORME FINAL</b>                |
|---|--|--|
| (1) Apéndice C. Informe PAT MNT elaborado por Schlumberger el año 2013;   | <b>Información de niveles:</b> desde 1990 hasta diciembre del 2013. Los datos se tienen a una escala de mediciones mensuales, para un total de 74 pozos.         | Tabla 7.1-7 del Cap 7.1.2 Informe Final.     |
| (2) Para Monitoreo Limnimétrico, corresponde al Apéndice E "Niveles limnimétricos Tilopozo, La Punta y La Brava", del Informe PAT Sector Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, elaborado por Schlumberger el año 2013; | <b>Monitoreo Limnimétrico:</b> en 7 puntos de las lagunas, y abarca desde el año 1994 al 2012. La escala de monitoreo utilizada es mensual.                      | (Tabla 7.1-8 del Cap 7.1.2 Informe Final).   |
| (3) Control de Extracciones, Apéndice B del mismo informe;  | <b>Control de Extracciones:</b> desde 1995 a 2012, en registros de data mensuales  | (Tabla 7.1-9. del Cap 7.1.2 Informe Final).  |
| (4) Calidad química, Apéndice D1_Datos Calidad de Aguas" del Informe PAT MNT 2012;  | <b>Calidad Química,</b> desde 1996 al 2012, en registros trimestrales (4 datos máximos anuales)  | (Tabla 7.1-10. del Cap 7.1.2 Informe Final). |
| (5) Para Cuña salina, se obtuvo la información del Apéndice F "Monitoreo Geofísico Tilopozo, elaborado por Wellfield Services el año 2012.  | <b>Cuña salina,</b> se entrega información de interface salina, nivel de agua y anomalía salina para los TP-1, TP-2 y TP-3 y abarca desde los años 1993 al 2012. | Tabla 7.1-11 del Cap 7.1.2 Informe Final     |

Todo el detalle a nivel de cada año, se presenta tabulado en el Capítulo 7.1.2 del Informe Final (Ver Volumen I de este Estudio).

## **PAT ELVIRA LOS MORROS**

Toda la información obtenida en el marco del presente proyecto (a Marzo 2014), se presenta actualizada en el "Anexo 7.2-4\_Formato Bases de Datos\_ELVIRA\_LOS MORROS\_150114\_TabDinam.xlsx" del Volumen I de este estudio.

**Tabla 7-4: Resumen de Información Sistematizada PAT ELVIRA LOS MORROS**

| <b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>  | <b>INFORMACION SISTEMATIZADA(*)</b>   | <b>CAPITULO INFORME FINAL</b>              |
|---|---|--|
| Datos de Niveles después de la Visita de Terreno, en diciembre 2013. A saber archivos nombrados EN CD como:<br>1. Datos Extracciones Gaby.xlsx; y<br>2. Datos Fisico Quimicos Gaby.xlsx.<br>4. Datos Niveles Estaticos Gaby.xlsx; | <b>Información de niveles:</b> desde el año 2007 hasta el año 2013. Los datos se tienen a una escala de mediciones mensuales, para un total de 28 pozos | Tabla 7.1-12 del Cap 7.1.2 Informe Final.  |
|   | <b>Control de Extracciones:</b> desde el año 2009 al 2013, en registros de escalas mensuales  | Tabla 7.1-13. del Cap 7.1.2 Informe Final. |
|   | <b>Calidad Química,</b> desde el 2009 al 2013, en registros trimestrales (4 datos máximos anuales)  | Tabla 7.1-14. del Cap 7.1.2 Informe Final. |

Todo el detalle a nivel de cada año, se presenta tabulado en el Capítulo 7.1.2 del Informe Final (Ver Volumen I de este Estudio).

## **PAT – CALAMA**

Toda la información obtenida en el marco del presente proyecto (a marzo 2014), se presenta actualizada en el "Anexo 7.2-5\_Formato Bases de Datos\_Calama\_15\_01\_14\_Tab Dinam.xlsx" del Volumen I de este estudio.

**Tabla 7-5: Resumen de Información Sistematizada PAT PAMPA PUNO**

| FUENTE DE INFORMACIÓN   | INFORMACION SISTEMATIZADA(*)  | CAPITULO INFORME FINAL                     |
|---|---|--|
| (1) Anexo A, Anexo B, del Informe Consolidado Triannual Monitoreo Hidrogeológico PAT Pozo P-10, Septiembre 2010-Marzo 2013, elaborado por Montgomery;                 | <b>Información de niveles:</b> desde el año 1993 hasta el año 2013. Los datos se tienen a una escala mayor a la mensual, es decir, se presentan registros más de una vez en un mes. Se tienen registros para un total de 26 pozos | Tabla 7.1-15 del Cap 7.1.2 Informe Final.  |
| (2) Registros del archivo Tabla 2_MET 2010-13 Rev.0.xlsx;   | <b>Caudales:</b> la información existente abarca desde el año 1994 al 2013, en 4 vertientes y 2 puntos de río Loa. Los registros se presentan en escalas mensuales  | Tabla 7.1-16. del Cap 7.1.2 Informe Final. |
| (3) Datos Excel Tablas Isotopos 2013 MET March 2013 06.06.13 y  | <b>Calidad Química:</b> la información existente abarca desde el año 2011 al 2013, en registros anuales (1 campaña al año)  | Tabla 7.1-17. del Cap 7.1.2 Informe Final. |
| (4) TABLA 2. MONITOREO ISOTÓPICO, JULIO AÑO 2013_08.07.13.<br><br>Los Puntos 2, 3 y 4 es información que fue enviada post visita de terreno en formato digital excel. | <b>Isótopos:</b> la información existente abarca desde el año 2009 al 2013, en registros anuales (1 campaña al año)   | Tabla 7.1-18. del Cap 7.1.2 Informe Final. |

Todo el detalle a nivel de cada año, se presenta tabulado en el Capítulo 7.1.2 del Informe Final (Ver Volumen I de este Estudio).

En particular para las campañas de isótopos, desde el año 2010 al 2013, se presenta una campaña por año, para 40 puntos de medición, las que contemplan aguas superficiales y aguas de pozos. El pozo P21, PPR-2, río Loa al Este, río San Salvador en Nacimiento y Vertiente Ojos de Opache en Nacimiento, poseen campaña de isótopos durante el 2009. Además se tiene información de la variables CloroFluorCarbono (CFC) la cual también ha sido procesada y se presenta junto con todo lo anterior en el archivo Anexo 7.2-5 del Informe Final.

Del desarrollo SIG y de la propia Sistematización se pueden indicar que se tienen el Anexo 7.2, con las Bases de datos completa, a saber:

- Anexo 7.1: Base Datos Matriz- para Todos los PAT (Formato de Tabla 7.2.1 del Capítulo 7.2 del Volumen I Informe Final de este estudio).
- Anexo 7.2: Base de datos de las variables de los PAT (5 archivos): datos informados de todas las variables analizadas al 15\_01\_14
- Apéndice Mapas. 10 Mapas con la Ubicación Puntos de Monitoreo según documento PAT y según lo informado por el Titular.
- Entrega SIG: Archivos proyecto SIG de los PAT. MXD

## 7.2 BASES DE DATOS

La información recopilada y analizada de cada uno de los PAT objeto de este estudio, ha sido sistematizada en una base de datos de puntos de monitoreo, cuya estructura es compatible con la Aplicación ASAP.

Como parte de la base de datos se han generado y poblado (1) planillas Excel que contienen toda la información considerada como dependiente sólo del documento PAT y (2) Planillas Excel con la información de monitoreo entregada por los titulares.

El primero de ellos, se considera que es información estática, dado que no cambia en el tiempo mientras un PAT está vigente y no se actualiza, correspondiendo a: coordenadas, nombre de los titulares, compromisos emanados de los documentos PAT, variables que deben ser medidas, frecuencias, además de temas legales como resolución de PAT, derechos, caudales, etc. Esta se encuentra completa, sin perjuicio que se puede cambiar ciertos valores al interior de ella o bien modificar el nombre de los campos.

En relación a los datos propiamente tales, se volcó la información disponible en planillas Excel, las cuales fueron estructuradas en forma previa, a objeto que se incluyeran todos los tipo de datos que son generados actualmente por los PAT vigentes, es decir fue diseñada para ser una envolvente de las variables. Estas planillas son las que alimenten a las bases de datos que se diseñan para el sistema SIG y la aplicación.

Esta base de datos independiente para cada PAT, está sustentada en el programa de monitoreo establecido, donde se indican los puntos o áreas de monitoreo, las variables de estado, tipo de monitoreo, periodicidad, umbrales, frecuencia de monitoreo, etc.

Como producto de la base de datos, se adjunta en Anexo 7.1 la planilla Excel denominada "**BD\_PATs\_consolidado\_03\_04\_14.xlsx**", que corresponde a la base de datos de la información estática de todos los PATs analizados.

El archivo **BD\_PATs\_consolidado\_03\_04\_14.xlsx**, es una de las bases que utiliza el sistema SIG y la aplicación, y por lo tanto se ha preparado un diccionario de variables y la estructura de esta base de datos, la cual se presenta en detalle en la Tabla 7.2.1 del Capítulo 7.2 del Volumen I Informe Final de este estudio.

Las **variables de estado consideradas** son:

- Niveles (de aguas subterráneas)
- Control de Extracciones
- Caudales Superficiales o Aforos
- Caudales Medios
- Calidad de aguas (superficiales y subterráneas)
- Monitoreo Limnigráfico de vegas y lagunas
- Espejos de Agua
- Cuña Salina
- Isotopos



Para cada una de las variables de estado antes indicadas, se presenta en el Capítulo 7.2 de Volumen I Informe Final de este Estudio, el detalle en forma tabulada del formato de los campos que éstos deben tener. Todas las bases implementadas se encuentran dentro de la aplicación, y a su vez como **Anexo 7-2\_BD de las Variables de PATs** del Informe Final en formato excel. Junto con lo anterior, en el **Volumen II de Apéndices, como Anexo A: Estructura de la Base de Datos**, se presentan ejemplos de estas bases de datos que son las que utiliza la aplicación ASAP.

### 7.3 DESARROLLO Y ESTRUCTURA DEL SIG

Como parte de la sistematización, se genera un SIG a escala regional, materializado en un proyecto MXD de ArcGIS, que contiene toda la información espacializada de todos los PATs. Para esto, se cuenta con la cartografía de base de la DGA para plasmar sobre ella la información sistematizada a través de este estudio. Esta base de datos ha sido georreferenciada en función de las coordenadas UTM de cada uno de los puntos de monitoreo, de acuerdo a dos fuentes distintas de información:

- Coordenadas registradas en el documento PAT, y
- Coordenadas indicadas en reportes o informes del titular

Debido a que las coordenadas obtenidas desde ambas fuentes están referidas al Datum PSAD-56, y actualmente la DGA mantiene sus bases de datos de información geográfica en coordenadas UTM referidas al Datum geocéntrico WGS-84, los *shapes* de puntos generados han sido debidamente proyectados a este último sistema de referencia utilizando la herramienta Project de ArcToolbox con los parámetros de transformación incorporados en el Software ArcGIS. Específicamente se han utilizado, de acuerdo a lo indicado por la Dirección General de Aguas, los parámetros de transformación "PSAD\_1956\_To\_WGS\_84\_3".

De esta manera, se obtienen como resultado, dos archivos *shape* de puntos identificados respectivamente con los nombres de:

- Puntos\_PAT\_DGA.shp
- Puntos\_PAT\_Titular.shp

Como resultado se ha generado un Sistema de Información Geográfica (SIG) a escala regional, materializado en un proyecto de extensión MXD del Software ArcGIS, el cual contiene toda la información georreferenciada de cada uno de los PATs, con el objetivo de proporcionar a la DGA una plataforma que permita visualizar y analizar el estado de los PAT de la Región de Antofagasta considerando la variable territorial de la información asociada a ellos. El proyecto MXD se adjunta en formato digital en el DVD de este Estudio. Los Mapas generados y elaborados (en total 10 Mapas), se presentan en el Volumen II de Apéndices del Estudio, y también en formato PDF dentro de la aplicación.

## 8. FASES DE UN PAT

Un Plan de Alerta Temprana, ha sido concebido como una herramienta de gestión que permite tomar medidas de manera preventiva con el objeto de evitar que se produzcan efectos no deseados.

De los PAT vigentes se desprende que corresponden a documentos que si bien, en términos muy generales, señalan las fases del PAT, no entregan la forma de abordarlas. Este capítulo presenta, de manera ejecutiva, la propuesta de cómo llevar a la práctica cada una de las Fases, lo cual es abordado con mayor profundidad en el Volumen I del Informe Final, Capítulo 8 respectivamente.

Cada una de las fases que se identifican conllevan la generación de información, hipótesis de trabajo, resultados, informes, documentación de comunicación entre el titular y la DGA, etcétera, por lo que se considera recomendable y necesario que se genere un Expediente del PAT. Este Expediente debe mantener toda la información y debe permitir el disponer de ella en forma oportuna. De acuerdo a esto y teniendo en mente que un PAT siempre esta generando información, se debe tener presente que es un expediente que no se cierra nunca.

Considerando que el PAT se puede desarrollar durante la tramitación de la solicitud de derecho de aprovechamiento o con posterioridad a la constitución del derecho, el inicio del expediente PAT estará supeditado a la decisión de cuando sea desarrollado el PAT. En otras palabras, puede ser en las primeras etapas del trámite del derecho o después de la constitución del mismo.

Considerando lo indicado, en este informe se detallan las Fases, junto con las actividades que cada una debe contener a objeto de mantener y verificar la eficacia del instrumento PAT como herramienta de protección de un sistema sujeto a explotación de derechos de aprovechamiento.

Las fases que se señalan a continuación abarcan todo el ciclo de un PAT, vale decir, desde que se identifica como necesidad hasta su plena operatividad. Así, las fases son tres:

- Fase I:** Identificación y Elaboración del PAT
- Fase II:** Seguimiento y Fiscalización del PAT
- Fase III:** Actualización del PAT

En relación a cada una de las fases es posible indicar que:

### **En relación a la Fase I: Identificación y Elaboración del PAT**

Esta etapa tiene por objetivo desarrollar el documento PAT, una vez que se haya evaluado la pertinencia de su utilización como mecanismo de protección. Es así como el producto de esta etapa, de ser pertinente, es el documento PAT.

Esta fase abarca la generación de información necesaria para determinar el comportamiento sin explotación del sistema, la realización de estudios técnicos tendientes a predecir la respuesta del sistema a la explotación y el establecimiento de niveles de acción y de umbrales junto con las acciones que se deberán tomar en caso que algún nivel de acción se vea infringido y el plan de monitoreo..

Considerando que el desarrollo del documento PAT debe incluir las variables de control, será parte de esta fase su selección y el establecimiento de su comportamiento sin explotación, así como el desarrollo de la herramienta predictiva.

En relación a la elaboración, tanto del PAT como de los estudios e información necesarios, cabe señalar que el peticionario de los derechos de agua juega un rol relevante en la concreción del documento PAT. Esto considerando que la Dirección General de Aguas tiene limitaciones –financieras, de recursos humanos y de plazos– en relación a la gestión de estudios, por lo que se ha considerado que el peticionario puede aportar tanto con información como con estudios. En esta misma línea de desarrollo, cabe señalar que se ha conceptualizado que el peticionario participa activamente en el desarrollo del documento PAT como se verá más adelante. Por lo anteriormente expuesto, el desarrollo del PAT propuesto considera como hipótesis básica la colaboración entre el peticionario y la DGA .

### **En relación a la Fase II: Seguimiento y Fiscalización del PAT**

Establecido el documento PAT, lo que corresponde en el ciclo de un PAT es que el titular implemente los programas de monitoreo, lo que conlleva: (a) construcción de obras (pozos); (b) realización de monitoreos; (c) generación de informes o reportes; y/o (d) envío a la Dirección General de Aguas.

Realizadas estas acciones, el rol de la Dirección General de Aguas es el de verificar, tanto en terreno como en los informes que el titular remite, el comportamiento del sistema, acciones que constituyen la fase de seguimiento y fiscalización del PAT. Por lo tanto, el objetivo de esta fase es la de verificar, por un lado el comportamiento del sistema y por otro que las obras y acciones se realicen.

La revisión de los informes, así como la verificación en terreno, constituye la primera parte del proceso de fiscalización o seguimiento. La segunda parte lo constituyen las acciones que la DGA pueda tomar en caso de algún incumplimiento.

### **En relación a la Fase III: Actualización del PAT**

Esta es la fase que permite adecuar en forma permanente el texto del documento PAT, mediante la revisión periódica del comportamiento de las variables definidas como de seguimiento y de los objetos que se han determinado como de protección. Esta actualización involucra no tan sólo las variables sino que también los niveles de acción, umbrales y acciones.

Esta fase tiene por objetivo mantener vigente la herramienta PAT, de tal forma de cumplir en todo momento los objetivos planteados para él. Por lo indicado anteriormente, se debe entender que la actualización del PAT conlleva posibles cambios que pudieran significar mayores exigencias hacia el poseedor de los derechos de aprovechamiento, si es que la situación lo amerita.

Respecto de estos posibles cambios, cabe señalar que este dependerá de: (a) que el documento PAT haya indicado en forma explícita que se podrán realizar adecuaciones al PAT; y (b) del análisis técnico de los antecedentes.

Teniendo en mente que la actualización del PAT conlleva, de ser pertinente, la actualización de la herramienta predictiva, resulta razonable concebir esta fase en forma colaborativa, de la misma manera que la Fase I.

A continuación se presentan las actividades que debieran conformar las tres Fases de un PAT, con la explicación respectiva. Cabe señalar que, las actividades que se proponen son mínimas, es decir, la DGA pudiera en el futuro agregar y complementar dichas actividades.

#### **8.1 FASE I: IDENTIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PAT**

La generación y elaboración del documento PAT, comienza con la evaluación de la pertinencia de condicionar el ejercicio de un derecho de aprovechamiento a un PAT, y termina con la generación del documento en si, junto con la resolución tramitada que aprueba dicho instrumento de protección.

Dentro de las actividades, que se han identificado como necesarias, están la identificación de los objetos de protección, hacia donde estará orientado el PAT, la recopilación de información, la elaboración de análisis técnicos, la determinación de la herramienta predictiva, etc., todos los cuales permitirán desarrollar el documento PAT y su respectiva Resolución de aprobación. En la Tabla 8.1-1 se presentan las actividades (mínimas) propuestas para la Fase I, que son descritas de manera resumida en el presente acápite.

**Tabla 8-1: Actividades de la Fase I**

|      | <b>Actividades Fase I</b>  |
|------|--|
| i    | Pertinencia de hacer un PAT  |
| ii   | Recopilación de información necesaria/disponible para la elaboración de un PAT |
| iii  | Caracterización de Objetos de Protección                                       |
| iv   | Comunicación al Titular que debe desarrollar un PAT                            |
| v    | Identificación y desarrollo de herramienta predictiva                          |
| vi   | Calibración y validación del Modelo  |
| vii  | Simulaciones de Escenarios   |
| viii | Identificación de variables de estado  |
| ix   | Identificación y establecimiento de umbrales y acciones                        |
| x    | Entrega de Informe Técnico del titular   |
| xi   | Elaboración de Minuta Técnica DGA  |
| xii  | Elaboración y Visación del documento PAT                                       |
| xiii | Oficialización del documento PAT   |
| xiv  | Finalización de la Fase I  |

**i. Pertinencia de hacer un PAT:**

Corresponde a la toma de decisión a si corresponde o no la utilización de la herramienta PAT en la constitución del derecho. Es decir, se establece si es pertinente y se identifica la necesidad de un PAT. La respuesta a esta pregunta pasa por el análisis del nivel de información disponible, por los objetos de protección identificados y por el comportamiento histórico del sistema.

**ii. Recopilación de información necesaria/disponible para la elaboración de un PAT**

Bajo el escenario del desarrollo de un PAT, se debe recopilar toda la información disponible que permita establecer el comportamiento del sistema en un escenario sin el ejercicio del derecho que se encuentra en trámite.

La búsqueda de información debe abordar todas las instancias posibles. En el caso que la solicitud del derecho de aprovechamiento se encuentre en un área puesta bajo protección oficial, se debe tener a la vista el acto administrativo que así lo declaró a objeto de identificar la razón de dicha protección y analizar de qué manera se relaciona con la solicitud de derecho en trámite.

Considerando que dentro de la fase de elaboración del PAT se contempla el desarrollo de una herramienta predictiva, la búsqueda de información se debe orientar al sistema subterráneo objeto de la solicitud de derecho de

aprovechamiento. Es así como la información debería incorporar, al menos piezometría, hidrología, recarga, hidrogeología, por nombrar algunos.

**iii. Caracterización de Objetos de Protección:**

En el caso que se haya decidido que la incorporación de un PAT es pertinente, dada la identificación de objetos de protección se deberá ampliar el ámbito de búsqueda de información enfocándose a la dependencia de dicho objeto al sistema subterráneo. Este tipo de información resulta necesaria para el establecimiento de niveles de acción y/o umbrales.

**iv. Comunicación al Titular que debe desarrollar un PAT:**

Considerando que el robustez de un PAT se sustenta en el nivel de conocimiento del sistema, se debe informar lo antes posible al titular que el ejercicio del derecho de aprovechamiento será afecto al cumplimiento de un Plan de Alerta Temprana y por lo tanto se inicie la recopilación de información.

En un escenario de PAT, lo que corresponde es una comunicación oficial al titular señalando la razón por la cual el ejercicio del derecho estará condicionado a la implementación de un PAT y solicitando la cooperación para el desarrollo del mismo.

**v. Identificación y desarrollo de herramienta predictiva:**

Teniendo presente que un PAT busca anteponerse a efectos adversos sobre sistemas considerados vulnerables a la explotación de los recursos hídricos, resulta necesario identificar y desarrollar una herramienta predictiva que permita estimar la extensión en tiempo y espacio, del efecto de la extracción de agua.

El nivel de información que se tenga disponible condiciona, en cierta medida, la herramienta predictiva a utilizar. El desarrollo y utilización de la herramienta predictiva conlleva (a) Conocer e identificar todos los usuarios y sus extracciones, (b) Conocer la recarga del sistema, (c) Conocer y vincular con la herramienta predictiva los requerimientos del sistema objeto de protección por el PAT, (d) Definir escenarios, y (e) Determinar efectos en piezometría y flujo de las extracciones.

En relación a la construcción de modelos numéricos, el Servicio de Evaluación Ambiental ha desarrollado un documento llamado "Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA"<sup>6</sup>, la cual ha sido utilizada como base en el presente estudio.

---

<sup>6</sup> [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guias/Guia\\_uso\\_modelo\\_aguas\\_subterranas\\_seia.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guias/Guia_uso_modelo_aguas_subterranas_seia.pdf)

Cabe tener presente, que para la construcción de cualquier tipo de herramienta predictiva, se requiere del conocimiento del modelo conceptual del sistema que será sujeto a explotación. La elaboración del modelo conceptual, por lo tanto, es el punto de partida de la construcción de cualquier modelo hidrogeológico y la decisión de cual es la herramienta predictiva a utilizar.

De acuerdo a lo indicado, es importante reconocer que el modelo numérico reposa íntegramente sobre la base teórica determinada en el modelo conceptual, y por lo tanto los esfuerzos para desarrollar una correcta modelación numérica no pueden ser independientes de lo establecido en el modelo conceptual, sino que, por el contrario, sólo cobran sentido una vez que el modelo conceptual ha sido considerado satisfactorio para cumplir con los objetivos previamente definidos. Dicho de otra manera, una modelación numérica sólo será representativa y confiable en la medida en que el modelo conceptual detrás así lo sea.

#### **vi. Calibración y Validación del Modelo**

En caso que corresponda la utilización de un modelo numérico, éste requiere ser calibrado y validado. Por lo que forman parte de esta Fase del PAT la calibración y validación del modelo numérico que se desarrolle.

#### **vii. Simulaciones de escenarios**

Un aspecto relevante en el desarrollo del documento PAT, son los niveles de acción y umbrales, y su determinación pasa por la utilización la herramienta predictiva desarrollada, calibrada y validada en caso que corresponda.

Para la determinación de los umbrales se requiere la definición de escenarios que deben considerar las extracciones vinculadas a la solicitud en trámite, a los usuarios existentes en el sistema, operando o no, para diferentes condiciones hidrológicas.

Adicionalmente, es usual que dentro de los escenarios de modelación se considere la realización de análisis de sensibilidad, el cual consiste en tomar escenarios extremos, en el sentido de incorporar condiciones que signifiquen estrés adicional al sistema, como por ejemplo años extremadamente secos, mayores extracciones, etc. El objetivo de este análisis de sensibilidad es visualizar el rango en el cual se pueden mover la respuesta del sistema.

#### **viii. Identificación de variables de estado**

Se entiende por variables de estado aquellas variables que serán utilizadas para verificar la respuesta del sistema y que se encuentran vinculadas con el objeto razón de ser del PAT, las que pueden ser físicas como biológicas. Sin embargo considerando el ámbito de acción DGA, se ha adoptado que el universo de

variables de estado a utilizar se circunscriben a las competencias de la Dirección General de Aguas, como por ejemplo: niveles de agua, caudales, alturas limnimétricas, calidad de aguas, etc.

Un aspecto que vale la pena indicar es que en ocasiones los objetos de protección pueden ser sistemas vegetacionales, los que pueden depender de los niveles de aguas superficiales o subterráneas, es por esto que en esos casos, la variable nivel de agua, se justifica por la dependencia del sistema vegetacional.

Ahora bien, en la selección de las variables de estado se debe tener en consideración la información disponible, el objeto para el cual el PAT esta siendo diseñado y la relación que exista entre el objeto de protección por parte del PAT y la variable(s) seleccionada(s). Al respecto cabe señalar que sólo algunas de ellas sean las utilizadas para la activación de acciones, sin embargo todas ellas permiten conocer el comportamiento del sistema acuífero sujeto a explotación.

La selección de las variables de estados, vinculadas a condiciones o no, pueden ser objeto de cambios en los procesos de actualización del PAT, por cuanto pueden surgir nuevas más sensibles y representativas del sistema a monitorear. Lo relevante es que las variables de estados sean capaces de entregar alertas preventivas en el tiempo y en el espacio.

#### **ix. Identificación y establecimiento de umbrales y niveles de acción**

Un tema relevante en el documento PAT lo constituye la identificación y establecimiento tanto de los niveles de acción como de los umbrales. Estos quedarán vinculados a las variables de estado que se han seleccionado para estos propósitos.

Los niveles de acción, corresponden a valores intermedios de las variables de estado que activarán o gatillarán medidas o acciones intermedias preventivas. Junto con el establecimiento de los niveles de acción se establezcan las acciones asociadas. De la misma manera, debe quedar establecidos el umbral y la acción asociada. En términos generales, el umbral se entiende como la situación que no debería ser alcanzada.

Cabe señalar que así como se establecen acciones intermedias, también es aconsejable que se establezcan valores de desactivación, en el caso que las medidas hayan sido efectivas y se pueda volver a un estado de explotación.

Asimismo, forma parte de esta actividad el establecimiento y descripción de los mecanismos por los cuales se evaluará el grado de cumplimiento o incumplimiento. Lo anterior, resulta relevante a objeto de evitar futuras interpretaciones en el proceso de seguimiento y fiscalización del PAT.



**x. Entrega de Informe Técnico del titular**

Como ha sido mencionado en la descripción de las actividades realizadas, el trabajo se concibe como colaborativo, razón por la cual se hace necesario que el peticionario del derecho haga entrega de un "Informe Técnico Titular (ITT), el cual contenga los antecedentes de la herramienta predictiva, los escenarios simulados y todo aquello relacionado con el PAT en desarrollo.

**xi. Elaboración de Minuta Técnica DGA**

Considerando que la documentación de sustento para la resolución que aprueba el Plan de Alerta Temprana, es la generada por la Dirección General de Aguas, resulta necesario que sobre la base del trabajo desarrollado y del Informe Técnico entregado por el titular (ITT), la DGA se pronuncie y genere un documento propio.

En este documento, Minuta Técnica (DGA), se deberán plasmar las características del sistema al cual se orienta el PAT, las razones por las cuales se ha considerado que dicho sistema amerita un PAT y los objetos de protección en él. Asimismo, se debe incluir las características principales del modelo conceptual y de la herramienta predictiva desarrollada, junto con los escenarios modelados. También debe incluir los niveles de acción, umbrales y acciones asociadas.

**xii. Elaboración y Visación del Documento PAT**

Con la información desarrollada hasta este punto, la actividad que continua es la de escribir el documento PAT propiamente tal, vale decir, poner por escrito las variables de estado, las condiciones, las acciones y las actualizaciones y todos aquellos puntos que se indiquen en la Guía.

En la guía metodológica se señala en forma expresa las secciones que debe tener el documento PAT.

**xiii. Oficialización del Documento PAT**

Considerando que un Plan de Alerta Temprana debe ser aprobado mediante resolución de la DGA, en este paso se debe generar dicho acto administrativo y ser tramitado completamente al interior de la DGA.

Esta Resolución DGA de aprobación del documento PAT es lo que se entenderá por oficialización del PAT.

#### **xiv. Finalización de la Fase I**

La Fase I finaliza con el traspaso de la herramienta predictiva generada, desde el titular hacia la DGA, quien podrá hacer uso de ella para los fines que estime pertinente.

Un aspecto relevante final de la Fase, es dar difusión al PAT desarrollado. Esta difusión se ha conceptualizado al interior de la DGA, a objeto que las unidades del nivel central estén en conocimiento de los aspectos fundamentales del PAT.

### **8.2 FASE II: SEGUIMIENTO Y FISCALIZACIÓN DEL PAT**

El seguimiento y fiscalización del PAT es una etapa permanente a lo largo del tiempo y a diferencia de la Fase I, no tiene un término, dado que, aunque se esté en el desarrollo de la Fase III, la generación de la información no se detiene.

Cabe señalar que el proceso de seguimiento dice relación con la medición permanente de las variables que han quedado definidas en el documento PAT, incluido su revisión y análisis. El proceso de fiscalización, por su parte, se vincula con verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el documento PAT.

En la Tabla 8.2-1 se presentan las actividades que se han identificado como parte de la fase de Seguimiento y Fiscalización y que son descritas en el presente numeral.

**Tabla 8-2: Actividades de la Fase II**

|      | <b>Actividad</b>                                 |
|------|--|
| i    | Implementación de Programa de Monitoreo          |
| ii   | Recepción de Información generada por el titular |
| iii  | Chequeo de cumplimiento de entrega de informes   |
| iv   | Poblamiento de Bases de Datos                    |
| v    | Revisión y Análisis de datos                     |
| vi   | Elaboración de Minuta Técnica de Cumplimiento    |
| vii  | Oficio con el Titular                            |
| viii | Proceso de Fiscalizar el PAT                     |

#### **i. Implementación de Programa de Monitoreo**

Se entenderá por la actividad de implementación del programa de monitoreo, por un lado a la construcción e instalación de los equipos y obras por parte del Titular, y por otra parte, a la verificación de dichas obras por parte de la DGA.

Como se mencionó anteriormente, también forma parte de esta actividad la verificación en terreno por parte de la DGA de la construcción de las obras y del

desarrollo del Plan de Monitoreo. Esto se puede interpretar como la facultad que tiene la DGA de fiscalizar el cumplimiento de la resolución que aprueba el PAT y no como una obligación. Es decir, la DGA podrá incorporar dentro de sus programas de fiscalización selectiva la verificación del desarrollo del plan de monitoreo incluido en el PAT.

## **ii. Recepción de Información generada por el titular**

Esta actividad dice relación con los informes que quedan establecidos en el documento PAT y con la entrega de ellos a la DGA. Se conceptualiza la entrega de los informes y se busca registrar el cumplimiento de la entrega tanto de ellos como de los datos, sin entrar en analizar su contenido, dado que eso se ve en una etapa posterior.

En relación a esto, los reportes tienen la importancia de integrar la información de las variables de estado, en el tiempo y en el espacio, razón por la cual, la no entrega de ellos, pudiera ser considerado relevante, en el proceso de fiscalización.

## **iii. Chequeo de cumplimiento de entrega de Informe**

Esta actividad tiene por objetivo verificar (todo como proceso de fiscalización) que los informes comprometidos en el documento PAT se entreguen en los plazos y forma estipulada. Por lo anterior, se puede considerar como la segunda parte de la verificación del cumplimiento de los monitoreos comprometidos, siendo la primera la recepción de ellos.

En este punto del análisis, se contempla la verificación de la información contenida en los reportes, junto con los análisis presentados. En caso que la DGA estime pertinente la verificación en terreno de la información proporcionada podrá realizar una visita inspectiva, lo que quedará supeditada a la disponibilidad de recursos humanos, financieros y tiempo para su realización.

En el caso que sea requerido una comunicación con el titular, esto deberá quedar registrado en el Expediente del PAT.

## **iv. Poblamiento de las Bases de Datos**

Una vez revisada la consistencia de los datos numéricos, procede la incorporación de la información en las bases de datos de la DGA.

Cabe mencionar que a raíz de la presente consultoría se ha sistematizado la información histórica que ha sido generada en los PAT vigentes, razón por la cual, el poblamiento de las bases de datos de estos PATs permitirá mantenerlas actualizadas.

**v. Revisión y Análisis de los Datos**

Esta actividad considera que se han validados los datos<sup>7</sup> (en la actividad iii) con el titular y se ha procedido a la incorporación de ellos a la base de datos de la DGA y por lo tanto se está en condiciones de hacer análisis al interior de la DGA. Para ello se utiliza de forma complementaria las funcionalidades que la aplicación contempla.

Así, esta etapa tiene como finalidad verificar el comportamiento de las variables de estado monitoreadas en el marco de lo establecido en el PAT. Este análisis permite verificar o contrastar con los valores establecidos en el PAT como niveles de acción y/o umbrales. En otras palabras es la revisión por parte de la DGA del contenido del reporte comprometido en el PAT.

**vi. Elaboración de Minuta Técnica de Cumplimiento**

Lo que se considera en esta etapa es la generación de una Minuta de Cumplimiento, que da cuenta de la opinión de la DGA respecto de lo incluido en los informes proporcionados por el Titular, así como de los análisis realizados por éste en relación al comportamiento de las variables.

**vii. Oficio al Titular**

Esta actividad tiene por objetivo oficiar al titular las dudas técnicas que puedan existir respecto de los análisis, interpretaciones, datos, etc. que surgen del análisis realizado por la DGA, sobre la base de la información proporcionada en los reportes ingresados. La que tendrá un plazo perentorio.

**viii. Proceso de Fiscalizar el PAT**

Sobre la base de la Minuta de Cumplimiento y las respuestas que el titular haya entregado a la DGA, ésta debe realizar un análisis de tal forma de identificar si existe incumplimiento. Identificados los incumplimientos, de ser pertinente, se debe proceder a categorizarlos de acuerdo a lo que se haya indicado en el documento PAT, es decir como leves o graves.

Esta es una actividad que forma parte de lo que se ha denominado como Fiscalización al PAT, por lo que debe tener en consideración si se han cumplido las acciones comprometidas y el comportamiento del sistema, por lo que se desprende que es la conjunción de los análisis realizados con anterioridad.

---

<sup>7</sup> Esta validación de datos debe ser entendida como la verificación de datos anómalos, y no como el análisis del comportamiento del sistema.

Al respecto, se debe indicar que las acciones que se pueden llevar a cabo por parte de la DGA pueden seguir dos caminos, dependiendo de si hay un incumplimiento por parte del titular y/o de si el sistema no se ha comportado como fue predicho en la etapa de formulación del PAT o de actualización, según sea el caso. Ambos caminos se vinculan con la actualización del PAT, ya sea programada o anticipada, y con los incumplimientos detectados.

Lo relevante de este paso es que se puede adelantar la fase de actualización del PAT y con ello el cambio de las condicionantes incluidas en él.

### 8.3 FASE III: ACTUALIZACIÓN DEL PAT

La actualización del PAT debe quedar establecida en un documento oficial para que se pueda llevar a cabo. Es decir, debe quedar indicado en forma explícita ya sea en el documento PAT y/o en la resolución que lo aprueba, o en la resolución que constituyó el derecho de aprovechamiento.

En términos generales la actualización del PAT queda programada con cierta frecuencia en el documento mismo, por lo que cuando esta actividad se realiza de acuerdo a lo estipulado en él, se hablará de una Actualización Programada (AP). En cambio, cuando del análisis de las variables de estado se desprende que el sistema se comporta en forma distinta a lo predicho y existe por un lado riesgo de afectar el objetivo de cuidado del PAT o por otro lado nueva información que es necesaria incorporar, se realizará una actualización del PAT y por lo tanto se hablará de una Actualización Anticipada (AA).

Cualquiera sea el caso, AP o AA, en la Tabla 8.3-1 se presentan las actividades que se han identificado como parte de esta fase y a continuación de la Tabla se entrega la descripción del alcance de cada una de ellas.

**Tabla 8-3: Actividades de la Fase III**

|      | <b>Actividad</b>  |
|------|---|
| i    | Incorporación de nueva información levantada o generada                     |
| ii   | Recalibración del Modelo predictivo   |
| iii  | Simulaciones numéricas  |
| iv   | Acuerdo de cambios en el PAT (variables, umbrales, condiciones, acciones)   |
| v    | Elaboración de documento Técnico que da sustento a la actualización del PAT |
| vi   | Modificación y establecimiento de nuevos umbrales y/o variables             |
| vii  | Análisis de posibles nuevos compromisos en el PAT                           |
| viii | Elaboración y Visación del documento PAT                                    |
| ix   | Oficialización del documento PAT versión actualizada                        |

### **i. Incorporación de Nueva Información levantada o generada**

Esta es una actividad que debe entenderse como la incorporación de nueva información a la herramienta predictiva, dado que en la Fase II se incorpora la información a la bases de datos, manteniéndolas actualizadas. En este sentido, cabe señalar que es una actividad que depende directamente del nivel de explotación que se haya generado.

En el caso de una Actualización Anticipada, la información recopilada es de utilidad, por cuanto, dejaría en evidencia que las predicciones del modelo no son adecuada y se requeriría una nueva calibración (lo que es detallado más adelante). En este caso la nueva información se debe utilizar en dicho proceso.

### **ii. Recalibración del Modelo Predictivo**

De acuerdo al comportamiento del sistema y su relación con las predicciones realizadas en la Fase I, la recalibración es una actividad que debe o no ser realizada. Es decir, la concreción de esta actividad no es obligatoria per se, sino que depende de la necesidad de la actualización de la herramienta predictiva, lo que se evaluará de acuerdo a la bondad de ajuste con lo observado.

### **iii. Simulaciones numéricas**

En el evento que la herramienta haya sido recalibrada, se requerirán nuevas simulaciones del comportamiento del sistema, en caso que corresponda el uso de modelos numéricos. Estas simulaciones deben considerar escenarios que representan las condiciones con las cuales se evaluó inicialmente el PAT, las actuales<sup>8</sup> y las futuras. Sin perjuicio de lo indicado, los escenarios específicos que será necesario modelar, forma parte de esta actividad y deben ser acordadas entre los actores involucrados en el PAT y el sistema en análisis.

### **iv. Acuerdo de cambios en el PAT (variables, umbrales, condiciones, acciones)**

Sobre la base de los análisis realizados en la Fase II, vinculados al comportamiento del sistema y el grado de representatividad que se logra con las predicciones, y de los resultados de los nuevos escenarios, se debe analizar los posibles cambios que se introducirán en el documento PAT.

---

<sup>8</sup> Actuales, se refiere al momento en el cual se esta realizando la actualización de la herramienta predictiva y que contiene toda la información disponible.

Esta es una actividad de análisis técnico-legal, que debe abarcar los beneficios, costos<sup>9</sup>, eficacia de posibles cambios en el PAT. Cabe señalar que a priori no es posible indicar que estos cambios serán a cada uno de los aspectos relevantes del PAT, como lo son las variables, umbrales y acciones. Será un análisis caso a caso, que deberá ser sustentado en antecedentes técnicos.

**v. Elaboración de documento Técnico que da sustento a la actualización del PAT.**

Considerando que los cambios en un PAT deben contar con el sustento técnico-legal, resulta indispensable que se genera un documento Técnico que dé cuenta del comportamiento del sistema que amerita los cambios en el PAT. Asimismo, en este documento se deben incorporar todos los análisis que se hayan realizado, tendientes a determinar los cambios necesarios en el PAT.

**vi. Modificación y establecimiento de nuevos umbrales y/o variables**

Sobre la base de la información recopilada y los análisis realizados, se deben definir las modificaciones en términos de las variables de estado, niveles de acción y umbrales.

En relación a las variables de estado, toma relevancia que con la información recopilada sea posible evaluar si la selección inicial de éstas fue la adecuada, en términos que permitan tener la relación causa-efecto. De considerar que no ha sido así, resulta adecuado, más que cambiarlas, complementarlas. Sin embargo la elección de la variable de estado que gatilla acciones debe ser evaluada.

En cuanto a los niveles intermedios, es en esta actividad donde se deben proponer nuevos valores y por cierto, nuevas acciones. Lo anterior, debe tener especial consideración si se trata de una Actualización Anticipada, dado que si se trata de una Actualización Programada puede que no sea necesario de cambiar.

De la misma manera que para los niveles intermedios, el caso de los umbrales y acciones vinculadas a su superación, pueden y deben ser analizadas en la Fase de Actualización del PAT. En este análisis, en la medida que se entiende con mayor claridad el funcionamiento del sistema, las medidas podrían evolucionar hacia umbrales más realista.

---

<sup>9</sup> Costos, desde la perspectiva de lo que significa para la Dirección General de Aguas y no desde la perspectiva financiera.

**vii. Análisis de posibles nuevos compromisos**

En el caso de la AA las acciones que se deben incluir en el PAT deben tener en consideración las originalmente incorporadas y, en caso que haya sido necesario ejecutarlas, su grado de efectividad. Es por esta razón que se debe incorporar un análisis de las acciones tomadas.

En el caso de una AP, también se deben analizar las acciones tomadas y su efectividad, de tal forma de evaluar la real necesidad de cambiarlas.

**viii. Elaboración y Visación del documento PAT**

Esta actividad considera la generación del documento PAT-actualizado, el que debe contener las diversas secciones que se señalan en el Guía. De la misma manera que en el documento original, se debe incorporar los aspectos básicos que sustentan este documento, todo lo cual debe ser parte del Expediente del PAT.

**ix. Oficialización del documento PAT versión Actualizada**

En este paso lo que se considera, es la confección de la resolución que contiene y aprueba el PAT – actualizado y deja sin efecto la resolución de la versión anterior del PAT, con lo cual se oficializa dicho documento.



## 9. FACULTADES, FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DE LAS UNIDADES DE LA DGA

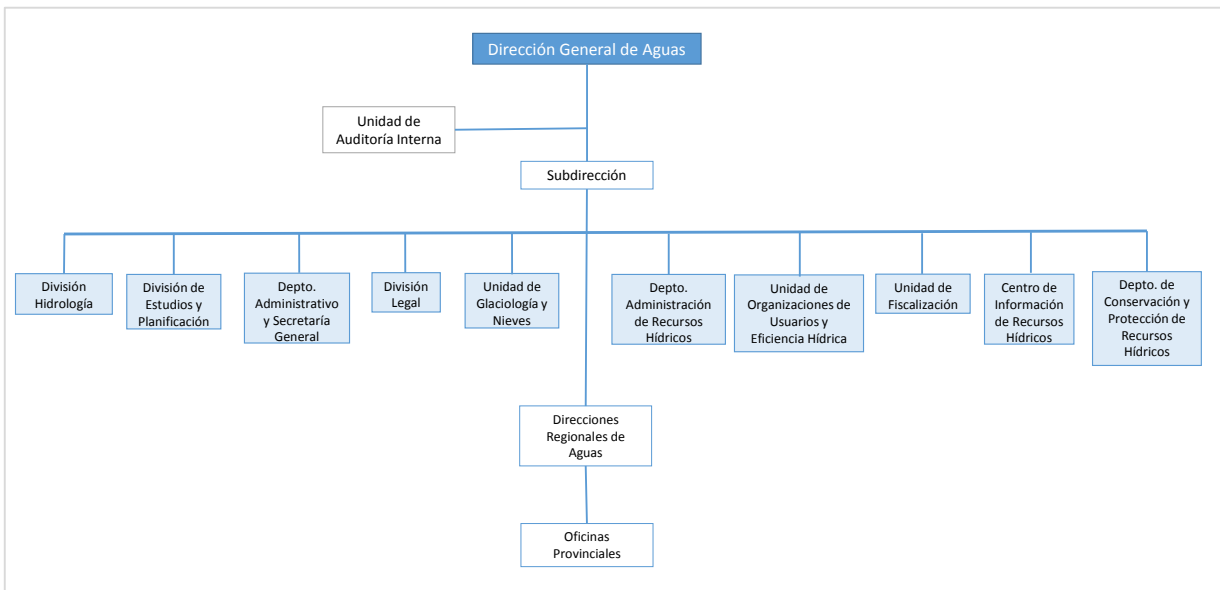
Dentro de los objetivos de este proyecto está el diseño de un procedimiento interno PAT – DGA, a nivel de propuesta, con el propósito de, por un lado de optimizar los recursos profesionales al interior de la DGA, facilitando el cumplimiento del rol de fiscalización de las Unidades y Direcciones Regionales que la componen; y por otro lado de velar porque los objetivos planteados para los PAT sean alcanzados.

Para poder establecer dicho procedimiento interno, se identifican por un lado, cada una de las actividades que requiere un PAT, en sus fases; y por otro lado, se identifican y definen cuales son los roles y/o atribuciones que tiene cada Unidad o Depto. dentro de la DGA. Esto último con el fin de atribuir o asignar las tareas que le competen a cada uno en relación con las actividades y fases de un PAT.

### 9.1 ORGANIGRAMA DE LA DGA

La Dirección General de Aguas tiene una serie de funciones y atribuciones que le son conferidas por el Código de Aguas, las cuales lleva a cabo mediante sus Divisiones, Departamentos, Unidades y Direcciones Regionales. La estructura orgánica de la DGA, se presenta en la Figura 9-1 siguiente.

**Figura 9-1: Organigrama DGA**



Fuente: elaboración propia a partir de Web DGA <http://transparencia.dga.cl/estructura/facultades.html>

## 9.2 MARCO LEGAL DE LA DGA

El quehacer de la Dirección General de Aguas<sup>10</sup> se enmarca en el Decreto con Fuerza de Ley DFL N° 1122 de 1881, en adelante CDA. Este cuerpo legal le entrega atribuciones a la DGA en diversos artículos, sin embargo en forma expresa lo hace en el Artículo N° 299 del CDA<sup>11</sup>, el que señala lo siguiente:

- a) Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento;*
- b) Investigar y medir el recurso.*
- c) Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización previa del servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición o modificación.*
- d) En el caso de que no existan Juntas de Vigilancia legalmente constituidas, impedir que se extraigan aguas de los mismos cauces sin título o en mayor cantidad de lo que corresponda. Para estos efectos, podrá requerir el auxilio de la fuerza pública en los términos establecidos en el artículo 138 de este Código, y*
- e) Supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios, de acuerdo con lo dispuesto en este Código.”*

De las funciones indicadas se considera que las letras a) y b) tienen relación con los objetivos de un PAT. Del análisis de los PAT vigentes asociados a la presente consultoría, se desprende de los objetivos de los documentos PAT<sup>12</sup> revisados, que los Planes de Alerta Temprana pueden ser considerados como una herramienta de gestión, para velar por la protección del recurso hídrico y medio ambiente asociado, incluyendo aspectos de cantidad y calidad del agua. Esto último, el velar por la protección del recurso, es considerado en la actualidad una de las siete áreas o sectores que debe tener la gestión del agua, según el documento reciente publicado: “Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua” Banco Mundial – DGA - Junio 2013.” LAC – Gobierno de Chile (párrafo 47, pág. 20).

El CDA también señala, en forma expresa, deberes y atribuciones del Director General de Aguas. Es así como en el Artículo N° 300, haciendo la vinculación con los Planes de Alerta Temprana, indica por ejemplo: La dictación de normas e instrucciones para la correcta aplicación de leyes y reglamentos que sean de competencia de la DGA; Dirigir, coordinar, fiscalizar la labor de la DGA; Dictar resoluciones, entre las más relevantes.

---

<sup>10</sup> La DGA fue creada en forma previa al año 1952 (Ley N°9.909).

<sup>11</sup> LEY 20017 Art. 1o No37 D.O. 16.06.2005; Código de Aguas, última modificación 26-Enero-2010 Ley 20417.

<sup>12</sup> Ejemplo: numeral 1 del documento PAT-Ollagüe

### 9.3 EN RELACION A UNIDADES SIN VINCULACION A LOS PAT

Considerando el organigrama antes entregado, se tiene que de los análisis de los antecedentes recopilados, las Divisiones, Departamentos y/o Unidades de la DGA que no tienen vinculación o que no se encuentran relacionadas con las Fases de un PAT son:

- Unidad de Auditoría Interna, por las funciones entregadas en Resolución DGA Exenta N°3.512 del año 2008 (Anexo 9-2 del Informe Final)
- División de Hidrología, cuyas funciones quedan establecidas a través del Decreto MOP N°12 de 1992, art 2) (Anexo 9-1 del Informe Final)
- Depto. de Administración y Secretaría General, cuyas funciones quedan establecidas a través del Decreto MOP señalado anteriormente.
- Unidad de Glaciología y Nieves, creada a través de Resolución DGA N°1.043 el 30 abril del 2008 (Anexo 9-3 del Informe Final)
- Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica, que es una unidad relativamente nueva en la DGA, creada en el año 2011 a través de Resolución DGA N° 1189/11 (Anexo 9-4 del Informe Final)
- Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH), con objetivos en la línea de la documentación e información técnico-legal generada en la DGA, se crea en 1995, a través de la Resolución DGA N°980 de fecha 12 de mayo 1995 (Anexo 9-5 del Informe Final).

En el capítulo 9.3 del Informe Final, se pueden encontrar mayores detalles de los fundamentos que llevan a estas conclusiones.

### 9.4 EN RELACIÓN A UNIDADES CON VINCULACIÓN A LOS PAT

Por otro lado, las Divisiones, Departamentos y/o Unidades de la DGA que si tienen vinculación o que si se encuentran relacionadas directamente con las Fases de un PAT son:

- **La Subdirección.** Tiene fundamentada su función a través del Decreto MOP N°12 de 1992 (Anexo 9-1 Informe Final), específicamente en el artículo N° 1. En el marco del desarrollo de los PATs, el Subdirector tiene el rol de entregar los lineamientos DGA en materias vinculadas a los pronunciamientos de dichos Deptos. Es decir, para efectos de un PAT, le corresponde velar por la coherencia de los planteamientos DGA.
- **División Legal.** Las facultades, funciones y atribuciones de la División Legal, tiene su fuente legal en el Artículo N° 1, nro. 7) del Decreto Supremo MOP N°12, de fecha 15 de enero de 1992, siendo el mismo decreto que entrega las funciones a los diferentes departamentos de la DGA.

- **Departamento de Administración de Recursos Hídricos-DARH.** Sus facultades, funciones y atribuciones que se indican para el DARH, se encuentran en el Decreto Supremo MOP N°12, de fecha 15 de enero de 1992, específicamente en el Artículo N° 1, nro. 6). En general, se puede indicar que corresponde a la unidad que se relaciona directamente con el otorgamiento de derechos de aprovechamiento y por lo tanto con las modalidades del ejercicio que pueden quedar estipuladas en las resoluciones que constituyen los derechos.
- **División de Estudios y Planificación – DEP.** Las facultades, funciones y atribuciones que se indican para la División de Estudios y Planificación, tienen su fuente legal Decreto Supremo MOP N°12, de fecha 15 de enero de 1992, (Anexo 9-1 del Informe Final). Considerando la función de “investigar” los recursos hídricos, es que se propone que el DEP apoye en temas técnicos más que administrativos-legales, en un rol de secretaría técnica. Así, tendrá directa relación con la Dirección Regional en términos de trabajo técnico, y deberá entregar los insumos para se puedan elaborar las Minutas técnicas que correspondan, en particular en materias de modelación, tanto en su desarrollo, implementación, utilización, etc.
- **Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos - DCPRH.** Las facultades, funciones y atribuciones que se indican para el Departamento de Conservación, tienen su fuente legal, de la misma manera que otros departamentos y divisiones también en el Decreto Supremo MOP N°12, artículo N° 1, número 4), de fecha 15 de enero de 1992 (Anexo 9-1 del Informe Final). Junto con ello, también se recoge del Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de los Recursos Hídricos, S.I.T N°132, DGA de junio 2007.

Analizando las funciones mencionadas en el punto anterior y considerando que el DCPRH participa en forma activa en el SEIA, el rol fundamental de este Depto. en el marco de los PAT, puede ser definido como de coordinación entre los temas ambientales que surjan en los PAT (ej. Definición de objetos de Protección) y los que se analizan en el ámbito del SEIA. Por lo anterior el rol es velar por la concordancia entre los temas sectoriales y ambientales, en el desarrollo de los Planes de Alerta Temprana.

De este modo, el DCPRH, genera el vínculo con el SEIA, cuando existe una evaluación de proyectos vinculada con derechos de aguas. Sin embargo, también tiene un papel relevante cuando no existe proyecto con evaluación ambiental, es decir, cuando se trata de solicitudes de derechos de agua y se debe apoyar en las actividades de todas las fases que involucra un PAT.

- **Unidad de Fiscalización.** Las facultades, funciones y atribuciones que se indican para la Unidad de Fiscalización, tiene su fuente legal en la Resolución DGA Exenta N°185, de fecha 27 de febrero de 2004 (Anexo 9-6 de Informe Final).

Se considera que el Rol de la Unidad de Fiscalización es el de apoyar y coordinar las funciones de la Dirección Regional, en las materias de fiscalización y cumplimiento de las Resoluciones dictadas por la DGA.

- **Direcciones Regionales.** En la actualidad la Resolución DGA vigente y que reemplaza a la Resolución N°336/2008, y que contiene todas las atribuciones delegadas en las direcciones regionales es la **Resolución DGA N°56 del 2013** con Toma de Razón de la Contraloría General de la República tramitada el 04 de diciembre del 2013. Las facultades de esta Resolución dicen relación con la Gestión descentralizada de las funciones de la DGA en la región mediante delegación.

El Rol de la Dirección Regional, se podría definir como la columna vertebral que mantiene una correcta gestión de un PAT. Tomando en cuenta las actividades descritas en el Capítulo 8 se considera que el Rol de la Dirección Regional en la gestión, desarrollo, seguimiento y actualización de un PAT es fundamental. La Dirección Regional es y debe ser el principal precursor de esta herramienta de gestión.

El apoyo de las unidades de la DGA Nivel Central: Div. Legal, DARH, DEP, DCPRH y el Subdirector debe ser un compromiso DGA, de coordinar, apoyar y asistir a cada una de las regiones cuando corresponda, es decir, cuando tenga PAT vigentes o cuando se presente la pertinencia de un PAT. Este compromiso se manifiesta a través del Comité PAT.

En el capítulo 10 del Informe Final, se presenta en detalle el procedimiento propuesto que debería implementar la DGA, para llevar a cabo el desarrollo y aplicación de un PAT. Dicho procedimiento incorpora todas las actividades y Fases que debiera tener un PAT, considerando a su vez cada una de las facultades y atribuciones que la ley le indica a la DGA y a cada uno de sus Unidades que se relacionan de alguna manera con los PAT.

## 10. PROCEDIMIENTO INTERNO DGA

En este capítulo se presenta la secuencia lógica de las actividades identificadas en el Capítulo 8, para cada una de las Fases del PAT, conformando así la **propuesta de procedimiento interno de la DGA**. Para su definición se han tomado en cuenta los roles de cada unidad, descritos en el capítulo 9 así como las funciones entregadas por los actos administrativos y las reuniones y talleres sostenidos con los profesionales de la DGA.

La presentación del procedimiento se realiza a través de Mapas de Proceso, entregando la descripción de dicha secuencia e identificando a los gestores respectivos. Es importante tener en cuenta que los Mapas de Procesos se enfocan a indicar quien hace la actividad (Gestor) y cuales son las unidades de apoyo (Comité PAT). Estos Mapas se encuentran en los Anexos del Informe Final.

Para un entendimiento de los Mapas de Proceso, se presentan, en este capítulo, las hipótesis consideradas en la generación de ellos.

### 10.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Para el desarrollo del procedimiento interno, se han considerado una serie de hipótesis de trabajo que enmarcan la propuesta y que hacen que ésta tenga sentido. Estas hipótesis se presentan a continuación:

- Las actividades involucradas en las fases del PAT, se conciben como un trabajo permanentemente cooperativo, tanto entre los departamentos de la DGA, como entre la DGA y los titulares.
- Considerando que las Fases de un PAT requieren en forma continua del apoyo de las diversas unidades de la DGA y de los lineamientos de la Dirección, se propone la conformación de un Comité PAT, integrado por las jefaturas de las Divisiones y Departamentos de la DGA, las Direcciones Regionales y el Subdirector. El Comité tendrá características de consultivo.
- La Fase I correspondiente al procedimiento vinculado a la elaboración del PAT, es sólo aplicable para los nuevos PATs.
- La Fase II: Seguimiento y Fiscalización y la Fase III: Actualización, son aplicables para los PAT vigentes.
- La Guía que se desarrolla como Apéndice del Informe Final debe ser parte integrante del Manual del DARH y debiera considerarse como instrumento de apoyo para el procedimiento interno.

- Se considera que el monitoreo de las variables de estado debiera comenzar en una etapa temprana con el objetivo de generar la mayor cantidad de información posible, entregando un plazo prudente para comenzar a monitorear, desde que se constituye el derecho.
- El PAT se aplicará al ejercicio y no al derecho. Esto quiere decir que las actividades de un PAT (verificación de los niveles de acción y umbrales; análisis del comportamiento del sistema y las acciones comprometidas, por mencionar las más relevantes), con excepción del monitoreo, pueden ser exigidas sólo en el caso que se estén ejerciendo los derechos de aprovechamiento. En cambio la actividad de implementación del monitoreo, podrá comenzar desde que se constituye el derecho.
- Se deja abierta la posibilidad de que la elaboración del PAT (Fase I), se realice durante la tramitación de la solicitud del derecho de aprovechamiento o posterior a la constitución de éste.
- **Tomando en cuenta la cantidad de actividades vinculada a las Direcciones Regionales en relación a la gestión de los PAT, en sus diversas Fases, se ha considerado y consensuado por los presentes a los Talleres (1 y 2) que la Dirección Regional que tenga PAT vigente o en desarrollo cuente con profesional(es) que sean los encargados de los PAT en la región.**

## **10.2 MAPA DE PROCESOS, SECUENCIA LÓGICA DE LOS PROCESOS**

El procedimiento interno propuesto ha sido plasmado en diagramas de flujo, llamados Mapas de Proceso, que como fue señalado se incorporan como apéndice en el Informe Final.

Los Mapas de Proceso muestran las actividades macro, como secuencia lógica, que deben desarrollarse en cada una de las fases que han sido indicadas previamente en este Informe y han sido confeccionados tendiendo en consideración: (a) el análisis de la situación de los PATs vigentes; (b) los talleres realizados a lo largo de esta consultoría.

## **10.3 EXPLICACIÓN DE MAPAS DE PROCESOS**

El detalle de lo considerado en cada una de las actividades de las Fases de un PAT, se presenta en el Volumen I del Informe Final, sin perjuicio que se haya indicado en forma general en el acápite 8 de este informe.

### **Fase I: Identificación y Elaboración de PAT**

En relación al Expediente PAT, cabe señalar que el inicio del Expediente PAT se vincula con el desarrollo del PAT propiamente tal. Como ha sido mencionado en este documento, el PAT puede elaborarse junto con la tramitación de la solicitud del derecho, con lo cual

las resoluciones de constitución y de aprobación del PAT, tendrán sino la misma fecha una muy cercana. La otra opción es que el PAT se desarrolle una vez constituido el derecho, lo que conlleva un trabajo posterior para su elaboración.

En el último caso (cuando el PAT se desarrolla en forma posterior a la constitución de derecho), el derecho no podría ser ejercido hasta contar con la Resolución que apruebe el PAT, y por ende hasta que el PAT este totalmente tramitado.

Si bien las implicancias que tiene uno u otro escenario se relacionan con el tiempo tanto de la tramitación del derecho y/o el plazo en el cual el titular podrá ejercer el derecho, la decisión de cuando se desarrolla el PAT y por ende se inicia el expediente PAT, es de potestad de la DGA, y de acuerdo a lo indicado como lineamiento DGA, será analizado caso a caso.

Las actividades de la Fase I en general son gestionadas por la Dirección regional de Aguas, sin perjuicio que la decisión de la utilización de este instrumento de gestión sea el resultado de un análisis caso a caso que realizará el Depto de Administración de Recursos Hídricos.

En aquellas actividades que conllevan la generación de información, en especial aquellas vinculadas a labores de terreno, el titular toma un rol relevante y se les asigna la función de gestor. Lo mismo sucede cuando se debe desarrollar una herramienta predictiva. Sin embargo es un trabajo conjunto la definición de los escenarios que modelen, así como la obtención y análisis de los resultados de estas simulaciones.

Cabe señalar que en el proceso de elaboración del documento PAT es el momento en el cual se definen y establecen el programa de monitoreo que será la base para la verificación posterior del comportamiento del sistema. En este punto resulta relevante que las secciones de documento PAT están acorde con lo señalado en la Guía y cuenta con la visación de la División Legal, de tal manera que los actos que la Dirección celebre se encuentren dentro del marco legal del quehacer del Servicio.

Respecto de la escritura del documento, el gestor del proceso es la Dirección Regional (DARH-DR), lo que incluye la resolución que sanciona el PAT.

## **Fase II: Seguimiento y Fiscalización de PAT**

El seguimiento del PAT comienza con la implementación del programa de monitoreo, cuya instrumentalización es de responsabilidad del TITULAR (gestor). El Titular por un lado debe construir e instalar los equipos y todo lo comprometido a monitorear en el PAT y la DGA Regional por otro es la responsable (Gestora) de verificar que dicha implementación y obras comprometidas se concreten.

En términos generales, en esta Fase, casi la totalidad de las actividades recaen en la Dirección Regional, excepto por la generación de los informes comprometidos.



En esta Fase, toma relevancia que las bases de datos se mantengan actualizadas, de tal forma de poder contar con información veráz en la oportunidad que se requiera.

El proceso de revisión de los informes y datos entregados por el titular, pueden en algunas ocasiones requerir de la interrelación entre los profesionales de distintas unidades de la DGA, por cuanto se pueden requerir distintas expertises. Antes esta situación, el trabajo conjunto resulta beneficioso para el proceso del PAT y en definitiva para el objeto de protección.

A objeto de generar un informe de cumplimiento lo más riguroso posibles, puede ser necesario que se consulte al titular aquellos aspectos de carácter técnicos, que no han sido claro del informe. Lo relevante en este punto es que los juicios que se puedan realizar no sean objeto de desestimiento por temas de forma.

### **Fase III: Actualización del PAT**

La actualización del PAT puede ser Programada o Anticipada, cualquiera sea el caso, la DGA debe analizar el comportamiento del sistema, el grado de bondad de ajuste de la herramienta predictiva utilizada, los criterios considerados al momento de la toma de decisiones, las variables de toma de decisiones considerados, por nombrar algunos.

De la misma manera que en la Fase I, el gestor de la mayoría de las actividades es la DGA Regional, sin perjuicio que en el proceso de actualizar el modelo numérico, sea el titular quién sea el actor protagónico.

Sobre la base de los resultados (observados y simulados) la actualización conlleva la toma de decisiones, respecto de valores intermedios, umbrales, acciones, variables, etc.

Resulta relevante que la actualización debe estar acompañada del la Minuta confeccionada por la DGA, la que debe contienen las hipoteisis, información, etc, utilizada en la actualización, de tal forma de contar con antecedentes para futuras actualizaciones.

Es importante indicar que los cambios que puedan generarse en el documento PAT, por simple que sea, debe contar con una nueva resolución que lo sanciona.

## **11. DISEÑO GUÍA METODOLÓGICA DE "ELABORACIÓN Y GESTIÓN DE PAT"**

La Guía Metodológica desarrollada, se ha denominado "**Guía de Elaboración y Gestión de PAT**", en adelante "Guía". Esta Guía ha sido abordada considerando los planteamientos realizados en los capítulos anteriores y tratando de seguir una misma línea explicativa de manera de lograr una mayor comprensión de cada una de las etapas o actividades que ésta comprende.

Este capítulo, en términos generales, describe la estructura de la Guía y la metodología adoptada para su desarrollo. La Guía propiamente tal, se presenta como un documento independiente, correspondiente al **Apéndice A de este Informe Final (Volumen II)**.

### **11.1 ESTRUCTURA DE LA GUÍA**

La Guía, se compone de tres capítulos. Un Capítulo 1 de Introducción, en donde se presentan los objetivos de la Guía, los alcances, una explicación de la estructura adoptada como Guía y un Glosario, de manera de explicar de antemano los términos utilizados.

El Capítulo 2, presenta el desarrollo de la Guía para cada una de las actividades que componen las Fases propuestas, Fase I: identificación y elaboración de un PAT; Fase II: Seguimiento y Fiscalización de un PAT; Fase III: Actualización de un PAT. Las actividades que se tratan en la Guía y para las cuales se recomiendan los contenidos mínimos, criterios y metodologías para los cálculos y análisis respectivos, corresponden a las indicadas en números romanos de los Mapas de Procesos respectivos.

Finalmente, el Capítulo 3, de Referencias utilizadas, los cuales corresponden a los documentos más relevantes que se debieran tener en consideración para lograr una adecuada aplicación de la Guía propuesta.

### **11.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA GUÍA**

La guía se plantea como la secuencia de las actividades mínimas que debiera abordar tanto la elaboración de un PAT, como su seguimiento y desarrollo propiamente tal, incluyendo sus actualizaciones. Estas actividades, son tareas en donde tanto el Titular como la propia DGA tienen un rol fundamental, es decir un trabajo colaborativo lo cual se plantea como una hipótesis fundamental de los PATs, a lo largo de todo el documento.

La metodología de la Guía que se propone, tiene como base el procedimiento interno propuesto (Capítulo 10), y junto con ello los Mapas de Procesos que fueron presentados para cada una de las Fases propuestas.

Para algunas de las actividades en el desarrollo de la guía se utiliza como referencia la "Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA"<sup>13</sup>, en adelante "Guía Modelación SEIA", publicado en el año 2012, la cual se realizó con la colaboración del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y la Dirección General de Aguas (DGA). Dicho documento transparenta y explica en detalle, cada uno de los requerimientos, procesos e información necesaria para llevar a cabo estudios que sustenten modelaciones para aguas subterráneas.

Se adoptó como metodología de las actividades relacionadas con modelación, la información que aporta esta Guía Modelación SEIA, indicada como REF 1 de la Guía de Elaboración y Gestión de PAT, ya que se incorporan los lineamientos de la propia DGA en términos de recopilación de información, análisis, resultados, modelo conceptual, modelación de aguas subterráneas, y recomendaciones en la ubicación de pozos para un plan de seguimiento ambiental, entre los mas relevantes.

**A continuación, en el marco de un Resumen Ejecutivo, se entregan sólo los principales temas considerados y estructurados en la Guía. En algunos casos, por ser de relevancia, se han copiado textos y se han listado los contenidos mínimos que se proponen en la Guía, pero sólo de manera informativa y sin desarrollar la idea. Lo anterior, dado que todo el detalle explicativo de cada uno de las actividades que implica la Guía Metodológica, se encuentra presentada en el Apéndice A del Volumen II de este Estudio.**

### **11.3 FASE I**

#### **En relación con la Pertinencia de hacer un PAT**

El tema de decidir la pertinencia o no de un PAT, se aborda en la Fase I de la Guía, donde se desarrolla el cómo abordarlo y se entregan los criterios para la toma de decisiones para realizar un PAT, sin perjuicio de lo cual se debe tener presente que es el Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH-NC) de la DGA quien analiza y determina caso a caso si se desarrolla un PAT o no. Los criterios indicados son:

- i.1 Si la solicitud de los derechos recae en acuíferos que alimentan áreas de vegas<sup>14</sup> y bofedales declaradas como protegidas mediante Resolución de la DGA<sup>15</sup>, o cercanos a ellas.
- i.2 Si la solicitud de los derechos recae en acuíferos que alimentan cuerpos de aguas sensibles (humedales, lagunas, ojos de agua) o cercanos a ellos.

---

<sup>13</sup> [http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guias/Guia\\_uso\\_modelo\\_aguas\\_subterranas\\_seia.pdf](http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/guias/Guia_uso_modelo_aguas_subterranas_seia.pdf)

<sup>14</sup> Se incluyen también las no protegidas en todo Chile

<sup>15</sup> A la fecha del presente documento las Resoluciones DGA que han delimitados los acuíferos que alimentan las vegas y bofedales considerados como protegidos corresponden a: Res DGA N° 87 de 2006; Res DGA N° 464 de 2004; Res DGA N° 529 de 2003; Res DGA N° 91 de 1997; y Res DGA N° 909 de 1996.

- i.3 Si la solicitud de los derechos de aprovechamiento recaen en acuíferos en los cuales existen usos ancestrales que pudieran verse afectados por la extracción.
- i.4 Si la solicitud de los derechos de aprovechamiento recaen(n) cercano(s) a acuíferos (o sectores acuíferos) declarados como área de restricción.
- i.5 Si la solicitud de derechos de aprovechamiento recae en o cercano a un acuífero altamente explotado<sup>16</sup>, donde existe incerteza del funcionamiento del mismo y se busca prevenir un impacto<sup>17</sup>.

La Dirección Regional de Aguas vinculada al PAT, deberá requerir opinión al Departamento de Administración de Recursos Hídricos DARH (NC) de la DGA, y será éste quien analice y determine caso a caso si se desarrolla el PAT o no. Para esto el DARH-NC deberá pronunciarse dentro de un plazo prudente, considerándose adecuado un plazo de dos semanas desde que la región respectiva realiza la consulta.

### **En relación con la Definición de los Objetos de Protección**

Considerando que los criterios para la pertinencia de realizar un PAT son diversos, desde derechos de terceros hasta sistemas vegetaciones, y que éstos se vinculan con sistemas que deben ser protegidos, respecto a este tema en la Guía (numeral iii de la Fase I) se entregan los aspectos a ser abordados en la caracterización de dichos sistemas.

El objetivo de esta caracterización es identificar la dependencia del objeto de protección con los recursos hídricos, mediante el entendimiento del sistema. Con esta caracterización se busca que la selección de las variables de estado a utilizar en el PAT sea lo más clara posible.

### **En relación con la Identificación de las Variables de Estado**

Considerando que el ámbito de acción de los Planes de Alerta Temprana se vinculan con las competencias de la Dirección General de Aguas, en la Guía se identifican aquellas variables que pueden ser utilizadas en la definición de un PAT. La propuesta de variables que se realiza hace la distinción entre aguas superficiales y aguas subterráneas, siendo las variables las mismas deducidas de la sistematización: caudales, niveles, alturas limnimétricas, etc. por nombrar algunos.

A objeto de tener un entendimiento común orientado a los otros aspectos relacionados con el PAT, como lo son los datos que deben ser proporcionados por los titulares de derechos de agua, se entregan también la definición de las variables.

---

<sup>16</sup> En acuíferos altamente explotados, también se incluyen: (1) acuíferos que hayan sido declarados como área de prohibición (art. 63 y 64 del CDA) y que posteriormente la DGA haya levantado la prohibición de explotar y; (2) en el caso que se quiera verificar que extracciones de aguas subterráneas no generen interferencia río-acuífero.

<sup>17</sup> El impacto podrá referirse a derechos de terceros como al acuífero en sí.

Respecto de la selección de las variables de estado que debieran ser utilizadas en el desarrollo de un PAT en particular, en la Guía se indican los criterios a considerar en la selección de ellas, así como también una orientación dependiendo del objetivo de protección del PAT. Ver Figura 2-4 de la Guía – Apéndice A – Volumen II.

### **En relación con la Identificación y Establecimiento de Umbrales**

En este punto se entregan las definiciones de lo que se entenderá por niveles de acción y umbrales, en el desarrollo de un PAT, los cuales se presentan a través de un esquema para facilitar la comprensión. Ver Figura 2-5 Esquema Conceptual de niveles de acción y umbrales de la Guía – Apéndice A.

Los niveles de acción corresponden a valores intermedios de las variables de estado que activarán acciones intermedias, tendientes a revertir un cierto comportamiento del sistema. Estas medidas si no se realizan puede significar que se llegue a afectar el objeto que ha sido definido como de protección. Esto debe ser entendido como el Sistema de Alerta Temprana, por cuanto entrega, a través de estas acciones intermedias, avisos para realizar acciones preventivas.

Por otro lado el umbral corresponde al valor de la variable de estado que no debe ser alcanzado, por cuanto si lo es, significa que las acciones intermedias no fueron efectivas. La superación de éste lleva aparejado la activación e implementación de las acciones finales, la que puede ser incluso la suspensión (total) de la explotación de los derechos de aprovechamiento.

Producto del análisis del diagnóstico de los PATs, se listan las variables de estado que se proponen y consideran son las más adecuadas a ser utilizadas en un PAT para el establecimiento de umbrales, en el ámbito de acción de la DGA. Siendo éstas:

- Niveles de aguas subterráneas
- Profundidad del nivel freático
- Calidad de aguas
- Cuña salina
- Caudales
- Altura limnimétricas

Estas variables, obedecen por un lado a las competencias de la DGA, pero están principalmente relacionadas con el seguimiento y fiscalización futura por parte de la DGA, de tal manera que sean variables “medibles” y cuyos valores puedan ser corroborados por mediciones propias de la DGA.

Se entregan los pasos a seguir para una adecuada y consistente definición del umbral, la que abarca desde definir cual es el objeto de protección, hasta indicar cual es la mejor manera de detectar cuál debe ser la herramienta mas apropiada a utilizar.

## **En relación con la adecuada interpretación de un PAT**

Durante el desarrollo de un PAT, se recomienda el poder elaborar un tipo "Diagrama de Flujo", que ejemplifique todas las decisiones que se deban preguntar y adoptar en el transcurso de un PAT y la relación con los niveles intermedios y/o umbrales y las acciones que se deban realizar según sus activaciones y/o desactivaciones.

El objetivo, que a posterior sea utilizado en el Documento PAT. A este Diagrama se le denomina "Flujograma de Decisiones". Este Flujograma permite ayudar en la corroboración de las decisiones que se adopten e ir verificando cada una de las condiciones que se instauran para el PAT y analizar su real aplicabilidad.

## **En relación con la Elaboración y Visación del documento PAT**

Posterior a la Minuta Técnica DGA, que es el sustento para el Documento PAT Final que se desarrolle, en la Guía se listan los aspectos que debería contener el documento PAT. En ellos, se pone especial énfasis en indicar lo que tiene que llevar el documento como requerimiento mínimo, de tal modo que al momento de realizar el seguimiento o la actualización no existan interpretaciones erróneas. En este sentido, se recomienda que el documento PAT sea claro y preciso, y que no se indiquen condiciones o umbrales que posteriormente no se puedan fiscalizar.

A continuación, se lista a modo de resumen, el mapa de temas propuestos que debería cubrir un Documento PAT. Cada uno de estos numerales son tratados al detalle en la Guía del Apéndice A de este Estudio.

- **Sección 1: Antecedentes Generales**
  - Data: Fecha del PAT (mm/aaaa), número de expediente PAT y versión del PAT.
  - Antecedentes Administrativo-legal: pozos, caudal de bombeo, RES DGA que los constituye; y Nombre del Proyecto (de ser pertinente).
  - Descripción del sistema acuífero: breve descripción de la ubicación de pozos, sector acuífero DARH, láminas con identificación de puntos de bombeo y objeto de protección.
  - Antecedentes Ambientales (SEIA), Nombre proyecto, impactos reconocidos, medidas y restricciones establecidas, monitoreo comprometido.
  - Antecedentes de Respaldo: identificación de referencias técnicas utilizadas para la elaboración del PAT y de minutas técnicas e Informes Técnicos.
- **Sección 2: Pertinencia del PAT**
  - Objetivos del PAT
  - Definición del objeto de protección: característica que requiere ser protegida, Dependencia del objeto de protección con variables de estado.

- Variables de Estado: variables que permiten caracterizar el objeto de protección y el sistema acuífero. Relación entre Objeto de Protección y Variable de Estado.
- Aplicabilidad: señalar que las acciones se gatillan en la medida que se cumplan las condiciones para ello y que se encuentre en ejercicio el derecho, sin embargo el programa de monitoreo se activa desde el momento en el cual se aprueba la Resolución PAT (mas un tiempo prudente a definir por la DGA regional)
- **Sección 3: Antecedentes técnicos**
  - Descripción del sistema acuífero: breve descripción del sistema.
  - Descripción de la herramienta predictiva desarrollada y/o utilizada
  - Herramienta predictiva: Justificación de la herramienta utilizada y breve descripción informativa (nombre del modelo, versión, fecha de realización, nombre consultora, etc.)
- **Sección 4: Programa de Monitoreo en fase de prebombeo, y fase bombeo:**
  - Definición de variables de estado
  - Extensión espacial donde es válido el PAT
  - Programa de Monitoreo para :
    - Para cada variable de estado "i"
      - Definición de la red de monitoreo (nombre único, código, coordenadas UTM, cota terreno, cota stick up, cota base, altura de agua). En caso de calidad química listar los parámetros que serán analizados.
      - Frecuencia de monitoreo, y de recuperación de información
      - Extensión mínima de información, lo que incluye el periodo de prebombeo
      - Metodología a ser utilizada para la medición
      - Extensión espacial del área monitoreada
  - SIG PAT: generación de proyecto SIG con las coberturas DGA y ubicación definitiva de los puntos que forman parte del programa de monitoreo.
  - Plazos e hitos de condiciones
- **Sección 5: Situación Base al momento de desarrollar el PAT**
  - Identificación de derechos de aprovechamiento constituidos
  - Identificación de información disponible (series de tiempo, pozos, )
  - Condición inicial de explotación (se relaciona con los efectivamente en ejercicio)
  - Condición inicial de la piezometría (niveles de la napa al inicio de la explotación)
- **Sección 6: Condiciones y Umbrales**
  - Identificación y declaración de las variables de estado que estarán vinculadas a los niveles de acción. (nombrarlas)
    - Para cada variable "i"

- Valores de los umbrales de las variables de estado que gatillan acciones (niveles de acción y umbrales)
    - Metodología del cómo se verifica las condiciones que se establezcan
    - Frecuencia con la cual se realizarán las verificaciones de cumplimiento
    - Condiciones de desactivación y metodología de cómo se determina
  - Flujograma de decisiones y acciones
    - Diagrama de acciones y medidas
    - Detalle de las “preguntas” que activan acciones, esto se relaciona con las variables de estado, los niveles de acción y umbrales.
    - Detalle de las preguntas que desactivan las acciones
- **Sección 7: Seguimiento**
  - Tipo de Informe (Word y pdf). Los datos generados en Excel. (“Formato Tipo Entrega de datos”)
  - Frecuencia de entrega de informes
  - Formato de informes (Forma y contenido)
  - Información Anexa. Información de sustento para el análisis cuando corresponda.
  - Destinatario (indicar a quien se debe hacer llegar el informe de Seguimiento) y cuantas copias.
- **Sección 8: Criterios de incumplimiento**
  - Definición de incumplimiento (para cada PAT, caso a caso)
  - Jerarquización. Identificación de los posibles incumplimientos catalogándolos en algún tipo de escala, de acuerdo a la gravedad. Esto dependerá de una serie de factores como: los objetos de protección, caudal que se pretende extraer, sistema acuífero en si, por nombrar algunas.
- **Sección 9: Actualización del PAT**
  - Frecuencia de la actualización programada
  - Actualización anticipada. Condiciones bajo las cuales se realiza una actualización anticipada
  - Consideraciones: aspectos mínimos a realizar en la actualización, programada o anticipada.
  - Metodología. Dejar indicado como se verifica (cálculos) el grado de ajuste de las predicciones realizadas con la herramienta desarrollada o utilizada.
  - Requerimientos Técnicos. Informe de sustento de nuevos resultados o de propuesta de adecuaciones al PAT.
- **Anexo: Minuta Técnica DGA**

Se indica en la Guía, que la escritura del documento PAT, se concibe como un proceso colaborativo entre el Titular y la DGA. Sin embargo la visación de este documento es un rol sólo de la DGA y debe ser desde la perspectiva técnica y legal, y es sólo la DGA la que cumple este rol.



## **11.4 FASE II**

### **En relación con el Poblamiento de las Bases de Datos**

Este punto tiene relación con la incorporación de la información en las bases de datos de la DGA. Los formatos de los datos para el poblamiento de las bases de datos y el cómo debe realizarse, se presenta en detalle en el Capítulo 12 del Informe Final (Bases de datos de la aplicación) y en el Anexo A: Estructura de la Base de datos del Apéndice A de la Guía de Elaboración y Gestión de PATs.

### **En relación con la Revisión y Análisis de los Datos**

La realización de esta actividad se lleva a cabo generando los gráficos que el analista de la DGA requiera para estos efectos, los que en términos generales consideran al menos los presentados por el titular en su informe. La realización de esta actividad será facilitada con las funcionalidades de la aplicación para estos efectos (ASAP), la que permite y ayuda en el despliegue y visualización de la información.

En la Guía se pone énfasis en el objetivo del análisis, y en cada uno de los tipos de análisis que se debieran realizar. Para ello se identifica por variable y sistema los distintos posibles tipos de análisis que resultan recomendables para la evaluación. Se aborda desde análisis puntuales por cada pozo, hasta un análisis global integrado del sistema en cuestión, indicando que se debe enfocar a la comparación del sistema observado versus lo proyectado.

### **En relación con la Elaboración de Minuta Técnica de Cumplimiento**

En la Guía se presentan los contenidos mínimos y la descripción respectiva de cada tema, que deben ser considerados por la DGA al momento de realizar el análisis. Este documento tiene como objetivo entregar la opinión técnica DGA respecto a lo incluido en los informes proporcionados por el Titular, así como de los análisis realizados por éste en relación al comportamiento de las variables. Los temas mínimos propuestos que la Minuta debe considerar son:

- Introducción
- Cumplimiento de Entrega
- Análisis (anomalía de datos, análisis puntual o local, análisis integral, análisis de bondad de ajuste)
- Cumplimiento de Acciones
- Conclusiones y Recomendaciones

En esta sección se pone especial énfasis en los tipos de análisis y conclusiones que la DGA debe obtener producto de su evaluación, ya que de eso depende de si es necesario o no una Actualización de PAT o de si el Titular esta cumplimientos todos y cada uno de sus compromisos adquiridos.

## **En relación con el Proceso de Fiscalizar el PAT**

Dentro de un PAT, el Titular podría no cumplir con los compromisos, siendo el nivel de incumplimiento variable, desde el punto de vista de su importancia. Tomando en cuenta los diferentes tipos de incumplimientos que pudieran darse, los que pudieran variar desde el atraso de la entrega de información hasta la no realización de las acciones, la Guía plantea una categorización de la gravedad de los diferentes incumplimientos que pueden presentarse, de manera de orientar la línea de acción.

Es así como se presentan incumplimientos leves y graves. En cualquier caso, los tipos de incumplimiento en los cuales puede incurrir un titular pueden variar desde el atraso de la entrega de información hasta la no realización de las acciones, es por ello que se requiere definir categorías de incumplimiento, los que dependerán del PAT. En todo caso, esto debe quedar estipulado en el documento PAT, como se señala en el acápite respectivo.

Respecto de la propuesta señalada en la Guía, cabe indicar que cada una de las situaciones individualizadas podrían cambiar de categoría dependiendo de si son reiteradas o no, razón por la cual será la DGA la que establezca la gravedad para cada PAT en particular.

### **11.5 FASE III**

La Fase III tiene lugar, bajo dos posibilidades, Actualización Anticipada (AA) o Actualización programada (AP). Es por ello que la Guía comienza con una breve descripción de cuando se dan una u otra posibilidad. Junto con lo anterior, se deja de manifiesto que esta Fase, como todas, se realiza en un permanente y continuo trabajo colaborativo con el Titular, por lo tanto todas las actividades que se desarrollan consideran el intercambio de información entre estos dos actores.

### **En relación con el Acuerdo de cambios en el PAT (variables, umbrales, condiciones, acciones)**

La Guía aborda todos los temas, condiciones, acciones y/o umbrales, que deben o ameritan ser modificados producto del análisis de la actualización.

En la Guía se detallan y describen los pasos que se deben seguir y las consideraciones que se deben tener en la redefinición de los nuevos umbrales y condiciones, y por ende, el nuevo documento PAT. Los pasos mínimos a considerar son:

1. Revisar y aprobar el ITTA (informe Técnico Titular Actualizado)
2. Analizar las variables de estado
3. Evaluar umbrales y niveles intermedios – redefinición

4. Evaluar las acciones
5. Elaboración de Documento Técnico DGA de Sustento
6. Redactar el nuevo Documento PAT

Los cambios de un PAT, surgen de un análisis técnico-legal y en la Guía se aclara que no siempre es posible corregir o actualizar todos los cambios que surjan de los análisis, como lo son las variables, umbrales y acciones. Por el contrario, los cambios corresponden a un análisis caso a caso, y que como ha mencionado debe considerar los aspectos legales y quedar bien fundamentado en los antecedentes técnicos.

### **En relación con la Elaboración de Documento Técnico que da sustento a la actualización del PAT.**

Tomando en consideración la metodología indicada para las Fases I y II, y apoyándose en los temas relacionados con Informes Técnicos, en la Guía se propone la estructura que debiera tener este documento o "Minuta Técnica DGA Actualizada", a saber:

- Introducción: alcances, motivo de generación de actualización
- Antecedentes Generales: situación que lleva a actualizar el PAT, situación de compromisos previa.
- Sistema Acuífero: descripción hidrogeológica actualizada, modelo conceptual, balance hídrico.
- Evaluación Hidrogeológica: descripción de las simulaciones, resultados de escenarios principales y decisivos, incorporación de salidas tabulares y gráficas.
- Análisis: Puntual, Integral del Sistema y Bondad de Ajuste
- Cumplimiento de Acciones: definición de niveles intermedios, umbrales y acciones
- Conclusiones y Recomendaciones.

El objetivo de este documento debe ser tal que permita en el futuro no tener dudas respecto de las consideraciones tomadas para la realización de la actualización del PAT. Lo anterior teniendo en mente los procesos futuros del PAT (Seguimiento y Fiscalización).

### **En relación con la Oficialización del documento PAT (versión Actualizada)**

Una vez confeccionado y visado el documento PAT (versión actualizada), éste debe ser oficializado mediante una Resolución DGA emitida por el Director General de Aguas. Cabe señalar que cada vez que se realice una actualización del PAT, por simple que sea, como por ejemplo el cambio en la frecuencia de monitoreo, se debe generar una nueva resolución que lo aprueba.

## 12. APLICACIÓN DE SEGUIMIENTO INTERNO PAT

La Aplicación de Seguimiento PAT, nace como una necesidad de poder ordenar y administrar la información que se tiene de los mismos y que, a través de ella, se puedan gestionar futuros PATs. En el marco del presente proyecto ha sido posible evidenciar que la información generada a lo largo del tiempo por los PAT vigentes no se ha manejado de manera integrada, razón por la cual se ha generado una aplicación para el manejo de ella. De esta manera, la Aplicación es concebida como una herramienta de apoyo, que busca administrar toda la información que generan los PAT, tanto la administrativa como la de monitoreo, en cualquiera de sus fases.

El producto desarrollado se denomina: "**Aplicación de Seguimiento y Administración de PATs**", denominado por su acrónimo: **ASAP**, y tiene incorporado el desarrollo de un Manual de Uso, el cual se presenta como **Apéndice B del Volumen II Apéndices**.

### 12.1 ALCANCES

Dentro de los alcances que considera la Aplicación, se puede mencionar que la Aplicación ASAP está enfocada a un uso interno dentro de la Dirección General de Aguas, por lo tanto a usuarios netamente DGA. El objetivo es que la aplicación tenga una persona en la región encargada de administrar la información y que el resto de los usuarios de la DGA, funcionarios, sólo puedan ver, y sacar reportes. La persona encargada de administrar el PAT, será la responsable de administrar la base de datos correspondiente.

Enfocado en la creación de nuevos PATs, ésta permite administrar tanto las bases de datos actuales, como importar nuevas bases de datos, producto de la creación de nuevos PATs. Así, se podrán administrar y gestionar la información que se vaya generando en el tiempo.

La aplicación ASAP, es una herramienta fundamentalmente de manejo y administración de información y, como tal, es la interface gráfica entre el analista y las bases de datos. ASAP es la herramienta que ayudará al analista, al momento de ejecutar la Fase II (de los Mapas de Procesos y de la Guía), principalmente en las actividades de: iv) Poblamiento de la base de datos; v) Revisión y Análisis de Datos; y vi) Elaboración de Minuta Técnica (DGA) de Cumplimiento.

### 12.2 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

La aplicación ha sido desarrollada en la plataforma Microsoft Visual Studio 6.0, la cual corresponde a una herramienta de diseño de aplicaciones para Windows, en donde éstas se desarrollan en gran medida a partir del diseño de una interfaz gráfica de usuario.

En términos de programación, el lenguaje utilizado en la plataforma Microsoft Visual Studio 6.0, corresponde a Visual Basic, un lenguaje basado en objetos, es decir, utiliza objetos y sus métodos para generar aplicaciones orientadas a eventos.

### **12.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN**

El peso asociado al manejo de archivos, está relacionado principalmente a las bases de datos que administrarán la información de Planes de Alerta Temprana. De acuerdo a la revisión de información realizada en el proyecto, toda la información que la Dirección maneja a la fecha, alcanza un peso inferior a los 5 Mb (con un máximo de 24 años de registros, lo más antiguo es de 1990), por lo que una proyección de manejo de datos a futuro es perfectamente sostenible con la tecnología que se está trabajando.

### **12.4 REQUERIMIENTO OPERATIVO**

La aplicación ha sido desarrollada para trabajar en ambiente Windows, específicamente en su versión de Sistema Operativo Windows 7 o menores. Adicionalmente, utiliza el programa Excel para la generación de reportes de datos, estadígrafos y gráficas. Por otro lado, las bases de datos en donde se almacena la información que maneja la aplicación, han sido creadas con el software Access.

### **12.5 INSTALACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE ASAP**

La aplicación cuenta con un paquete de instalación, el cual registra las componentes necesarias para su funcionamiento en el sistema operativo indicado anteriormente.

En el **Manual de Uso de la Aplicación**, se encuentra en el **Apéndice B del Volumen II** de Apéndices de este Estudio. Allí se indica todo el detalle de cómo se debe realizar la instalación de esta interfaz. Sin perjuicio de ello, se puede indicar que ASAP cuenta con un paquete de instalación con un archivo ejecutable llamado "setup.exe". Este permite la instalación a través de ventanas intuitivas, permitiendo grabar el ejecutable en cualquier directorio de PC en que se está instalando.

La aplicación ASAP se compone de 3 módulos principales. Estos módulos corresponden el acceso o posibilidades del manejo de la información. Los módulos son: a) Ventana Principal; b) Análisis de Datos y c) Crear Nuevo PAT.

#### **a) Ventana Principal**

La ventana principal de la aplicación, corresponde a la interfaz gráfica en donde se maneja la información clave que administra el sistema. En ella se visualiza la información de cada PAT por medio de un diseño construido especialmente para este fin, administrando dicha información de manera temática, basado en la Ficha Resumen.

## **b) Análisis de Datos**

Este módulo permite acceder a los datos de cada una de las variables de estado consideradas en el PAT correspondiente desde el Menú "Herramientas". Las variables consideradas en este módulo de ASAP son las trabajadas en la sistematización de las bases de datos y corresponden a: Datos Niveles, Datos Control de Extracciones, Datos Caudales Aforados, Datos Caudales Medios, Datos Calidad Química, Datos Monitoreo Vegas / Lagunas, Datos Espejos de Agua, Datos Cuña Salina y Datos Isótopos.

Para cada una de estas variables, la aplicación está diseñada para dar la opción al usuario de poder exportar o bien, ver los gráficos asociados a cada uno de los puntos de monitoreo. Se presenta a través de pantallas cada opción, de manera de optar a ver un set de puntos o todos (cada uno) los puntos. Para la variable Calidad Química, permite seleccionar además de los puntos, cada parámetro a ser graficados.

La exportación de los datos, se hace hacia Excel, entregando la opción al usuario de guardar dicho archivo donde sea requerido. La exportación de los datos está pensada en el manejo y facilidad que quiera el usuario, de manera de contar en cada hoja del Excel, con un punto de monitoreo. El beneficio de ello, es que cualquier usuario de la DGA podrá contar con la información generada producto del monitoreo del PAT, teniendo instalada la aplicación, y poder analizar los datos seleccionados para ello.

## **c) Crear Nuevo PAT**

El módulo "crear nuevo PAT", está pensado para la incorporación de nuevos PAT, que la Dirección General de Aguas esté desarrollando en la actualidad o futuros PATs. A través de esta aplicación, la DGA cuenta con una herramienta que almacenará todos los PAT a nivel Nacional y permitirá así contar con un ordenamiento en cuanto a los PATs y una mejor gestión en la toma de decisiones.

La creación de un nuevo PAT dentro de la aplicación, requiere como primer paso la generación de la **(1) Base de Datos de Atributos del PAT** (ver Manual de Uso ASAP). Cargada la información de atributos del PAT (establecimiento de los puntos, compromisos, y otros) y de cada punto- lo que corresponde es incorporar la información vinculada con la ficha resumen denominada **(2) Base de Datos de información Técnica-Administrativa**.

Esta información debe ser ingresada por el analista de la DGA, y la documentación de la cual se extrae esta información es propio documento PAT aprobado, la resolución que aprueba el PAT y las resoluciones que constituyen los derechos. La descripción esta base de datos se presenta Anexo A de la Aplicación ASAP.

Finalmente, lo que resta es la importación de la **(3) Base de datos de los Monitoreos de la Variables de Estado**. Esta base de datos debe ser completada por el Titular en contenido y formato según se establece en la Anexo A: Estructura de la Base de datos (Volumen II – Apéndices), pero debe ser importada en la aplicación por la propia DGA.

Las pantallas asociadas a la creación de un PAT, la generación de la Base de datos de los atributos y la importación de la Base de Datos de Monitoreos, se entregan detalladamente en el Manual de Uso de ASAP (Apéndices – Volumen II de este Estudio), donde además se describe en forma detallada todo el proceso de la creación de un PAT.

## **12.6 BASES DE DATOS Y MANEJO DE LA INFORMACION**

El formato y su estructura, de cada una de las bases de datos estandarizadas que utiliza la aplicación, se presenta en forma detallada en el capítulo 12.8 del Informe Final. Junto con lo anterior, también se entrega su contenido como Anexo A: Estructura de la Base de Datos de la Aplicación ASAP y de la Guía Metodológica, que se incluyen en el Volumen II de este Estudio. En dichas referencias, se detallan las fuentes de información que alimentan la aplicación, las cuales la componen 3 Bases de Datos:

1. Bases de datos de los atributos de un PAT (DGA)
2. Base de datos de información Técnica-Administrativa de cada PAT (DGA)
3. Bases de datos de los Monitoreos de Variables de Estado, para cada PAT (Titular)

Junto con las 3 bases de datos antes mencionadas y la estructura definida en el capítulo 12.8 y también en Anexos, en el Capítulo 12.8.1 del Informe Final, se presentan ejemplos tabulados de las bases de datos que el Titular debe completar, para cada una de las variables que la aplicación ASAP considera. Las tablas corresponden desde la Tabla 12.8-11 (variable Niveles) hasta la Tabla 12.8-19 (variable Isótopos).

Estas bases de datos, las cuales han sido estandarizadas, se elaboran producto de la información propia de cada PAT implementado y además de la información recopilada e información que los propios Titulares han entregado en el marco del presente proyecto.

La información sistematizada de los PAT vigentes, y que se refieren a la información contenida en el Documento PAT de cada uno de ellos, permitió obtener la Base de Datos de los Atributos de un PAT.

La Base de Datos de cada PAT, producto del análisis y con el objetivo de la estandarización, poseen el mismo formato para todos los PAT, trabajo producto de la SISTEMATIZACION realizada, presentando la diferencia en las base de Datos de los variables de los monitoreos, dependiendo de la variable de estado análisis.

## 13. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

### 13.1 CONCLUSIONES GENERALES

- Una primera conclusión, transversal del estudio y análisis de los PAT, es que como producto del trabajo desarrollado se puede apreciar y dimensionar que las horas requeridas para realizar la recepción, análisis, retroalimentación, seguimiento, levantamiento de cambios, respuestas a los titulares, etcétera, es un trabajo no menor. Que, en efecto, el requerimiento de este tiempo no se compara con los recursos humanos disponibles en las Direcciones Regionales de Aguas e, incluso, en el nivel central, los cuales no podrían resolver o atender este tipo de temas dada su capacidad instalada. A la fecha, la DGA sólo ha elaborado los PATs, pero no existe un trabajo de seguimiento de ellos o de actualización de alguno.

Particularmente, en la Región de Antofagasta, no existe una unidad o profesional que pueda dedicar un cierto número de horas a la semana al seguimiento de los PAT; y dada la cantidad de información que es ingresada por los Titulares, hasta la fecha no ha tenido retroalimentación de revisión u observaciones hacia ellos.

- Del análisis realizado entre los asistentes a los tres talleres, se desprende que es la Dirección Regional vinculada al PAT, la unidad que debiera tener la responsabilidad de la gestión del PAT en cuestión.
- La definición de los objetos de protección asociados a un PAT, en el marco de la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas, debe surgir de un lineamiento como Servicio, donde los criterios estén previamente definidos como DGA.
- El rol del titular es generar toda aquella información necesaria que permita desarrollar un PAT a lo largo del tiempo. Sin perjuicio de aquello, la gestión de un PAT se funda en un trabajo colaborativo entre el titular y la DGA.
- La opinión de la División Legal –en relación a las modificaciones de variables, condiciones, acciones, etcétera– es que son factibles, en la medida que el documento PAT lo señale. El PAT que se aprueba es esencialmente revisable en el tiempo y se pueden cambiar las reglas del ejercicio del derecho.

Vinculado con lo anterior, se concuerda que, dado que el objetivo de un PAT es la protección de un sistema, en caso de haber perjuicio, no se debería seguir extrayendo hasta que no se aprecie la recuperación del mismo. Lo anterior permite establecer la suspensión del ejercicio del derecho la que puede llegar, incluso, a ser total.



- Se plantea la creación de un grupo de trabajo permanente, denominado "Comité PAT", que busca ser un apoyo en la generación de nuevos PAT, así como también en el seguimiento y actualización de los PAT ya existentes.
- Respecto a la condiciones de un PAT y de los incumplimientos que pueden derivar de él, se concluyen que existen distintos niveles de incumplimientos que, siendo algunos graves y otros menores, los que deben quedar establecidos en el documento PAT.
- Se analiza y concuerda que los informes que entrega el Titular, en el marco de los PAT (informes de seguimiento y monitoreo) son considerados públicos.
- Cada uno de los temas analizados y tratados en los talleres, se han volcado de alguna u otra manera en los documentos entregados en cada etapa y en este Informe Final. Es así como la Guía de Elaboración y Gestión de PAT, se desarrolla fundada en la visión de cada uno de las Unidades de la DGA y lo que ellas transmitieron a lo largo de los talleres.

### **13.2 EN RELACIÓN AL DIAGNÓSTICO**

- Se evidencia que sólo los PAT de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo y Calama han sido sancionados mediante una Resolución del Director General de Aguas que aprueba el PAT. Por lo tanto, es imperante que se generen las resoluciones faltantes. Por lo anterior, la Guía metodológica incorpora este requerimiento, como parte de la "oficialización" de un PAT.
- Toda la documentación relacionada con los PAT forma parte de los expedientes de derechos de aprovechamiento de aguas; sin embargo, no existe un mecanismo para mantener ordenada y sistematizada la información relacionada con los PAT, en consecuencia resulta necesario implementar el mecanismo de Expediente para cada PAT.
- Relacionado con lo compromisos (monitoreo y acciones), se concluye que no se deben establecer vinculados con la entrega de información de terceros que no tienen vinculo-legal con el PAT. Esto a objeto de evitar el incumplimiento de los requisitos de monitoreo de un titular a causa de un tercero.
- Se debe entender que las competencias de la Superintendencia del Medio Ambiente se enmarcan en las Resoluciones de Calificación Ambiental y las de la DGA en las Resoluciones DGA, de acuerdo a lo indicado en el Código de Aguas. De acuerdo a lo anterior se concluye que es necesario dar una definición clara de las obligaciones, de los titulares, sectoriales y diferenciarlas de las ambientales.

### En el caso particular de Elvira Los Morros

- Del levantamiento de información, para el caso particular de Elvira - Los Morros , y del análisis de los expedientes y documentos técnicos que dicen relación con los PAT, se tiene que junto con la existencia y elaboración de PAT –Elvira y PAT-Los Morros, existe en una Resolución de otorgamiento de derecho la referencia a un tercer PAT, denominado “PAT –Elvira-Los Morros” (PAT-EM). Del análisis y lectura de este último, se desprende que es un PAT que incluye e integra los otros dos PAT y presenta diferencias en las condicionantes.
- Como hallazgo del sistema Elvira Los Morros, se menciona que, existen derechos otorgados en el 2013 en subcuenca de Laguna Seca, correspondientes a los pozos LSB-1 y LSB-2, éstos caen en la subcuenca vecina de Laguna Seca. Analizada la delimitación del área de restricción que la DGA define, ésta corresponde a las cuencas de Salar de Elvira y Laguna Seca, en conjunto, ya que del informe técnico DGA que declara dicha área de restricción, se desprende que es considerado un único sector hidrogeológico de aprovechamiento común, es decir, según la DGA existiría conexión entre Laguna Seca y sector Mariposas (Salar de Elvira).

Revisados los antecedentes técnicos del expediente asociado a los derechos vinculados al PAT Elvira, estudio: “Antecedentes Técnicos Relacionados con la Recarga y Desconexión de las cuencas de Los Morros y Elvira - CODELCO-2001”, éste indicaría que en el extremo poniente del salar de Elvira, el acuífero estaría acuñándose al bloque alzado de la falla de cenizas, lo que desvincularía al acuífero de Elvira de la cuenca endorreica de Laguna Seca.

Lo anterior, evidencia una discrepancia de delimitación de sector acuífero en la zona del PAT Elvira, entre la DGA y el titular. Por lo anterior, deben ser revisados los antecedentes técnicos, de manera de contar con la mejor información, que permita que las decisiones tomadas respecto de los PAT sean técnica y legalmente procedentes.

- Relacionados con los documentos PAT, los umbrales o condiciones de verificación deben ser precisas y no sujetas a interpretaciones. Todos los PAT consideran, de una manera u otras, condiciones que resultan ser ambiguas y, por lo tanto, interpretables.
- Es relevante en cuanto a los contenidos de un PAT, que no queden compromisos sin definir sus plazos, ya que, por ejemplo, cuando se indica la “construcción futura de pozos” estos pueden quedar en el largo plazo sin construirse, como ha pasado en el caso de Elvira Los Morros, y pozos que después de 5 años de bombeo, no se han construido y no se sabe la razón y en los informes no se indica cuando piensan construirlos. Cualquier indicación que se establezca en un PAT, tiene que estar asociado a plazos definidos y tiempos claros, de manera que la evaluación del cumplimiento del PAT sea objetiva y criteriosa.

- En relación con el documento PAT se considera necesario la incorporación de un “flujograma de decisiones”, el que cual permite ayudar en la corroboración de las decisiones que se adopten e ir verificando cada una de las condiciones que se plasman en el PAT. Asimismo, permite evaluar la efectividad de las medidas incorporadas en él.
- Un aspecto común a todos los PAT vigentes, es el hecho que todos indican que se deben actualizar. Sin embargo, en la práctica ninguno ha sido actualizado, por lo que se recomienda que se lleven a cabo en el corto plazo los procesos actualización. Solo el modelo de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo ha sido afinado o actualizado, pero esto no ha quedado plasmado en una nueva versión del PAT.
- Respecto de la frecuencia de entrega de informe, los documentos PAT, en general, señalan que se deben entregar dos informes anuales, uno en febrero y otro en julio, al respecto es aconsejable que la frecuencia de informes sea única para todos y anual. Lo anterior debe ir acompañado con una cláusula que señale que en el caso que la DGA requiera información, la podrá solicitar en cualquier momento del año y que los titulares tendrán un plazo para entregarlas.
- En relación a los informes entregados por los titulares, éstos deben contener un análisis integrado de la información, que explique el comportamiento del sistema, que trate de identificar las relaciones que puedan existir entre ellos. Es decir se espera que los análisis no sean locales, por cada variable y estación, sino que un análisis integral del sistema.
- De las reuniones con los titulares se desprende la necesidad de pronunciamientos por parte de la Dirección General de Aguas respecto de los informes y su contenido.

### **13.3 EN RELACIÓN AL PROCEDIMIENTO INTERNO DGA**

- Para que la Dirección Regional pueda llevar con éxito la temática de los PAT, requiere del apoyo permanente de las divisiones, departamentos y unidades del nivel central de la DGA, particularmente del DARH-NC. Lo anterior, se traduce no tan sólo en que se les de respuesta en las temáticas técnicas requeridas, de acuerdo al área de cada unidad, sino que este apoyo sea oportuno. Lo anterior quiere decir que las consultas de la Dirección Regional deben tener algún grado de prioridad en las unidades del nivel central y por lo tanto deben ser atendidas.

### **13.4 EN RELACIÓN A LA GUÍA METODOLÓGICA**

- Si bien en la Guía Metodológica se proponen criterios para el análisis de la pertinencia de la elaboración de un PAT, finalmente se concluye que la decisión de implementar un PAT, se basa en un análisis caso a caso.

- La oportunidad de elaboración de un PAT queda a criterio de la DGA, pudiendo ser esta durante la tramitación del derecho o posterior a la constitución. En ambos casos la resolución que constituye el derecho debe indicar que el ejercicio del mismo queda condicionado o sujeto a la elaboración y cumplimiento de un PAT
- La gestión de un PAT se funda en un trabajo colaborativo entre el titular y la DGA, lo que se manifiesta en las Fases identificadas y propuesta de un PAT. Sin embargo, la visación final o aprobación de un PAT es exclusiva atribución de la DGA.
- Se concluye como definición de aplicabilidad de un PAT, lo siguiente: "Se debe entender que un PAT es aplicable al titular cuando los derechos se encuentran en ejercicio, en cuyo caso estarán vigentes tanto los niveles de acción y umbral, como las acciones asociadas. Sin perjuicio de esto, en el caso que los derechos no estén en ejercicio, será exigible el programa de monitoreo."
- Vinculados a los criterios de pertinencia se desprenden los objeto de protección considerados para la elaboración y gestión de un PAT, en el marco de la constitución de derechos. Estos son:
  - Áreas de vegas y bofedales declaradas como protegidas mediante Resolución de la DGA.
  - Cuerpos de aguas sensibles (humedales, lagunas, ojos de agua).
  - Acuíferos en los cuales existen usos ancestrales.
  - En acuíferos en los cuales se ha declarado Área de Restricción.
  - Acuíferos altamente explotados en los cuales existe incerteza del funcionamiento.
- Considerando los objetivos de un PAT y su carácter preventivo se tiene que a menor conocimiento del sistema se tendrán mayores exigencias desde el punto de vista de las acciones y de los umbrales. Esto se revierte en la medida que se genera mayor información.
- Los aspectos a considerar para la selección de las variables del estado, a utilizar en un PAT determinado, depende del objeto de protección y de la relación que exista entre éste y las variables.
- El objeto de protección y la relación que exista entre éste y las variables, se conjugan para la selección de las variables de estado, dado que se asocian con los riesgos que el efecto de la explotación de aguas subterráneas puede producir en el objeto de protección. La selección de las variables no puede quedar condicionada por la cantidad y tipo de información disponible, sino que todo lo contrario, la definición de las variables impone exigencias en cuanto a la información que debe ser generada.
- Resulta relevante señalar que puede darse el caso que del grupo de variables de estado seleccionadas para caracterizar el sistema, sólo algunas de ellas sean las

utilizadas para la activación de acciones. Si la(s) variable(s) de estado seleccionadas no son capaces de entregar alertas preventivas en el tiempo y en el espacio no resultan útiles para el objetivo del PAT y deberán ser objeto de modificación en el proceso de actualización del PAT.

- Considerando las variables de estado y los objetos de protección, cabe señalar que producto de un análisis integrado de todo el proyecto se concluye que, para lograr el objetivo de configurar el PAT de manera de que sea efectivo y practicable, se debe primero establecer el valor del umbral de lo que se quiere proteger y a partir de él, establecer los valores de los niveles intermedios.
- En relación al documento PAT, se concluye que los documentos hoy vigentes resultan insuficientes en cuanto a la información que contienen, y por lo tanto en la Guía se propone una estructura de PAT, consistente en 9 secciones.
- Como consecuencia del seguimiento que la DGA realice al PAT y a los pronunciamientos que ésta tenga que realizar, surge identificación de posibles incumplimientos. Producto del trabajo realizado con la DGA, se concluye (para la Guía) que sólo es apropiado categorizar incumplimientos, y que todo el proceso de cómo abordar cualquier procedimiento posterior debe quedar supeditado a los instructivos o reglamentos que la DGA desarrolle internamente para estos efectos. Dicho lo anterior, se establece que el documento PAT debe tener incorporado en forma expresa una categorización de los incumplimientos.
- En relación a la actualización de un PAT, los cambios que este pudiera tener surgen del análisis técnico-legal, que debe abarcar los beneficios, costos y eficacia de éstos. El análisis de los cambios deben corresponder a un análisis caso a caso y que debe quedar fundamentado en antecedentes técnicos. Dicho lo anterior, en la Guía se señala que los cambios a un PAT pueden ser a algunos aspectos relevantes (niveles de acción, umbrales, acciones) y no necesariamente a todos y cada uno de ellos.
- Del análisis de la información revisada (monitoreos) se identifica la necesidad de establecer un único formato para la entrega del seguimiento de las variables de estado del PAT, por parte de los titulares. Es por ello que en la Guía incluye los formatos tipos para todas las variables consideradas, las cuales deberían ser solicitadas a los actuales titulares y a los futuro.