

REH-4435
e1

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM
Dirección General de Aguas
Comisión Nacional del Medio Ambiente

Microsystem · MOP_DGA



LA CUESTIÓN DEL AGUA EN LA PROVINCIA DE IQUIQUE

SÍNTESIS DE UN DEBATE

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación



Desarrollo Taller Octubre de 2002
Publicación Junio de 2004

CRÉDITOS

- Alejandro Grilli (Consultor)
- Bob Brkovic (CONADI Región Norte)
- César Faundez (SEREMI Obras Públicas I Región)
- Cristián Carrasco (Universidad Arturo Prat)
- Hilda Valenzuela (ESSAT)
- Humberto Peña (DGA)
- José Bernardo González (CONAMA I Región)
- Juan Carlos Jofré (CONAMA Nacional)
- Luis Rojas (DGA I Región)
- Manuel Durán (CMDIC)
- María Victoria Rojas (DGA)
- Mario Arenas (ESSAN)
- Milka Castro (Universidad de Chile)
- Mónica Pardo (DGA)
- Pablo Rengifo (Universidad Católica de Chile)
- René Garreaud (Universidad de Chile)
- Silvia Montti (Consultor)
- Sonia Chang (CONAMA I Región)
- Víctor Valdivia (SAG I Región) .

La gestión de esta iniciativa y su implementación, debe atribuirse a un equipo formado por profesionales de Gescam S.A. y de la Vicepresidencia Legal y de Asuntos Externos de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (CMDIC) :

- Juan Carlos Palma, William Gysling
(Vicepresidencia Legal y de Asuntos Externos, CMDIC)
- Francisco Brzovic, Hernán Durán, Isabel Prado
(GESCAM S.A.)

PRESENTACIÓN

En el mes de octubre del año 2002 se desarrolló el taller "La cuestión del Agua en la Provincia de Iquique", iniciativa impulsada por la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM y patrocinada por la Dirección General de Aguas y la Comisión Nacional de Medio Ambiente. GESCAM S.A., Consultores Ambientales, fue responsable de articular todas las instancias comprometidas y facilitar el desarrollo del taller, convocándolo y conduciéndolo; le correspondió, también, la edición del presente informe. El evento contó con la presencia del Secretario Regional Ministerial de Obras Públicas y Vicepresidente de la Comisión Regional de Recursos Hídricos.

El propósito de la convocatoria fue llevar el debate sobre la cuestión del agua en la provincia de Iquique, al terreno de profesionales calificados en cuanto a su capacidad para opinar sobre el agua, sobre su gestión o sobre las visiones sectoriales prevalecientes. La idea era identificar tópicos relevantes y confrontar puntos de vista para, en lo posible, concluir en posiciones compartidas o en la identificación clara de hipótesis opuestas con relación a los problemas del agua y al comportamiento de los procesos hidrológicos y ambientales de la subregión.

Durante las sesiones de trabajo, los expertos – provenientes de distintas áreas de gestión e investigación en torno a los recursos hídricos – consiguieron el propósito señalado y abordaron el análisis de aspectos fundamentales de la cuestión del agua en una perspectiva provincial. Los tópicos identificados, los contenidos y síntesis del debate, las conclusiones a las que llegó el grupo convocado y sus recomendaciones se exponen a lo largo del presente informe.

El documento recoge la visión compartida, a lo largo del taller, de un conjunto significativo de expertos, sobre la situación de los recursos hídricos en Iquique, apreciación ésta que no supone unanimidad, ni mucho menos, ya que el debate fue una gran ocasión para que los diversos puntos de vista, pudiesen ser representados por los participantes en un ambiente desapasionado, de mutuo respeto y de reconocimiento de las diferencias.

Surge como un factor de importancia, a considerar por las autoridades nacionales, regionales y provinciales, el que el grupo vea a la Comisión Regional de Recursos Hídricos, como la entidad que debe asumir el liderazgo en la armonización de intereses y en la articulación de los sectores que intervienen en la generación de conocimientos sobre las fuentes y sobre el comportamiento de los sistemas hidrológicos de la provincia y de la región, así como en la gestión del agua, en cualquier ámbito

La aspiración de los participantes en el taller, así como la de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, la Dirección General de Aguas, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y la consultora GESCAM S.A., es que las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe sirvan como una referencia válida para las autoridades regionales y municipales, para los empresarios, las comunidades y las organizaciones no gubernamentales, pero, principalmente, para la Comisión Regional de Recursos Hídricos, instancia cuya importancia fue reconocida por todos los participantes. Es éste un insumo para el análisis que debiera servir para fundamentar decisiones relativas al estudio de los procesos hídricos y fenómenos asociados, para el fomento de tecnologías adecuadas y para la gestión ambientalmente sustentable de los recursos hídricos de la provincia de Iquique.

El documento está estructurado en cuatro capítulos y once anexos. El texto está organizado de tal modo que cada capítulo pueda abordarse y entenderse sin, necesariamente, recurrir al resto del informe. De esta manera, el capítulo I ofrece una síntesis del debate y de las recomendaciones que surgen del mismo, lo que permite, sin más preámbulo, conocer de que trató el taller y en que concluyó. El capítulo II establece los propósitos tenidos a la vista al tomarse la decisión de convocar a un grupo de expertos para debatir el tema del agua en la provincia de Iquique. El capítulo III es una introducción a la cuestión del agua en la provincia de Iquique extraída de la presentación al taller realizada por Humberto Peña, Director General de Aguas, cuya transcripción completa se incorpora como anexo al presente documento, así como las copias de las diapositivas que la acompañaron.

El capítulo IV ilustra muy bien el desarrollo del taller a lo largo de tres secciones. La primera sección se centra en la definición de los tópicos relevantes, constitutivos de la cuestión del agua en la provincia de Iquique, mientras, la segunda y tercera secciones, abordan las conclusiones del taller que se centraron en dos grandes áreas: el conocimiento de los sistemas hidrológicos en la región y en la provincia, y la gestión de los recursos hídricos, respectivamente. Para cada una de ellas, se realiza, en primer lugar, un análisis y, a continuación, se delinean estrategias y recomendaciones. El capítulo IV se completa con la transcripción de segmentos relevantes del debate y las presentaciones realizadas por algunos de los participantes.

El informe incorpora, como anexos, documentos complementarios del capítulo IV sobre cuya base, algunos participantes, fundamentaron sus contribuciones al debate. Particularmente, los documentos de referencia abordan el concepto de planes de alerta temprana que promueve la Dirección General de Aguas, los modelos hidrológicos y la hidrogeología del área relevante, la historia del clima de la región y los resultados de la investigación en torno al clima altiplánico, la ley indígena, los humedales y la perspectiva indígena del agua.

Enero 2003

PALABRAS DE CIERRE

"Solamente quiero mencionar un par de palabras respecto a la ventaja mutua que significan estos encuentros. Creo que es clave -para cada uno de los actores- lograr ir mejorando el lenguaje, lograr ir entendiendo objetivos. Cada uno tiene intereses, cada uno tiene objetivos, todos tenemos diferentes actividades. Creo que el respeto con que ha funcionado este taller -que me parece muy importante- es el camino de cómo debiera seguir desarrollándose este trabajo en función del recurso hídrico. Creo que el hecho que este ejercicio se haya realizado en la propia región -y lo comentaba con gente de la Dirección General de Aguas- es un buen punto de partida. Ellos me decían que no han visto ejercicios similares en otras partes. Podremos seguir haciéndolo entonces, a lo mejor invitando otras personas, que en definitiva, son las que reciben el impacto de estas gestiones. Por lo tanto, poder seguir haciendo en el futuro algún par de talleres más con otro público, con otros actores, podría ser un elemento que le diera continuidad a esta partida. Porque yo estimo que es una partida en este conocimiento, en este lenguaje, en este avanzar. Así que me gustaría dejar planteada esa idea, para que pudiéramos seguir trabajando en el futuro en el mismo tema".

Manuel Durán
Gerente de Geología
Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM

"En mi calidad de Vicepresidente de la Comisión de Recursos Hídricos y en el marco de esta iniciativa, quiero señalar que para nosotros -como gobierno regional-, es muy importante que se discutan estos temas con los actores que hoy día están presentes en esta mesa. Esta experiencia servirá para que nosotros vayamos trabajando de una mejor manera, más coordinada, tanto con el aparato público como con el aparato privado. Como gobierno regional, nuestra intención es entregar las directrices políticas para el desarrollo sustentable del recurso hídrico de nuestra región, de tal forma que la economía y la región vayan progresando en los lineamientos que tenemos en nuestra estrategia regional. De esta manera, sólo me queda darles las gracias y decirles que pienso que con el aporte de ustedes, estamos iniciando un camino orientado a darle mayor fuerza al trabajo de la Comisión de Recursos Hídricos".

César Faundez
SEREMI Obras Públicas I Región

"Quisiera agradecer a Gescam por haber coordinado este evento, con la colaboración de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM. Los felicito por la iniciativa de preocuparse por nuestra región. También quisiera felicitar a cada uno de los asistentes por poner en el debate el tema ambiental. Eso para nosotros es sumamente valioso, puesto que significa que no tenemos que estar presentes como funcionarios de CONAMA, para que se toque el tema ambiental. Aquí vinimos a conversar del recurso hídrico y el recurso hídrico tiene un componente ambiental, pero no lo es todo, así que nos complace enormemente que el tema haya salido y haya la tomado relevancia que tiene. Así que les doy las gracias a cada uno de ustedes".

José Bernardo González
Director Regional CONAMA (Región Tarapacá)

"Como representante de GESCAM, quiero decir que nos sentimos felices por el privilegio que tuvimos de haber estado involucrados en la organización de este evento. Agradecemos a Collahuasi la confianza de encomendarnos esta tarea. Agradecemos a la Dirección General de Aguas y a la Comisión Nacional de Medio Ambiente por haber dado el patrocinio a este taller y a todos ustedes por el nivel de seriedad con que desarrollaron las actividades. Le agradezco también al SEREMI de Obras Públicas, Cesar Faundez -en su calidad de Vicepresidente de la Comisión de Recursos Hídricos- por haber concurrido a nuestro taller y haber participado cerrando este evento".

Francisco Brzovic P.
Coordinador Taller
GESCAM S.A.

EXPRESIONES DE AGRADECIMIENTO

GESCAM agradece sinceramente a todas aquellas personas que contribuyeron e hicieron posible la realización del taller "La cuestión del Agua en la Provincia de Iquique".

De especial manera, quisiéramos agradecer a todo el equipo de Collahuasi que a través de su labor y disposición posibilitaron el éxito de la iniciativa. Queremos destacar la contribución realizada por: María Teresa Pérez y Miguel Hernández; María Isabel, Verónica y Carla; el personal de seguridad y de soporte técnico, todos personajes claves en el desarrollo y buen curso de las actividades.

Por último, se agradecen los aportes de personas e instituciones que han contribuido en la preparación y publicación de este documento.

CONTENIDOS DEL INFORME

I.	SINTESIS DEL DEBATE Y RECOMENDACIONES.....	12
II.	EL TALLER – CONTEXTO Y DESARROLLO.....	14
A)	PROPOSITOS DE LA CONVOCATORIA.....	14
B)	DESARROLLO DEL TALLER Y METODOLOGIA.....	15
III.	SITUACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA PROVINCIA DE IQUIQUE.....	17
IV.	DESARROLLO DEL DEBATE Y CONCLUSIONES.....	21
A)	TOPICOS RELEVANTES - EL DEBATE.....	21
B)	CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDROLOGICOS - CONCLUSIONES.....	24
1.	Conocimiento de los sistemas hidrológicos - Análisis.....	24
2.	Conocimiento de los sistemas hidrológicos - Estrategias y recomendaciones..	32
C)	GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS - CONCLUSIONES.....	34
1.	Gestión de los recursos hídricos - Análisis.....	34
2.	Gestión de los recursos hídricos - Estrategias y recomendaciones.....	38
V.	INDICE DE ANEXOS	39

I. SÍNTESIS DEL DEBATE Y RECOMENDACIONES

Los principales temas a debatir propuestos por el grupo fueron los siguientes:

- La demanda ambiental
- Los derechos consuetudinarios
- Las fuentes no tradicionales
- La gestión
- El conocimiento

Sin embargo, el continuo traslape entre los aspectos identificados como relevantes a lo largo de las presentaciones y del análisis, condujo al grupo a decidir la reagrupación de los tópicos y a focalizar la última parte del taller en el análisis de dos grandes áreas en las que, finalmente, se centraron las recomendaciones: la gestión del agua y el conocimiento de los sistemas hidrológicos. De todos modos, y era lógico que así ocurriera, al momento de formularse las recomendaciones del grupo, se vuelve a dar algún grado de superposición entre las áreas definidas.

Como ya se anticipara en la presentación de este informe, es importante reiterar que el grupo visualiza a la Comisión Regional de Recursos Hídricos de la Región de Tarapacá como la entidad que debe asumir un rol de liderazgo y la responsabilidad de armonizar intereses de los diferentes sectores que intervienen en la generación de conocimientos sobre las fuentes y el comportamiento de los sistemas, así como en la gestión de los recursos hídricos.

Con relación a la gestión, se estableció que existían problemas relacionados con las instancias de comunicación, los actores y la confianza, con los recursos de fiscalización y con la información disponible. En lo que respecta al conocimiento de los sistemas hidrológicos, se concluyó que las dificultades se asocian, fundamentalmente, a los vacíos de investigación e información en ciertas áreas, a la integración de la información manejada por diferentes instancias y a la difusión del conocimiento entre todas las partes interesadas.

Con miras al mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos, el grupo propuso validar la vigencia de la Comisión Regional de Recursos Hídricos y potenciar sus funciones a través de la creación de un órgano no permanente ni remunerado, de carácter científico-técnico, cuyo fin sería el de asegurar que las decisiones de la Comisión estén bien fundamentadas. La idea es la de un panel *ad hoc* de expertos que serían convocados para considerar situaciones específicas que deban ser examinadas por la Comisión, a solicitud de la misma o, incluso, que le sean sometidas por terceras partes a través de procedimientos que será necesario definir. Los expertos serían seleccionados a partir de un registro integrado por profesionales designados por las partes (los actores relevantes de la I Región) y que habrán sido previamente calificados de acuerdo a criterios aceptados que corresponderá definir.

Igualmente, el grupo planteó la necesidad de incorporar, a la estrategia regional de gestión de los recursos hídricos que debe conducir la indicada Comisión, el conocimiento de la realidad local, en materia de recursos hídricos, consistente con una visión de ordenamiento territorial de la provincia que permita focalizar geográficamente los tópicos que, en el futuro, pudiesen ser controversiales. Por último, se planteó la necesidad de que la Comisión vele para que la información sobre los recursos hídricos esté disponible para todos los actores relevantes al momento que éstos deban tomar decisiones relacionadas con la extracción y uso del recurso. Una consideración aparte mereció la perspectiva patrimonial del agua que poseen las comunidades indígenas y que incide en la forma como ellos gestionan el recurso, perspectiva que no debe ser ignorada.

En lo que respecta al conocimiento sobre las fuentes y el comportamiento de los sistemas hidrológicos, al igual que en el tema de la gestión, el grupo recomienda fortalecer la Comisión Regional de Recursos Hídricos como una instancia integradora y coordinadora, así como responsable de velar por que la información sobre el agua esté accesible para todos los interesados. Por otra parte, se enfatiza la necesidad de ampliar y profundizar en el conocimiento sobre el agua y el comportamiento de los sistemas, y en realizar todos los esfuerzos para internalizar, de algún modo, la perspectiva diferente que brinda el conocimiento ancestral que poseen las comunidades indígenas de la Región. Finalmente, el grupo estima como de la mayor importancia difundir ampliamente el conocimiento de las normativas legales vigentes – o en estudio o trámite – relacionadas con los recursos hídricos.

II. EL TALLER – CONTEXTO Y DESARROLLO

A. PROPÓSITOS DE LA CONVOCATORIA

Los propósitos de la convocatoria fueron los de someter, a un debate de expertos, reconocidos como tales por sus pares, un conjunto de tópicos relevantes relativos a la disponibilidad y uso de los recursos hídricos de la provincia de Iquique. De esta manera, se pretendía contribuir a despejar los paradigmas y mitos existentes sobre la materia, precisar hipótesis de consenso, así como identificar posibles áreas difusas donde se detectaran divergencias entre los participantes.

El fin propuesto se justificaba con base en la hipótesis de que las demandas crecientes por agua a que da lugar el desarrollo, aún frente a una disponibilidad estable del recurso hídrico, podrían exacerbar conflictos entre usos y usuarios e inducir a costos crecientes de obtención del agua y de operación de los sistemas de explotación como producto de las externalidades ambientales y socioeconómicas asociadas al aprovechamiento del agua. Se sostiene que la expansión de las cantidades demandadas de agua favorecerá la explotación más intensa del recurso y, en último término, provocará incrementos en los costos de producción y en las tarifas de consumo. Eventualmente, la situación puede conducir a un escenario de impactos negativos, tanto sociales (desigualdad, migraciones forzadas) como ambientales (desertificación de ciertos valles, pérdidas de biodiversidad).

Adicionalmente, el escenario puede ser uno de disponibilidad decreciente del recurso como consecuencia, en el corto-mediano plazo, de posibles procesos de degradación de las fuentes, incluso agotamiento de acuíferos, y contaminación del líquido, atribuibles a estilos no sustentables de desarrollo. En el largo plazo, por otra parte, los aportes a las cuencas de la región podrían verse afectados como consecuencia de una evolución desfavorable del clima con un balance, en términos de disponibilidad del recurso, que no está claro.¹

En una región donde la disponibilidad de agua es ya restringida, con una disponibilidad de 750 metros cúbicos por habitante por año, las hipótesis planteadas pueden conducir a situaciones extremas de estrés hídrico.

Además, se incorpora un concepto nuevo de demanda, la demanda ambiental. A los usos tradicionales, representados por el consumo doméstico y los requerimientos de la minería, la agricultura y la industria, se agrega lo que la Política Nacional de Recursos Hídricos ha definido como la "demanda ambiental hídrica" que consiste en el requerimiento de agua necesario para "el mantenimiento de caudales y de niveles de acuíferos y lagos, para la protección de los ecosistemas y de los valores paisajístico y turístico asociados".²

¹ La indicación de estas posibilidades no implica una determinada probabilidad de ocurrencia pero si conforman un escenario plausible bajo ciertas condiciones.

² Política Nacional de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, 1999.

En el caso de la Región de Tarapacá, también se debe ponderar, como un factor adicional de demanda, lo que podría definirse como la demanda étnica por la tierra y los recursos hídricos asociados, demanda que tiene que ver con los derechos actuales y ancestrales de las comunidades Aymaras, potenciados por la legislación indígena vigente y la interpretación de los derechos de agua a que dicha legislación da lugar.

B. DESARROLLO DEL TALLER Y METODOLOGÍA

El taller contó con la participación de 19 expertos cuyas particulares experiencias permitieron representar, respectivamente, la perspectiva hidrogeológica, ecológica, ambiental, indígena y meteorológica, así como las visiones desde los sectores agropecuario, minero y sanitario, un conjunto bastante diversificado de visiones de la cuestión del agua en el Norte Grande, particularmente en la provincia de Iquique.¹

El grupo de profesionales convocados provenía de distintas áreas de los ámbitos público y privado. Efectivamente, estuvieron presentes representantes de universidades nacionales y regionales; de la gran minería; de las empresas sanitarias de Antofagasta y Tarapacá; de instituciones vinculadas a la gestión del agua, particularmente del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones; profesionales involucrados con la problemática indígena, tanto del sector público como del académico; profesionales con la perspectiva de los recursos naturales y de la biodiversidad; profesionales involucrados con la gestión pública del medio ambiente; representantes del mundo de las empresas consultoras y autoridades regionales. El listado de participantes se construyó en un proceso de consulta con los diversos actores involucrados en la gestión del agua.²

Las sesiones de trabajo se extendieron durante un día y medio, de acuerdo al programa establecido. Se desarrolló una metodología *ad hoc* que intentó combinar las técnicas de lluvia de ideas con la de debate dirigido, de manera tal de integrar la exposición de puntos de vista sin restricciones en un ambiente de informalidad y de libertad de expresión, de acuerdo a una estructura de fases que se explica a continuación y una definición de contenidos que se construyó a lo largo del evento.

Una primera fase del taller, centrada en la definición de los aspectos fundamentales en la cuestión del agua desde la perspectiva del Norte Grande, de la región y de la provincia, respectivamente, se desarrolló a través de una declaración inicial de cada uno de los participantes que expuso los principales aspectos de la problemática del agua que, a juicio de cada uno de ellos, deberían ser abordados en las siguientes fases de trabajo.

¹ El concepto de "expertos" que se adoptó, para los efectos de la convocatoria al taller, es el de profesionales que están en posición de opinar con propiedad sobre el agua y/o su gestión y usos en la provincia de Iquique desde ciertas perspectivas específicas.

² Véase, en el anexo 11, el listado de todos los participantes en el taller y sus coordenadas.

Las fases intermedias, según lo programado, debían abordar, respectivamente, la definición de tópicos relevantes, la identificación de los fenómenos, procesos y problemas asociados a tales tópicos, y las hipótesis y estrategias relevantes. Los participantes expresaron ideas y propuestas en tarjetones que fueron expuestos en paneles, con el fin de facilitar su visualización, retroalimentación continua y análisis por el grupo de expertos.

A continuación, a nivel de comité, se formularon conclusiones y recomendaciones, sobre la base de los planteamientos previos desarrollados a nivel de plenario del taller. El grupo se dividió en dos comités que se correspondieron, respectivamente, con los dos grandes temas acordados en plenario: el conocimiento sobre las fuentes y los sistemas hidrológicos, y la gestión integral del agua. El criterio utilizado en la formación de ambos comités respetó la idea de representatividad en el sentido que, en cada comité, se incorporaran, de manera razonablemente proporcional, las distintas visiones presentes en el taller.

Cada comité escogió un delegado a cargo del registro escrito de las principales ideas examinadas en el comité y de las conclusiones y recomendaciones. Al final de la sesión, los delegados facilitaron el material escrito y expusieron frente al resto de los participantes los principales resultados del debate.

La última fase consistió en la síntesis final y el cierre del taller con palabras de algunos de los presentes.

III. SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA DE IQUIQUE ¹

Según el balance hidrológico nacional, y de acuerdo a la distribución porcentual de precipitaciones por región, es posible señalar que, en el Norte Grande, específicamente en la Región I, la mayor parte del agua que precipita queda almacenada en el suelo, sin escurrir.²

En una proporción mucho menor, se identifican recursos hídricos que se evaporan desde salares y lagunas, cuestión extremadamente importante en la Región II, pero también importante en las regiones I y III.

Considerando la distribución de los consumos, la cantidad de agua aprovechada directamente y consumida, se puede señalar que el uso agrícola es el más importante, especialmente en la zona de Arica, pero también tienen una gran importancia los consumos minero, industrial y doméstico.

Ahora bien, respecto a la disponibilidad de agua en las zonas altiplánicas, si se suma la totalidad de recursos hídricos que se generan, especialmente entre el Salar de Surire y el Salar del Huasco, el caudal medio puede estimarse en unos tres metros cúbicos por segundo.

En el Salar del Huasco, como en todas las cuencas cerradas, no se produce escurrimiento. Sin embargo, hay un caudal que fluye hacia el Salar y que se evapora. Si se consideran todos los salares de la parte alta de la provincia de Iquique (los salares del Huasco, Coposa y Michincha) el caudal total que fluye hacia los salares y que termina evaporándose es, aproximadamente, 1,3 -1,4 metros cúbicos por segundo.

Con respecto a la vertiente occidental, el caudal medio en la quebrada de Camiña es de 0,61 metros cúbicos por segundo. En el sector de la Pampa del Tamarugal hay caudales que llegan y se consumen en el sector; parte también se consume directamente en las quebradas.

En definitiva, lo anteriormente descrito contempla la totalidad de agua que se genera en la provincia de Iquique y que está siendo aprovechada, de una u otra forma, en su gran mayoría (ver Cuadro N° 1).

¹ Este capítulo corresponde a un extracto de la presentación introductoria realizada por el Director General de Aguas, Sr. Humberto Peña. La transcripción completa de la intervención del señor Peña, así como la copia de las diapositivas con que se acompañó la presentación, se incorporan como anexo 1 al informe.

² Balance Hídrico Nacional, Dirección General de Aguas, 1987. En general, los datos ofrecidos corresponden a fuentes de dicha Dirección salvo indicación contraria.

Cuadro N° 1: Antecedentes balance hídrico provincia de Iquique

Cuencas altiplánicas			
Sistemas	Superficie (Km ²)	Caudal (m ³ /s)	Evaporación (m ³ /s)
Entre Salares Surire y Huasco	2.974	3,01	
Salar del Huasco	1.374		0,65
Salar de Coposa	1.088		0,64
Salar de Michincha	298		0,18
Cuencas vertiente occidental			
Sistemas	Superficie (Km ²)	Caudal (m ³ /s)	Evaporación (m ³ /s)
-			
Quebrada Camiña	3.350	0,61	
Pampa del Tamarugal	18.005		1,28

Fuente: Balance Hídrico Nacional, Dirección General de Aguas, 1987.

Con relación a la disponibilidad y uso del recurso, cabe destacar que se han venido regularizando derechos de agua en algunos sectores.

Si se consideran las aguas superficiales y se comparan con la oferta existente en distintos puntos, se puede señalar que, prácticamente, todos los derechos están en proceso de regularización, o bien, regularizados. El cuadro N° 2 ofrece un resumen de la disponibilidad de aguas superficiales y la regularización de derechos de aprovechamiento en la provincia de Iquique.

Cuadro N° 2: Disponibilidad aguas superficiales y regularización derechos de aprovechamiento (año 2002) – Provincia de Iquique

Lugar	Cuenca	Oferta (l/s)		Derechos aprovechamiento (l/s)			
		50%	85%	Regulariz.	En trámite	Solicit.	Constituid.
Todos Los Santos en Chinchillani	Surire-Huasco	129	94	0	142	14	0
Sitani en Pisiga	Isluga	573	427	60	1.307	0	34
Cariquima en Pisiga Baquedano	Isluga	392	289	35	67	0	0
Confluencia de Aroma y Macurque	Aroma	367	251	0	690	0	0
Confluencia Ocacucho y Socaya	Cancosa	353	242	0	232	0	20
Collacahua en Chaquina	Huasco	103	65	0	292	0	0
Aporte Salar del Huasco	Huasco	508	352	0	118	72	0

Fuente: Dirección General de Aguas.

Con respecto a las aguas subterráneas, ocurre prácticamente lo mismo que con las aguas superficiales. De acuerdo con los análisis que ha realizado la Dirección General de Aguas, se puede establecer que la mayoría de los derechos ya están constituidos o comprometidos, encontrándose sólo algunos derechos aún en trámite. Además de lo anterior, hay que considerar el hecho que existen demandas adicionales importantes comprometidas. La única situación que queda todavía sin resolver es la relativa al Salar del Huasco (derechos solicitados, todavía no constituidos). Un panorama de la oferta (disponibilidad) y demanda (derechos concedidos o en trámite) de recursos de aguas subterráneas es el que se presenta en el cuadro N° 3.

Cuadro N° 3: Recursos hídricos subterráneos en los principales acuíferos de la provincia de Iquique (al año 2002)

Acuífero	Volumen almacenado MMm3	Caudal disponible (l/s)	Comprometido (l/s)	Demanda adicional (l/s)	Fuente para disponibilidad
Salar Coposa (*)	5.200	867	867	717	M.T.DARH NY220 de 16/11/2000
Pampa Tamarugal	26.900	2.060	2.060	674	M.T.DARH de 1996
Pica	SI	250	250	123	SIT NY48 de 08/1998
Salar del Huasco	465	575	0	1.350	JICA 1995
Salar de Llamara	SI	184	184	146	M.T.DARH NY72 de 16/10/97
Salar de Sur Viejo	SI	115	115	600	M.T.DARH NY104 de 12/05/2000

Fuente: Dirección General de Aguas, 2002.

(*) DGA N° 655 de 10.07.2002, declara área de restricción

SI: Sin Información

M.T.: Minuta Técnica

DARH: Departamento de Administración de Recursos Hídricos, DGA.

SIT: Código de publicación interna (paper, documento) del Centro de Información de Recursos Hídricos

JICA: Agencia de Cooperación Internacional del Japón

En cuanto a los usos de los derechos comprometidos y regularizados, se puede señalar que la mayor proporción será destinada al riego (45%), seguido de los usos mineros (37%), y agua potable (15%). Respecto a los derechos que se encuentran en trámite y todavía sin sentencia, la distribución es la siguiente: 49% para riego, 45% para minería y sólo 3% para agua potable.

El cuadro N° 4 ofrece una visión de conjunto de los derechos regularizados o comprometidos, y en trámite sin sentencia, en total, el equivalente a poco más de 16.000 litros por segundo.

Cuadro N° 4: Derechos de aprovechamiento de agua en la provincia Iquique, según uso y estado de tramitación, por sectores

Usos	Derechos regularizados o comprometidos	Derechos en trámite y sin sentencia
Total derechos de aprovechamiento	10.704 l/s	5.375 l/s
Riego	45%	49%
Minería	37%	45%
Agua Potable	15%	3%
Otros Usos	3%	3%

Fuente: Dirección General de Aguas, 2002.

Finalmente, si se analiza la situación según tipo de fuente y uso, se observa que, en el caso de los derechos comprometidos y regularizados, el agua superficial es aprovechada fundamentalmente para riego, mientras el agua subterránea lo es para minería y agua potable. Respecto a lo que está en trámite y sin sentencia, los principales requerimientos de agua superficial son para riego y, los de aguas subterráneas, para minería.

IV. DESARROLLO DEL DEBATE Y CONCLUSIONES

A. TÓPICOS RELEVANTES – EL DEBATE

Luego de debatir extensamente en torno a lo que el grupo definió como los tópicos relevantes en los cuales debería centrarse el análisis y las conclusiones, y de pasar, como se verá, por diversas clasificaciones, el grupo decidió – sopesando además, las limitaciones en cuanto a la posibilidad de profundizar aún más en el debate en el marco de un taller de día y medio de duración – distinguir dos grandes temas que consideró relevantes y centrales si se quería progresar en el tema hidrológico en la provincia de Iquique: el conocimiento de los sistemas hidrológicos y la gestión de los recursos hídricos.

No obstante, como primera aproximación, los participantes, al iniciar las sesiones de trabajo, establecieron desde su propia perspectiva, de manera introductoria, una definición de los aspectos fundamentales de la cuestión del agua que deberían ser abordados en el taller. Una síntesis esquemática de esta primera aproximación es la que se presenta en el cuadro N° 5.

Cuadro N° 5: Los aspectos fundamentales de la cuestión del agua en la provincia de Iquique

TEMA	ASPECTOS ESPECÍFICOS
Gestión integrada y cuencas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral • Sustentabilidad • Conocimiento científico del estado y características de las cuencas
Sustentabilidad del uso del recurso	<ul style="list-style-type: none"> • Uso sustentable del recurso • Información • Uso adecuado y responsable de modelos de simulación para predecir impactos frente a distintos escenarios de explotación • Aguas subterráneas • Ecosistemas de montaña
Marco regulatorio	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes • Usos • Restricciones ambientales • Aspectos administrativos y legales
Conflictos	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de resolución
Oferta / disponibilidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes tradicionales de agua • Fuentes alternativas • Reutilización • Macrogestión del agua según usuarios
Demanda / usos del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios para priorizar el uso cuando el bien es escaso • Actores involucrados
Información	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematización • Estudios para establecer "gastos ecológicos mínimos" para preservar la biota regional
Componentes balance hídrico acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> • Recarga • Descarga / evaporación • Conexión
Administración pública y privada	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo conjunto • Uso racional del recurso
Monitoreo / seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación recarga de acuíferos en zonas áridas • Control de contaminación hídrica • Precipitación altiplánica • Red de observación pluviométrica insuficiente para caracterizar el régimen de lluvias en la región

En una segunda instancia, los participantes identificaron tres grandes variables o aspectos fundamentales de la cuestión del agua que, a su juicio, deberían ser tomados debidamente en cuenta:

- La oferta de agua (disponibilidad);
- La demanda por agua (los usos); y
- La gestión del agua y el marco regulatorio pertinente.

Para cada uno de estos aspectos fundamentales, se establecieron tres categorías de interés que, cruzadas con aquellos, daban lugar a conjuntos más acotados para considerar en el debate:

Información y seguimiento de la información

- Monitoreo y seguimiento
- Usuarios y usos alternativos
- Marco regulatorio

Conocimiento del sistema (comportamiento hidrológico y respuesta; modelación)

- Geología, climas, hidrología e hidrogeología
- Biótica, ambiente, antropología e indígenas
- Funcionamiento de los sistemas
- Disponibilidad y nuevas fuentes de agua

Administración del recurso

- Mecanismos público-privados como instrumentos
- Conflictos de uso y entre usuarios
- Sustentabilidad del uso (racionalidad)
- Retroalimentación de información y decisiones

El ejercicio anterior dio lugar a una amplia reflexión y análisis que condujo, por consideraciones fundamentalmente operativas, a definir cinco tópicos como aquellos que deberían ser abordados en las fases siguientes del taller, tópicos que, de alguna manera, se desprendían de los conjuntos de variables inicialmente identificadas:

1. Demanda ambiental
2. Derechos consuetudinarios
 - 2.1. Fuentes del Derecho Indígena
3. Fuentes no tradicionales (desalación)
4. Gestión integral (funcionalidad, operativización)
 - 4.1. Gestión adecuada de la oferta para satisfacer la demanda potencial del recurso hídrico
 - 4.2. Mecanismos para conciliación de intereses
5. Conocimiento del sistema y evaluación de impactos

Finalmente, luego de profundizar en el debate y en la relevancia de los diversos tópicos puestos en discusión, considerando las interrelaciones entre ellos y considerando también la posibilidad de concluir en planteamientos razonablemente consensuados, útiles para las autoridades y agentes, el grupo decidió centrar el debate, como se anticipara al comienzo de esta sección, en los dos temas apuntados más arriba, conocimiento y gestión, asegurándose que los otros tres tópicos también quedaran incluidos en el análisis. De esta manera, la demanda ambiental, los derechos consuetudinarios y las fuentes alternativas fueron aspectos que salieron a relucir en los análisis conclusivos desarrollados por el grupo y que llevaron a los resultados y recomendaciones que se presentan más adelante. Del mismo modo, la información, conocimiento y administración se constituyeron en aspectos claves del debate final. En los párrafos siguientes se presentan los resultados del debate para ambos temas.

B. CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS - CONCLUSIONES⁷

1. Conocimiento de los sistemas hidrológicos – Análisis

Al establecerse la temática vinculada con los problemas y procesos asociados al conocimiento de los sistemas, el grupo distinguió, entre otros, los siguientes conceptos: el conocimiento propiamente tal, los sistemas hidrológicos, los requerimientos ambientales, los usuarios, las distintas visiones y horizontes de análisis.

El conocimiento propiamente tal

“Sería importante reconocer un lenguaje común para poder comunicarse y lograr comprender realmente qué se está diciendo...”⁸ “Es necesario, de alguna forma, generar información que esté disponible a todos los usuarios y a todos los participantes en torno a este problema que es la protección del recurso hídrico...”

Sobre el conocimiento propiamente tal, el grupo señaló algunas ideas relativas a las visiones prevalecientes, a la confiabilidad de las explicaciones ofrecidas, a las expectativas y a los tipos de conocimiento: el científico ortodoxo y el ancestral indígena. Por otra parte, también se apuntaron algunos aspectos relativos a la información. El cuadro N° 6 es una buena síntesis de este conjunto de elementos.

⁷ En lo que sigue, el texto captura aspectos centrales del debate, sin citar a los proponentes. No obstante, aquellas intervenciones que fue posible rescatar en su integridad se reproducen en los anexos 2 y 3 que, respectivamente, cubren el debate sobre el conocimiento de los sistemas hidrológicos y sobre la gestión de los recursos hídricos.

⁸A la manera de subtítulo complementario "caracterizador" del análisis, se transcriben afirmaciones orientadoras del debate, en cursiva y negrita.

Cuadro N° 6: El conocimiento de los sistemas

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Confluencia de visiones, credibilidad • Expectativas, incertidumbre • Fuentes del conocimiento: científico, vernáculo (centrado en el uso sustentable)
Información	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad • Integración

Los profesionales, técnicos o expertos, tienen claridad respecto de cómo evaluar un sistema, cómo se conoce y cómo se determinan los impactos. Sin embargo, existen otros actores involucrados en el uso y aprovechamiento del recurso (por ejemplo las comunidades indígenas u otros usuarios) entre quienes surgen dudas con relación a si las técnicas que se utilizan son las adecuadas, si realmente se conoce cómo funciona el sistema y si se puede conocer mejor.

En el área de la geofísica, las incertidumbres se pueden tratar, se pueden incluir en los modelos a través de diferentes técnicas para trabajar con ellas. El problema se produciría cuando se comienza a dialogar entre actores de distintas disciplinas. Se genera un problema de credibilidad en las competencias técnicas de las contrapartes, y también un problema de lenguaje (de saber y entender qué se está diciendo).

Considerando que el agua forma parte de un sistema físico, biológico, humano, cultural, social, económico, y que, en este sentido, todas las personas, de alguna manera, hacen uso de este recurso, se podría decir que todos tendrían un rol o papel que cumplir. Por lo tanto, sería necesario considerar todas estas dimensiones del recurso cada vez que se tome una decisión, lo que hace mucho más complejo el sistema. Por ejemplo, si se consideran los usos ancestrales y su significado, la base conceptual subyacente se vuelve muy importante y se hace más complejo el proceso para la toma de decisiones.

En esta perspectiva, el conocimiento no sería absoluto sino, más bien, subjetivo, ya que dependería del rol, de los intereses o de lo que se esté específicamente observando en determinado momento. Lo importante sería ponerse de acuerdo con relación a los umbrales o niveles de incertidumbre que se está dispuesto a tolerar. Sobre este punto, el tema de la confianza o credibilidad resulta fundamental; aún cuando las partes involucradas no tengan la misma posición o visión, por lo menos deben estar abiertas a visiones diferentes, a reconocer su validez y a ponderar adecuadamente los planteamientos de otros actores y de otras disciplinas. Resultaría clave, entonces, el tema del consenso y de los mecanismos básicos para lograrlo, ya que de esta forma, sería posible avanzar y asumir las consecuencias que puedan tener las decisiones que se tomen.

Otro aspecto que se abordó fue el de los tipos o formas de conocimiento que podrían existir. Por una parte, existiría un tipo de conocimiento que, si bien no se sabe de sus fundamentos científicos, existe en la tradición y en ciertas prácticas que no siempre es fácil comprender e internalizar. Es el conocimiento vernáculo, ancestral. Una de las preocupaciones que surgen a este respecto es la de una falta de consideración o de ponderación de este conocimiento al momento de explicar el comportamiento de los sistemas, y de la real contribución que podría

hacer al conocimiento general y al estudio, así como a las prácticas de manejo del agua y recursos asociados. Por otra parte, además de no considerarse ni incorporarse, tampoco estaría siendo adecuadamente explicado y difundido.

El otro tipo de conocimiento es el ortodoxo, el que se asocia a la ciencia, el conocimiento occidental en la perspectiva de los indígenas. Al respecto, algunos participantes plantean la confusión que se desprende, muchas veces, de la diversidad de las explicaciones que se ofrecen en torno a un mismo fenómeno, los diferentes resultados de los estudios. Surgen, de este modo, planteamientos en torno a la rigurosidad científica de los diversos informes y al grado de certidumbre posible de alcanzar con relación a un determinado fenómeno geofísico.

Con relación a la información, se señaló como fundamental la necesidad de mejorar su calidad con el fin de avanzar en el mejor conocimiento, por parte de todos los involucrados sobre el comportamiento de los sistemas hidrológicos. Se destacaron, como problemas asociados, la falta de capacidades de las instituciones para entender los sistemas hidrológicos, tanto subterráneos como superficiales. Se plantea que sería necesario desarrollar capacidades técnicas en las instituciones, ya sean públicas o privadas. Se plantea también, que no basta con generar nueva información, sino que, además, ésta tendría que ponerse a disposición, de alguna manera, de los diversos usuarios y actores interesados en la gestión y protección del recurso.

Este apartado se centra en los problemas asociados a los sistemas hidrológicos, al monitoreo, a los modelos de simulación y a los impactos que el grupo estableció con relación al conocimiento ⁹. El cuadro N° 7 es una síntesis del apartado.

⁹ Para obtener mayor información sobre los sistemas hidrológicos, véase presentación de Alejandro Grilli que explica la recarga de los sistemas acuíferos de la Provincia de Iquique, incorporada como anexo 7.

Cuadro N° 7: Conocimiento de los sistemas

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Sistema físico (acuíferos, humedales, cuenca)	<ul style="list-style-type: none"> • Componentes • Interrelaciones • Impactos • Monitoreo y extracción • Conocimiento del recurso por parte de las instituciones
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento • Extensión • Sistematización • Temas específicos: redes de niveles, redes de calidad, variaciones estacionales de los humedales
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambiente (diversidad, flora, fauna) • Impactos acuíferos (recarga, calidad) • Impactos población (salud)
Modelos (simulación y predicción de impactos)	<ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad

«Que los científicos se pongan de acuerdo en relación a cuáles son las características de los acuíferos, previo al sistema de predicción...»

«En la I, II, III y IV región de Chile hay escasez de agua, es decir, bastante menos agua de la que se requiere para los usos domésticos, industriales, agrícolas, y por lo tanto, el análisis no puede ser el mismo que se hace con respecto a los modelos que se utilizan en zonas donde sí llueve mucho...»

Por una parte, se señaló que a los técnicos o expertos en la materia les interesa conocer, caracterizar y describir con la mayor precisión posible, los distintos componentes que conforman el balance hídrico, así como también, disponer de las herramientas que permitan predecir, simular o estimar qué ocurrirá con el recurso en un determinado acuífero frente a escenarios alternativos de explotación en el largo plazo. En este sentido, los esfuerzos deberían apuntar a caracterizar de mejor manera las distintas variables del componente hídrico y a caracterizar mejor la geología.

Por otro lado, también habría interés por saber qué ocurre con los subsistemas asociados al recurso en cuestión, por ejemplo la flora y fauna, y los subsistemas económico-productivos y sociales involucrados en torno al agua (indígenas, agricultores, usuarios de la ciudad).

En cuanto a instrumentos para mejorar el conocimiento y la gestión de los acuíferos, así como para minimizar impactos negativos, se destacaron los planes de alerta temprana¹⁰. Esta herramienta, elaborada por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones, permite predecir, evaluar y verificar los impactos de origen natural o antrópico que afecten a los acuíferos, así como realizar el seguimiento de los mismos. Para formular un plan de alerta temprana es necesario definir las condiciones iniciales de un acuífero, caracterizar el sistema hidrogeológico, adoptar hipótesis sobre la evolución en el tiempo del acuífero y establecer, luego, los impactos tolerables asociados a la explotación del acuífero. Con los datos obtenidos sobre las condiciones iniciales, se desarrolla un modelo de simulación que considera un grado de error aceptable pero que podrá ser perfeccionado en la medida que se vaya generando nueva información. Finalmente, se establece un programa de monitoreo de todas las variables.

La implementación de estos planes permitiría generar antecedentes que, eventualmente, podrían condicionar el ejercicio de un derecho a través de la imposición de ciertas medidas como, por ejemplo, la reubicación de ciertas captaciones, o la disminución proporcional de las extracciones o, incluso, en situaciones extremas, la suspensión temporal de las extracciones.

Con respecto a los modelos a utilizar, se sostuvo, como un criterio indispensable, considerar las características y condiciones particulares de la región. Hay condiciones regionales y, en general, del Norte Grande, que no quedan adecuadamente representadas, o no quedan representadas en absoluto en los modelos diseñados de acuerdo con las condiciones prevalecientes en las regiones del centro y sur del país distorsionando, de esta manera, el análisis. Fundamentalmente, debe destacarse el hecho de que las precipitaciones, en el Norte Grande, se concentran en períodos muy breves durante las estaciones de lluvias – incluso en ciertos días de la estación y hasta en ciertas horas del día – lo que, de hecho, extiende los períodos de escasez de agua, más allá de lo que parecería derivarse de las cifras de precipitación consideradas estacionalmente o anualmente.

Otro elemento que se destacó como significativo, es el relativo al conocimiento tradicional que poseen las comunidades autóctonas de la región y que sería útil incorporar, de algún modo, en el diseño de un modelo regional.

Se consideró importante poder contar con modelos para cada cuenca que pudiesen predecir la variabilidad de los sistemas y los efectos que esta variabilidad podría producir en otros subsistemas. Sería necesario, por ejemplo, contar con información acotada respecto hasta qué punto es posible disponer del agua superficial sin afectar los ecosistemas naturales y las comunidades acuáticas y terrestres de flora y fauna asociadas a los sistemas hidrológicos, así como al paisaje, es decir, el conjunto de la demanda ambiental según se definió antes. Con relación a los impactos, es importante conocer los efectos de la utilización que se hace del recurso. Por ejemplo, conocer los impactos posteriores al uso de agua, es decir, qué ocurre luego de haber usado el agua potable, cuál es el impacto de ese desecho.

¹⁰ Véase texto explicativo sobre planes de alerta temprana aportado al taller por Victoria Rojas (Departamento de Administración de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas) incorporado como anexo 4.

Otras interrogantes que se plantearon fueron las relativas a la distribución de la explotación de las aguas en la región y su incidencia en términos porcentuales. Específicamente, el interés apuntaba a conocer quienes serían los distintos usuarios del agua y cuál sería el porcentaje de utilización o explotación del recurso que hace cada cual. Por otra parte, también interesaba conocer los tiempos de respuesta de los diferentes sistemas (acuíferos, aguas subterráneas, bofedales, humedales) todo con miras al mejor uso y monitoreo de los recursos hídricos. También se planteó la necesidad de conocer la variabilidad histórica de las precipitaciones para distinguir los impactos atribuibles a tendencias climáticas de largo plazo, de aquellos atribuibles a la extracción del recurso.¹¹

Específicamente, este punto tiene que ver con la preocupación por la demanda ambiental y los sistemas que deberían ser protegidos, aunque algo con relación a este tópico ya se abordó en los párrafos anteriores. El cuadro N° 8 resume el apartado.

Cuadro N° 8: Requerimientos ambientales

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Sistemas y componentes a proteger	<ul style="list-style-type: none"> • Definición
Demanda ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Información • Indicadores ambientales

“La confianza y los acuerdos deberían estar basados en ciertas restricciones ambientales que todos consideremos suficientes...”

“A veces sabemos que una vega se afecta, pero no sabemos cuánto y cuáles serían los impactos tolerables. En ese sentido, necesitamos mejorar nuestra calidad de información...”

El grupo enfatizó la importancia de definir con claridad lo que se quiere conservar. Sobre este punto, se señaló que deberían establecerse las restricciones ambientales necesarias para la conservación y, en este sentido, las decisiones deberían responder a una estrategia regional.

Respecto a la demanda ambiental o más bien, ecológica, se plantea la necesidad de generar mayor información para lo cual se requiere desarrollar investigación apropiada, identificar indicadores, etc., de manera tal de conocer mejor los sistemas y su variabilidad. Temas como la recarga de los acuíferos y su gestión deberían recibir la máxima atención.

¹¹ Véase documento “Disponibilidad de Agua y Desarrollo Sustentable en la Región de Tarapacá” de Cristián Carrasco (Académico Universidad Arturo Prat) incorporado como anexo 5.

Los sistemas y las funciones ambientales a conservar deberían estar sujetas a un esquema de monitoreo ambiental transparente y a través de indicadores de comportamiento aceptados por los diferentes actores. En este sentido, habría que tomar en consideración las demandas que se imponen tanto desde la perspectiva del conocimiento occidental, como desde la perspectiva del conocimiento tradicional o ancestral.

Los usuarios del agua

En cuanto a este tema, los participantes apuntaron hacia aspectos relativos a los usuarios en general y al caso particular de las comunidades indígenas. En este marco, también se abordó el tema de los requerimientos de agua para la conservación de la vida silvestre, aunque ello corresponde, más bien, al concepto de demanda ambiental o ecológica del apartado anterior. Una síntesis es la del cuadro N° 9.

Cuadro N° 9: Usuarios del agua

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Tipos de usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Sociales • Económicos • Vida silvestre
Agua y comunidades indígenas	<ul style="list-style-type: none"> • Uso cultural del agua • Sistemas productivos y no productivos que definen los territorios indígenas

“Sería importante considerar los requerimientos de los distintos usuarios comprometidos en el sistema hidrológico...”

“El agua es de todos y para todos, es un sistema no solamente físico, sino que es un sistema biológico, humano, cultural, económico y social. Es necesario considerar todas estas dimensiones cada vez que queramos tomar decisiones al respecto...”

“El agua es un recurso que está dentro de un territorio y por lo tanto es un patrimonio para una población que está dentro de ese territorio...”

Existen diferentes tipos de usuarios o de subsistemas relacionados con el recurso hídrico y, por lo tanto, diferentes requerimientos. Por una parte, está toda la fauna y flora que, de alguna forma, se ven afectadas cuando el recurso es intervenido. También están los subsistemas económico-productivos involucrados en la gestión del agua: las industrias, la minería, los agricultores, los usuarios de la ciudad, etc. y luego está toda la organización social que se genera en torno al recurso como, por ejemplo, lo que ocurre en el caso de los indígenas. Resulta importante tomar en cuenta el factor humano, las personas, que son parte y actores en la preservación del recurso, o en su deterioro.

Ahora bien, respecto al recurso y las comunidades indígenas, es importante considerar que el agua es parte de su ciclo de vida y que las decisiones que se toman respecto a la explotación del recurso pueden afectarles de un modo u otro.

Las diversas visiones y horizontes de análisis

Del debate surgió la consideración de si las visiones debiesen ser a corto o largo plazo, globales o particulares. El cuadro N° 10 ilustra la idea.

Cuadro N° 10: Las visiones y los horizontes de análisis

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Visiones y horizontes de análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Visiones global, sectorial, particular • Horizontes de corto y largo plazo

"Respecto al tema de la predicción, existe una relación directa con la forma en que se evalúa el futuro, cuáles son las posibilidades que deben manejarse..."

"No podemos hacer predicciones más allá de tres a cinco años y eso en estos sistemas es muy difícil, porque un evento como la lluvia del 2001 cambia toda la tendencia..."

"Al generar series de datos y considerar qué va a pasar en cien, doscientos años, se está reduciendo el efecto puntual de un fenómeno y resulta posible sacar proyecciones de largo alcance. Lo que se hace a corto plazo está más condicionado a la respuesta de un evento..."

En la opinión de los participantes del taller, resulta necesario avanzar en el conocimiento de comportamientos alternativos de los sistemas hidrológicos en el largo plazo y, en este sentido, se plantea que no deben aceptarse como definitivos los resultados de la evaluación de un acuífero dado un conjunto único de parámetros y variables, o frente a una determinada hipótesis sobre el funcionamiento del sistema. Bajo esta perspectiva, es importante asumir que se está frente a sistemas dinámicos y que las propuestas, los modelos, el sistema de monitoreo, etc., deben ser verificados y perfeccionados continuamente ¹².

Sobre el tema de las predicciones, hubo diferentes posiciones entre los participantes. Por una parte, se señaló que las predicciones, la estructura de los modelos, sus variables y parámetros, deberían considerar horizontes de tres a cinco años e ir revisándose puesto que ocurren eventos que pueden cambiar todas las tendencias. Se planteó que, si bien se pueden predecir eventos a cien años plazo y acertar, la ocurrencia de ciertos fenómenos naturales extraordinarios o de ciertos impactos consecuencia de intervenciones antrópicas, introduce un elemento clave no bien ponderado en el pasado. Se plantea que resultaría de gran utilidad la metodología de las post-auditorias en cuyo marco se establecen bases para la revisión continua de las proyecciones; se realiza una proyección que luego es revisada y actualizada para, sobre la base de esta actualización, desarrollar una nueva predicción que luego es revisada y actualizada para, sobre la base de esta actualización, desarrollar una nueva predicción que, nuevamente debería revisarse y actualizarse. Este criterio se sustenta en la consideración de que, en la medida que se desarrolla un modelo que se va revisando y cuyas predicciones están dentro de un cierto rango de probabilidad, se logra romper la barrera de la falta de credibilidad, logrando generar confianza y tomar decisiones razonablemente consensuadas. Se trata de introducir mayor flexibilidad al modelo y a las predicciones.

¹² Véase el documento "Variabilidad de Precipitaciones Interanuales sobre el Altiplano Sudamericano" de René Garreaud (Académico Universidad de Chile) incorporado como anexo 10.

Por otro lado, se sostuvo que las predicciones deben hacerse, más bien, pensado en el largo plazo puesto que, si se quiere conocer la variabilidad de los fenómenos y generar series de datos, al trabajar sobre horizontes de cien o doscientos años, se minimizan efectos por causas puntuales y las proyecciones son de largo alcance. En este sentido, las proyecciones de corto plazo estarían muy condicionadas por las respuestas a un evento específico.

En este contexto, como un ejemplo de interés, se presentó el proyecto de desalación de la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta (ESSAN). Se argumentó que, aún cuando en el corto plazo, la situación de oferta-demanda sea vislumbraba como no tan problemática, es necesario tomar en cuenta las funciones de oferta y demanda económicas en una perspectiva dinámica y realizar estimaciones de los consumos futuros para tener una noción sobre el panorama futuro y fundamentar apropiadamente las decisiones de escala de planta. En este criterio se habría enmarcado el proyecto de la planta desaladora de agua de mar de Antofagasta. Esta planta entregaría soluciones de largo plazo para la demanda por agua en la Región II. El agua de mar es una fuente inagotable de materia prima, de buena calidad que, además, es una solución ambientalmente aceptable ya que su extracción no daría lugar a impactos negativos.

2. Conocimiento de los sistemas hidrológicos - Estrategias y recomendaciones

Como estrategia general, el comité de trabajo temático propuso potenciar el rol de la Comisión Regional de Recursos Hídricos de la Región I aprovechando el hecho de que es un órgano ya existente y reconocido por los actores relevantes. En opinión del grupo, ésta debería ser la instancia coordinadora del tema, el conducto para promover la generación de conocimientos, el perfeccionamiento del conocimiento ya existente y su integración y difusión.

El comité de trabajo, luego de un debate en torno a los problemas asociados al conocimiento de los sistemas hidrológicos - generación, calidad, integración y difusión - concluyó en el siguiente conjunto de estrategias dirigidas al mejoramiento de la situación actual:

- Con respecto al medio físico, mejorar el conocimiento sobre la variabilidad climática, mejorar el conocimiento sobre la recarga y descarga de los acuíferos.
- Con relación a la flora y fauna, conocer los caudales mínimos ecológicos para que se siga reproduciendo el sistema.
- En el contexto sociocultural y económico - específicamente con base en los recursos hídricos - considerar los requerimientos comunitarios respetando el contexto cultural. Es decir, tener presente cuáles son los requerimientos de agua que tiene un valle, un ecosistema de pastoreo, etc., pero respetando las prácticas de las comunidades tradicionales.
- Con relación al marco legal, es necesario activar o potenciar la legislación vigente en términos de hacerla más eficiente y, por último, integrar y difundir los textos legales pertinentes entre todos los servicios involucrados.¹³

¹³ Véase anexo 6, que contiene un extracto de la Ley indígena y comentario sobre los artículos pertinentes al tema del agua.

- Respecto a la falta de divulgación e integración del conocimiento, se sugiere integrar y facilitar procedimientos para que las bases de datos institucionales sean compartidas entre los servicios y los agentes privados en el marco de acciones que también consideren la capacitación y la educación.
- En cuanto a mejorar la calidad del conocimiento y del monitoreo se plantea la necesidad de realizar nuevos estudios y de contar con tecnologías actualizadas, de punta.

Una presentación resumida es la que se ofrece en el cuadro N° 11 que muestra, por una parte, algunos de los problemas asociados a la situación presente en cuanto al conocimiento y, por otra, las recomendaciones o estrategias planteadas por el grupo.

Cuadro N° 11: Conocimiento de los sistemas hidrológicos: situaciones y estrategias

SITUACIONES	ESTRATEGIAS
<ul style="list-style-type: none"> · Limitaciones del conocimiento disponible, en extensión y en profundidad. · Calidad cuestionada en ciertas áreas del conocimiento y fuentes de información no bien descritas y/o poco confiables. · Pobre integración entre áreas y fuentes del conocimiento. · Falta de difusión del conocimiento disponible. · Pobre implementación de la legislación, tanto de aguas como indígena. 	<ul style="list-style-type: none"> · Mejorar el conocimiento respecto de temas como: <ul style="list-style-type: none"> • variabilidad climática, • recarga y descarga, • requerimientos mínimos ecológicos, • requerimientos de cada comunidad respetando el contexto cultural. · Mejorar la implementación de la legislación vigente y su difusión entre los entes y servicios involucrados en la gestión del agua. · Potenciar la Comisión de Recursos Hídricos como instancia coordinadora e integradora. · Disponer de bases de datos compartidas, tecnología modernizada y mejorar metodologías.

C. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - CONCLUSIONES¹⁴

1. Gestión de los recursos hídricos – Análisis

En esta sección se aborda el tema de la gestión de los recursos hídricos desde dos perspectivas fundamentales: la de la gestión integral y de las cuencas, y la de los mecanismos de gestión y regulación.

Perspectivas de gestión integral y de cuencas

Los principales fenómenos, procesos o problemas en que los participantes centraron su atención al abordar el tema de la gestión de los recursos hídricos, dicen relación con una perspectiva de gestión integral y con una perspectiva de cuencas. Básicamente, los participantes se plantearon por un estilo de gestión de los recursos hídricos inscrito en el marco de modelos de gestión integral en el ámbito de cuencas específicas ¹⁵.

En el cuadro N° 12 se ilustra con relación a los fenómenos, procesos o problemas que se desprenden de una perspectiva como la señalada.

Cuadro N° 12: Gestión integral y de cuencas

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Modelo de gestión integral y de cuencas	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar modelos de simulación de cuencas que permita integrar la interrelación con otras cuencas • Promover acuerdos en cuanto a definir modelos que sirvan como marco de referencia • Lograr instancias de acuerdo entre grupos de interés procurando la integración de visiones, valores y derechos • Aprovechar las posibilidades que ofrece el marco jurídico-institucional vigente • Generar una organización que avance en el ordenamiento territorial de la región, priorizando el uso del agua bajo el concepto de desarrollo sustentable • Ser cautelosos frente a la generación de modelos complejos que incorporan optimizar múltiples objetivos simultáneamente que, en la práctica, son poco flexibles y no entregan los mejores resultados.

“Cuando se habla de un modelo integral hay que tener cuidado en definir si se quieren abordar muchas o pocas cosas... tal vez lo mejor es establecer objetivos precisos y concretos en vez de modelos muy sofisticados...”

¹⁴ Véase el anexo 2 que reproduce algunas de las intervenciones en torno al tema de la gestión de los recursos hídricos.

¹⁵ Véase anexo 8, que reproduce la presentación realizada por Manuel Durán (Gerente de Geología, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM) sobre un modelo integral de gestión del recurso hídrico.

"Tal vez como sociedad queremos que una determinada cuenca sea utilizada en términos mineros o turísticos, a lo que me refiero es a cómo el Estado da las condiciones para que la sociedad se exprese en la toma de decisiones..."

Se estableció que la gestión debe visualizarse como una herramienta para alcanzar ciertos objetivos que, en el caso específico del agua, debieran ser coherentes con los intereses globales de la sociedad. En este sentido, primero debería haber un planteamiento de objetivos, un acuerdo respecto a la definición de qué es lo que se quiere lograr - por ejemplo, un sistema sustentable, un sistema que proteja a las comunidades, un sistema que proteja la vida silvestre, etc. - y, a partir de esta definición de objetivos, establecer qué se puede y qué no se puede hacer ¹⁶

Respecto al modelo propiamente tal, se reiteró que sería recomendable considerar la incorporación del concepto de ordenamiento territorial, en el sentido de establecer las aptitudes y usos de espacios geográficos relevantes, considerando áreas indígenas, otras áreas de interés en cuanto son parte del patrimonio regional, las propias cuencas, condiciones sitio-específicas, desarrollos particulares, etc.

Finalmente, se señaló que, para construir un modelo integral de simulación de sistemas hidrológicos, resultaría provechoso limitar sus objetivos, en número y alcances, buscando precisarlos y acotarlos, para, a partir de ahí, expandirlos, procurando mayor cobertura. Modelos muy complejos, a veces pueden dificultar la obtención de resultados útiles.

Mecanismos de gestión y regulación

Los participantes señalaron algunos aspectos débiles con relación a los mecanismos de gestión y regulación y plantearon alternativas de mejoramiento a la situación actual. El cuadro N° 13 ilustra en cuanto a los elementos importantes que se desprenden desde esta perspectiva de los mecanismos de gestión y regulación.

¹⁶ Véase anexo 9, que reproduce la presentación realizada por Milka Castro (Académico, Universidad de Chile) que describe un modelo de gestión comunal del agua, utilizado por comunidades indígenas.

Cuadro N° 13: La gestión integral de los recursos hídricos

PERSPECTIVA	ELEMENTOS
Mecanismos de gestión y regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar una fórmula conjunta entre organismos públicos y privados sobre: aprobación / rechazo proyectos; valorización de impactos; seguimiento y actualización de impactos • Encontrar mecanismos eficientes que reconozcan limitaciones en las capacidades del estado y de los usuarios • Incorporar la participación ciudadana: que se integre en las decisiones y propuestas • Realizar un trabajo de información mancomunado entre el estado, los científicos y las empresas • Considerar como aspectos relevantes de la gestión: <ul style="list-style-type: none"> * evaluación de impactos: estudios interdisciplinarios y opinión de usuarios * post-auditoría: información transparente, sistemática, confiable y oportuna * confianza: estudios conjuntos con distintos actores (difusión), lograr respeto y conocimiento de las competencias de los otros • Implementar mecanismos de regulación sustentables: fáciles de entender, aplicar y fiscalizar • Fortalecer un ente representante de políticas globales que gestione y fiscalice.

“Los procedimientos de resolución de conflictos pasan por los mecanismos de gestión, por el hecho que los actores puedan conversar, porque se reconozcan como interlocutores válidos...”

“Es importante que se trabaje en conjunto, que investigadores, consultores y Estado se retroalimenten en forma natural, no que un consultor haga un estudio para una empresa y eso llegue al Estado, sino que se trabaje en conjunto para poder tener más elementos y poder responder a los proyectos de una forma objetiva. A la vez, frente a la postura de un proyecto, debería existir participación ciudadana, no simplemente información de lo que se está haciendo, sino realmente hacer participar a la ciudadanía en las opiniones y acuerdos que se están tomando...”

Respecto al tema de los mecanismos de gestión, se señaló que el Estado es un mero administrador que traspasa este bien nacional a los particulares y que, luego, su papel se reduce, prácticamente, a la regulación. Esto implica un rol relevante de los usuarios y la necesidad de que la gran capacidad de algunos sectores debería ser usada apropiadamente, así como el potencial de participación que se ofrece a todos los sectores.

En la actualidad existirían distintas instancias para que los usuarios expresen sus inquietudes y planteamientos. Destacan los mecanismos de participación ciudadana en el marco del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) de proyectos de variada naturaleza; o los mecanismos de consulta para la formulación de normas de emisión y de calidad, primarias y secundarias; o a través de múltiples comisiones de trabajo y consultivas; o la participación en seminarios y talleres.

Si bien, no todos los usuarios tendrían los mismos recursos e información para estar presentes y plantear sus puntos de vista o propuestas frente a cuestiones específicas, el rol subsidiario del Estado lo obligaría a velar por el interés de todos los actores y proteger los derechos de terceros, de cualquier sector que pudiese sentirse afectado, considerando al medio ambiente como un sector más.

De todas formas, los participantes reconocen como limitadas las capacidades de gestión del sector público, tanto desde el punto de vista de la infraestructura, de los profesionales, de las estructuras y funcionalidad institucionales, como, fundamentalmente, de las capacidades tecnológicas. El sector gobierno, significativamente frente a la gran empresa, estaría en una posición débil en cuanto interlocutor válido, también lo estarían los representantes gubernamentales o no gubernamentales, no por el caso, de los sectores campesinos e indígenas, y de los intereses difundidos (sociales y medioambientales).

Como un mecanismo para revertir esta situación, se planteó, en el ámbito del taller, la posibilidad de acciones conjuntas empresa - mundo académico - Estado. De este modo, se podrían potenciar ciertas actividades favoreciendo la interacción y la retroalimentación entre científicos, con el fin de que el Estado pueda disponer de la mayor cantidad de elementos para poder trabajar y responder a proyectos y demandas de una forma racional y objetiva.

Otro aspecto de importancia dice relación con el tema de la participación ciudadana. Algunos participantes plantean como fundamental realizar procesos de participación ciudadana más efectivos, que permitan incorporar la opinión de todos los sectores e involucrarlos positivamente en negociaciones y acuerdos.

Se plantearon, como elementos fundamentales para avanzar en esquemas de gestión integrada de los recursos hídricos y en la adopción de esquemas de gestión por cuenca, la construcción de confianzas, el mejoramiento del SEIA y las post-auditorías.

Respecto a la confianza o credibilidad, se consideró que una buena herramienta para fortalecerla, sería la realización de estudios conjuntos entre los distintos actores involucrados, con una participación activa, que genere resultados que sean difundidos y que se consideren instancias apropiadas para levantar objeciones, realizar comentarios y plantear alternativas.

Lo mismo sería válido en el proceso de evaluación de impactos ya que, al realizar estudios conjuntos y ponderar la opinión de los usuarios y la comunidad, se estaría desarrollando una mejor evaluación y, además, se estaría fortaleciendo la confianza. Con relación a las post-auditorías, si son realizadas en forma transparente, sistemática y oportuna, permitirían generar los resultados técnicos que de ellas se espera como, además, favorecer la credibilidad entre los actores.

Finalmente, respecto a los mecanismos de regulación en la gestión, se señala la gran utilidad que podría tener la existencia de una mesa técnica de trabajo que incorporase a los promotores del proyecto y a quienes tienen las atribuciones legales pertinentes para tomar decisiones. En esta instancia deberían exponerse y acordarse las hipótesis de trabajo, los rangos, las sensibilidades, las incertidumbres y los alcances de lo que se tiene que lograr. El rol del Estado debería ser más bien regulador y actuar específicamente en aquellos casos en que la autorregulación no es posible.

2. Gestión de los recursos hídricos - Estrategias y recomendaciones

Al igual que en el caso del conocimiento de los sistemas hidrológicos, el comité de trabajo temático planteó la necesidad de que sea en el ámbito de la Comisión Regional de Recursos Hídricos de la Región I donde se examinen las iniciativas de gestión integrada del agua incorporando los conceptos de cuenca y ordenamiento territorial. Hay plena coincidencia en cuanto a que esta Comisión es una instancia que debería ser aprovechada en este sentido. En el ámbito de la Comisión deberían abrirse los espacios donde se convoque a los diversos actores, se produzca la discusión técnico-científica y se den las oportunidades para generar la necesaria confianza y credibilidad entre las partes.

En esta línea se inserta la idea de un panel *ad-hoc* de expertos para asistir a la Comisión Regional, cuando ésta lo solicite, o para entregar pareceres técnicos con relación a materias que se le planteen por la propia Comisión o cualquiera de los actores relevantes de la región que se sientan parte porque sus intereses puedan verse afectados, positiva o negativamente. El comité de trabajo también propone fortalecer ciertos instrumentos como los asociados al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental y el de las post-auditorías.

El comité de trabajo concluyó en el siguiente conjunto de estrategias específicas dirigidas a la solución de los problemas relativos a la confianza, a la información y a la disponibilidad de recursos físicos, legales, económicos y administrativos para fiscalizar, así como avanzar en esquemas de gestión integrada con miras a provocar una evolución positiva de la situación actual:

- Crear, en el ámbito de la Comisión Regional de Aguas, un panel de expertos con el fin, como se señala más arriba, de pronunciarse sobre las materias técnico-científicas que le sean sometidas.
- Establecer mecanismos que posibiliten el acceso a la información disponible generada por los organismos del Estado y por las empresas con el fin de crear mejores bases para la gestión del agua y de los recursos asociados.
- Avanzar, en el marco de la estrategia regional de desarrollo, en esquemas de ordenamiento territorial que incorporen el conocimiento ya adquirido de la realidad local.
- Velar por la plena participación de los diversos grupos de actores regionales – tanto usuarios de derechos de aprovechamiento de agua como representantes de usuarios indirectos y de aquellos más bien difusos (medio ambiente, culturas autóctonas, pobreza) – en las instancias que correspondan, existentes o que pudiesen ser promovidas.

El cuadro 14 resume, por una parte, algunos de los problemas asociados a la situación actual de la gestión y, por otra, las recomendaciones planteadas.

Cuadro N° 14: Gestión de los recursos hídricos: situaciones y estrategias

SITUACIONES	ESTRATEGIAS
<p>Información disponible incompleta.</p> <p>Actores no representados.</p> <p>Falta incorporar el conocimiento de la "realidad local" en una perspectiva de ordenamiento territorial.</p> <p>Problemas relacionados con las instancias de comunicación.</p> <p>Problemas de confianza entre actores (a nivel comunicacional).</p> <p>Problemas relativos a los recursos de fiscalización: físicos, económicos, legales, administrativos.</p>	<p>Creación de una instancia para administrar y apoyar esquemas de gestión de cuencas.</p> <p>Incorporar en la estructura de la Comisión Regional de Aguas un panel de expertos para consulta y definiciones técnicas.</p> <p>Difundir información entre las partes involucradas en la gestión y capacitarlas.</p> <p>Avanzar, en el marco de la estrategia regional de desarrollo, en el ordenamiento territorial de la región.</p>

ANEXOS

<p>ANEXO 1 “SÍNTESIS DE UN DEBATE” PRESENTACIÓN SR. HUMBERTO PEÑA, DIRECTOR NACIONAL DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS</p>	<p>41</p>	
<p>ANEXO 2 “DEBATE SOBRE EL CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS” VARIOS PARTICIPANTES</p>	<p>69</p>	
<p>ANEXO 3 “DEBATE SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS” VARIOS PARTICIPANTES</p>	<p>89</p>	
<p>ANEXO 4 “PLANES DE ALERTA TEMPRANA. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MANEJO DE ACUÍFEROS BAJO EXPLOTACIÓN INTENSIVA” DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS</p>	<p>97</p>	
<p>ANEXO 5 “DISPONIBILIDAD DE AGUA Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE TARAPACA”. PRESENTACIÓN SR. CRISTIÁN CARRASCO. XIII CONGRESO DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p>	<p>107</p>	
<p>ANEXO 6 “EXTRACTO LEY INDÍGENA Y COMENTARIOS SOBRE ARTÍCULOS RELATIVOS AL TEMA DEL AGUA”</p>	<p>121</p>	
<p>ANEXO 7 “ANTECEDENTES HIDROGEOLÓGICOS. PROVINCIA DE IQUIQUE” PRESENTACIÓN SR. ALEJANDRO GRILLI. GERENTE GENERAL GP CONSULTORES</p>	<p>133</p>	
<p>ANEXO 8 “MODELO DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO” PRESENTACIÓN SR. MANUEL DURÁN. GERENTE GEOLOGÍA, COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI</p>	<p>145</p>	
<p>ANEXO 9 “LOS HUMEDALES EN EL DERECHO CONSUECUDINARIO DE AYMARAS Y ATACAMEÑOS DEL NORTE DE CHILE” PRESENTACIÓN SRA. MILKA CASTRO. ANTROPÓLOGA, DEPARTAMENTO ANTROPOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE CHILE</p>	<p>157</p>	
<p>ANEXO 10 “VARIABILIDAD DE PRECIPITACIONES INTERANUALES SOBRE EL ALTIPLANO SUDAMERICANO”, DOCUMENTO ELABORADO POR EL SR. RENÉ GARREAUD. DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE CHILE</p>	<p>169</p>	
<p>ANEXO 11 PARTICIPANTES</p>	<p>181</p>	



A N E X O

1

“Antecedentes para un Debate sobre
La Cuestión del Agua en Iquique”
Presentación Sr. Humberto Peña
Director Nacional
de la Dirección General de Aguas

Muy buenas tardes. En primer lugar, quería señalar que para nosotros participar en esta reunión es extremadamente interesante. La razón por la cual la Dirección de Aguas ha dado su apoyo a esta iniciativa es porque creemos que son instancias extremadamente necesarias en relación a la gestión del agua en nuestro país. La posibilidad de conversar con personas que tienen distintas visiones, distinta relación con el tema hídrico es extremadamente importante. El recurso hídrico, paso a paso en el país, va siendo un tema sobre el cual se entiende mejor que tiene múltiples dimensiones. Está la dimensión productiva, la dimensión social, la dimensión ambiental, incluso la dimensión cultural. Entonces, este tipo de reuniones resulta extremadamente importante a fin de tomar conciencia de todas las complejidades que tiene la gestión de recursos hídricos en las distintas provincias y regiones del país.

Mi presentación va a señalar básicamente cuatro puntos: algunas palabras acerca de la Dirección General de Aguas, lo que hace; en segundo lugar, la política nacional de aguas, algunas referencias muy breves; después me voy a referir a la situación de los recursos hídricos de la provincia de Iquique, y finalmente, voy a señalar algunas conclusiones, que más que conclusiones son propuestas, líneas de trabajo que creemos nosotros -desde la Dirección de Aguas- es necesario cubrir. **(Diapositivas N° 1 y N° 2)**

Dirección General de Aguas

La Dirección General de Aguas dentro de las actividades que desarrolla, tiene que ver con el conocimiento de los recursos hídricos y los sistemas de información. En ese sentido, cubre aspectos de estudios de investigación, redes de medición donde hemos estado desarrollando un programa de mejoramiento de ese aspecto, y el desarrollo de un centro de información, a fin de que los antecedentes que se generan en torno al recurso hídrico estén al alcance de todos. **(Diapositivas N° 3 a N° 8)**

Desde el punto de vista de lo que es la investigación, la evaluación del recurso hídrico, tenemos propiamente labores de investigación, de evaluación y de planificación. Además, dentro del tema de investigación quisiera destacar lo siguiente: un punto de bastante preocupación para nosotros es todo lo que tiene que ver con la investigación de las zonas áridas y semiáridas como es esta. En este sentido, por ejemplo, les puedo decir que justamente hoy día, se está firmando un acuerdo entre el Ministerio de Obras Públicas y la IV Región a fin de generar un centro para el estudio del agua en las zonas áridas y semiáridas de Chile y de Latinoamérica, y eso es porque entendemos que uno de los puntos cruciales es ser capaces de conocer mucho mejor lo que sucede con los recursos hídricos en esta zona. Tenemos también trabajos en cuencas experimentales, uso del recurso hídrico en distintas cuencas e inventario de pozos, evaluación de disponibilidad de aguas tanto superficiales como subterráneas, desarrollo de modelos, también hay estudios para el uso del recurso hídrico y también hay trabajos que tienen que ver con el aspecto más de planificación. En este sentido, quería detenerme en cuál ha sido la preocupación nuestra durante los últimos años, ver la forma de avanzar en lo que llamamos «la gestión integrada y participativa del recurso hídrico» y a partir de ello generar planes directores. De ese punto vamos a hablar un poco más, porque creemos que es realmente importante, especialmente para zonas como esta.

Dentro de lo que es la parte de medición, quería señalarles que en esta Región hay 197 estaciones de distinto tipo, de un total de mil novecientas que hay a lo largo de todo Chile **(Diapositiva N° 9)**. En esta región, aparecen tres plataformas satelitales y la idea es llegar a que pudieran instalarse ocho estaciones satelitales en la región, porque tiene bastante interés especialmente desde el punto de vista de fenómenos como el invierno boliviano y ese tipo de materias. Las estaciones satelitales han sido todo un proceso que se ha desarrollado dentro de la

Dirección General de Aguas y creo que es bastante interesante porque nos permite tener información en directo de lo que está pasando en las distintas regiones, ustedes pueden incluso entrar a internet y ver los caudales de las últimas crecidas que se presentaron en el Sur, cómo ha estado lloviendo, cómo han ido subiendo los ríos, toda información que es útil para la gestión de recursos hídricos. **(Diapositiva N° 10)**

Otro aspecto que es importante, se refiere al tema de poner a disposición del público y de los usuarios en general, toda esta información, cuestión que se hace a través del Centro de Información de Recursos Hídricos que tiene todo un sistema computacional y que se puede acceder a él en distintos aspectos directamente vía internet, o también a través de las Oficinas Regionales de la Dirección de Aguas **(Diapositiva N° 11)**. Creemos que este tema, como vamos a plantear al final, es realmente importante no solamente por la información que entrega, sino además porque pensamos que puede ser la base de información que en definitiva le dé claridad y transparencia a un tema tan delicado como es el tema del agua en las distintas regiones. De esa manera, nosotros pensamos que en algún instante, realmente vamos a poder generar antecedentes que permitan a cualquier usuario tener una visión completamente clara de lo que está pasando con los recursos hídricos, tanto del punto de su interpretación como de sus aspectos jurídicos, etc. Y eso se hace a través de lo que es el Catastro Público de Agua y que incluye una cantidad importante de registros, por ejemplo, inventarios de extracciones de agua, obras autorizadas, jurisprudencia, registro de orientación de usuarios, informaciones acerca de aprovechamiento de aguas y de aspectos legales, etc. La idea es que esto sea puesto a disposición del público a través de los sistemas más modernos y fáciles de utilizar, para que todos estemos bien informados de lo que está sucediendo. **(Diapositivas N° 12 y N° 13)**

Otra actividad de la Dirección General de Aguas, tiene que ver con la administración de recursos hídricos, y en ese sentido lo más relevante son las autorizaciones que la legislación de aguas establece que deben ser otorgadas por la DGA y que tienen que ver con los derechos de aprovechamiento, la aprobación de obras, exploración de aguas subterráneas, orientación del usuario, etc. Todas estas tareas deben ser cumplidas de acuerdo a lo que señala el código de aguas, apuntando a que la explotación sea sustentable, haya protección ambiental, no haya menoscabo de derechos de terceros, tanto superficiales como subterráneos, favorecer el aprovechamiento del agua, considerar el carácter de perpetuidad con que se otorgan los derechos de agua. Desde el punto de vista de las labores que ha venido desarrollando la DGA, podemos señalar que prácticamente se han triplicado los resultados operacionales de la DGA en todo este tiempo desde el punto de vista de las solicitudes que debe de resolver. **(Diapositiva N° 14)**

Política Nacional de Recursos Hídricos

Dicho esto muy brevemente, voy a referirme en dos palabras a cómo vemos nosotros los desafíos que tiene el sector hídrico en el país, cuestión que es decisiva desde el punto de vista de cuál es la política de aguas que debemos llevar adelante. Los desafíos que nosotros identificamos son básicamente tres. Uno se refiere a la demanda, hay demandas que están creciendo y que tienen que ser abastecidas. Desde el punto de vista ambiental hay un nuevo requerimiento que se establece sobre el recurso hídrico, que es nuevo en el sentido de que hay una mayor conciencia del tema que hay que considerar y realmente es un elemento que incide fuertemente en la disponibilidad del recurso hídrico en algunas zonas. Y el tercer desafío se refiere a la variabilidad climática. Todo lo que nosotros estamos haciendo lo hacemos pensando en lo que nos ha pasado en los últimos años, pero el futuro es un futuro abierto y las cosas no necesariamente son iguales y tenemos que tener la capacidad de reaccionar ante este mundo cambiante. **(Diapositivas N° 15 a N° 17)**

Desde el punto de vista de la demanda, aquí estamos señalando que de Santiago al Norte existe una situación de gran escasez del recurso hídrico (**Diapositiva N° 18**). Ahí tenemos marcada la línea de los mil metros cúbicos por habitante año y podemos ver que de Santiago al Norte, la disponibilidad de agua por habitante año es menos de mil metros cúbicos y que, en consecuencia, toda esta zona dentro de los parámetros mundiales es una zona con limitaciones sustantivas para su desarrollo, a partir de la escasa disponibilidad del recurso hídrico. De la VI Región hacia el Sur, la situación cambia en forma bastante radical y yo diría que el problema cambia de carácter. En la I Región, podemos ver una figura con una isoyeta y que nos muestra como -excepto en los sectores del altiplano- especialmente en torno a los conos volcánicos, prácticamente no tenemos puntos en los cuales las precipitaciones superen los 150 o 200 milímetros al año, además, esta precipitación es muy escasa. Y si ustedes se fijan, ahí hay una gradiente bastante fuerte decreciente hacia la provincia de Iquique en comparación a lo que es Parinacota y pueden ver ustedes como todas esas rayas azules (**Diapositiva N° 19**) ya prácticamente empiezan a desaparecer en la provincia de Iquique y entonces tenemos menos rendimiento hídrico por cada kilómetro cuadrado de cuenca que tenemos, cuestión que es una limitante adicional para la provincia de Iquique, en relación a la provincia de Parinacota y bueno, todos ustedes saben, ni que hablar de la parte ya del desierto, la parte baja, la cual prácticamente en todas partes tiene menos de cincuenta milímetros de precipitación.

Quería destacar algunos datos respecto a la importancia económica de los recursos hídricos en el país (**Diapositiva N° 20**). El PIB agrícola asignable al agua, alcanza unos mil millones de dólares al año. Esto es si separamos cuál es el impacto de la tierra y cuál es el impacto del agua, o sea, lo que depende del agua, directamente mil millones de dólares. La inversión anual en el tema en Chile es del orden de mil millones de dólares, o sea, hay como mil millones de dólares al año que se invierten en desarrollar los recursos hídricos o conservarlos. Actualmente, las empresas sanitarias están invirtiendo mucho en tratamiento de aguas servidas, etc. en centrales hidroeléctricas, hay mil millones de dólares que están girando en torno al recurso hídrico cada año. El valor del activo agua -si uno valoriza los derechos de agua en términos bastantes genéricos, porque pudieran ser más inclusive- llega a cifras de más de cuatro mil millones de dólares. Los nuevos derechos que se constituyen al año, si uno los evalúa en términos comerciales, equivalen prácticamente a doscientos millones de dólares. En el caso de la minería, en promedio tenemos que por cada millón de dólares que se invierte, necesitamos un litro por segundo de agua, o sea, si tenemos mil millones de dólares que se están invirtiendo en una región vamos a necesitar mil litros por segundo de agua para que esa inversión se pueda llevar adelante. Esta situación, asociada al desarrollo del país ha hecho que las demandas crezcan en forma muy fuerte. Aquí tenemos, por ejemplo, unos números de solicitudes de aguas subterráneas que hemos tenido en el país en los años ochenta (**Diapositiva N° 21**), los comparamos con el año 2000, y vemos que ha subido aproximadamente siete veces, aquí teníamos del orden de cien solicitudes al año, actualmente tenemos del orden de setecientas, ochocientas solicitudes al año de aguas subterráneas en todo el país. Esto es un poco la dinámica que está teniendo el tema del agua a partir de los requerimientos que genera el desarrollo del país. Ya tenemos un problema mayor con relación al agua, y en relación al desafío ambiental, que era otro de los desafíos que señalaba, tenemos que incorporar a las decisiones, restricciones tanto a las extracciones que tienen que ver con caudal ecológico en esta zona muy importante, áreas protegidas, recreación, etc., y el problema de proteger el recurso para que no se contamine ya sea por descargas localizadas o por contaminación difusa. (**Diapositiva N° 22**)

Situación de los recursos hídricos en la provincia de Iquique

Entremos a ver un poco qué es lo que sucede en esta región en concreto respecto a los recursos hídricos. Tenemos una distribución porcentual del balance hidrológico nacional región por región, y está todo referido al cien por

ciento que sería la precipitación que hay en la región, de modo que esta parte clarita de arriba (**Diapositiva N° 23**) es el agua que queda simplemente en el suelo, esa agua no escurre. Vemos que en el Norte la mayoría del agua no escurre sino que queda en el suelo simplemente. Y en la parte que tiene alguna otra dinámica, vemos que hay un término, hay recursos hídricos que se evaporan desde salares y lagunas, cuestión extremadamente importante en la II Región, en toda la puna de Atacama, un poco menos, pero también importante en la I Región y en la III Región. Después tenemos ahí lo que llamamos consumo, que es la cantidad de agua a la fecha, aprovechada directamente y consumida. Podemos ver que en la II Región casi todo está consumido, no tanto en la Primera. Y esto azul (**Diapositiva N° 23**) es el caudal que escurre ya sea hacia el océano o hacia otro país, y vemos que en la I Región no es tan poco el caudal que escurre como porcentaje, que no está siendo consumido sino que está escurriendo. Entonces, es importante tener en vista este balance porque de alguna manera nos da alguna pista respecto a los problemas que tenemos que resolver y las posibles soluciones. Respecto a la distribución de los consumos (**Diapositiva N° 24**), hacia el Sur principalmente es agrícola. En esta región tenemos que el consumo agrícola es relativamente importante, especialmente en la zona de Arica, pero también tenemos una gran importancia de uso doméstico y minero industrial por lo menos a la fecha.

Quería destacar algunos datos que nos entrega el Balance Hídrico de Chile para la provincia de Iquique. Podemos distinguir la disponibilidad de agua en las zonas altiplánicas (**Diapositiva N° 25**). Si sumamos todos los recursos hídricos que se generan especialmente en el Salar de Surime y el Salar del Huasco que tienen que ver con Cancosa, con Caritima, con Isluga, que son cauces que drenan hacia Bolivia, hacia el Salar de Coposa, se ha estimado un caudal medio de tres metros cúbicos por segundo, bastante caudal que drena en este sector. En el Salar del Huasco, como son cuencas cerradas no hay escurrimiento, pero hay un caudal que fluye hacia el Salar y que se evapora en el Salar, que de acuerdo a los datos del Balance Hídrico de Chile suman esta cifra y si sumamos todo, todos estos salares de la parte alta llegamos acá a una cifra de 1,3 -1,4 metros cúbicos por segundo que sería el caudal total que fluye hacia los salares y que terminan en definitiva evaporándose de esos salares de acuerdo a las estimaciones que existen. Ahora, en la vertiente occidental (**Diapositiva N° 26**) vemos que hay caudales medios en la quebrada de Camiña, parte de esto se usa en la actividad agrícola y también caudales que llegan en definitiva y se consumen en el sector de la Pampa del Tamarugal y parte de éstos también se consumen directamente en las quebradas. En definitiva esta es toda el agua que se genera en la provincia de Iquique, y ustedes pueden ver que una buena parte drena hacia el sector de Bolivia y lo otro básicamente termina evaporándose en los salares. Estos recursos hídricos están siendo aprovechados de una u otra forma en su gran mayoría. Y aquí vemos nosotros, como hay en distintas partes, como en el sector de Surire y el Huasco se están regularizando derechos de agua. Hay un conjunto de regularizaciones que o están ya realizadas o están en trámite, de acuerdo al catastro que tenemos, que no está actualizado con los últimos datos. En definitiva, si hablamos de las aguas superficiales y comparamos con la oferta en distintos puntos, podemos ver que prácticamente todo está regularizado o en proceso de regularización y en algunas partes hay algunas solicitudes que son más pequeñas pero que están todavía en trámite (**Diapositiva N° 27**). De acuerdo al punto de vista de aguas subterráneas y de acuerdo a los análisis que se han venido haciendo por parte de la Dirección de Aguas (**Diapositiva N° 28**), vemos que los caudales disponibles son relativamente interesantes, importantes, pero también podemos ver que la mayoría de éstos ya están en el hecho constituidos o comprometidos, algunos están en trámite, en proceso, pero además en las mismas cuencas tenemos demandas adicionales importantes. Lo único que queda por resolver, se refiere a la situación del Salar del Huasco, que ustedes saben que también está pendiente, pero en el resto prácticamente los caudales disponibles ya están constituidos o comprometidos, su proceso está resuelto. Si hacemos un resumen de esto (**Diapositiva N° 29**), vemos que comprometidos y regularizados hay como 10 metros cúbicos por segundo y en trámite o en sentencia judicial, hay otros 5 metros cúbicos por segundo y esto lo podemos desglosar entre distintos tipos de usos, tanto superficial como subterráneo. Lo que está comprometido, regularizado, básicamente

en la parte superficial, es para riego (**Diapositiva N° 30**). En cambio, el agua subterránea se aprovecha básicamente en minería y en agua potable. Respecto a lo que está en trámite o sin sentencia (**Diapositiva N° 31**), se da la misma situación en minería y agua potable en el aspecto de aguas subterráneas. Ese es el panorama general que yo quería señalarles, y ahora quería hacer algunas reflexiones con respecto a todo esto.

Reflexiones, propuestas, líneas de trabajo

Por una parte, tenemos una constatación de un aumento de interés por derechos de agua (**Diapositiva N° 32**), tanto así que hay muchas partes donde las solicitudes superan las disponibilidades. En segundo lugar, hay reducidas posibilidades de otorgar nuevos derechos de agua. Si uno mira el tema en globo, prácticamente lo más relevante ya está constituido o está en proceso de constituirse en forma inmediata, pero nuevas solicitudes hechas hoy día tienen escasas posibilidades que sean constituidas. Después, otro elemento que creo importante señalar, es que existen importantes caudales con derechos de agua pero que no están siendo utilizados. Eso es un tema discutible en cierto sentido, pero si uno hace la constatación y llega a la conclusión, dice: mire hay derechos de aguas de diez metros cúbicos por segundo, es evidente que una fracción muy menor de eso es lo que realmente se usa, de modo que derechos de aguas hay muchos en comparación al uso efectivo que hoy se está haciendo. Otro elemento, que no surge de las cifras anteriores, pero que es un comentario adicional que hacemos nosotros de acuerdo a la experiencia de la DGA, es que en general hay un bajo nivel de organización tanto de los usuarios superficiales, usuarios de aguas subterráneas, como también a nivel de la macro provincia. Hay muchos actores que tienen que ver con el agua, pero cada uno está resolviendo sus problemas en forma independiente y no hay un nivel fuerte de organización en torno al tema del agua en la región y en la provincia. No estamos hablando de una provincia que uno pudiera asimilar a lo que es el Valle del Aconcagua, donde hay una estructura bastante fuerte de todos los usuarios del agua. Acá no existe eso.

Y cuáles son mis conclusiones, más bien ideas, hechas como aporte a este Taller. Por una parte, resulta atractivo, importante, necesario y quizás urgente, desarrollar una visión de largo plazo acerca de los recursos hídricos de la región (**Diapositiva N° 33**) y eso, yo diría que tiene dos elementos con los cuales -como Dirección de Aguas- hemos creído que es la forma de dar respuesta a este requerimiento de una visión de largo plazo. Por un lado, está lo que llamamos Plan Director, un Plan Director entendido como una instancia que permite coordinar, poner sobre la mesa una visión de largo plazo que sea compartida por el sector público, que tiene una función de regulación. Cuando señalamos que el sector público tiene funciones regulatorias, estamos hablando, obviamente, de la Dirección de Aguas, de CONAMA, Bienes Nacionales que regula los usos de bienes nacionales, la Superintendencia de Servicios Sanitarios que tiene que aprobar los planes de desarrollo de las empresas sanitarias, instancias que tengan que ver con el desarrollo urbano, como puede ser SERVIU. En definitiva, creemos que es necesario compatibilizar, tener una visión conjunta del Estado como elemento regulador, con el Estado como elemento promotor del desarrollo, y cuando hablamos de promotor del desarrollo estamos pensando en el Ministerio de Agricultura, la Comisión Nacional de Riego, la Dirección de Obras Hidráulicas, INDAP, en fin. Entes que de una u otra manera apoyan u orientan la actuación del Estado en el sentido de promover determinado tipo de actuación, y también de los privados. En este caso, estamos hablando de empresas mineras, comunidades agrícolas, organizaciones civiles, en fin. Creemos que esos tres polos de esta ecuación tienen que tener una visión de largo plazo que permita de alguna forma dar señales claras a la actuación de los privados, permita definir con claridad la interacción que hay entre las funciones reguladoras con las funciones de promoción que tiene el Estado. Entonces a eso nosotros lo llamamos Plan Director, y creemos que en esa construcción del Plan Director se requiere una entidad que tenga representación para concordar una mesa de discusión

respecto a estos temas, y en ese sentido, le asignamos una tremenda importancia a la Comisión de Recursos Hídricos que se ha estado constituyendo y desarrollando, y que ha sido impulsada a nivel del Gobierno Regional. Nosotros creemos que esa instancia debiera ser la que en definitiva debiera generar esta visión de largo plazo compartida.

En segundo lugar, como líneas de acción yo quería enfatizar la necesidad de profundizar la investigación en los procesos hidrológicos. Es muy importante tener claro cuáles son las demandas ambientales de la región, porque veíamos que hay agua que llega a los salares, pero cuánto de eso se puede utilizar sin perjudicar el desarrollo del medio ambiente, es una pregunta que no es fácil, y en ese sentido creemos que la investigación es muy relevante. Yo creo que la I y II Región, debieran generar programas de investigación coordinados entre las empresas y la sociedad civil, de modo que permita despejar incógnitas en torno a estas materias. También creemos que es necesario avanzar en el monitoreo para saber exactamente qué es lo que sucede, tener mejor información. En la exploración de acuíferos -y este es un tema que no es menor, porque muchas veces hay bastante conflicto respecto a las autorizaciones que pudiera dar o no dar la Dirección de Aguas para explorar en Bienes Nacionales- nuestra política al respecto, es que a menos que haya razones muy fundadas para no dar una autorización de ese tipo, se debe dar la autorización y la información, porque creemos que es lo que nos permite avanzar en resolver esta ecuación que de por sí es difícil.

Un tercer punto se refiere a desarrollar políticas de fiscalización y de control de extracción. Esta política de control de extracción ya la estamos implementando y hemos partido desde la II Región. Es algo que se está haciendo a nivel del Gobierno Regional y que ya está bastante avanzada. Yo creo que esto tiene dos urgencias: una es una cuestión de transparencia, saber cuánta agua se está extrayendo, por otra parte, desde el punto de vista del conocimiento, si no tenemos un buen registro de cómo estamos explotando los acuíferos no vamos a saber en definitiva si las hipótesis que hicimos en el momento de iniciar la explotación eran adecuadas o no. Entonces desde el punto del conocimiento es muy importante saber cuáles son las extracciones que se están haciendo.

Un cuarto punto se refiere a fortalecer los sistemas de información en general y también de información al público. Yo creo, y ese es un esfuerzo que se está haciendo por ejemplo en la II Región, que el tener bases de datos, que todos sepamos exactamente que es lo que está sucediendo en la región, cuales son los datos que tenemos, del punto de vista de la obras que existen, de la información hídrica, del punto de vista de los derechos, de las regularizaciones, nos parece que es un elemento importante para que el público tenga una opinión fundada, así como para que exista suficiente transparencia respecto a lo que es el recurso hídrico en la región y no nos pasemos cuentas que no corresponden.

Otro elemento importante, que creemos va a comenzar a desarrollarse es el tema de los mercados de agua. Eso por una razón obvia, porque hay muchos derechos de agua que no están siendo utilizados y en consecuencia pensamos que una manera cada vez más frecuente de acceder al recurso va a ser a través de la compra venta.

Un punto adicional se refiere a la importancia que tiene para la región lograr acuerdos en relación con las cuencas de los recursos hídricos compartidos. Respecto a los derechos de aguas superficiales, ocurre que muchas veces están siendo utilizadas por las comunidades que viven en los sectores, pero no están siendo utilizados todos los recursos. De hecho, en la frontera hay hogares que pasan al país vecino, y además recursos hídricos que son subterráneos que también fluyen en la misma dirección. Entonces, es un tema importante.

Otro tema que nosotros pensamos también es de interés, es el desarrollar políticas orientadas a la demandas y al uso eficiente. Yo creo que la región tiene que preguntarse cuál es la eficiencia con que se está usando el


recurso en los distintos sectores, y específicamente por ejemplo, el tema del agua para uso doméstico. Desde el punto de vista del uso doméstico, cuáles son las metas, los objetivos que tenemos que tener para la eficiencia del uso del agua, y así en otras materias. Ahora, este tema no es menor, porque son temas que están implícitos en los planes de desarrollo de las empresas sanitarias. Los planes de desarrollo de las empresas sanitarias definen tarifas y esas tarifas están de acuerdo con las inversiones que se tienen que hacer, y entonces tenemos acá un círculo, que puede ser un círculo virtuoso, pero a veces es un círculo vicioso, en el sentido que no se toman en cuenta los impactos que tiene en el resto de la sociedad, tal o cual nivel de eficiencia en el uso del agua para determinados fines como el caso del uso doméstico. Pero en general, eso también es válido para el uso agrícola y las políticas al respecto. Creo que el tema de desarrollar políticas orientadas al uso eficiente del recurso hídrico, es una cuestión no menor en la región, dado el nivel de escasez.

Un penúltimo tema que hemos identificado, es promover la organización de los usuarios y el desarrollo de su capacidad técnica administrativa, representatividad y nivel de participación. A modo de ejemplo, no existen organizaciones de usuarios de aguas subterráneas. En otras partes existen, pero su capacidad técnico administrativa es muy baja, o puede que inclusive la representatividad no sea adecuada, en el sentido de que participan dos o tres que son los mismos de siempre. En una exposición que hacía en Santiago traía a colación este punto. Yo saqué una estadística de la permanencia de los dirigentes en las distintas organizaciones de usuarios y demostraba cómo se mantenían por décadas, entonces resulta que quienes estaban sentados conmigo llevaban como treinta años y nunca se habían renovado, eran los dirigentes de organizaciones de usuarios, así que se sintieron bastante aludidos. Pero la verdad es que más allá de cualquier alusión de carácter personal, en realidad hay un tema de representatividad, que no es menor en relación a la organización y el nivel de participación a veces es muy precario y otras veces la capacidad técnica administrativa de estas entidades es muy precaria también y en consecuencia, es muy difícil que tengan una interlocución real, efectiva con los otros sectores.

Una última idea que hemos planteado acá, es el tema de promover el uso de fuentes no tradicionales. Ahí entra de lleno la posibilidad, por ejemplo, de desalinizar agua de mar o agua salobre, o bien, el reuso de agua y aprovechamiento de reuso para determinados fines. Creemos que todos estos temas son temas atingentes al debate en la provincia, y nos parece que sería bastante atractivo que, al menos algunos de ellos, pudieran ser parte de esta discusión.

Bueno, este es el mensaje que queríamos dar relativo a esta materia. Queda una última diapositiva (**Diapositiva N 34**) en la que mostramos que hay una situación actual con crecimiento económico, los recursos comprometidos, demandas ambientales, número eficiente de acuíferos en el límite de explotación, y tenemos que llegar a un nuevo escenario en el cual hay reasignaciones de derechos de agua, hay una gestión de recursos hídricos con las comunidades de agua, con control de extracciones mucho más eficientes, y hay un conjunto de desafíos técnicos que tenemos que cubrir, que tienen que ver con la eficiencia, la explotación óptima y el desarrollo de nuevas cuencas.

Diapositiva N° 1



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

Administración y gestión de los recursos hídricos en la Provincia de Iquique, I Región

HUMBERTO PEÑA
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

IQUIQUE, 17 DE OCTUBRE DEL 2002

Diapositiva N° 2

TEMARIO

- LA DIRECCION GENERAL DE AGUAS
- POLITICA NACIONAL DE AGUAS
- SITUACION DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. PROV. DE IQUIQUE
- CONCLUSIONES

Diapositiva N° 3

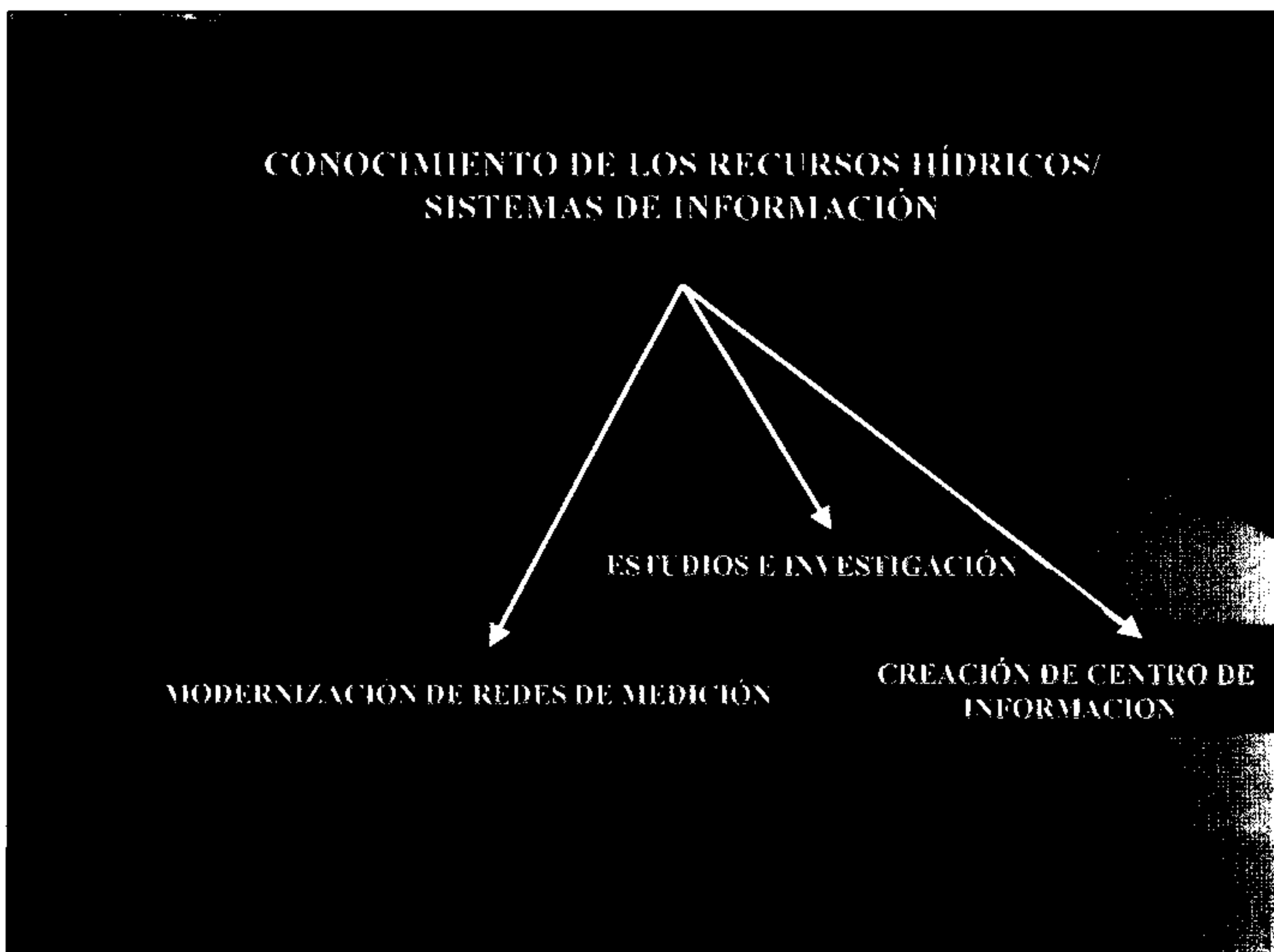
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

FUNCIONES:

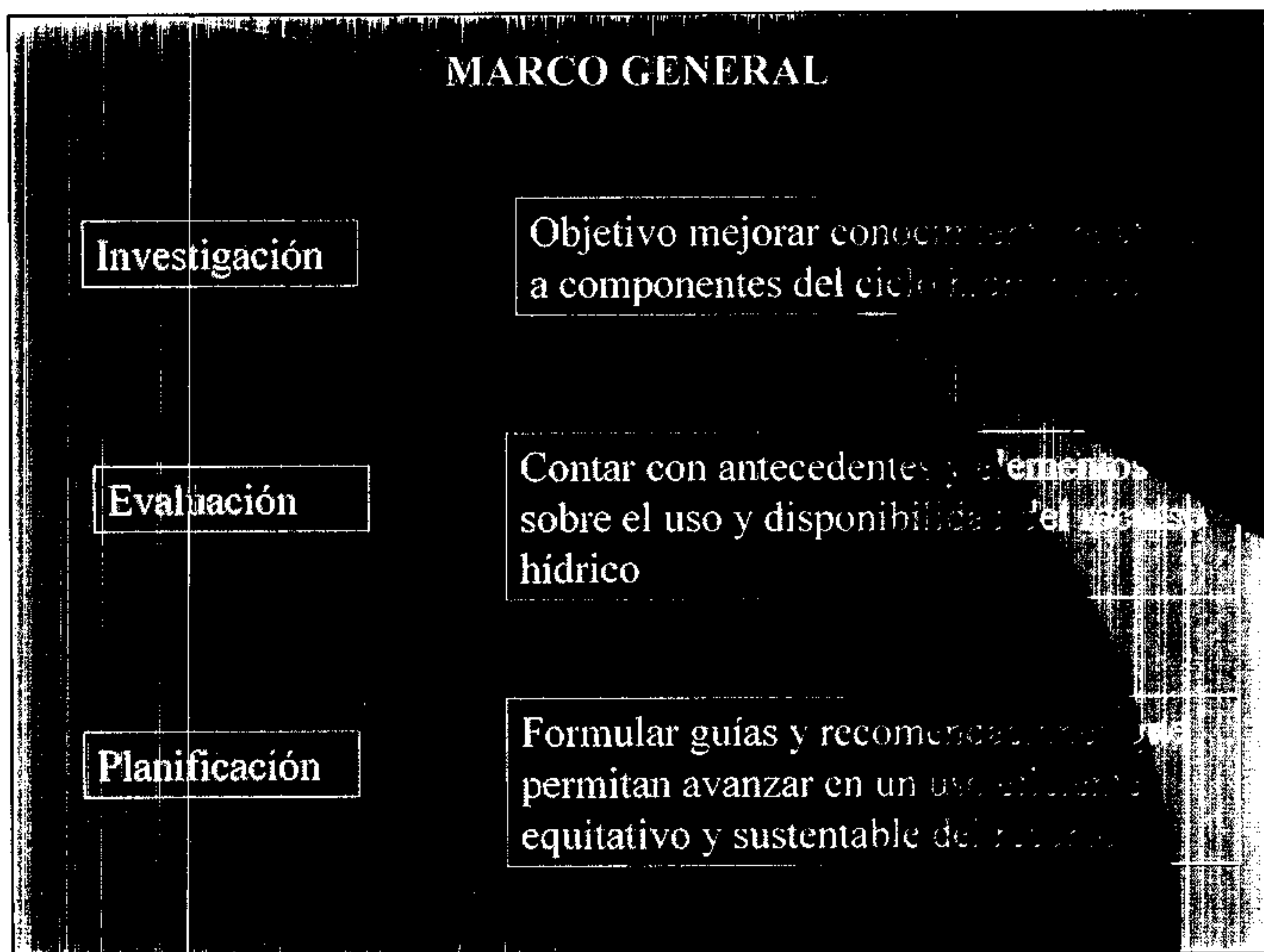
- Investigar y medir el recurso agua
- Planificación del recurso hídrico
- Constituir los derechos de aprovechamiento de aguas
- Policía y vigilancia de las aguas
- Dirimir todas las cuestiones relacionadas con la adquisición y ejercicio de los derechos de aprovechamiento

EL MARCO DE ACCION DE LA D.G.A. ESTA ESTABLECIDO EN EL CODIGO DE AGUAS

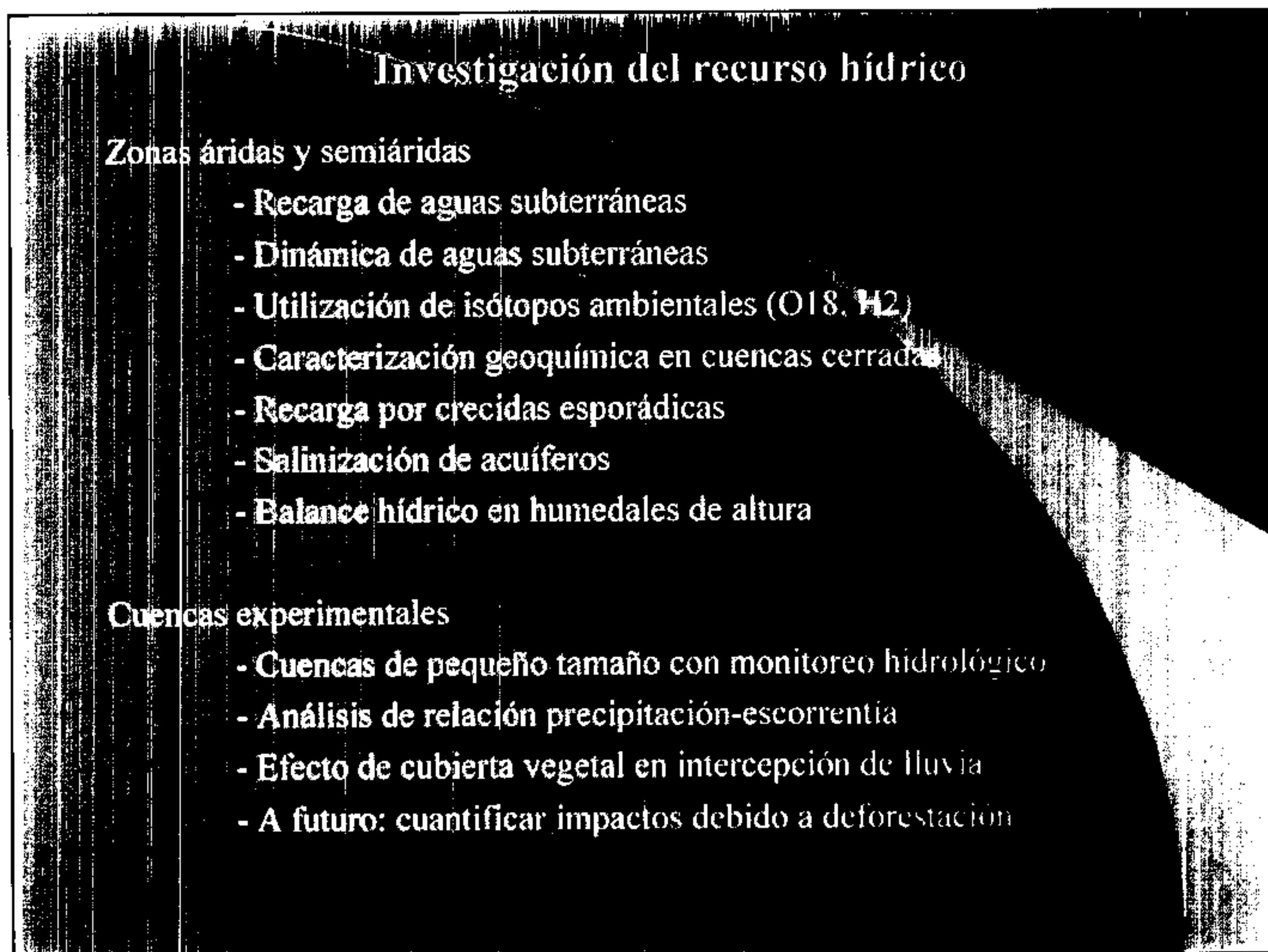
Diapositiva N° 4



Diapositiva N° 5



Diapositiva N° 6



Diapositiva N° 7

Evaluación del recurso hídrico

Uso del recurso

- Estudios de demanda en cuencas prioritarias
- Inventario de captaciones de aguas superficiales
- Inventario de pozos de aguas subterráneas
- Inventario de embalses

Disponibilidad

- Evaluación de recursos hídricos en cuencas prioritarias
- Estudios básicos para modelos de simulación
(hidrológicos, geológicos, geofísica, demandas, etc)
- Aplicación de modelos en proceso de asignación de derechos
Modelación conjunta superficial-subterránea
Evaluación de efectos (flujos superficiales, descensos, etc)

Diapositiva N° 8

Planificación y gestión

Usos del recurso

- Estudios de proyección futura de usos sectoriales
- Inventario de usos "in situ" (escénico, recreativo)
- Impacto de las sequías

Gestión del recurso hídrico

- Necesidad de avanzar en gestión integrada y **participativa**
- *Planes Directores*
 - * Identificar problemas y conflictos en forma conjunta
 - * Definir objetivos y metas de interés común
 - * Generar conjuntamente escenarios futuros (modelos)
 - * Identificar opciones de desarrollo integradas
 - * Impulsar organización publico-privada para la gestión
 - * Experiencia en tres cuencas (Norte Arido, Zona central, Zona Sur)

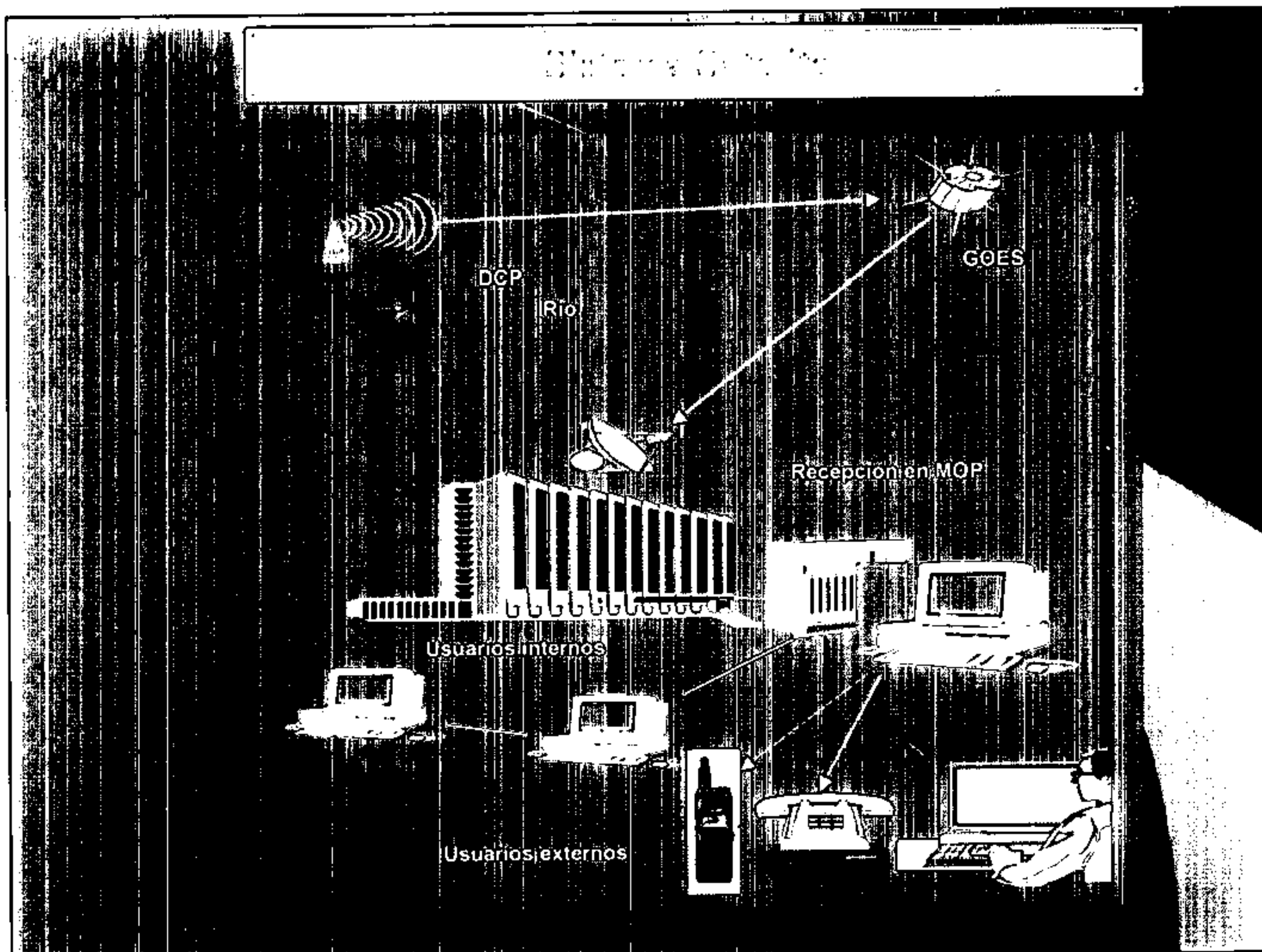
Diapositiva N° 9

La Dirección General de Aguas Redes de Medición

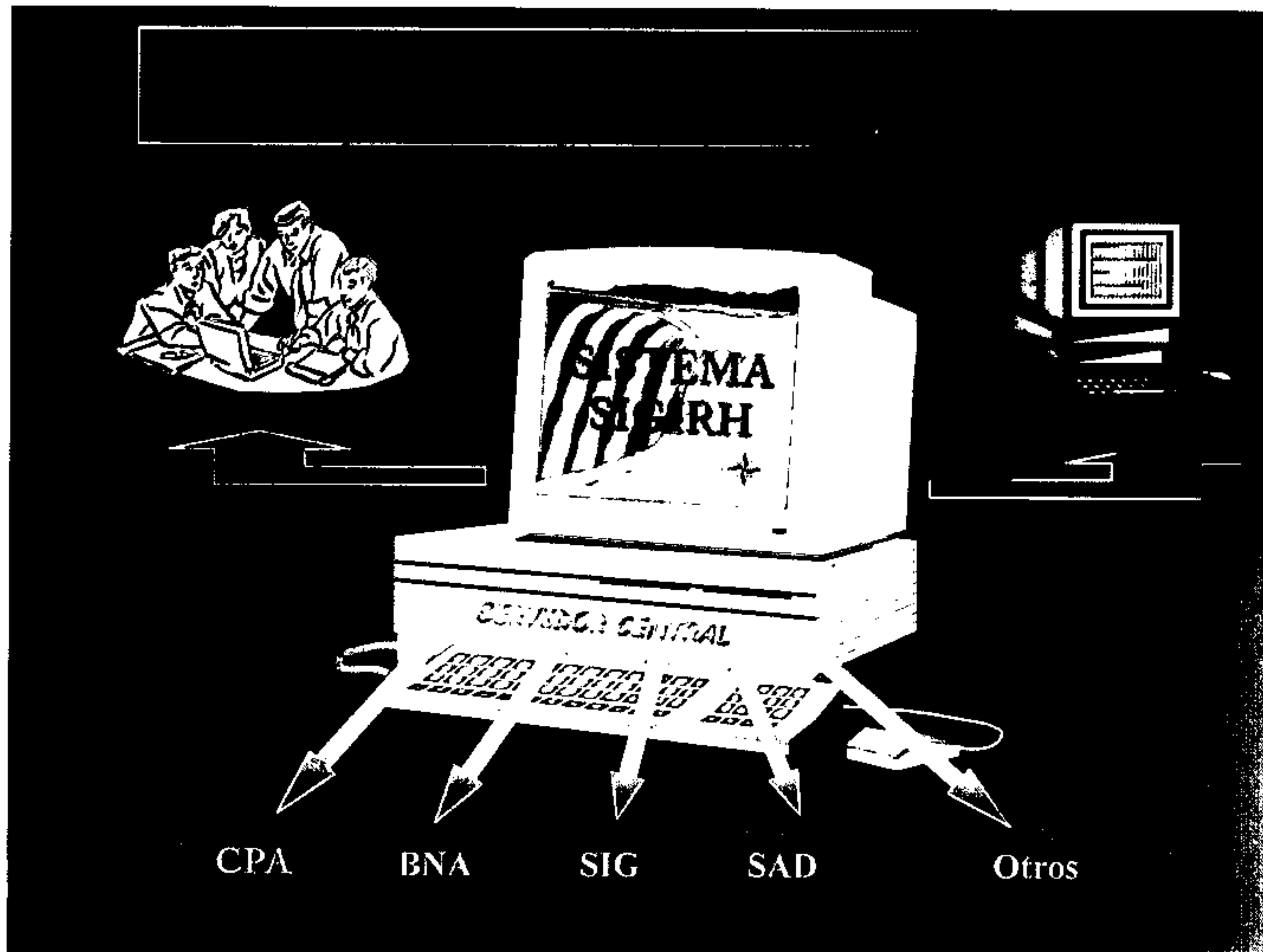
- A nivel nacional existe un total de 1928 estaciones de medición y en la I región 197 estaciones.

	nacional	I región
Fluviométricas	365	32
Meteorológicas	476	40
Calidad Química	390	34
Pozos	520	88
Sedimentos	60	2
Rutas de Nieve	15	---
Lagos	57	---
Plataformas satelitales	45	3

Diapositiva N° 10



Diapositiva N° 11

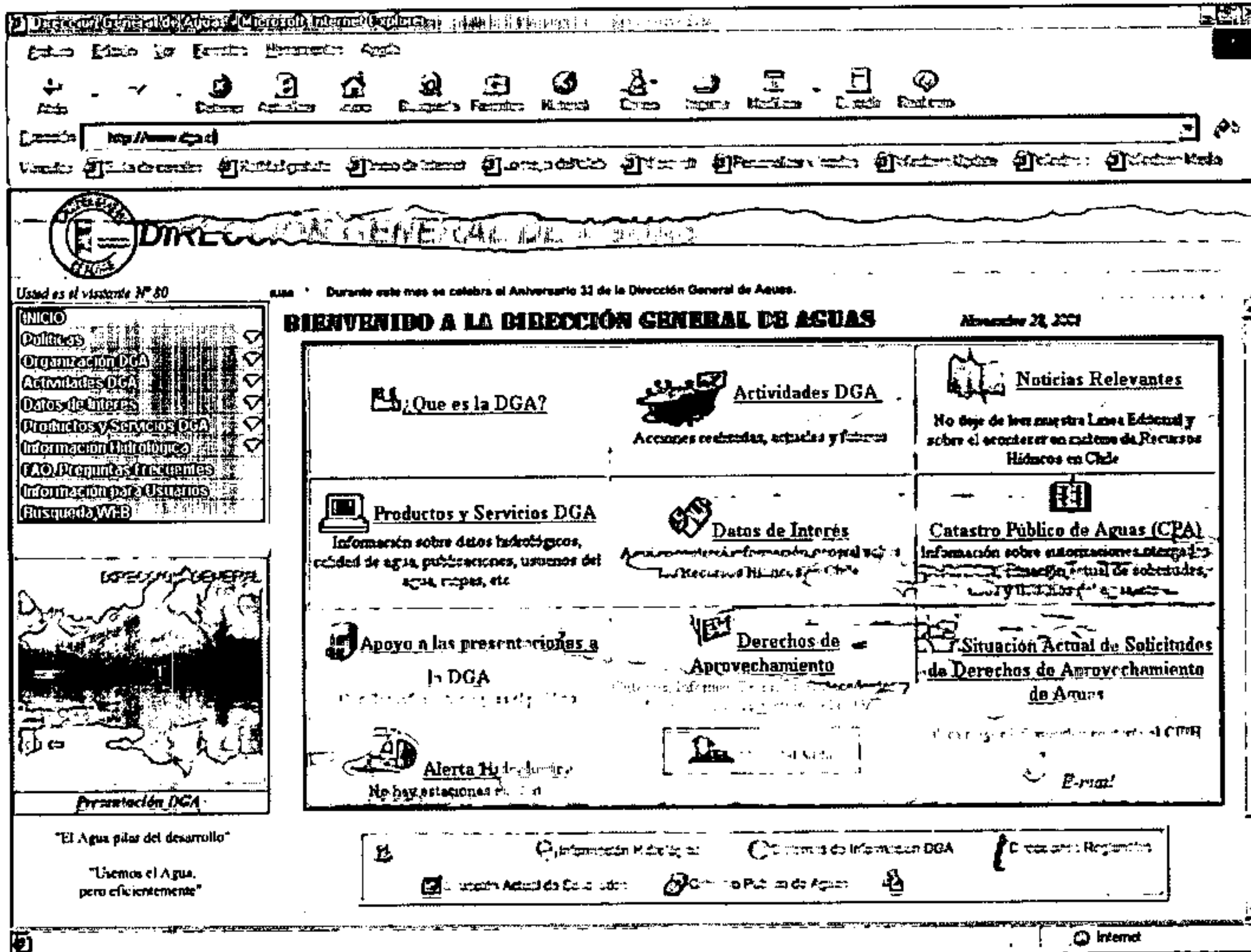


Diapositiva N° 12

REGLAMENTO CATASTRO PUBLICO DE AGUAS (CPA - 1999)

REGISTROS (5):	<ul style="list-style-type: none"> Organizaciones de Usuarios Derechos de Aprovechamientos (8) Roles Provisionales Solicitudes RILES
INVENTARIOS (7):	<ul style="list-style-type: none"> Extracciones Autorizadas Obras Hidráulicas (3) Información Hidrometeorológica (5) Obras Estatales Extracciones Efectivas Calidad de Aguas (2) Cuencas, Glaciares y Lagos
ARCHIVOS (2):	<ul style="list-style-type: none"> Jurisprudencia (3) Estudios e Informes Técnicos

Diapositiva N° 13



Diapositiva N° 14

Administración de Recursos Hídricos

Tipos de Solicitudes

- Relacionadas con Derechos de Aprovechamiento de Aguas.
- Relacionadas con Solicitudes de Exploración de aguas subterráneas.
- Aprobación de Obras.
- Limitaciones a la explotación de aguas subterráneas.
- Organización y Fiscalización de Usuarios.

El marco de acción de la D.G.A. está establecido en el Código de Aguas de 1981

Diapositiva N° 15

Gestión de Recursos Hídricos Política General de la DGA

- ✓ Debe velar por el interés público.
- ✓ compatibiliza características físicas del recurso, con exigencias legales
- ✓ explotación sustentable y protección del Medio Ambiente
- ✓ no generar menoscabo a derechos de terceros, superficiales y subterráneos
- ✓ favorecer el aprovechamiento del agua realmente disponible
- ✓ considera el carácter de perpetuidad de los derechos

Diapositiva N° 16

PLAN DE MODERNIZACIÓN: ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Sistema de
Información
Administrativo
(CPA)

Nuevas
Herramientas
Técnicas para la
Gestión

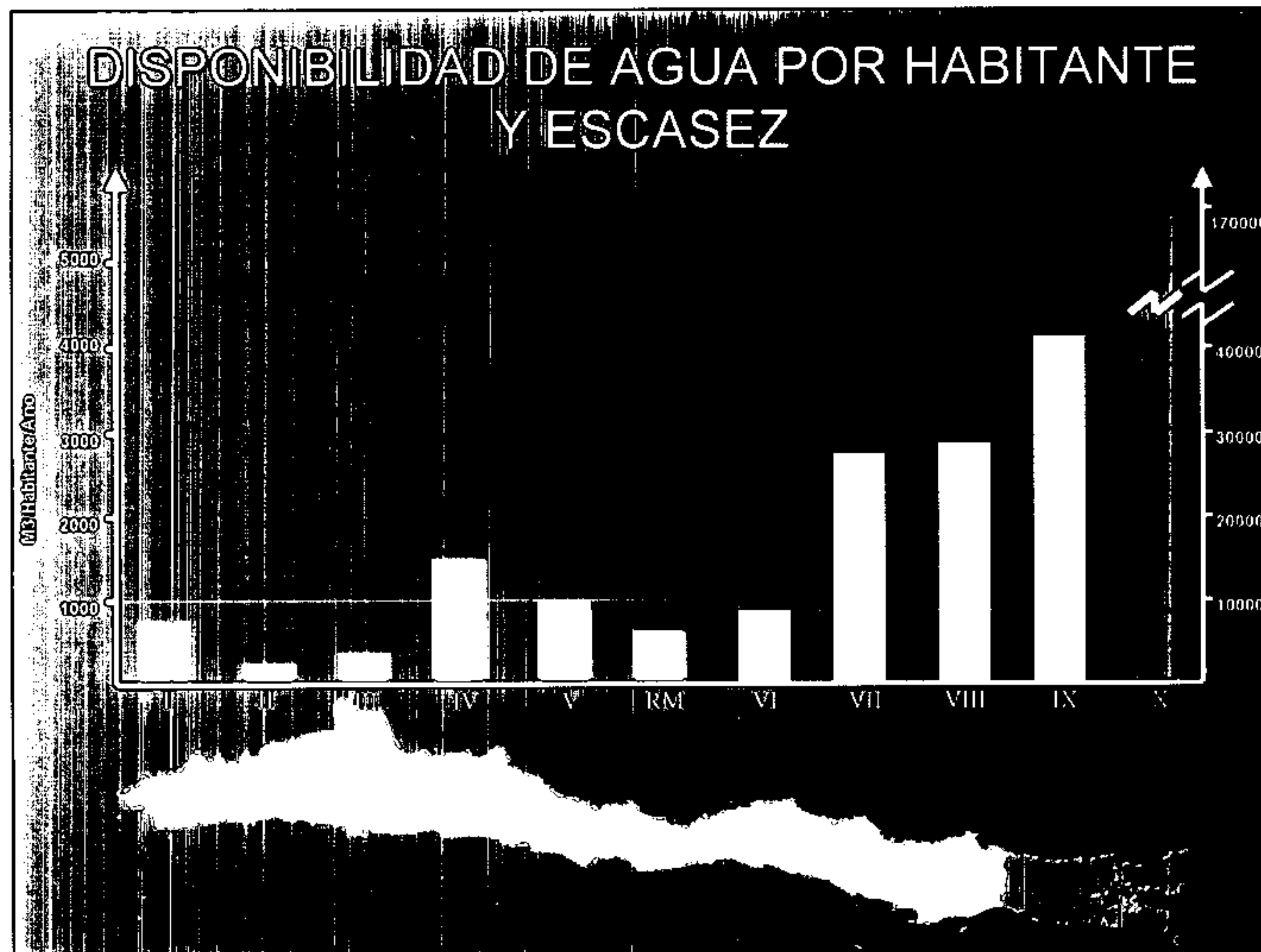
Reorganización

RESULTADO:
280% DE AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD

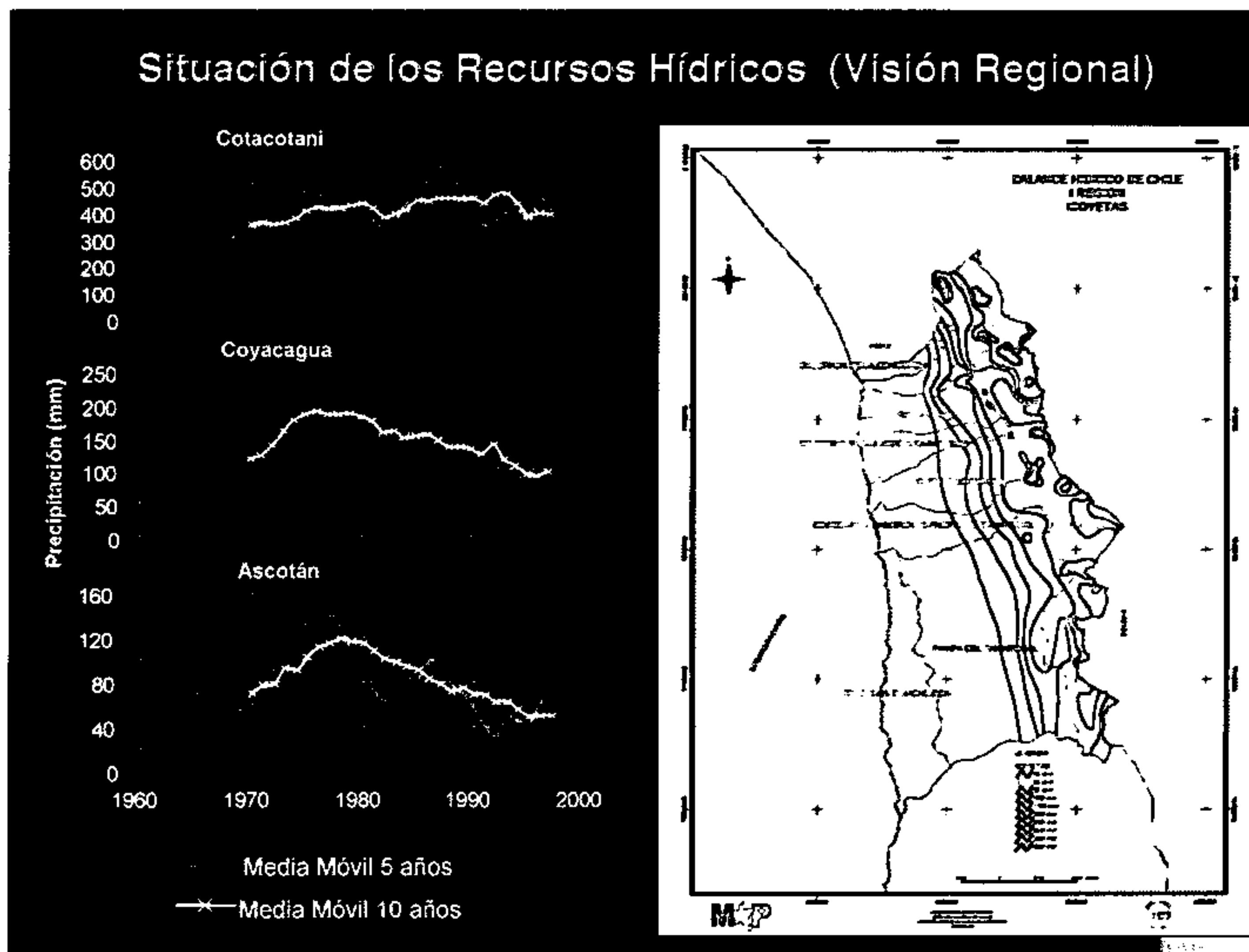
Diapositiva N° 17



Diapositiva N° 18



Diapositiva N° 19

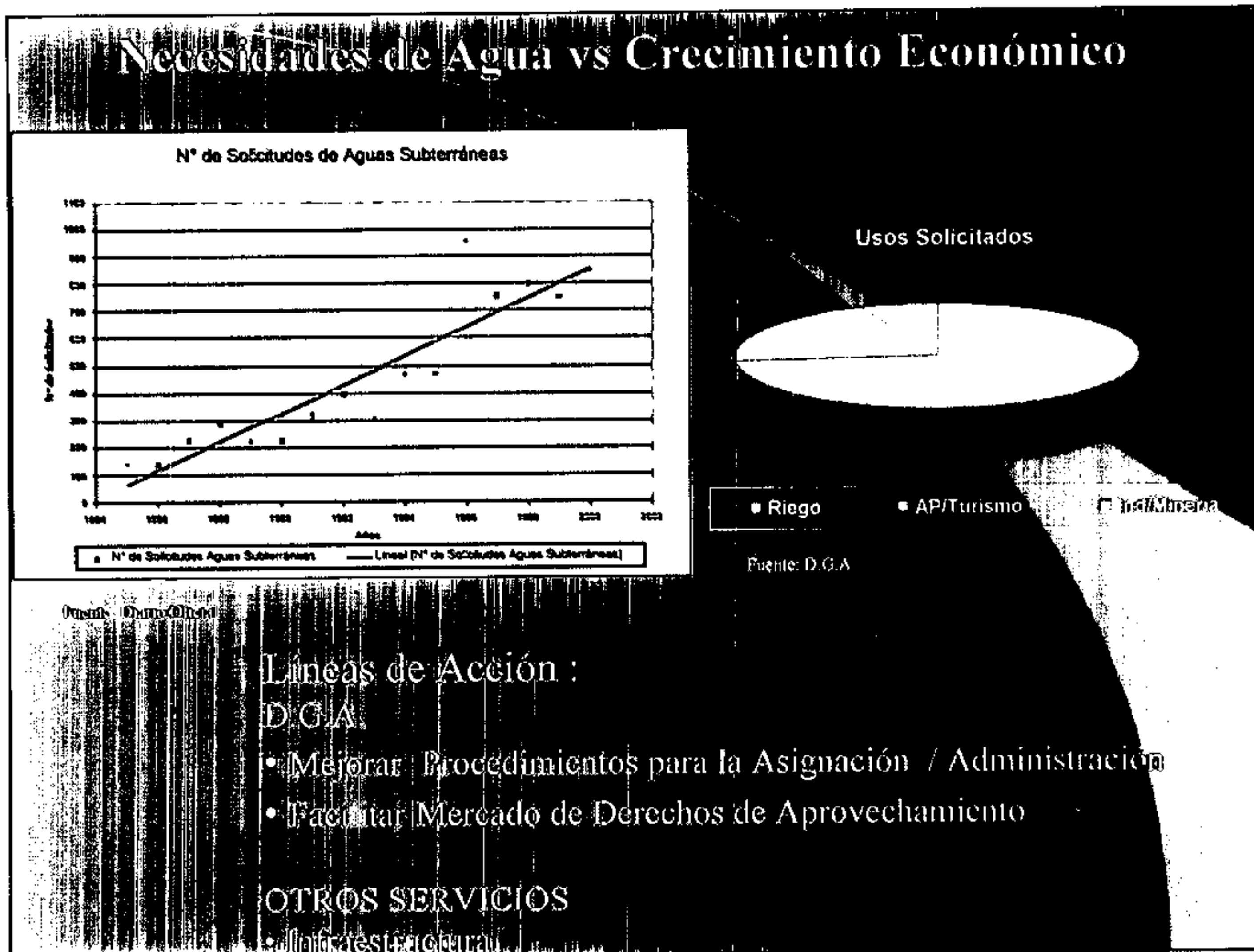


Diapositiva N° 20

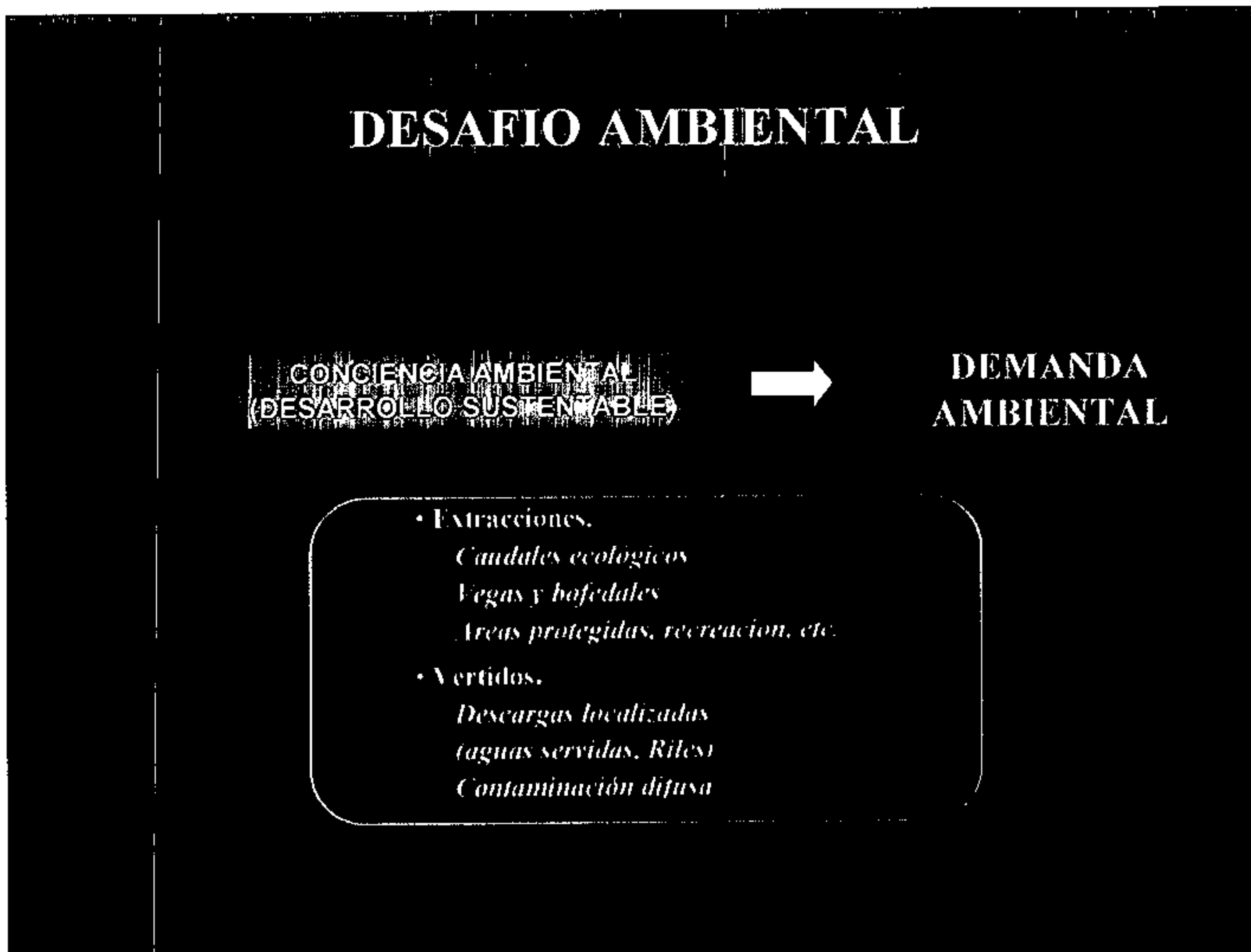
Recursos Hídricos y Desarrollo Económico

- EL PIB AGRÍCOLA ASIGNABLE AL AGUA ALCANZA A UNOS US1000 MILLONES
- INVERSIÓN ANUAL EN EL TEMA: US1000 MILLONES
- VALOR DEL "ACTIVO" AGUA: US 4300 MILLONES
- NUEVOS DERECHOS: US200 MILLONES AL AÑO
- CASO MINERÍA: US 1 MILLÓN POR CADA L/S DE INVERSIÓN.

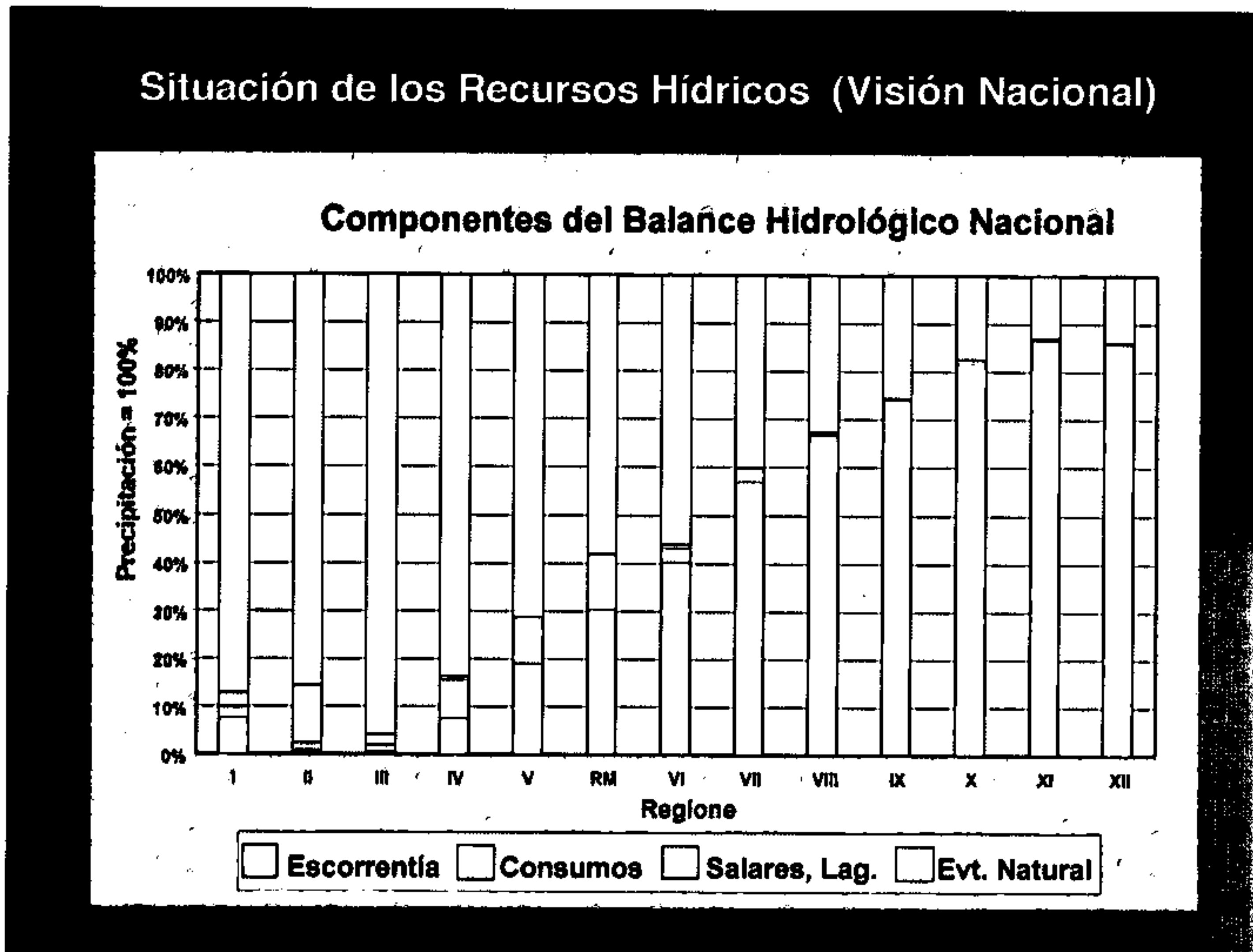
Diapositiva N° 21



Diapositiva N° 22



Diapositiva N° 23



Diapositiva N° 24



Diapositiva N° 25

**Balance Hidrico de Chile
Provincia de Iquique**

Cuencas
I. Altiplanicas

			Sup (Km2)	Caudal (m3/s)	Evap Salar (m3/s)
0104	Entre Salar Surire y Huaseo		2974	3.01	
0105	Salar del Huaseo		1374		0.65
0107	Salar de Coposa		1088		0.64
0108	Salar de Michincha		298		0.18
				3.01	

Diapositiva N° 26

**Balance Hidrico de Chile
Provincia de Iquique**

Cuencas
II. Vertiente Occidental

			Sup (Km2)	Caudal (m3/s)	Evap Salar (m3/s)
0161	Quebrada Camiña		3350	0.61	
017	Pampa del Tamarugal		18005		1.28
				0.61	1.28

Diapositiva N° 27

Situación de los Recursos Hídricos (Visión Regional)DISPONIBILIDAD SUPERFICIAL VS. DEMANDA (l/s)
PROVINCIA DE IQUIQUE

Nombre	Cuenca	Subsubcuenca BNA	OFERTA		DEMANDA	
			50%	85% Regu.	Trámite S. en Const.	Const.
Todos los Santos en Chinchillani	Surire - Huasco	01040 (*)	129	94		
Sitani en Pisiga	Isluga	01041 (*)	573	427		
Cariquima en Pisiga Baquedano	Isluga	01041 (*)	392	289		
Confluencia de Aroma y Macurqu.	Aroma	0172	367	251		
Confluencia Ocacucho y Socaya	Cancosa	01042	353	242		
Collacagua en Chaquina	Salar de Huasco	01050	103	65		
Aporte Salar del Huasco	Salar de Huasco	01050	508	352		

(*) Cuenca compartida (disponibilidad estimada en Límite Internacional)

• Disponibilidad copada por solicitudes en trámite

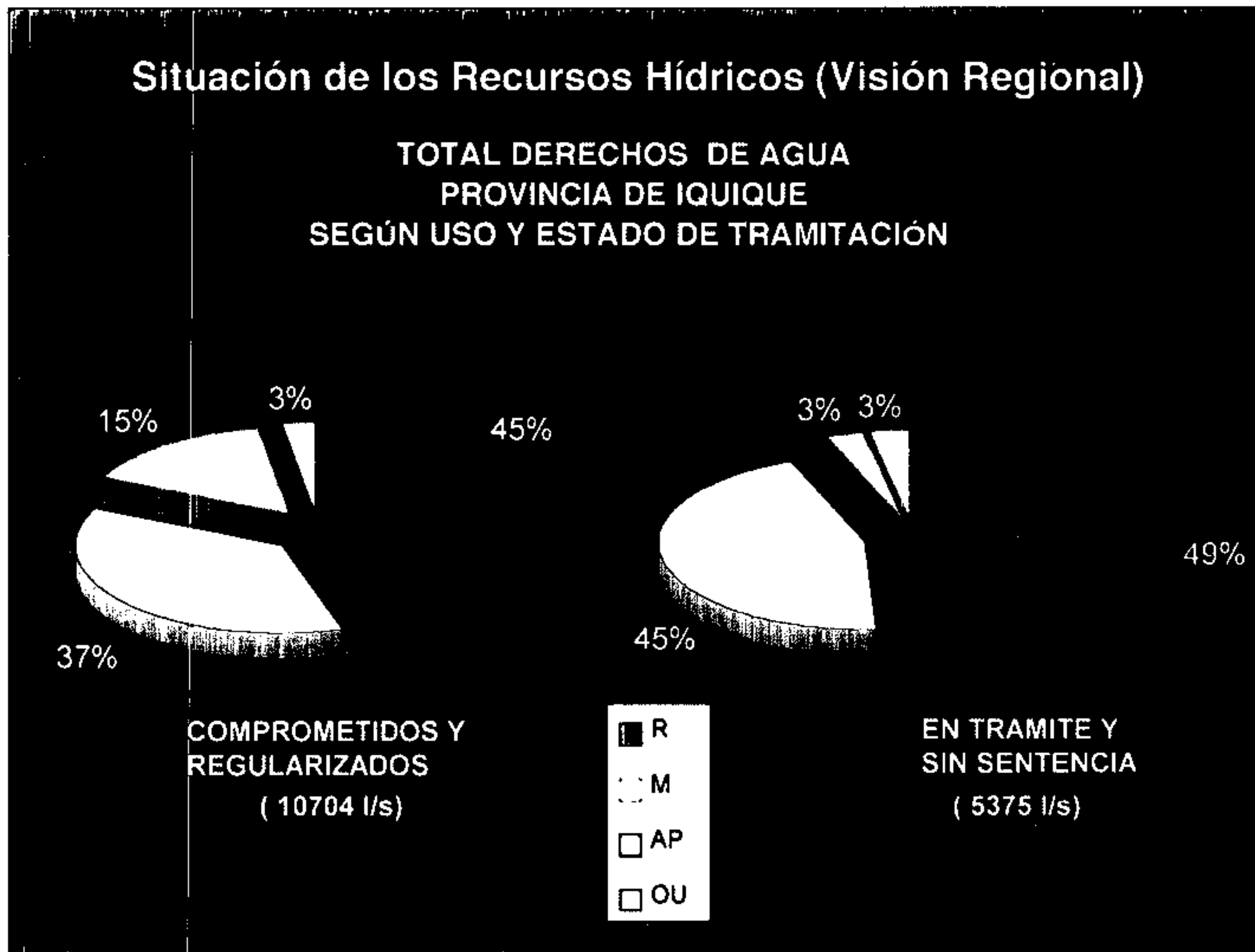
Diapositiva N° 28

Situación de los Recursos Hídricos (Visión Regional)RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS
PRINCIPALES ACUIFEROS DE LA PROVINCIA DE IQUIQUE

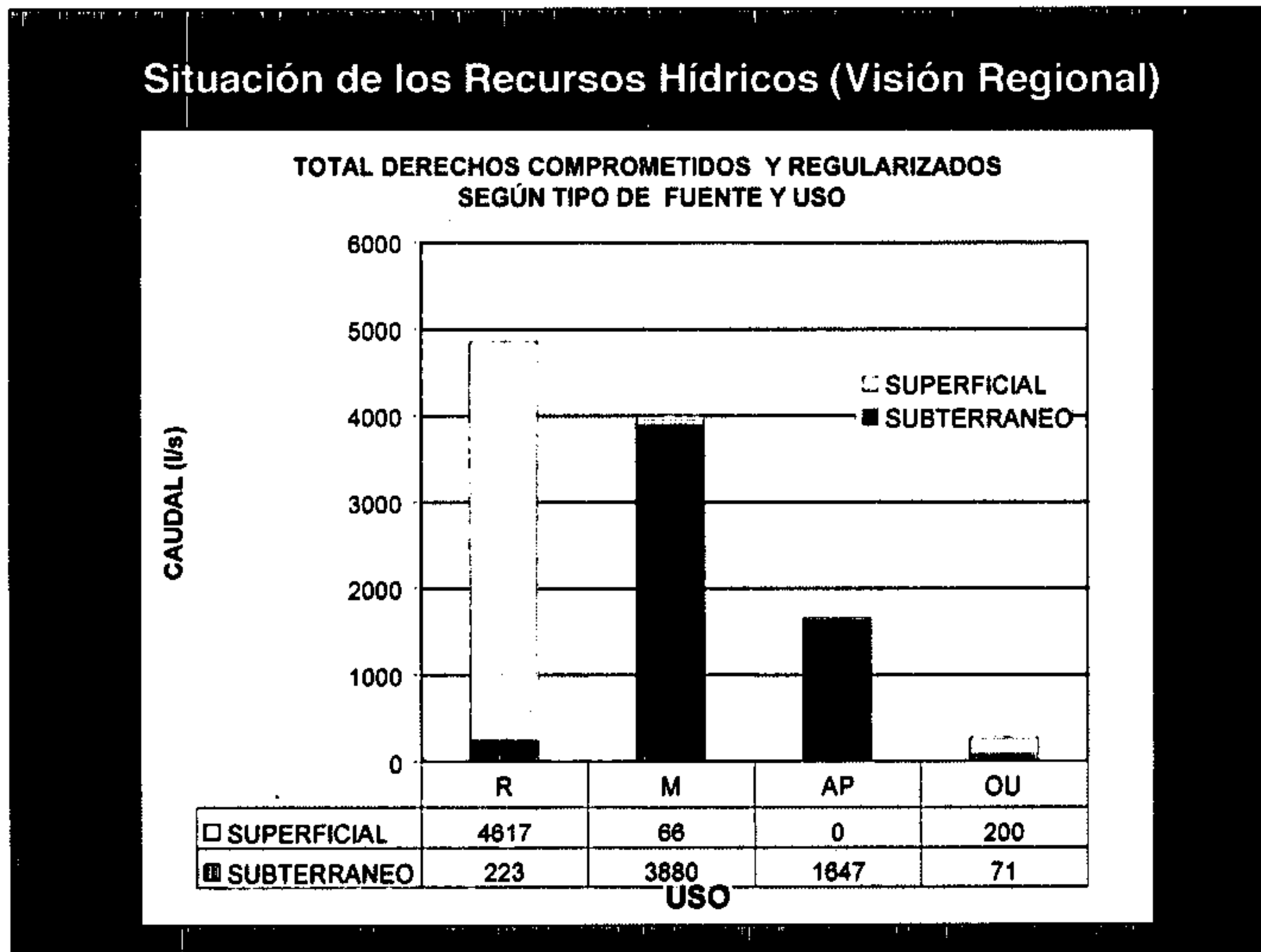
ACUIFERO	VOLUMEN ALMACENADO MMm3	CAUDAL DISPONIBLE (l/s)	COMPROMET (l/s)	DEMANDA ADICIONAL (l/s)	RESTRICCIÓN
S. COPOSA (*)	5200	867	867	717	M. I. D. A. N.º 055 DE 10.07.2002
P. TAMARUGAL	26900	2060	2060	674	M. I. D. A. N.º 055 DE 10.07.2002
PICA	SI	250	250	123	GEN. DE 05.05.1998
S. HUASCO	465	575	0	1350	J. C. A. 1991
SALAR DE LLAMARA	SI	184	184	146	M. I. D. A. N.º 055 DE 10.07.2002
SALAR DE SUR VIEJO	SI	115	115	600	M. I. D. A. N.º 055 DE 10.07.2002

(*) DGA N° 055 DE 10.07.2002. DECLARA AREA DE RESTRICCIÓN

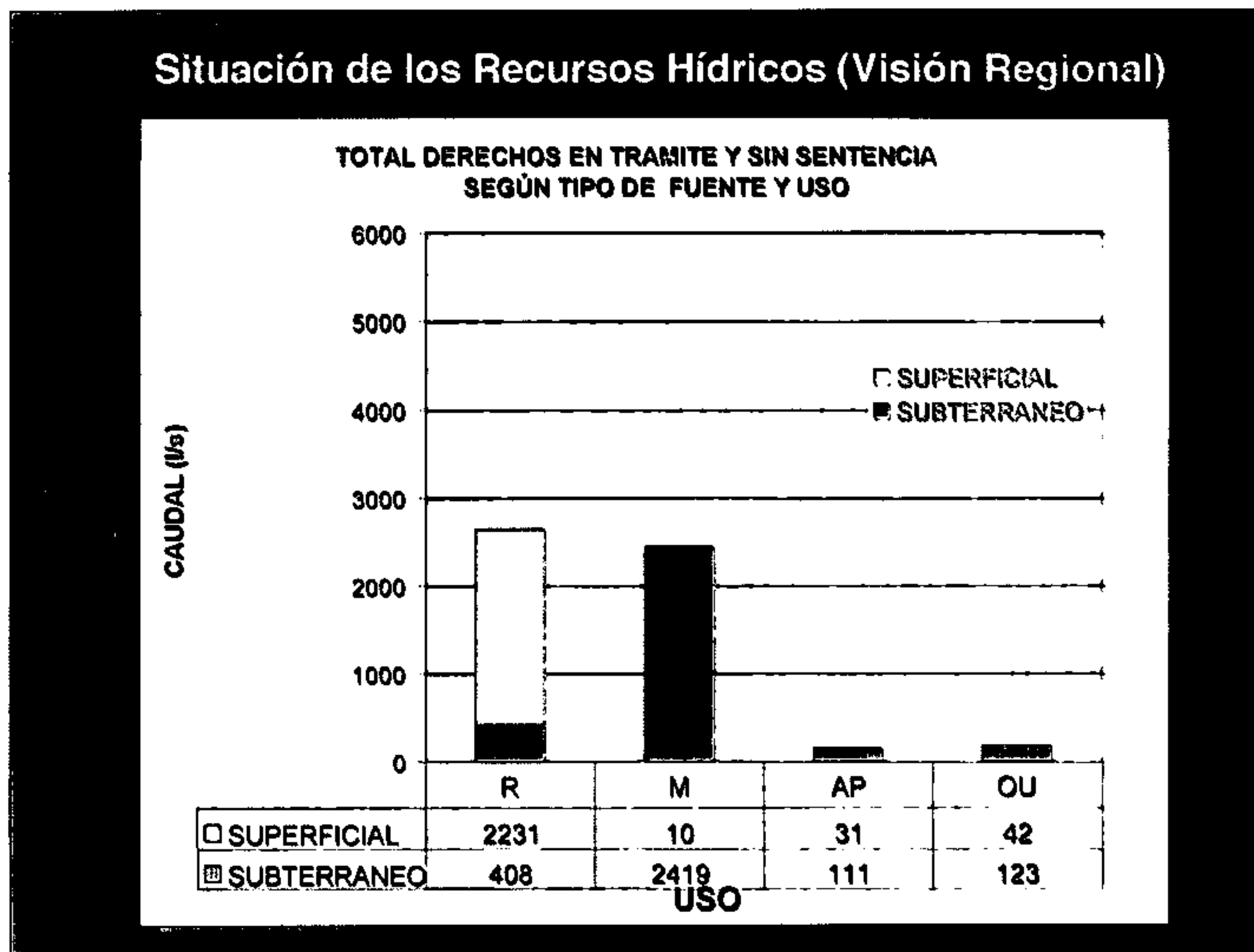
Diapositiva N° 29



Diapositiva N° 30



Diapositiva N° 31



Diapositiva N° 32

conclusiones

DIAGNÓSTICO:

- Aumento de interés por D^{os} de aguas
- Reducidas posibilidades de otorgar nuevos D^{os} de aguas
- Existen importantes caudales con D^{os} de aguas, pero sin uso
- Bajo nivel de organización.

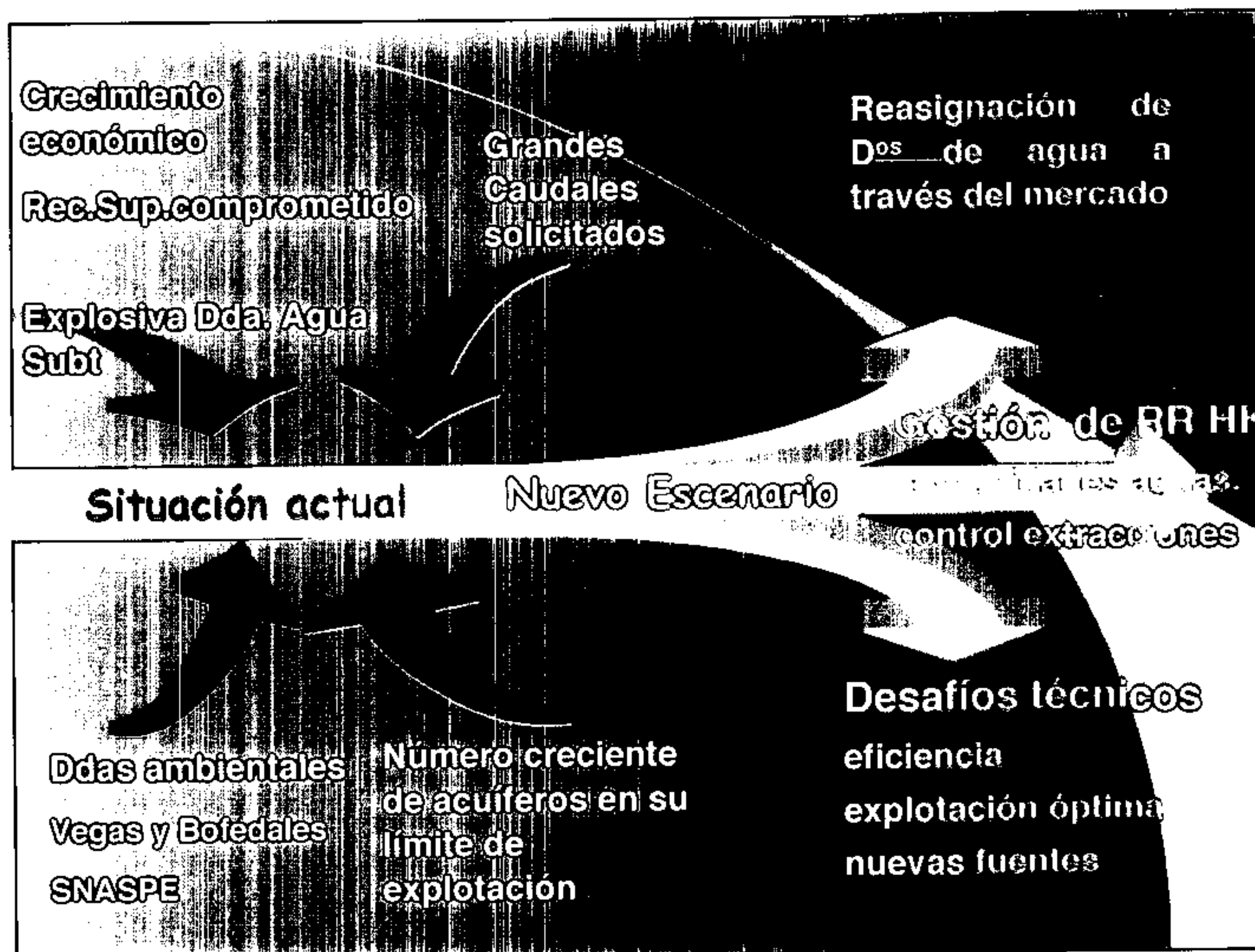
Diapositiva N° 33

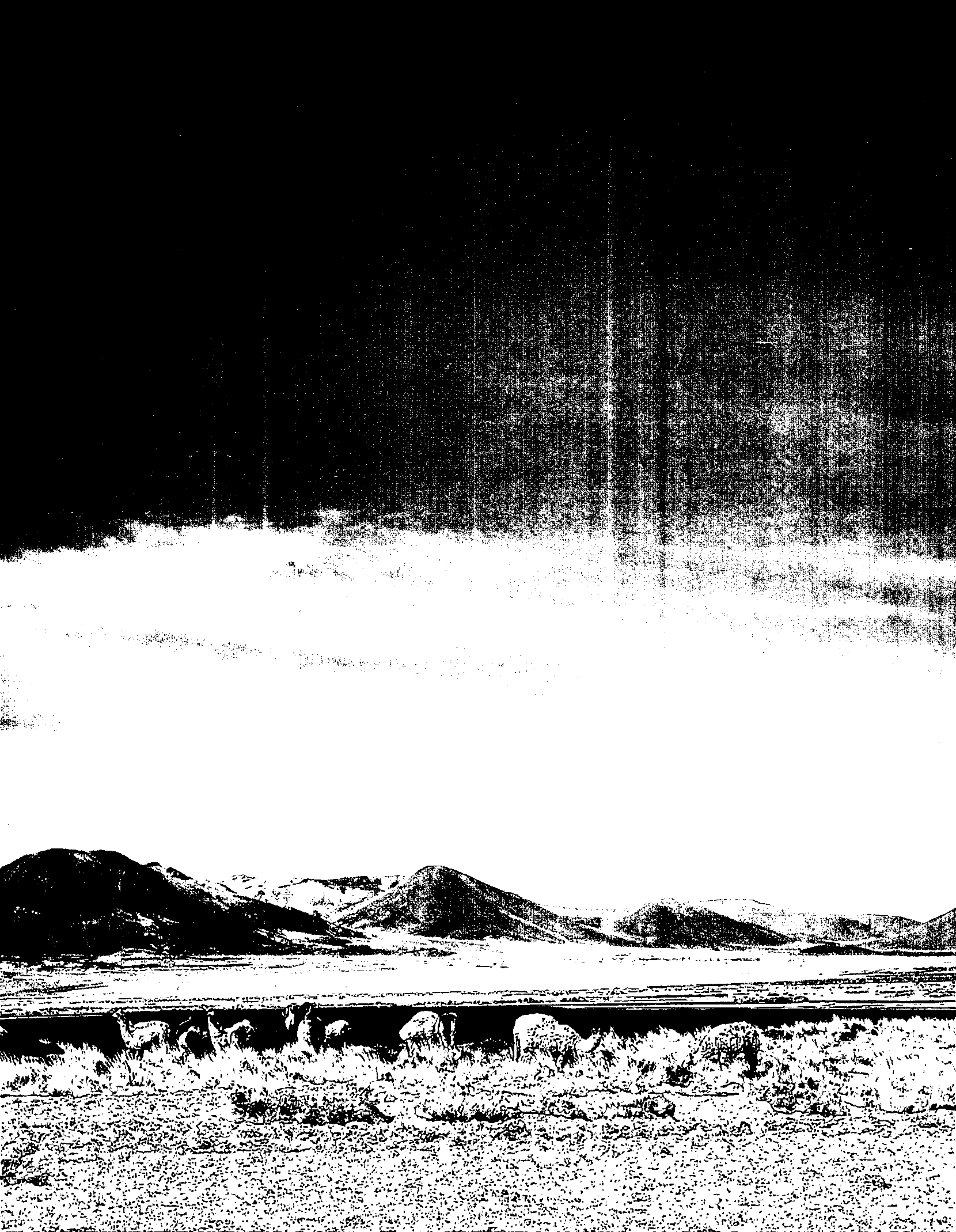
Conclusiones

LINEAS DE ACCIÓN:

- Desarrollar visión de largo plazo (Plan Director y Comisión de Recursos Hídricos)
- Profundizar la investigación de procesos hidrológicos (demanda ambiental, recarga y dinámica de acuíferos), el monitoreo y la exploración de acuíferos.
- Desarrollar políticas de fiscalización y control de extracciones.
- Fortalecer los sistemas de información y la información al público.
- Favorecer los mercados de agua.
- Acuerdos en relación con cuencas de recursos hídricos compartidos.
- Desarrollar políticas orientadas a la demanda y al uso eficiente.
- Promover la organización de los usuarios y el desarrollo de su capacidad técnica-administrativa, representatividad y nivel de participación.
- Promover fuentes no tradicionales

Diapositiva N° 34





A N E X O

2

“Debate sobre el Conocimiento de los
Sistemas Hidrológicos”
Varios Participantes

CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS DEBATE¹

Pablo Rengifo

«Lo que nos interesa es conocer, caracterizar y describir con la mayor precisión posible los distintos componentes que forman el balance hídrico...»

Los profesionales, técnicos o expertos, tenemos claridad respecto de cómo evaluar un sistema, cómo se conoce y cómo se determinan los impactos. Sin embargo, existen otros actores involucrados en el uso y aprovechamiento del recurso (por ejemplo la comunidad u otros usuarios) entre quienes surgen dudas en relación a si las técnicas que se utilizan son las adecuadas, si realmente se conoce cómo funciona el sistema y si se podría conocer mejor. Lo que nos interesa es conocer, caracterizar y describir con la mayor precisión posible los distintos componentes que forman el balance hídrico y, de alguna manera, tener herramientas que permitan predecir, simular o estimar qué va a pasar con el nivel de agua de un acuífero frente a distintos escenarios de explotación en el largo plazo.

Las recomendaciones que vayamos a hacer a la DGA, Collahuasi, Comisión Regional de Recursos Hídricos, van a depender de cuál sea el acuífero en particular que estemos explotando. Si estamos pensando en la Pampa del Tamarugal, obviamente, todo el tema de la evapotranspiración de los tamarugos es muy importante. Si estamos explotando un acuífero, ya más altiplánico, donde hay muchas vegas, hay bofedales, son las vegas y los bofedales lo más importante. Si estoy de alguna forma utilizando aguas que ancestralmente han tenido otros usos tendría que darle más importancia a eso. En términos generales, lo que yo le recomendaría a la Dirección General de Aguas, y a cualquiera, es que se tiene que tener la mayor cantidad de antecedentes, primero para entender como funciona el sistema. Aquí los sistemas son complicados, las recargas pueden venir de una cuenca o de otra cuenca vecina, se mezclan acuíferos que son fracturados con rellenos aluviales, el agua subterránea no se mueve tan idealmente como dice un texto, etc. Entonces todo esfuerzo que se haga por caracterizar mejor las distintas variables del componente hídrico es válido, y particularmente me estoy refiriendo específicamente a caracterizar mejor la geología.

María Victoria Rojas

«Los Planes de Alerta Temprana (PAT) son instrumentos que permiten predecir, evaluar y verificar los impactos de los efectos sobre los acuíferos»

En relación al conocimiento de los sistemas acuíferos y sus impactos, la Dirección General de Aguas, para otorgar derechos de aprovechamiento y analizar las solicitudes en zonas donde la demanda es creciente y hay impacto (los acuíferos se insertan en un medio ambiente sensible, etc.) ha desarrollado Planes de Alerta Temprana. Los Planes de Alerta Temprana (PAT) son instrumentos que permiten predecir, evaluar y verificar los impactos de los efectos sobre los acuíferos. La información requerida para hacer uno de estos PAT, es establecer las condiciones iniciales del acuífero.

Esto significa que, por ejemplo, se necesita una especie de línea base, es decir, que se caracterice el sistema hidrogeológico en niveles, calidad, que se haga una línea en el tiempo y se diga antes de comenzar la explotación, cuáles son los parámetros que definen un acuífero. Después hay que definir los impactos tolerables deriva-

¹ Las intervenciones se transcriben en la secuencia con que se realizaron. Se han incorporado algunos ajustes procurando traducir presentaciones verbales a presentaciones escritas tratando siempre de evitar alterar el sentido de los planteamientos de cada expositor.

dos asociados a la explotación del acuífero. Hay que pensar que la explotación de aguas subterráneas trae consigo impactos, es por ello que tenemos que definir cuales aceptamos y cuales no aceptamos, cuales definimos como tolerables y cuales no. Luego, con los datos que tenemos de las condiciones iniciales desarrollamos un modelo de simulación. Este modelo es un modelo precario en el sentido que se va a ir modificando en la medida que vayamos teniendo más datos, se va ir redefiniendo. La idea es irlo mejorando, para poder acercarnos a la modelación y a la simulación del sistema físico de la mejor forma posible. Para ir generando los datos, se establece un programa de monitoreo de todas las variables, tanto variables relativas a las aguas superficiales, como las aguas subterráneas, vegas, bofedales, etc. Como efectos de los PAT podría determinarse una reubicación de las captaciones, disminución de las extracciones e incluso, en casos extremos, el cese de las explotaciones por un tiempo.

Manuel Durán

«...Cuando uno prepara un modelo, tiene que fijar el grado de error mínimo que quisiera aceptar para poder hacer las evaluaciones correspondientes»

El conocer y desarrollar modelos que representen la naturaleza, normalmente tiene un costo que está asociado al grado de error que quisiéramos esperar de dichos modelos. Esto significa que si nosotros tuviéramos una cantidad de dinero infinita, el tiempo suficiente, la cantidad de gente, etc., podríamos hacer un modelo bastante bueno de la realidad, pero esa situación es utópica, no es real. Por lo tanto, cuando uno prepara un modelo, tiene que fijar el grado de error mínimo que quisiera aceptar para poder hacer las evaluaciones correspondientes. Ese es un balance entre la cantidad de dinero disponible, la sociedad, los usuarios, el sistema global de gestión de agua y el resultado que se pretende esperar. En ese sentido, el conocimiento de estos sistemas en el tiempo, es un proceso que está dado por más gastos adicionales en investigación, pero también por la utilización del sistema. Normalmente, cuando uno estresa estos sistemas o los explota, comienzan a generar más datos y se produce una retroalimentación del sistema. Entonces, tal vez, lo que hay que tener es un sistema, tal como lo ha mencionado María Victoria, de alerta, que nos permita identificar en este proceso de estrés de extracción, cuándo nos podríamos acercar a una problemática con respecto a alguna situación que nos definamos como impacto (no impactar vegas, no bajar las lagunas, no secar los tamarugos, no afectar la agricultura, el turismo etc.). Entonces, el sistema de retroalimentación nos permitiría continuar con los procesos de uso de esas aguas hasta un nivel tal en que algunos de los actores del sistema vea que hay un síntoma que está diciendo que esto va ir más allá de lo que nosotros nos hemos fijado.

María Victoria Rojas

«...Tenemos que ser capaces de predecir a largo plazo, porque lo más probable es que no alcancemos a ver los efectos, cuando estemos explotando, sobre las cosas que queremos no impactar»

Quisiera agregar que es importante hacer modelos de predicción de largo plazo puesto que, por ejemplo, los efectos de la afección a una vega podrían ocurrir cien años después de que hubiera cesado la extracción. Por lo tanto, tenemos que ser capaces de predecir a largo plazo, porque lo más probable es que no alcancemos a ver los efectos, cuando estemos explotando, sobre las cosas que queremos no impactar.

Mario Arenas

«...En la I, II, III y IV Región de Chile hay escasez de agua, bastante menos agua de la que se requiere para los usos domésticos, industriales, agrícolas, y por lo tanto el análisis no puede ser el mismo que se hace con respecto a los modelos que se utilizan en zonas donde sí llueve mucho»

«...Se optó por la desalinización de agua de mar, ya que era una fuente inagotable, de buena calidad y medioambientalmente compatible, aceptable, es decir, no genera impactos negativos»

Necesariamente, las visiones parciales o puntuales deben estar insertas en una visión más global para poder, a partir de las conclusiones que allí se sacan, tomar decisiones. No podemos analizar en el cuerpo humano como está una pierna para saber como está la salud del cuerpo, porque está todo conectado.

En el mundo existen aproximadamente unos mil seiscientos trillones de kilómetros cúbicos de agua, pero de esa agua, gran parte es salada, o bien está en glaciares o en acuíferos muy profundos. De cada millón de metros cúbicos disponibles en el planeta, sólo 8,2 metros cúbicos son recursos renovables disponibles, esa es la relación. Es como si de una gran cantidad de agua sólo una pequeña fracción (una gotita) es lo que podemos usar. Los organismos internacionales han definido después de muchos estudios que un valor aceptable o razonable para definir lo que es la escasez -o lo que es el momento en el cual se empieza a tener estrés de agua- es 1.700 metros cúbicos por habitante por año. En Chile de la I a la IV Región estamos muy por debajo de esos valores. Entonces, a partir de ese análisis global o de lo que son esas definiciones de lo que es escasez de agua en la I, II, III y IV Región de Chile hay escasez de agua, bastante menos agua de la que se requiere para los usos domésticos, industriales, agrícolas, y por lo tanto el análisis no puede ser el mismo que se hace con respecto a los modelos que se utilizan en zonas donde sí llueve mucho.

Otro dato interesante es que el 60% de la superficie de la tierra recibe el 98% de las precipitaciones y el 40% de la superficie de la tierra sólo tiene el 2%. Y el norte de Chile está dentro de ese cuarenta por ciento que tiene muy poca agua. Entonces, todos los análisis, todos los modelos y todas las predicciones que se hagan en zonas desérticas o semiáridas deben partir reconociendo que los problemas de agua existen y que falta agua. Al comparar el agua disponible con el agua que está definida como necesaria queda a la vista que estas son zonas en donde falta agua y cualquier análisis debe tener en consideración ese tipo de situaciones.

Aquí voy a empalmar con lo que se había planteado. En la II Región la situación del agua es más crítica que en la I Región, la disponibilidad de agua está bajo los doscientos o trescientos metros cúbicos por habitante por año. El tema es que al hacer un análisis con visión de largo plazo te das cuenta que los proyectos mineros están creciendo y están teniendo la mayor demanda. Se está tratando que la agricultura en la II Región se mantenga y crezca, por lo tanto tiene una demanda, y si la población crece, también aumenta su demanda. Entonces, si bien hoy día tenemos una situación de demandas y de oferta, el problema no lo vemos para hoy. Tendríamos que ver cómo se está llevando la relación de curva oferta-demanda a través del tiempo y en lo que estamos proyectando.

Yo me pongo en un caso hipotético de aquí a veinte o treinta años y hago una estimación de cuáles van a ser los consumos de la industria, de la población y me doy cuenta que me falta mucha agua para poder hacer el equilibrio, y por lo tanto, las decisiones tengo que empezar a tomarlas hoy día. Tengo que empezar a dar los cambios, aún cuando hoy día tal vez en algunas zonas me sobre un poco de agua, o yo pueda utilizar un poco de agua como estrategia de desarrollo de largo plazo y sustentable, los cambios hay que empezar a darlos hoy día.

En esa perspectiva está el proyecto de la desaladora de agua de mar de Antofagasta. Nosotros, cuando estudiamos la proyección de nuestras demandas, de los clientes que tenemos, discutiendo la poca agua disponible o que se cree que existe en la II Región todavía no usada, nos encontramos que todas las peleas que podemos dar por esos derechos cubrirían los próximos cinco a seis años, entonces no son soluciones de largo plazo para nuestra empresa, y por eso se optó por la desalinización de agua de mar, ya que era una fuente inagotable, de buena calidad y medioambientalmente compatible, aceptable, es decir, no genera impactos negativos. Y ese proyecto, si bien, desde el punto de vista económico no era rentable, fue un modelo en el cual solucionamos nuestros problemas, y además ofrecemos solución a los demás actores del sistema, y son los demás actores del sistema los que nos van a ayudar por la vía de la tarifa, por la vía de compra de las capacidades ociosas nuestras, a financiar este proyecto, y a hacer que en el largo plazo sea un proyecto rentable, que es lo que buscan todas las empresas.

Entonces, el tema del mercado, el tema de la rentabilidad no es incompatible con el tema del medioambiente, con la protección a la comunidad, a los ecosistemas, no son temas incompatibles. Solamente se contraponen cuando se tiene una visión de muy corto plazo. En Antofagasta no solamente estamos con el tema de la desaladora, nosotros estamos reciclando aguas servidas tratadas en Calama para uso agrícola. Nos hemos sentado en una mesa con los agricultores, con los cuales siempre peleamos, y hoy día estamos en una mesa de acuerdo con ellos, trabajando en conjunto para aportar una nueva cantidad de agua hacia el sector agrícola.

En Antofagasta se tratan las aguas servidas y se están vendiendo a la industria, al sector agrícola y así se está en la II Región, en una etapa en la cual las fuentes no tradicionales están siendo parte importante de lo que es la realidad de hoy, y la I Región, si bien tiene un poco más de agua, pienso que en mediano plazo va a estar en una situación parecida a la que nosotros llegamos, una situación bien caótica en cuanto al agua.

Hilda Valenzuela

«Me imagino que al usar esta agua original, se provoca un descarte, un desecho del agua después de usarla. Lo que yo no sé es qué pasa con ese impacto posterior»

Mi preocupación es la siguiente. Se sabe que aquí en el Norte hay escasez de agua, y en relación a los impactos, hay gente que actualmente está explotando agua, haciendo uso de esa agua y eso ha provocado impactos. Me interesa saber cómo se distribuye esta explotación de las aguas para saber las incidencias en términos porcentuales. Nosotros usamos el agua básicamente para producir agua potable. Acá la fuente de agua, principalmente es subterránea y no somos los únicos que la usamos. Existe un impacto por el uso de la fuente original. Nosotros usamos esta agua que tiene una calidad para el uso humano, y en este caso, al agua potable tienes que hacerle un tratamiento.

Me imagino que al usar esta agua original, se provoca un descarte, un desecho del agua después de usarla. Lo que yo no sé es qué pasa con ese impacto posterior. Yo sé que hay impacto porque la napa, el acuífero tiene una recarga, pero también debe haber un impacto posterior al haber usado esa agua.

René Garreaud

«Es importante conocer los tiempos de respuesta de los distintos sistemas»

Yo pienso que lo que se requiere es conocer los tiempos de respuesta de los sistemas: del sistema acuífero, aguas subterráneas, del sistema de los bofedales, de los humedales, etc. Y también tener una idea de la variabilidad de la precipitación. Puede ser, por ejemplo, que una empresa comience a explotar en cierta zona, un recurso

subterráneo, y vas y resulta que efectivamente ese año el bofedal o el humedal desaparece. Tal vez lo que sucede es que fue un año extremadamente seco. Ayer me explicaban varias personas que en realidad la variabilidad interanual no es tan importante para la variabilidad de los niveles subterráneos. No sé cuán avanzado está ese conocimiento, pero da la impresión que un año húmedo o un año seco no hace un gran impacto directo en los niveles freáticos, pero sí probablemente en las cosas superficiales. Entonces, de pronto, los impactos que uno piensa que son atribuibles a la extracción del recurso, en realidad tienen que ver más con la hidrología superficial. Yo creo que hay que hacer un esfuerzo de ver bien esos tiempos de respuesta de las distintas comunidades, a nivel superficial. Así es que en esos términos, yo plantearía que es importante conocer los tiempos de respuesta de los distintos sistemas, ya que por otra parte si los tiempos son muy largos, o sea, si yo introduzco una perturbación, y en realidad yo necesito que esa perturbación esté cincuenta años para que realmente el sistema responda, me olvido incluso de medir la precipitación, si total tengo que acumular cincuenta años de sequía para que suceda algo.

Por supuesto que no es así. Yo creo que hay que continuar y mejorar los efectos de monitoreo y en ese sentido, no deberíamos medir ciegamente, sino medir con un objeto y el objeto es ver cual va a ser la respuesta del sistema a esos inputs meteorológicos.

Alejandro Grilli

«...Las respuestas de los sistemas son muy lentas»

En el Norte se da la particularidad que, en muchos acuíferos que no han sido explotados -es el caso de Sur Viejo, Yamara y otros altiplánicos- uno tiene registros de veinte o treinta años en antiguos pozos CORFO de monitoreo y la napa no ha variado un centímetro, aún cuando han pasado eventos, inviernos bolivianos extremadamente lluviosos, períodos secos, etc. Efectivamente, son aguas antiquísimas, entonces, las respuestas de los sistemas son muy lentas.

René Garreaud

«...Uno va a medir los impactos en términos de otras cosas y no solamente del nivel del acuífero»

Aparentemente, ese es el consenso, que los tiempos de respuesta del acuífero son largos. Pero uno va a medir los impactos en términos de otras cosas y no solamente del nivel del acuífero, sino que también tiene que ver qué pasa con la vegetación y otros recursos, y ahí ese tiempo es importante de cuantificarlo.

Alejandro Grilli

«...Es cierto que va a haber más demanda, pero esa demanda tampoco es una demanda necesariamente fuera de control»

«...Los niveles de conocimiento, incluso aceptados a nivel de estándares internacionales y de uso internacional, son bastante altos»

Hay dos temas. Primero me voy a referir un poco a lo que abordó Mario en el tema de la demanda futura. Recuerdo haber visto el trabajo de unos expertos españoles respecto a las demandas futuras. Se hizo un estudio en el tiempo entre las demandas proyectadas en el novecientos veinte, en el treinta, en el cuarenta y en el cincuenta. Cuando predijeron en el año veinte, se estimó una demanda espectacular que respondía a un crecimiento exponencial. A medida que la gente comenzó a tomar conocimiento de los sistemas, a entender mejor por un lado la demanda y por otro lado la oferta, esa diferencia fue creciendo sustantivamente. Entonces, es cierto que va a haber más demanda, pero esa demanda tampoco es una demanda necesariamente fuera de

control. A eso me refiero. Yo creo que es válida tu posición porque yo necesito vender agua a futuro y me parece bueno generar esta necesidad futura, pero de ahí a hacerla tan dramática, no me parece, podríamos polemizar más tarde. Y lo segundo, tiene relación con el conocimiento de los sistemas.

Aún cuando estos sistemas no se conocen inmediatamente, y no se conocen cien por ciento, tampoco uno puede decir que hay un conocimiento de un diez por ciento. O sea, los niveles de conocimiento, incluso aceptados a nivel de estándares internacionales y de uso internacional, son bastante altos.

Mario Arenas

«...Las empresas sanitarias solamente hacen la proyección de la demanda de agua potable»

Respecto a las proyecciones, las empresas sanitarias solamente hacen la proyección de la demanda de agua potable. Las otras proyecciones que hemos hecho nosotros, tanto mineras como agrícolas, son solamente referenciales y tienen un fin comercial, pero de responsabilidad nuestra, solamente es el agua potable. Y en las proyecciones de agua potable se utiliza lo que es la estadística de crecimiento poblacional de los últimos cien años. Se hacen curvas de proyección con distintos modelos matemáticos, se ve cual es la que tiene la correlación más alta.

Manuel Durán

«...Se hacen esfuerzos bastante grandes para poder reducir los consumos unitarios por tonelada»

Efectivamente se hacen esfuerzos bastante grandes para poder reducir los consumos unitarios por tonelada. Sin duda, esas reducciones son una fuente importante de agua. El tomar un litro de agua fresca tampoco es gratis, a pesar que la entrega de explotación es gratis, pero hacer un pozo para perforar y sacar el agua no es gratis y bombearlo tampoco es gratis. Los que venden agua lo saben mejor que nosotros. Entonces, hacer ahorro y reutilización es un negocio fuerte que hay que estar trabajando permanentemente y se hacen esfuerzos en todas las compañías mineras para hacer ese ahorro en el fondo del sistema.

Milka Castro

«...Yo vería, en forma muy global, los requerimientos de los distintos usuarios comprometidos en estos sistemas y los requerimientos presentes y futuros»

La pregunta que se nos hace es sobre el conocimiento de los sistemas. Desde las ciencias sociales, no puedo menos que pensar que dentro de este sistema, habría que distinguir subsistemas; sin embargo, hasta este momento hemos hablado básicamente en torno a un sistema natural. Pero qué pasa en torno a los subsistemas naturales.

Me preocupa, por ejemplo, la disponibilidad de agua subterráneas, algo que se ha hablado aquí; no es de mi competencia, pero sí me interesa destacar. Por otra parte, aquí se ha hablado de humedales e indistintamente de agua o de vegas. Yo sostengo, que cuando hablamos de «vega» estamos aludiendo a una parte visible del humedal, porque tiene vegetación; pero podríamos nosotros centrarnos en el agua misma, porque en el agua, aunque no hayan plantitas visibles, ni animalitos visibles hay también microsistemas que están funcionando y que de alguna forma van a desaparecer si es que el agua desaparece.

Por mi experiencia en la caracterización de humedales altoandinos, que hemos diferenciado en el estudio en: «bofedales» y «vegas» atendiendo a que conforman conjuntos de asociaciones vegetacionales diferentes, puedo decir que si estas especies desaparecen por la extracción de agua, seguro la comunidad científica se

preocupará, pero si desaparece el agua donde no se aprecia crecimiento de vegetación, probablemente la preocupación sería mínima porque la flora y fauna no es visible, los cambios en el paisaje son algo menores.

En cuanto a la presencia humana, vemos que existen diversos sistemas productivos y económicos involucrados en torno a la gestión del agua. Aquí se encuentran los pueblos indígenas, los agricultores de valles bajos, los usuarios de la ciudad, y el sector empresarial. Esto nos debe llevar a evaluar los requerimientos de los distintos usuarios comprometidos en estos sistemas, tanto en el presente como en el futuro. Estos sujetos poseen sus propios subsistemas sociales que sería necesario conocer para identificar, por ejemplo, las organizaciones existentes para efectos de una posible interlocución, una negociación, un entendimiento, a partir de sus requerimientos.

Otro aspecto que quisiera destacar refiere a la importancia de socializar entre quienes pueden o deben tomar decisiones, el conocimiento de las formas de vida de los habitantes andinos y de las formas que poseen de la ocupación del espacio. Lo interesante, por ejemplo, es que este espacio de hecho está ocupado, aunque es vastísimo. Pero no es un espacio de ocupación compacta y continua como sí lo es en el concepto de territorio de nuestra sociedad occidental. Es decir no es un espacio al que se le ha puesto límites -rejas, marcos, panderetas, etc. En Los Andes, la población ocupa un espacio y lo reconoce como suyo propio, aunque ante nuestros ojos pueda aparecer inhóspito. Ellos tienen unas tierras por acá, otras tierras por allá. Además, no definen solamente sus derechos sobre ese territorio en función de lo productivo, sino que también hay otros elementos de significación del espacio. Unas «agüitas» que son consideradas mágicas, o un «cerrito sagrado» que es poderoso, es decir, no tienen catedrales pero tienen cerros. Se trata de otras formas de religiosidad.

En mi intervención no pretendo hacer un discurso de defensa de los pueblos indígenas, sino que estoy hablando de un mínimo conocimiento sobre ellos, sobre los espacios que ocupan, sobre cómo sobreviven esas personas. Realmente, sería muy provechoso compartir un conocimiento mínimo de quienes son, donde están, cómo viven, y cómo sobreviven y en qué medida se puede afectar sus vidas. Esto, pensando que existe un marco jurídico político que está por la defensa de la diversidad cultural como riqueza de un país, y de los derechos de los pueblos indígenas; me refiero a que se encuentran reconocidos en la legislación nacional e internacional.

En síntesis, he querido llamar la atención hacia los humedales, pero también hacia los requerimientos por parte de los diferentes usuarios, la interlocución como vías de resolución de conflictos, y el conocimiento que debiéramos compartir sobre los fundamentos del derecho que los pueblos indígenas han comenzado a demandar sobre un territorio definido como ancestral.

Víctor Valdivia

«...Va quedando la duda de si realmente existe certidumbre de que lo que se está aprobando hoy, no vaya a tener un efecto futuro»

Cuando nosotros participamos en evaluaciones de impacto ambiental, de alguna manera estamos representando a un público común, que de pronto queda con algunas cosas no muy claras. Entonces, va quedando la duda de si realmente existe certidumbre de que lo que se está aprobando hoy, no vaya a tener un efecto futuro. Y desde esa perspectiva, con respecto al conocimiento, yo quiero reiterar que me interesaría conocer el funcionamiento de los acuíferos, conocer su balance hídrico, su interconexión, el potencial productivo en términos de agua, la biota presente, los usuarios posibles, los derechos otorgados, etc.

Bob Brkovic

«...Hay dos tipos de conocimiento. Uno que es este conocimiento que cuesta abordarlo, que no sabemos reconocerlo como conocimiento propiamente tal, pero que existe, vernacular, como se denomine, y otro es el conocimiento científico riguroso que los indígenas le dicen al conocimiento occidental, de nuestra ciencia y lo contraponen al conocimiento ancestral de ellos...»

«La percepción de la comunidad y de los indígenas, es que tienen dudas respecto de los estudios que dicen que nada va a afectar o que si afectaría, sería dentro de diez mil años o dentro de cinco mil años...»

«...Cuando estudiamos el tema del agua, cuando tomamos decisiones con respecto a la explotación de esta agua, debe considerarse que es parte del ciclo de la vida para el indígena...»

Hace como un mes atrás se hizo un taller en esta misma sala sobre humedales. Participaba gran cantidad de expertos y en esa ocasión, se tuvo la buena ocurrencia de invitar a indígenas de la I y II Región que tuvieran experiencia o presencia en estas áreas de vegas y bofedales, en los humedales. Yo resulté sorprendido de ese taller, porque después de muy valiosas y destacadas exposiciones de orden científico -que me permitieron saber un montón de cosas que no sabíamos sobre los bofedales, sobre las vegas, unas experiencias super interesantes- al final, hablaron estos pastores indígenas, que fundamentalmente explicaban qué es lo que hacían ellos con el bofedal, cómo interactuaban con él. Todos ellos coincidían en que el uso del bofedal partía con una costumbre en un cerro ceremonial, donde antes de llevar el ganado a éste hacían una ceremonia; luego, que al hacer esa ceremonia mientras ellos marchaban al bofedal comenzaba a llover, luego llegaban y realizaban una práctica que era «pasear» el ganado por el bofedal en forma reiterada y repetida. Ninguno de los expertos en humedales que estaba en ese minuto podía explicar científicamente el efecto que producía esa práctica, esa costumbre, o ese conocimiento que se daba indistintamente en Parinacota, en la II Región, acá arriba en el altiplano. Se sabía que el bofedal al otro día se recuperaba o a los días de estas prácticas reverdecía, por decirlo así, pero nadie sabe por qué. Hay un conocimiento, obviamente, que se puede denominar tradicional, ancestral que los indígenas tampoco pueden explicar sus fundamentos, pero sí saben que ciertas prácticas producen ciertos resultados. No se sabe científicamente por qué, pero lo realizan y el resultado se produce. Yo hablé de esto porque quiero decir que hay dos tipos de conocimiento. Uno que es este conocimiento que cuesta abordarlo, que no sabemos reconocerlo como conocimiento propiamente tal, pero que existe, vernacular, como se denomine, y otro es el conocimiento científico riguroso que los indígenas le dicen al conocimiento occidental, de nuestra ciencia y lo contraponen al conocimiento ancestral de ellos. En relación al tema del agua y al conocimiento ancestral y al conocimiento occidental o científico (para decirlo de alguna manera), quiero decir que, fundamentalmente, me preocupan dos cosas. Uno, que ese conocimiento ancestral no es considerado, por lo tanto, al no ser considerado es negado. Y además, no es explicado. Al negarse nadie busca las razones ni logra explicarlo.

En segundo lugar, respecto al conocimiento científico propiamente tal, yo también me he sorprendido por lo disímil de las opiniones que existen en una misma disciplina científica o categoría. Eso lo hemos visto, incluso, en esta pequeña mesa, pero también uno lo ve cuando examina los estudios, por ejemplo, en relación con las características de las cuencas. Hay estudios que dicen una cosa, hay estudios que dicen otra, hay estudios como este de la misión japonesa que (el mismo estudio) tiene como tres conclusiones distintas respecto del tema de si están fracturadas o no las cuencas, y si son exógenas o endógenas las cuencas de Coposa, de Michincha o del Lauca. Esta situación, a mí me dice que respecto al conocimiento del sistema es necesario declarar si existe certidumbre propiamente tal. Aunque el sistema de predicción sea muy bueno, aunque sea en un noventa, un cien por ciento el sistema de predicción, yo creo que hay un paso previo que es saber exactamente el estado de las cuencas. Pero yo tengo dudas hoy día, y la hemos mantenido siempre, respecto de las reales características de éstas.

Yo ayer escuchaba a una de las panelistas que decía algo en relación de la cuenca de la Pampa del Tamarugal que no le había escuchado antes, que dice que en algunos lugares la cuenca de la Pampa del Tamarugal tiene recarga suficiente y que por lo tanto en algunos sectores hay disponibilidad de recursos. Hoy día todas las solicitudes de aguas subterráneas que se piden en la Pampa se niegan por los estudios que dicen que no hay disponibilidad, que no hay recarga, que ahí no se puede sacar una gota más de agua. Entonces, si existen grandes proyectos, grandes inversiones tan importantes para el desarrollo de la región y que involucran importantes volúmenes de recursos, porque no estamos hablando ni de diez, ni de cien, ni de mil litros por segundo de agua, estamos hablando de bastante más que eso, la percepción de la comunidad y de los indígenas, es que tienen dudas respecto de los estudios que dicen que nada va a afectar o que si afectaría, sería dentro de diez mil años o dentro de cinco mil años. Mi percepción es que pareciera que no hay seguridad en realidad sobre el tema, porque no hay uniformidad científica sobre esto, y yo sé que están los estudios que ha hecho la DGA con la Comisión Chilena de Energía Nuclear, con la Universidad de Chile, los radio isótopos y todo lo demás. Pero hay otras opiniones que no están diciendo eso.

Ayer, yo escuché al menos dos panelistas que hablaban que las cuencas del altiplano, y entre esas las del Salar del Huasco, estaban fracturadas. Los estudios que se han hecho valer para el estudio de impacto ambiental, han dicho que las cuencas no están fracturadas y es una de las razones por las cuales se han aprobado. Ahora, esta falta de certeza -y por eso yo he insistido tanto en el tema de que debiera haber una conclusión acá al respecto, en el sentido que es un estímulo hacer estas mesas de científicos y asumir ciertas posiciones al respecto, precisamente, en vez de negar un hecho, poder prever mejor sus impactos- es lo que producen estos problemas en la comunidad.

Ustedes saben, por ejemplo, que hoy día en la comunidad de Pica, los agricultores lo que están haciendo son pedir manifestaciones mineras, porque dicen, así vamos a entrar competir en igualdad de condiciones con las mineras, porque si tenemos la concesión minera nadie nos puede pedir agua. Y eso lo están haciendo. Bueno, entonces ese para mí es un problema hoy día. Como abogado defensor indígena, me «tiran» siempre los estudios encima de la mesa, pero no nos han podido convencer a nosotros, sin ser expertos, que esos estudios en definitiva sean concluyentes y que haya uniformidad científica respecto del tema.

Ahora, aparte de eso, yo quiero decirles que hay que considerar que en el tema del agua, en gran parte de la Provincia de Iquique, no podemos negar o dejar de considerar que es un recurso que está dentro de un territorio y por lo tanto es un patrimonio dentro una población especialmente protegida que está dentro de ese territorio. Ustedes podrán decir, este abogado es un abogado indigenista, está diciendo que las aguas son de los indígenas, sean subterráneas, superficiales y que hay territorio indígena. Bueno, en nuestro país no es exactamente así, los indígenas tienen ciertos derechos, no son dueños legalmente de los recursos del subsuelo, pero en otros países sí es así, y actualmente, en esos países está en aplicación el Convenio 169 y los indígenas tienen derecho a los recursos del subsuelo, como el agua subterránea, o al menos tienen derecho a las utilidades o los beneficios que se obtenga de ello.

Entonces, el tema de la vinculación patrimonial es clave, porque los indígenas de verdad se sienten dueños de ese territorio y se sienten dueños en el sentido de codueños o comuneros con el resto de los elementos de la naturaleza de esos recursos. Por eso que no cercan sus territorios.

Si ustedes van al altiplano, verán que no hay cercos en las propiedades, en el Sur están todas cercadas, pero todos saben sus límites. Entonces el tema del territorio y del patrimonio y del agua como recurso, como

patrimonio de una población particular, singularizada, con derechos especiales como son los indígenas, no es una consigna ni una teoría, es algo que realmente existe y que existe en el mundo, en los países más desarrollados y que no ha impedido el desarrollo de esos países. En países como Canadá, Estados Unidos, Alaska, los indígenas tienen hasta los derechos en la cuota pesquera porque es su mar. Sin perder Estados Unidos ni Canadá la soberanía. Tienen los derechos, incluso negocian los derechos de las cuotas pesqueras. Además está cruzado por una cuestión cultural, y ahí está el ciclo del agua.

El ciclo del agua, yo no sé si ustedes han escuchado hablar de la crianza del agua, del pago, de la pawa, de la vilancha que se hace porque la pachamama entrega agua. Tú dices, claro, no se paga el agua, bueno los indígenas la han venido pagando de esa manera cultural, no para apropiarse de ella, sino que por el hecho sólo de recibirla durante mucho tiempo. Pagan por sus cosechas, ellos sacrifican parte de sus utilidades entre comillas matando a sus animales, y antiguamente se dice que incluso sacrificaban a sus niños. Entonces hay todo un tema cultural de tremendo impacto. Así cuando hablamos del tema del agua en un territorio de estas características, aparte de ser especiales por las razones climáticas y todo lo que han expuesto, también es especial por el tema de que hay una cultura y eso debe ser considerado.

En las exposiciones en general que se hacen cuando se tocan todos estos temas no se considera al hombre, no se considera a la persona que es la que está ahí su dimensión colectiva, y que en la práctica podemos decir que es parte de esa preservación y también es autor de esa preservación. No se olviden ustedes que antes que el Estado asumiera que la diversidad debía ser aceptada, que era algo bueno, antes que los Estados asumieran, después de las catástrofes ecológicas, que el medio ambiente era algo que debía respetarse y que también era un valor económico para el país, estos principios los practicaban los indígenas, mucho antes que eso, por el tema de la explicación de la vida, por el tema de la cosmovisión de sentirse parte y no dueños de eso. Esto hoy día existe, algunos podrán decir no, eso es teoría, eso está en el pasado, pero eso hoy día existe. Existe un elemento cultural aunque sea un resabio de aquello del pasado, pero existe. Todavía hay ganado que va a pastar a los lugares donde están estos proyectos, a los lugares donde están estos acuíferos. Lo hacen a lo mejor en los ciclos que corresponden, cada no sé cuantos meses, cada no sé cuantos años, pero esa es la manera en que han ocupado siempre su territorio y lo van a seguir ocupando así, al ritmo de su conocimiento y entendimiento de la naturaleza.

De esta manera, cuando estudiamos el tema del agua, cuando tomamos decisiones con respecto a la explotación de esta agua, debe considerarse que es parte del ciclo de la vida para el indígena. En los estudios de impacto ambiental que indistintamente han presentado los proyectos mineros, en principio nunca se ha mencionado a los indígenas, como si no existieran, y existen de una manera particular, singular, a lo mejor no tienen sus estacas, a lo mejor no han regularizado su dominio, pero existen y son parte de ese territorio y yo creo que deben ser considerados y respetados en su integralidad.

María Victoria Rojas

«Se decía ayer que los indígenas aquí tienen siete mil litros por segundo como constituidos... lo que se expuso en cuanto a disponibilidades subterráneas y superficiales es cualquier cantidad de agua en relación al porcentaje total de la región...»

Me parece muy interesante lo que dijo Bob, pero quisiera también tecnificar un poquito y no darle tanta exageración a un aspecto. Se decía ayer que los indígenas aquí tienen siete mil litros por segundo como constituidos, o sea a su cargo en la región. Lo que se expuso en cuanto a disponibilidades subterráneas y superficiales es cualquier cantidad de agua en relación al porcentaje total de la región. Voy a traer los números más tarde, pero yo creo que estamos hablando del treinta, al cincuenta por ciento de todos los recursos disponibles en la región.

Bob Brkovic

«...Los siete mil litros...(en la región) son las aguas superficiales que los indígenas han usado hace dos mil, tres mil, o cuatro mil años...»

Esas aguas, los siete mil litros, todas han sido regularizaciones, es decir, son las aguas superficiales que los indígenas han usado hace dos mil, tres mil, o cuatro mil años, sin afectar sus ecosistemas. Lo otro, son todas aguas nuevas (usos nuevos), o sea en términos de impacto se puede ver la diferencia.

Juan Carlos Jofré

«...Es necesario, de alguna forma, generar la disponibilidad para alcanzar las capacidades técnicas adecuadas, en todas las instituciones, ya sean públicas o privadas...»

Como ya se ha hablado del tema de la información como recurso, el tema de la visión de los indígenas, voy hablar de un tema que a veces lo tocamos como CONAMA a nivel nacional, que es el tema de la educación. Aquí no se ha dicho la palabra educación, pero se ha planteado, de una u otra forma, en todas las posiciones de ustedes. A nivel nacional, nos hemos dado cuenta que en muchas regiones, y esta puede ser una de ellas también, hay una falta de capacidades de las instituciones para entender el sistema, en este caso el recurso subterráneo o superficial. Eso significa que es necesario, de alguna forma, generar la disponibilidad para alcanzar las capacidades técnicas adecuadas, en todas las instituciones, ya sean públicas o privadas. Para esto, la información que se genere debería estar disponible para todos los usuarios y participantes que se agrupan en torno a este problema que es la protección del recurso, en este caso subterráneo. Mi idea, muy concreta, pasa por el tema de las capacidades institucionales y la educación, que nos lleva finalmente a una protección, en este caso del acuífero o de aguas superficiales.

Sonia Chang

«Sería para mí un valor muy grande el poner los estudios de los científicos en conjunto con los conocimientos y estudios que ellos han hecho (indígenas)...»

Tengo una inquietud, ya que por el Sendero de Chile estamos pasando por el Salar del Huasco y en este año he conocido, y he estudiado bastante los salares de Coposa, Salar del Huasco, Salar de Michincha y Lagunilla. Me he dado cuenta, como decía el abogado de CONADI, ya que he conversado mucho con las personas, los lugareños y he participado en todos los eventos que ha habido acá estudios de bofedales, estudios de agua, que no han considerado mayormente el estudio de nuestros ancestros. Sería para mí un valor muy grande el poner los estudios de los científicos en conjunto con los conocimientos y estudios que ellos han hecho, porque a pesar que son conocimientos tradicionales también son estudios. Ellos antes de utilizar los bofedales o las vegas, también hacen estudios al respecto. Pero es muy poca la literatura que hay en cuanto a la formación geológica de las cuencas, del altiplano, de toda la zona entre la cordillera y la precordillera, si el cordón Sillilica es impermeable o es permeable, si pasan las vertientes o no, si alimentan o no a Iquique, etc. Ese sería para mí el punto de partida: saber de dónde viene, de donde nace, cual es la fuente que realmente nos alimenta y que alimenta realmente a esas vegas, a esos bofedales, y llegar a un consenso, pero en conjunto con el conocimiento ancestral.

Por otra parte, retomando otra de las ideas expresadas en este taller, me quedó dando vuelta un poco el tema de que si bien es importante reutilizar los recursos, eso también genera un impacto. Por ejemplo, la desalinización de las aguas marinas también va a generar un impacto, que tiene que ver con la sal y dónde la eliminan. Entonces, sería importante tener un conocimiento, cuando vayamos a utilizar o reciclar algo, sobre el producto que va a salir. Tenemos que velar por que ese producto no genere un impacto mayor.

Mario Arenas

«Estamos produciendo un impacto, pero es solamente en el punto inicial y después el mar sigue siendo el mismo...»

En cuanto a la descarga de salmuera de las plantas desaladoras, en teoría, podríamos sacar el cien por ciento del agua dulce y dejar la sal en forma sólida. Ahora, las plantas tienen una eficiencia y el límite de esa eficiencia es mantener las sales solubles, es decir, no se produce una precipitación de las sales. Es un agua de mar un poco más salobre que el agua de mar que hay en la toma. Eso se descarga en el mismo mar, y las estimaciones, o los estudios, que hay en las plantas existentes es que el impacto no se reduce a más de cinco metros de la descarga, porque la relación de masa es muy diferente, estamos hablando de una descarga puntual de una cantidad de metros cúbicos respecto a un volumen de agua, de masa de mar que con las corrientes, obviamente, se produce una dilución instantánea. Entonces, pensando en los impactos, no se podría pensar que estamos salando el mar, así como tampoco que estemos realizando una descarga como el Amazonas, que son miles de metros cúbicos por segundo. Estamos produciendo un impacto, pero es solamente en el punto inicial y después el mar sigue siendo el mismo.

Alejandro Grilli

«...Lo que nos está faltando es que nos entendamos un poco más, que hablemos el mismo lenguaje...»

Creo que mucha de esta conversación adolece, como lo planteó Juan Carlos, de un adecuado nivel de conocimiento y de entendimiento de situaciones. A lo mejor lo que nos está faltando es que nos entendamos un poco más, que hablemos el mismo lenguaje. En este proceso de educación yo tengo que entender lo que me están transmitiendo, por ejemplo, desde otras perspectivas, y tengo que tratar de asimilarlo para poder llegar a comprender realmente en términos valóricos del mismo nivel, lo que estamos hablando, porque sino, yo lo voy a escuchar pero sin llegar a un punto de encuentro entre las distintas posiciones. Entonces, yo creo que antes de emitir un juicio en contra, emitamos un juicio desde nuestra perspectiva, de lo que nosotros vemos, de lo que entendemos nosotros, para que logremos traducir todo esto a un lenguaje común y que lo aceptemos. Yo creo que es super importante, porque sino caemos en descalificaciones, o en acusaciones, o en ideas que no van a conducir a un encuentro, que es lo que estamos tratando de hacer, de avanzar.

Pablo Rengifo

«...La forma de ir consensuando es seguir avanzando en el conocimiento»

Se ha hablado bastante con respecto al estado del conocimiento, de lo que son los sistemas, de lo que son las cuencas, de que existen informes de tal empresa o tal entidad, universidad o tal organismo público que dicen una cosa, otros que de alguna forma dicen otra cosa, y en honor a la verdad lo que hay que decir es que el tema es complicado. Estamos hablando de una rama de las ciencias, a diferencia de otras ciencias, donde tú no ves lo que estás evaluando, no tienes posibilidad de hacer una experiencia específica en un laboratorio para medir, y tu gran laboratorio es la realidad y es tu medio físico, y son las cuencas, y son las vegas. Entonces, en la medida que existe gente, profesionales, científicos con un grado de conocimiento y capacidad adecuada, y por otro lado, se dispone de buena información, se van acotando los temas, pero como todo desarrollo, toda ciencia, van a existir opiniones que van a disentir en algunos aspectos. Entonces, la forma de ir consensuando es seguir avanzando en el conocimiento.

Uno no puede quedarse tranquilo cuando evalúa un acuífero y tiene una determinada propuesta de como funciona el sistema. Esa propuesta siempre se va a poder mejorar, se puede hacer más trabajo de perfección, más geofísica, más monitoreo, más modelos, y muchas veces uno se da cuenta que lo que estaba pensando, o lo que pensó en un trabajo que hizo hace cinco años, ahora con más antecedentes ya no es tan así la cosa, es un tema dinámico, es un tema complejo, y el que no lo reconozca como tal, y se crea absoluto de la verdad, yo creo que está en un grave error.

Cristián Carrasco

«...Llamo la atención en términos del conocimiento de estos modelos que deberíamos tener en estas cuencas, para saber la variabilidad que se da del agua superficial»

Yo quiero tocar un tema que está en íntima relación con la parte biótica y lo que se relaciona con las comunidades en esa zona, Y básicamente, en lo que se relaciona a los modelos y lo que debería existir en términos de los conocimientos de la variabilidad de estos sistemas. Y voy a poner dos ejemplos: En el caso de las lagunas salinas que hay arriba en el altiplano, cuando hay poca agua, tenemos pocos flamencos, porque hay poca disponibilidad en términos del alimento, porque ellos se alimentan justamente del plancton, micro crustáceos y otros. Entonces, cuando hay poca disponibilidad de esto, obviamente que tenemos pocos flamencos. Cuando aumentan las lagunas, obviamente que hay una mayor disponibilidad y llegan flamencos. Incluso, en algunos sectores dentro de un salar se dan ciertas condiciones para que se formen nidos y estos nidos tienen que estar en un lugar muy especial, para evitar la predación por los zorros, principalmente, y pumas.

Ahora, cuando las lagunas aumentan más, se nos dan dos cosas: una, que se anegan los nidos y ya no llegan a anidar los flamencos y, por otro lado, cuando ocurre un mayor anegamiento ya son más profundas las lagunas, por lo tanto, los flamencos, que son pequeñitos, ya no pueden estar allí. Además, el agua ya comienza a disolver las sales y se produce una dilución y, entonces, como son menos salinas, ya no hay alimento del que antes tenían y, en definitiva, tampoco tenemos flamencos. Entonces, hay una cierta condición de tamaño de la laguna en la cual tenemos la mayor población de flamencos. Cuando baja ya no ocurre y cuando sube tampoco.

Entonces, llamo la atención en términos del conocimiento de estos modelos que deberíamos tener en estas cuencas, para saber la variabilidad que se da del agua superficial, de esto dependen no solamente los flamencos, el ejemplo que estoy poniendo, sino que también toda la vegetación que se da allí. Entonces, en ese sentido, es tremendamente crucial el punto en términos de poder predecir qué va a ocurrir y en realidad con toda esta variabilidad que hemos visto entre ayer y hoy que se da en estos sistemas sobre todo arriba en el altiplano es realmente crucial. O sea, el poder predecir esto es difícilísimo y el ideal es lograr poder tener modelos en cada cuenca que puedan predecir esto con mayor rigurosidad, porque justamente de esto está dependiendo esta vegetación y estos organismos.

Lo mismo pasa, por ejemplo, acá en la Pampa del Tamarugal. En este período que pasaron poco más de diez años, doce años, que fue bastante más seco en la zona, llegó menos agua y se comenzaron a secar los tamarugos de la periferia, sobre todo en la zona sur de los que están ahí y se comenzaron a secar todos estos árboles. Pero ahora que comenzó ya a llegar un poco más de agua en los dos últimos años, comenzaron de nuevo a reverdecir, o sea, para demostrarles un poco cómo de repente, en períodos más secos comienzan a disminuir las áreas de cobertura vegetal. Y entonces, la cuestión es, si estamos hablando de la Pampa del Tamarugal, y estamos hablando de disminución de algunos centímetros al año y algunos metros cada tanto tiempo, de qué manera se va a ir afectando toda esta área vegetal. O sea, en otras palabras, dónde está el punto máximo en donde

nosotros podemos permitir esto. Y eso es un problema que se está dando porque estamos hablando de cuencas que son endorreicas, en las cuales, el problema es que estamos hablando de un desierto.

Pero un poco lo que yo he dicho anteriormente, todas estas cuencas se han ido secando paulatinamente. De hecho, hace mil años atrás había mucho más pluviosidad, el hecho de las comunidades que existían, como Tiahuanaco en la zona del Lago Titicaca. O sea, todo explicado en términos de esto y se ha ido secando paulatinamente y se sigue secando. Entonces, hasta qué punto nosotros podemos aceptar ese nivel y como podemos predecir esto. Mi máxima preocupación dentro de estos modelos es lograr tener una información más acotada en relación hasta qué punto el agua superficial es posible de disponer como para mantener los ecosistemas naturales y obviamente esto en relación, también, con las comunidades aymaras.

Y el otro punto es cómo hacer creíbles estos modelos, porque yo me recuerdo que el año noventa, se le encargó a Karsulovic que hiciera todo un estudio de las aguas y me acuerdo que gente de la Intendencia, que habían sido los que habían encargado este estudio, ya no le creían para el informe final. Y después vienen otros estudios y unos dicen que les creen, que no les creen, yo creo que está muy bien esto a nivel académico, porque de hecho así funciona la ciencia, o sea, la ciencia avanza, aparecen nuevos conocimientos. Pero cuando esto se lleva a nivel de la toma de decisiones es tremendamente peligroso, porque simplemente aparecen unos que no creen y los otros que sí creen, entonces al final quien toma las decisiones son los malos de la película para unos y para otros no. Entonces, este punto también hay que resolverlo, porque cuales son los modelos aceptados ahora, en términos de que sean aceptados a nivel de la autoridad.

Y lo otro es la biodiversidad. Se habla de estos ecosistemas que son frágiles, se habla de que hay pocas especies. Biodiversidad no significa pocas especies (riqueza de especies no es el mismo concepto) sino que, por ejemplo, allá arriba tenemos varias especies que están separadas muchos kilómetros y tenemos, a veces, la misma especie pero con distinta variabilidad genética, porque ha habido un desarrollo de varios miles de años separados geográficamente. Entonces, esto hace que exista una variabilidad distinta por sistemas, por subsistemas y entonces, si un pequeño riachuelo que hay allá arriba se llega a secar, se acaba esa variabilidad genética. O sea, tenemos una disminución de biodiversidad tremenda, a pesar de que la misma especie la tenemos treinta kilómetros más allá. Entonces, en ese sentido, la biodiversidad que hay arriba es un poco más de lo que conceptualmente tenemos, o sea, biológicamente hay una mayor variabilidad y que es desconocida.

Además, porque hay poco conocimiento sobre, por ejemplo, toda esta vegetación halófila que vive en relación a los salares. Se sabe bastante poco, por ejemplo, que viven con unas condiciones de cantidad de boro que no es permisible en ningún otro lado. O sea, estas sobreviven con esas concentraciones de boro, de silices, de arsénico tremendamente altas. Estamos hablando de los flamencos, están tomando agua allí y comiendo en donde tienen treinta, cuarenta miligramos de arsénico por litro. Entonces, son una serie de cosas en las cuales yo llamo la atención, un poco para resumirlo, en términos de, por un lado, información sobre la demanda ecológica y la variabilidad que existe, muy poca información sobre eso, y quién financia esto, porque en definitiva, al final terminan financiando los privados, o sea, las empresas mineras que les preocupa el problema por el impacto que pueda provocar. Al final ellos lo financian, pero no hay otro financiamiento externo ni estatal que pueda ser un poco más independiente. Y por otro lado, investigación sobre ciertos indicadores que nos digan, justamente, en relación a la variabilidad que estos sistemas están en un punto límite.

Mónica Pardo

«...No podemos trabajar, crecer, ir desarrollando conocimiento, si uno va a evaluar o va a hacer juicios de valores respecto a los estudios»

Quiero acotar lo que tu decías al comienzo, que cuando comenzó el estudio de Karsulovic que se le creía, que no se le creía, pero en realidad, yo creo que la posición frente a un estudio no puede ser actos de fe. Yo no puedo decir «creo en la geofísica o no creo en la geofísica, creo en la geología». O sea, no podemos trabajar, crecer, ir desarrollando conocimiento, si uno va a evaluar o va a hacer juicios de valores respecto a los estudios. Los estudios serán lo más competente, o buenos o malos, de acuerdo a la cantidad de datos concretos, al análisis que se le haga, pero a priori no son buenos o malos.

María Victoria Rojas

«...Es más común de lo que se cree que la gente, cuando contrata un estudio, pueda no estar de acuerdo con las conclusiones»

Cuando tú contratas un estudio, lo contratas porque no tienes capacidad institucional de hacerlo, ya sea cantidad de gente o especialistas adecuados. Entonces, es más común de lo que se cree que la gente, cuando contrata un estudio, pueda no estar de acuerdo con las conclusiones. Justamente para eso lo está contratando.

Cristián Carrasco

«...Quiero llamar la atención en la credibilidad que al final se tiene como para la toma de decisiones»

Pero básicamente en lo que yo quiero llamar la atención es en la credibilidad que al final se tiene como para la toma de decisiones, por ejemplo, en las comunidades aymaras, que digan cómo vamos a creer si ellos mismos no creen. Entonces, a quién le creemos.

Alejandro Grilli

«...El problema que veo yo se produce cuando hablamos entre disciplinas distintas»

Después de escuchar atentamente todo lo que se ha dicho, veo que hay distintos elementos en la discusión. Por un lado, en la parte física, está la parte del conocimiento físico, físico químico, físico del medio, o sea, geometría. Sobre este tipo de cosas existe bastante acuerdo entre aquellas personas que trabajan en tales materias. Los problemas por el lado del sistema físico, se plantean más bien por el funcionamiento, por los input, Entonces, la parte importante es poder acercarnos a la dinámica de la recarga de la mejor forma y lo más real posible. O sea, tratar de no extrapolar sistemas de otros lados donde las condiciones son distintas, porque aquí, en esta zona, el sistema, la dinámica y las descargas son muy diferentes.

Yo creo que el punto de discusión parte cuando entramos a interrelacionarnos con otras ciencias. Yo diría que siempre existen incertidumbres. En el área física, nosotros podemos manejar las incertidumbres, podemos incorporarlas en nuestros análisis y modelos. El problema que veo yo se produce cuando hablamos entre disciplinas distintas. Ahí se produce un problema de la confianza en la competencia técnica y finalmente llegamos a un problema de lenguaje, de saber lo que estamos diciendo.

Respecto al tema de la predicción, creo que resulta difícil porque tiene que ver con cómo nosotros evaluamos el futuro, que es lo que nosotros esperamos del futuro. Entonces, cuando nosotros pretendemos pensar hacia adelante, tendemos a pensarlo en lo que nos está pasando hoy, pero el futuro no tiene porque ser igual al

presente. El futuro constituye una serie de posibilidades, y esas posibilidades pueden que afecten el cambio climático global, pueden afectarnos estos grandes ciclos, etc. El futuro es el futuro, no podemos pensarlo en forma de realidades sino más bien de posibilidades. Entonces ahí es donde parte el tema de incertidumbre en las materias físicas nuestras en como pensar el futuro. Pero pensar el futuro también es cosa de sentarnos a conversar, pensar cuáles son las posibilidades. Por otro lado, nosotros no podemos hacer predicciones más allá de tres a cinco años y eso en estos sistemas es muy difícil, porque un evento extraordinario, una lluvia como la del 2001, puede cambiar todas tus predicciones. Entonces, tienen que ser predicciones a plazos más cortos que deben irse revisando.

Pablo Rengifo

«Yo le creo más a las proyecciones de largo plazo que a las proyecciones a corto plazo»

Justamente quiero tomar el hecho que una lluvia como las últimas cambien todo el escenario puntual. Yo le creo más a las proyecciones de largo plazo que a las proyecciones a corto plazo. Si sabes que hay tanta variabilidad en los fenómenos, de alguna forma vas a generar series o tener datos y ver que va a pasar en cien años, doscientos años, lo que reduce mucho más el efecto puntual de un evento. Lo que hacemos a corto plazo, es una cosa que está mucho más condicionada a lo que va a pasar o a la respuesta a un evento. Se puede hacer una proyección de corto plazo en función de pruebas de bombeo, en función de un modelo bien acabado con una grilla muy fina, pero basta que el primero de enero tengas una lluvia muy grande, y la proyección de corto plazo se acabó.

Alejandro Grilli

«En la medida en que tú tomas un modelo y lo vas revisando, vas viendo que tus predicciones están o no dentro de tus rangos de incertidumbre, logras romper la barrera de la desconfianza, logras generar la confianza, y tomar decisiones en conjunto»

Hay que considerar que lo que decía también puede ser un juego. Puedes estar prediciendo en base a un promedio de cien años y quedarte tranquilo, pero sucede que si tocan puros años secos ahora o puros años lluviosos ahora, es posible que le apuntes a cien años, pero el problema del impacto lo tienes hoy día. Por eso, la metodología de la post auditoría, en la que se hace una proyección y en ese momento se revisa y actualiza, y se vuelve a predecir y se actualiza, es muy útil. Es una cosa muy dinámica a corto plazo, porque el esquema que se plantea, que es el esquema de toma de decisión en el que yo hoy día hago un modelo y se lo entrego a la DGA o CONAMA y el modelo llega y se guarda y no se estudia nunca más, al final no sirve mucho para avanzar. En la medida en que se toma un modelo y se va revisando, y viendo si las predicciones están o no dentro de rangos definidos de incertidumbre, se logra romper la barrera de la desconfianza, se logra generar la confianza, y tomar decisiones en conjunto.

Mónica Pardo

«El conocimiento no es absoluto y hay que ponerse de acuerdo sobre cuáles son los umbrales o niveles de incertidumbre que vamos a tolerar»

Yo voy a retomar un poco el tema del conocimiento. Quisiera comenzar pensando en algo que es absolutamente obvio y se refiere al hecho que el agua es de todos y para todos, y todos estamos hablando de un sistema, y desde esa perspectiva, no solamente es un sistema físico sino que es un sistema biológico, humano, cultural,

económico, social, etc. Eso significa que todos, de alguna forma, tenemos uso sobre este recurso o un rol que jugar al respecto y, por lo tanto, es necesario tener todas esas dimensiones en consideración cada vez que se toma una decisión (pública, privada, pequeña o grande). Lo anterior complejiza mucho más el sistema porque, efectivamente, no basta con conocer la recarga, sino que también hay que saber cual es el uso que se le está dando. Por ejemplo, saber cuáles son los usos ancestrales, que significado e importancia tienen.

Creo que hay un aspecto que es importante considerar, y es una hipótesis de la que hemos partido acá, y es si uno puede conocer las cosas realmente. No creo que haya certeza absoluta, sino más bien, creo que uno se va acercando «a», y efectivamente, esa certeza o incerteza o hasta donde llegamos es un aspecto absolutamente subjetivo desde el punto de vista que va a depender del rol o de los intereses, o de lo que tú estés viendo o lo que tu requieras del recurso. Las escalas de tiempo en que estamos conversando van a ser diferentes si estamos hablando desde el punto de vista humano, o estamos hablando desde el punto de vista de los ecosistemas o de la biodiversidad.

Entonces, el conocimiento no es absoluto, y hay que ponerse de acuerdo sobre cuáles son los umbrales o niveles de incertidumbre que vamos a tolerar. En ese ponerse de acuerdo hay algo subyacente que es importante, que es la desconfianza. Es decir, que aunque yo no te entienda, yo pueda acoger tu posición y estar abierto a que es una posición y, que como tal, puede ser válida. Entonces desde el momento en que podamos tener estos mecanismos reales de sentarnos a conversar, mecanismos, flexibles en el tiempo, vamos todos a ponerle el hombro a las consecuencias que puedan tener nuestras decisiones.

Alejandro Grilli

«...Es importante poder establecer confianzas y acuerdos que nos deje a todos tranquilos desde las diferentes posiciones de cada cual»

Desde mi punto de vista, es importante poder establecer confianza y acuerdos que nos deje a todos tranquilos desde las diferentes posiciones de cada cual. Esa confianza y acuerdos, evidentemente tienen que estar sobre la base de ciertas restricciones ambientales que todos consideremos suficientes. Yo creo que el tema se centra en lograr establecer esas restricciones, específicamente definir qué es lo que nosotros queremos preservar. Lo demás, lo del conocimiento occidental así como el conocimiento ancestral y cultural, eso debiera, de alguna manera, ser un acuerdo. No necesariamente deben compartirse ambas visiones, pero si algo deja conforme a una parte y deja a la otra parte, bastaría enfocarse a aquellas restricciones ambientales que se debieran establecer. Estas restricciones, deberían estar sujetas a un monitoreo ambiental absolutamente transparente, es decir, para todas las partes. Un buen monitoreo ambiental, aceptado por estos dos tipos de conocimiento y centrado en la gestión del acuífero.



“Debate sobre la Gestión de
los Recursos Hídricos”
Varios Participantes

GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DEBATE¹

Alejandro Grilli

«Los conflictos surgen cuando el recurso es escaso. Los procedimientos de resolución de conflictos pasan por mecanismos de gestión -que hay muchos- pero básicamente pasan por el hecho que los actores puedan conversar y se reconozcan como interlocutores.»

Cuando el agua sobra, cuando es abundante, no se producen conflictos, no se necesitan modelos. Los conflictos surgen cuando el recurso es escaso. Los procedimientos de resolución de conflictos pasan por mecanismos de gestión - que hay muchos - pero básicamente pasan por el hecho que los actores puedan conversar y se reconozcan como interlocutores. Yo he trabajado mucho tiempo en el sector sanitario. Hace algún tiempo atrás, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, era la replica de una empresa sanitaria. Nos pasaba que hasta volvían a calcular los pozos, y nos objetaban: «no ese pozo aquí no, no me gustó la habilitación». Hoy, la Superintendencia cambió y está asumiendo ese nuevo perfil y tiene indicadores e índices para medir eficiencia. Entonces, hay un cambio.

Yo creo que las otras instituciones también van a ir asumiendo poco a poco el cambio en este rol del Estado. Por ejemplo, la otra vez, yo conversaba con María Victoria, porque vi un cambio cuando supe que estaban contratando un consultor estratégico para ver un problema que tenían y darle así una opinión rápida. Ese es un avance de gestión increíble, impresionante. Porque ocurre que los cambios de plazos son muy diferentes, es decir, si tú tratas de replicar lo que están haciendo las empresas te vas a demorar el doble de lo que se demoran, porque es un problema de recursos. Si una empresa se demora un año tu te vas a demorar dos. En el esquema del consultor estratégico, de la auditoría y de la post auditoría, se agilizan las cosas, pero todo eso pasa necesariamente por el hecho que nos vayamos actualizando y que los términos de referencia para enfrentar un problema, se logren a través de acuerdos.

Sonia Chang

«Considero que es importante que se trabaje en conjunto, tanto los investigadores como el Estado y los consultores, para que se produzca una retroalimentación.»

Mi parecer es que se produce una desconfianza porque muchas veces cuando se presenta un proyecto, las personas que los hacen son de las empresas privadas y el Estado no cuenta con los recursos como para presentar una contraparte frente a estas empresas. Entonces, la ciudadanía se tiende a confundir y se pierde la credibilidad en los consultores de las empresas y la credibilidad también en el Estado, por no tener los medios para poder poner una contraparte, ya sea igual o distinta a la opinión que pueda contratar la empresa. Considero que es importante que se trabaje en conjunto, tanto los investigadores como el Estado y los consultores, para que se produzca una retroalimentación. No que un consultor vaya, haga un estudio en una empresa y eso llegue al Estado, sino que los científicos también trabajen con el Estado para que éste tenga mayores elementos para poder trabajar y responder frente a los proyectos de una forma objetiva. También, creo que es muy importante que frente a la postura de un proyecto, haya siempre una participación ciudadana que se traduzca en las opiniones y en los acuerdos que se están tomando.

¹ Las intervenciones se transcriben en la secuencia con que se realizaron. Se han incorporado algunos ajustes procurando traducir presentaciones verbales a presentaciones escritas tratando siempre de evitar alterar el sentido de los planteamientos de cada expositor.

Hilda Valenzuela

«...El acceso a la información es bastante importante, sobre todo si consideramos el tema de la gestión integral.»

Creo que, a nivel regional, existe bastante información, estudios hidrogeológicos, estudios de movimientos poblacionales, geográficos, etc. Sin embargo, el acceso a esa información es mínimo. Entonces, el acceso a la información es bastante importante, sobre todo si consideramos el tema de la gestión integral. El problema está en que el acceso a la información existente, para todos los actores -ya sea a nivel regional, estatal, privado, público- es poco o, a lo mejor, hay poco interés. Se debería lograr sistematizar esa información y, a partir de ella, desde el punto de vista de la regulación, conseguir que estos mecanismos de regulación sean sustentables en el tiempo. Además, todas esas regulaciones deberían ser fáciles de entender y aplicar y, por lo mismo, fáciles de fiscalizar. Para que yo pueda hacer una buena gestión como empresa, debo tener la cancha bien rayada y las regulaciones que me imponen como empresa también deben ser claras, entendidas por todos (a nivel estatal, a nivel público y a nivel privado).

María Victoria Rojas

«...Yo creo que paralelo a las investigaciones hidrogeológicas, paralelo a todo el estudio de los movimientos poblacionales, geográficos, etc., el manejo de la información tiene que ser fácil.»

Sin ser simplista, yo creo que paralelo a las investigaciones hidrogeológicas, paralelo a todo el estudio de los movimientos poblacionales, geográficos, etc., el manejo de la información tiene que ser fácil. Yo creo que con toda la información histórica que hay deberíamos ser capaces de crear indicadores que tomen la parte científica, que tomen la parte humana, que tomen la parte biodiversidad para que nosotros, a partir de ellos podamos hacer gestión sustentable.

Mónica Pardo

«...Uno podría esperar que alguien, por ejemplo el Estado, se dedique a juntar la información que yo requiero, pero también hay una visión que es la generación de la información que uno necesita y que uno tiene que buscar.»

Creo que, en la medida en que las normas son más complejas, se transforman en letra muerta y no hay nada peor que una norma que realmente no se aplica. Así es que eso de todas maneras es un tema donde deberíamos ir tendiendo a algo más simple. Pero sobre el mismo tema me queda una duda respecto a la información, porque se habla de la información y de que se requiere tener esta información, mi pregunta es ¿quién es responsable de que esa información esté? Porque uno podría esperar que alguien, por ejemplo el Estado, se dedique a juntar la información que yo requiero, pero también hay una visión que es la generación de la información que uno necesita y que uno tiene que buscar. Porque no solamente una sanitaria puede afectar al medio ambiente, sino que el medio ambiente afecta a las sanitarias y afecta el negocio y la sanitaria tiene que saber, de alguna forma, manejar esta externalidad a ella, que es que las aguas le lleguen sucias o no tenga en la fuente el recurso que espera.

Mario Arenas

«Entiendo la gestión como una herramienta para alcanzar ciertos objetivos, y esos objetivos -locales, provinciales, regionales- en el caso del agua, a mi juicio, deben ser concordantes con las políticas globales que queremos como sociedad.»

«... En cualquier análisis uno debe tener en cuenta lo que son las debilidades y las amenazas, pero también las fortalezas y las oportunidades»

Respecto a qué es la gestión, yo la entiendo como algo más que el manejo de cifras. Entiendo la gestión como una herramienta para alcanzar ciertos objetivos, y esos objetivos -locales, provinciales, regionales- en el caso del agua, a mi juicio, deben ser concordantes con las políticas globales que queremos como sociedad. Tenemos un gobierno elegido que representa a las distintas opiniones y ese gobierno o ese parlamento define determinados criterios y políticas. Yo pienso que en ese marco y en ese contexto debe definirse el accionar de toda la sociedad.

La participación de los grandes consumidores en el tema del control y la gestión me suena a juez y parte. Por lo tanto, yo creo que la DGA es quien debe definir, controlar y hacer respetar los objetivos que han definido los políticos o nuestros representantes en los parlamentos. Los modelos de gestión en donde participan los grandes consumidores que tienen mucha fuerza, que tienen mucho poder de lobby, de ese tipo de cosas, hacen que en definitiva las decisiones apunten más hacia sus intereses que a los intereses de la globalidad, y eso es normal dentro de todo lo que es la economía de mercado. El tema del lobby es un tema que existe, es así, y se utiliza, y es reconocido, y quien tiene más lobby obtiene mejores resoluciones que protegen mejor sus intereses.

Por lo tanto, el tema de la gestión, yo primero lo vería como un planteamiento de objetivos: qué es lo que realmente queremos, un sistema sustentable, un sistema que proteja las comunidades, que proteja la vida silvestre, etc., y a partir de ahí, definir qué podemos hacer y que no podemos hacer. Y lo segundo, es que yo abriría el marco que está ahí, lo abriría un poco más, primero metiendo lo que son los verdaderos recursos. O sea, en cualquier análisis uno debe tener en cuenta lo que son las debilidades y las amenazas, pero también las fortalezas y las oportunidades. Hoy día, todas las regiones costeras del Norte de Chile tienen la oportunidad de obtener agua del mar. Las amenazas son las sequías, las debilidades son este entorno tan árido, pero también están las fortalezas, están las oportunidades, hay minería, son oportunidades de desarrollo.

Un tema específico que no comparto es que en algún momento se planteó ahí que las extracciones son las que finalmente condicionan el desarrollo. Yo creo que el desarrollo responde a las oportunidades o condiciones que hay. Un caso típico ocurrió en la zona de Almería en España, que era tan desierto como esta zona, pero tenía una ventaja que es un clima muy particular que permitía cosechas, tres o cuatro meses antes que el resto de Europa. Eso lo aprovecharon y desalaron agua de mar en cantidades industriales y hoy día ellos hacen cultivos con agua desalada a partir de desalación de agua de mar y es un negocio rentable. Entonces, la zona, que era la más pobre de España, hoy día pasa a ser una de las zonas más ricas de España, porque lo que hay que mirar son las oportunidades y ver como las amenazas y las debilidades se contrarrestan o se limitan. Entonces, por eso yo digo que las extracciones para mí no son una limitante del desarrollo, ese es como un eslogan que se hace y se coloca sobre la población para abrirse un poco más o estar propenso a ceder más terreno respecto a lo que son las extracciones, porque perfectamente las explotaciones mineras pueden funcionar, incluso, directamente con agua de mar, técnicamente se puede. En la segunda región, hay una compañía minera que utiliza el agua de mar directamente en sus procesos. Esto tiene que ver con las inversiones, pero tiene que ver con que al final hay una rentabilidad, que es lo que finalmente importa en la línea final.

Y un tema que no está metido dentro de esto, pero sí lo quiero tocar, es la funcionalidad y los rangos de operación de los sistemas naturales. Los sistemas son adaptables, es decir, si llueve menos en un año o un par de años o hay una sequía larga, la naturaleza se adapta y después vuelve a su estado natural. Cuando hay aumentos de agua también se adapta, pero esas son condiciones de operación, que como en cualquier sistema que uno tenga, por ejemplo, en una planta de tratamiento de aguas servidas, uno la diseña para que en determinados puntos pueda resistir algunos peaks, ya sea de máximas demandas de aguas, de mucha carga orgánica y, también por abajo muy poca cantidad de agua. Pero eso no significa que ese sistema operando en esos peaks pueda funcionar permanentemente en el tiempo y sea sostenible, es decir, que un sistema como los de esta región puedan funcionar con más extracciones y que, a corto plazo, no se vean efectos, no significa que no se esté afectando en el largo plazo o en el mediano plazo.

María Victoria Rojas

«...El Estado es un mero administrador que traspasa este bien nacional a los particulares, y ahí el Estado no tiene mucho más que hacer y el rol que tiene que jugar es un rol regulador.»

«...Si bien no todos los usuarios tienen igualdad de oportunidades, en el sentido de que no todos tienen los mismos recursos e información para oponerse o estar presente ante un problema, el Estado tiene un rol subsidiario cuya obligación es velar por el interés de todos»

En realidad, la Dirección General de Aguas trabaja como está planteado en el modelo que presentó Manuel Durán. Lo que se hace es que se junta el peticionario o el que está solicitando los derechos en un sector, por ejemplo, se junta con CODELCO con Collahuasi y trabajan semanal o quincenalmente, hasta que lo que salga como producto final sea un producto acordado. En realidad no tenemos todos los recursos humanos para hacerlo, pero todas las cosas las vamos certificando paso a paso, así llegado el momento al final, todo el proceso está validado. Lo que hacíamos antes era distinto, ellos llegaban con un modelo y empezábamos a revisarlo y al final decíamos «no, háganlo de otra manera». Hay que seguir avanzando en esto de mejorar y disminuir los tiempos.

Ahora, en relación a la autogestión, nosotros creemos como Estado que el Código de Aguas está dejando toda la gran responsabilidad de gestión al usuario. En realidad el Estado es un mero administrador que traspasa a este bien nacional a los particulares, y ahí el Estado no tiene mucho más que hacer y el rol que tiene que jugar es un rol regulador. Por lo tanto, yo creo que lo que hace falta, lo que se echa de menos hoy día, es que los usuarios que tienen esta inmensa capacidad y responsabilidad de participación, la usen apropiadamente. Yo creo que hoy día existen las instancias, ya sea en los sistemas de evaluación de impacto ambiental o en las distintas comisiones que existen para que los usuarios se expresen.

Otra cosa que quisiera dejar claro es que si bien no todos los usuarios tienen igualdad de oportunidades, en el sentido de que no todos tienen los mismos recursos e información para oponerse o estar presente ante un problema, el Estado tiene un rol subsidiario cuya obligación es velar por el interés de todos. Por lo tanto, aunque no hubiera ninguna oposición, aunque todas las personas llegaran con una carta diciéndole que sí al proyecto, el Estado jugaría el mismo papel. Es decir, le pediría al proyecto que cumpliera con las disposiciones del el Art. 22. Toda la política se basa en esto, en la protección de derechos de terceros, y derechos de terceros se entiende a todos los usuarios del sector incluido el medio ambiente. Eso es lo que hacemos hoy día.

Con relación a mejorar la gestión, es imprescindible generar confianzas para avanzar y agilizar los procesos, porque nosotros teníamos desconfianza incluso entre los distintos estamentos del Estado, o sea, entre la CONAF, el SAG, etc.

Tenemos que confiar que cuando la DGA o CONAMA dicen algo, en realidad se preocuparon de lo que tienen que preocuparse y por lo tanto uno debería confiar en que la decisión está bien tomada, porque al final, estas oposiciones, generen las desconfianzas y la situación de tener que volver a partir de cero.

Pablo Rengifo

«Entonces, para resumir, confianzas, evaluación de impactos y pos auditorías, son tres temas importantes, dentro de la gran cantidad de temas de la gestión de cuencas.»

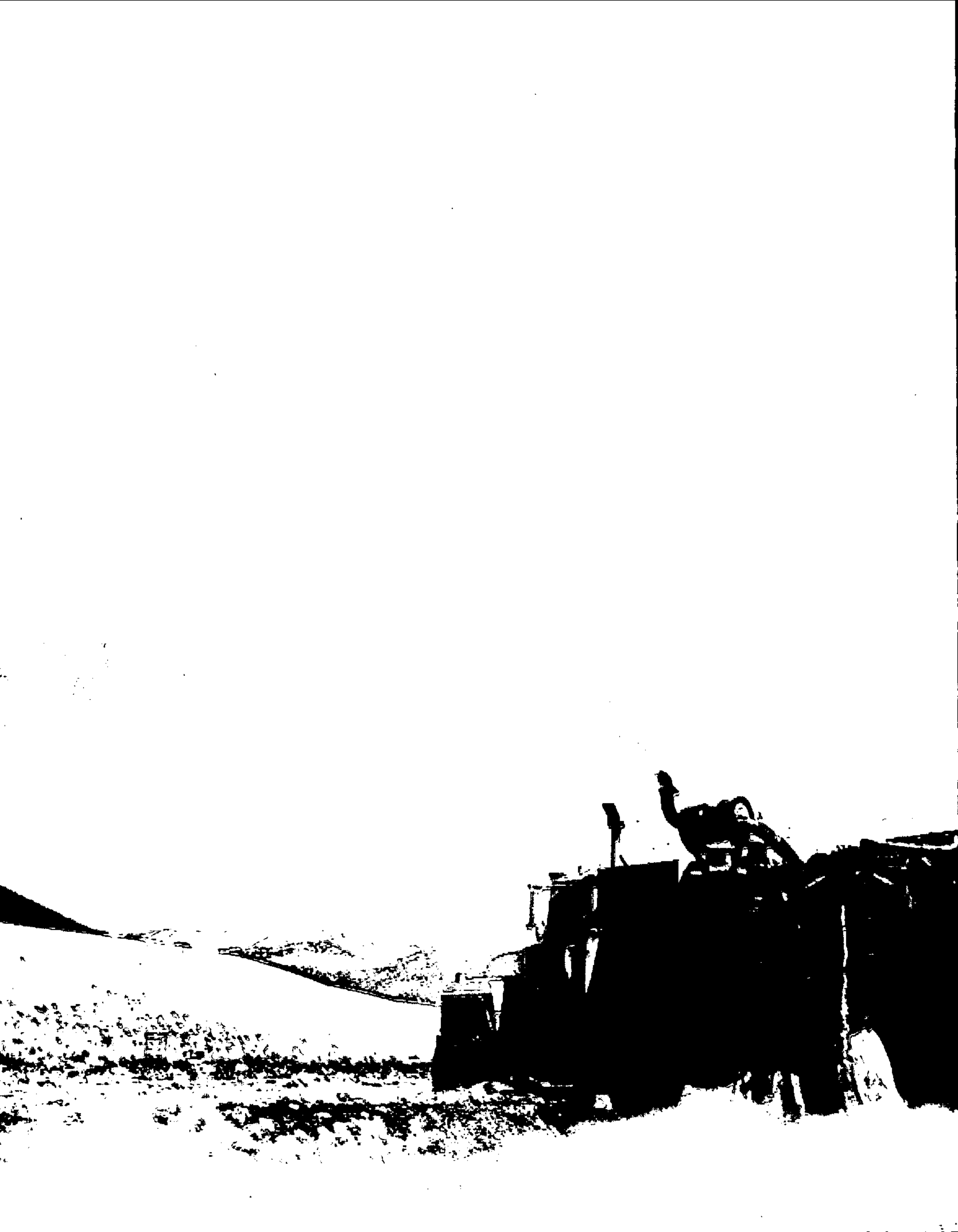
Yo voy a hablar de tres temas que son extremadamente importantes para hacer una buena gestión. Lo primero es la confianza. Una buena forma de generar confianza es realizar estudios conjuntos donde tengan una participación activa los distintos actores y participantes. El esquema que actualmente se está siguiendo es que cada empresa interesada en conseguir un objetivo contrata a un consultor. En la medida que los estudios se hagan con participación activa de los distintos actores y salga un producto ya por todos analizado, depurado, vamos a generar confianza. Para completar esta generación de confianza es imprescindible hacer una adecuada difusión de los resultados de los estudios dejando instancias para las objeciones, comentarios y posibilidades de mejora.

Otro aspecto importante es la evaluación de los impactos que pasa por hacer estudios interdisciplinarios y principalmente por la opinión de los usuarios y la comunidad. Uno de los problemas que enfrentamos los consultores que trabajan por ejemplo en mi área, es que entregamos un resultado, pero no sabemos como dicho resultado va a afectar la biota, la fauna. Nosotros podemos decir que vamos a tener un descenso «x» en tales lagunas, pero yo no sé si con ese descenso «x» se van o no a morir los peces, las aves, etc. Entonces, necesariamente, tenemos que hacer estudios interdisciplinarios.

Otro aspecto importante es la post auditoría dentro de la gestión. La post auditoría es muy importante porque retroalimenta la confianza. Ésta debe ser transparente, sistemática, confiable y oportuna. Por ejemplo, si se establecen redes de monitoreo para ver si el bombeo de determinada fuente va a afectar o no las lagunas, bofedales, derechos indígenas, etc., debieran existir -como ya los hay en algunos lugares- pozos de monitoreo donde la información sea absolutamente transparente. Que uno tenga acceso en cualquier momento a ella, vaya y la vea, y periódicamente se analice esa información y se tomen decisiones.

Entonces, para resumir, confianzas, evaluación de impactos y pos auditorías, son tres temas importantes, dentro de la gran cantidad de temas de la gestión de cuencas. Respecto a la gestión de cuencas hay que tener cuidado. Uno puede partir de una cosa muy general a una cosa muy específica y, a modo de ilustración, les voy a contar algo que pasa en España. Los españoles son más o menos pioneros en la gestión integral de cuencas. Han hecho modelos muy sofisticados, llevan muchos años trabajando, tienen lo que se llama el modelo hidrogeológico en prácticamente todas sus cuencas y hay todo un programa que se aprobó hace poco que incluso habla de traspaso de aguas desde cuencas que tienen exceso de agua a cuencas que tienen menos agua. Es una cosa muy grande. El resultado actual, es que los investigadores de universidades y centros importantes lo llaman el modelo ilógico en vez de ser el modelo hidrogeológico. Se llegó a tratar de modelar todo, desde la construcción de un embalse aquí o allá y ocurrió que fue tanto lo que se abordó, que se perdió el objetivo. Y como primero se consultaron estamentos académicos, universitarios, de usuarios, todos iban dando opiniones, pero las decisiones iban pasando por decisiones políticas, por elecciones entre medio.

Al final, los principales expertos no estuvieron de acuerdo con los resultados. Entonces, cuando hablemos de generar un modelo integral de la cuenca, yo sugeriría ir limitando objetivos más precisos, concretos y sobre eso ir creciendo e ir generalizando un modelo.



A N E X O

“Planes de Alerta Temprana. Guía
Metodológica para el Manejo de
Acuíferos Bajo Explotación Intensiva”
Dirección General de Aguas

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MANEJO DE ACUÍFEROS BAJO EXPLOTACIÓN INTENSIVA ¹

La creciente demanda por aguas subterráneas, especialmente de Santiago al Norte del país, ha llevado a los principales acuíferos ubicados en esa zona, a una situación de intensidad de uso que hace cada vez más compleja la asignación de nuevos derechos de aguas. En ellos la factibilidad de constituir nuevos derechos de aguas resulta muy baja por cuanto existirían afecciones sobre derechos de terceros e impactos significativos de carácter medioambiental y sobre áreas sensibles.

Considerando que los impactos o efectos derivados de la explotación de aguas subterráneas, se manifiestan en el largo plazo, además el hecho de que no siempre se cuenta con información completa y de longitud estadística extensa, por lo cual el nivel de incertidumbres puede ser importante; es que resulta primordial mejorar progresivamente el conocimiento del acuífero y de su comportamiento frente a diferentes escenarios de extracción. Así el conocimiento progresivo del comportamiento del acuífero, el establecimiento de los impactos aceptables derivados de la explotación de aguas subterráneas, y de un **Plan de Alerta Temprana** para el pronóstico y previsión oportuna de impactos no deseados, son un requisito necesario al autorizar nuevas extracciones de aguas subterráneas en acuíferos sometidos a una explotación intensiva y/o relacionados con áreas ambientalmente sensibles, con lo anterior, el otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas queda sujeto necesariamente a modalidades de extracción que no provoquen perjuicio ni menoscabo a derechos de terceros incluido el medio ambiente.

Para tal efecto, se define un **Plan de Alerta Temprana** como un instrumento de carácter operativo cuyo objetivo es realizar el pronóstico, seguimiento, evaluación y verificación de los efectos o impactos previstos al momento de otorgar el derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas.

El **Plan de Alerta Temprana**, contempla definir indicadores que permitan evaluar en el tiempo el grado de cumplimiento de los efectos o impactos previstos, corrigiendo, en los casos de excederse, a través de adecuar o ajustar la explotación de aguas subterráneas, a condiciones tales que no signifiquen excederse sobre los efectos máximos admitidos o autorizados.

En lo que sigue se plantea una aproximación metodológica general para definir las bases y criterios técnicos que permitan establecer un plan de pronóstico, monitoreo, evaluación y corrección de los efectos que se pueden originar como consecuencia de la explotación de aguas subterráneas en un acuífero sometido a explotación intensiva.

¹ Material proporcionado por María Victoria Rojas, Jefe Secretaría Técnica, Departamento Administración de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas.

1. Objetivos del Plan de Alerta Temprana

El objetivo central se refiere al establecimiento de un sistema de pronóstico de largo plazo, monitoreo, evaluación del sistema hidrogeológico y su medio ambiente asociado que permita el conocimiento progresivo del sistema acuífero y la detección oportuna de efectos no deseados por sobre los estimados de modo de efectuar las acciones rectificatorias correspondientes en la explotación de las aguas subterráneas, para evitar perjuicio a terceros, ni al medio ambiente.

Los objetivos específicos que se derivan del **Plan de Alerta Temprana** son los siguientes:

- a) Desarrollar y aplicar modelos para la predicción oportuna de los impactos asociados a los niveles de extracción autorizados
- b) Fijar las condiciones técnicas para el monitoreo del sistema acuífero y las áreas sensibles asociadas en función de sus características hidrogeológicas, climáticas y ambientales específicas.
- c) Mejorar el conocimiento del sistema y de su respuesta frente a la explotación de agua subterránea
- d) Establecer las medidas necesarias para evitar los impactos no deseados, de modo de afectar mínimamente las explotaciones de aguas subterráneas autorizadas en el marco de este plan.
- e) Revisar periódicamente las bases técnicas de los sistemas de predicción como de monitoreo para introducir mejoras en su representatividad.

2. Información requerida

El establecimiento de un Plan de Alerta Temprana para la explotación intensiva de acuíferos, requiere establecer lo siguiente:

- Las condiciones iniciales del Sistema acuífero y su área de impacto,
- Los impactos tolerables, derivados de la explotación del acuífero,
- El desarrollo y aplicación de modelos de simulación hidrogeológica, para el pronóstico del comportamiento del sistema y de los impactos en el corto, mediano y largo plazo,
- Un Programa de Monitoreo,
- La revisión de los impactos esperados, y
- Las medidas de corrección, para evitar impactos no deseados.

2.1. Condición Inicial del Sistema

Se contempla una caracterización del o de los acuíferos que componen la unidad hidrogeológica bajo análisis (considerando su extensión, singularidades, parámetros elásticos, geometría, estratos, espesores, etc.); la descripción de las condiciones iniciales de los niveles de aguas subterráneas; y cuando esté disponible, información sobre la evolución anterior de estos niveles de modo de conocer su variabilidad estacional e interanual; la identificación, descripción y el establecimiento de las condiciones iniciales de todas aquellas áreas .

consideradas sensibles o vulnerables a la extracción de aguas subterráneas, tales como Humedales, Lagunas, Salares, determinando en lo posible su evolución anterior de modo de conocer su variabilidad estacional natural, para cuyo efecto se contempla el uso y procesamiento de imágenes satelitales de carácter estacional en un período mínimo de tres años antes de iniciar la extracción de aguas subterráneas; también se considera la descripción de las condiciones iniciales y en lo posible de la evolución de las variables que caracterizan a Vertientes y Cursos de agua superficial.

2.2. Determinación de Impactos Tolerables

Se debe efectuar un análisis para la identificación y evaluación de los impactos potenciales derivados de la extracción de aguas subterráneas, y la determinación de las áreas y/o variables que la extracción afecta (derechos de terceros, medio ambiente, recursos patrimoniales, áreas protegidas, etc.)

En lo posible, los impactos potenciales deben ser valorados en cuanto a su naturaleza, intensidad, extensión, certeza de su ocurrencia, período de tiempo, reversibilidad e importancia; determinando los impactos máximos aceptables, de tal manera que no se produzcan efectos no deseados sobre la fuente ni su medio asociado.

Sobre la base de lo anterior, se fijan las condiciones máximas de explotación aceptables, las cuales no deben ser superadas en ninguna de las etapas derivadas de la explotación del acuífero (etapa de bombeo, etapa post-bombeo).

Adicionalmente se debe tener una estimación o pronóstico de la evolución en el tiempo de las variables asociadas a las áreas sensibles, para las cuales se establecieron los impactos tolerables en el sentido que no signifiquen perjuicios inaceptables a derechos de terceros ni al medioambiente.

2.3. Desarrollo y aplicación de modelos de simulación

Sobre la base de los antecedentes, datos, estudios y evaluaciones que sustentan la explotación de aguas subterráneas, se debe efectuar una predicción en el corto, mediano y largo plazo de aquellas variables relevantes que definen el sistema y su comportamiento frente a la explotación del acuífero.

Lo anterior considera la modelación matemática que permita establecer la evolución de variables tales como: niveles de acuífero; descenso en lagunas; caudales de vertientes; calidad del agua subterránea; posición de la cuña salina; calidad de agua en vertientes y/o zonas de lagunas; etc., como también un pronóstico de la evolución temporal de la superficie de humedales, superficie de lagunas, biomasa de humedales y otras que sean relevantes según el caso específico.

El pronóstico del comportamiento del sistema acuífero y las áreas sensibles asociadas, tiene como objetivo establecer la evolución a lo largo del tiempo de aquellas variables relevantes que representan las condiciones de dicho sistema. Dicha predicción permite conocer como evoluciona cada variable hasta alcanzar, en un tiempo determinado, el valor definido como límite máximo o valor admisible para las condiciones de explotación de aguas subterráneas consideradas.

Desarrollo de un Plan de monitoreo

El **Plan de Alerta Temprana** para la explotación intensiva de acuíferos considera un completo Programa de Monitoreo con el objeto de mejorar el conocimiento del sistema acuífero y su medio asociado, lo cual permite un seguimiento y control de la evolución real del comportamiento del sistema acuífero bajo una determinada explotación de aguas subterráneas. Para estos efectos, se diseña una red de monitoreo cualitativa y cuantitativa, que contemple al menos las siguientes variables:

2.4 Desarrollo de un Plan de monitoreo

• Red de monitoreo de aguas subterráneas

Esta red contempla el monitoreo de las extracciones y el control de niveles en los pozos de bombeo y el control de niveles en pozos de observación.

Para los pozos de bombeo en el acuífero, se contempla la instalación de medidores instantáneos de caudal, totalizadores de flujo y control del tiempo de bombeo. Además, durante todo el período de explotación, debe mantenerse un «Registro de Producción de los Pozos de Bombeo», en el que constará el registro mensual de cada pozo con el caudal medio diario bombeado, el volumen total extraído, el tiempo de bombeo, y el control de caudal instantáneo de cada uno de los pozos.

Para la red de pozos de bombeo y observación establecida para el sistema acuífero se debe llevar un registro del control de niveles en la red de pozos definida. En el caso de los pozos de explotación se contempla un registro continuo y en los pozos de observación un registro mensual.

• Red de monitoreo de lagunas

Para los efectos antes indicados, se considera el control mensual del nivel superficial de las lagunas identificadas en la red de monitoreo, el control areal de ellas en forma estacional, a través del uso y procesamiento de imágenes satelitales, las que serán revisadas regularmente para observar posibles variaciones en áreas sensibles, y evaluar potenciales impactos producidos por el bombeo del agua subterránea. La frecuencia mínima de obtención de las imágenes, es de cuatro veces por año.

• Red de monitoreo de humedales

Este monitoreo contempla el control areal en forma estacional de los humedales identificados, a través del uso y procesamiento de imágenes satelitales, las que serán revisadas regularmente para observar posibles variaciones en áreas sensibles, y evaluar potenciales impactos producidos por el bombeo del agua subterránea. La frecuencia mínima de obtención de las imágenes, es de cuatro veces por año.

• Red de monitoreo de vertientes y cauces de aguas superficiales

En relación a las vertientes y cursos de agua considerados, se debe llevar un control continuo de la variación de sus caudales, el que se debe llevar mensualmente.

• Red de monitoreo de calidad de aguas

En relación a la calidad química de las aguas, se considera tomar trimestralmente muestras de aguas subterráneas, de lagunas, vertientes y cursos de aguas superficiales, para análisis durante todo el período de bombeo.

Los parámetros a analizar son: temperatura, Ph, conductividad, calcio, bicarbonato, carbonato, magnesio, flúor, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, nitratos, arsénico, boro, litio, cobre, fierro, sílice, TDS. Esta lista debe ser revisada después de un año de análisis, proponiéndose una nueva lista de parámetros a analizar, en atención a los resultados de dicha información.

En el caso de las aguas subterráneas, durante los primeros tres años se tomarán muestras desde todos los pozos de bombeo; posteriormente y en consideración a los resultados obtenidos se establecerá una red de calidad de aguas, muestreando solamente los pozos que compongan dicha red.

• Red de monitoreo de la cuña salina

Cuando corresponda, se debe considerar un seguimiento y control de la evolución de la cuña salina en zona de salares. Para este caso el seguimiento de la interfase salina, considerado un caso especial del monitoreo de las aguas subterráneas, es llevado a través del control del nivel estático y de mediciones de calidad de aguas con frecuencia mensual.

• Red de monitoreo de otras variables

En los casos en que, a partir de las evaluaciones y los antecedentes disponibles se establezca que los conos de depresión generados tienen incidencia significativa sobre los flujos de alimentación subterránea a un sector específico, se establecerá un monitoreo específico para conocer la evolución de dicho cono. Lo anterior implica la posibilidad de iniciar el seguimiento a partir de la red de aguas subterráneas, la cual se evaluará al cabo de un año para analizar la necesidad de incluir puntos adicionales.

Este Programa de Monitoreo permite obtener información acerca de los cambios en las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas, y de los cambios en áreas ambientalmente sensibles, bajo un determinado nivel de explotación del acuífero. Así, el análisis de los datos obtenidos del monitoreo de largo plazo permite, por ejemplo, conocer el nivel de explotación de la cuenca en el tiempo, mejorar la estimación de los parámetros hidráulicos del acuífero, mejorar las predicciones de descenso de flujo, mejorar el conocimiento del comportamiento de áreas sensibles frente a la explotación de aguas subterráneas y la sustentabilidad de las extracciones en el largo plazo.

3. Evaluación de Impactos

Para la evaluación de los impactos esperados, derivados de la explotación de aguas subterráneas, se considera la aplicación de modelos de simulación matemática u otras metodologías que permitan establecer la cuantía de los impactos previsibles en el corto, mediano y largo plazo. Para dichos efectos se debe efectuar una descripción de los impactos identificables; estableciendo dentro del área de influencia de la explotación de aguas subterráneas, los valores tolerables y el tiempo en que estos se alcanzan. Dependiendo del caso en estudio, se debe evaluar lo menos lo siguiente:

- Disminución de niveles en humedales
- Disminución de caudales en vertientes y cauces superficiales
- Disminución de niveles en lagunas
- Disminución de niveles en acuíferos
- Cambio en calidad de las aguas en acuíferos
- Modificación de interfase agua dulce-agua salada en zonas de salares
- Cambio en la calidad del agua en humedales
- Cambio en calidad de agua en zonas de lagunas
- Cambio en calidad de agua en aguas superficiales o vertientes
- Variación areal de humedales
- Variación areal de lagunas
- Variación de biomasa en humedales

Adicionalmente, se debe tener una estimación o pronóstico de la evolución en el tiempo de las variables asociadas a las áreas sensibles, para las cuales se estableció los impactos tolerables que no signifiquen perjuicios inaceptables a derechos de terceros ni al medio ambiente. Las condiciones de simulación deben quedar claramente señaladas, así como las hipótesis de cálculo o estimación de parámetros involucrados en los distintos procesos.

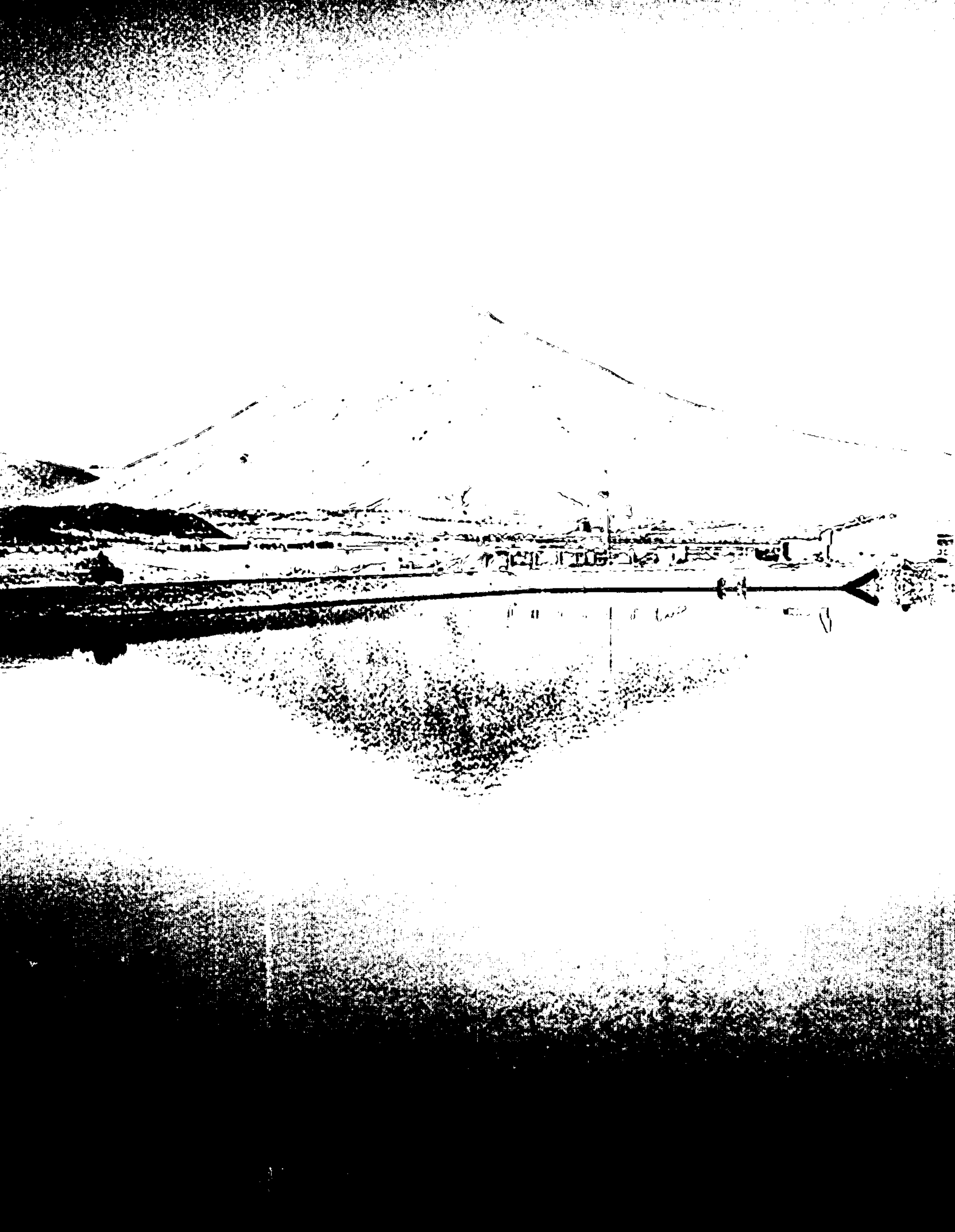
Respecto de la verificación de los impactos previstos, se procede a contrastar los valores estimados con los datos obtenidos del monitoreo realizado, con el objeto de percibir desviaciones respecto de los valores previstos en el corto, mediano y largo plazo. Además sobre la base de los valores obtenidos por el monitoreo se procederá a efectuar una nueva proyección de los valores en el largo plazo, considerando a lo menos horizontes de explotación de 5, 10, 25 y 50 años.

4. Medidas de Corrección

Finalmente, y a partir de los datos entregados del seguimiento de los impactos previstos, se identificarán acciones orientadas a velar por mantener las condiciones que no producen impactos no deseados derivados de la explotación de aguas subterráneas. En este sentido, se verificará en el tiempo, el cumplimiento del o de los valores predichos para ese momento. El no cumplimiento de los valores pronosticados o de los impactos esperables, establecidos como condición para la explotación de aguas subterráneas, significa ajustar la operación del sistema de modo de volver a las condiciones establecidas, de acuerdo a la evolución prevista, de modo de garantizar no exceder los límites máximos para los impactos tolerables. Se efectúa una proyección en el largo plazo sobre la base de las tendencias que se deducen a partir de la misma información obtenida; en base a esta proyección se considera la aplicación de medidas correctoras.

Dichas medidas podrán contemplar las siguientes acciones conducentes a la restitución de la situación originalmente aceptada o prevista:

- Disminución proporcional de la tasa de bombeo en todos los pozos
- Disminución del volumen anual de bombeo
- Reducción de la tasa máxima de bombeo en pozos específicos
- Establecimiento de una curva de bombeo mensual para todos o un grupo de pozos.
- Suspensión temporal del bombeo en pozos determinados



“Disponibilidad de Agua y Desarrollo
Sustentable en la Región de Tarapacá”
Presentación Sr. Cristián Carrasco
XIII Congreso de Ingeniería Ambiental

DISPONIBILIDAD DE AGUA Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ¹

RESUMEN

Aunque resulte una paradoja, la Región de Tarapacá que está enclavada en una zona desértica, presenta las mejores posibilidades para determinar la sustentabilidad del desarrollo considerando las necesidades de agua. Ello debido a que, pese a la poca pluviosidad, se presentan varias fuentes de tipo subterráneas y superficiales con una disponibilidad de agua conocida en el tiempo, pese a las fluctuaciones de corta duración de períodos secos y húmedos.

Así en las principales cuencas hidrográficas y tomando en cuenta los diversos estudios más recientes, es conocida la disponibilidad para agua potable, la industria minera, la agricultura, el turismo, las comunidades indígenas y la vida silvestre, entre los principales usuarios. Luego, el crecimiento económico y el desarrollo sustentable de la región pueden basarse en este conocimiento que deja presente las limitaciones y desde donde surgen varios desafíos relacionados con la aplicación de tecnologías que permitan la viabilidad de los proyectos productivos y el crecimiento de las ciudades.

Por un lado, se hizo una recopilación bibliográfica para establecer una historia sobre los procesos hídricos de la región y el efecto de los cambios globales asociados, se analizó la situación actual de los cambios de las aguas superficiales en las cuencas del altiplano en los últimos 8 años, se realizó un análisis de la información hidrogeológica de estudios recientes encargados por la DGA y por grandes mineras y por último, se realizó una evaluación de la información anterior con relación a los proyectos presentes y potenciales y con el crecimiento asociado de los asentamientos humanos de la región.

Se concluye proponiendo las limitaciones que pueden impedir el desarrollo de determinados proyectos, debido a la oferta del agua, a los conflictos que surgen entre los usuarios y a las condiciones que establece la legislación actual. También se plantea la necesidad y ocasión del tratamiento de las aguas servidas y su uso, así como también la desalinización de agua continental y agua de mar, que permitirán la continuación del desarrollo. Y finalmente, se sugieren alternativas, que se enmarcan en el concepto de ordenamiento territorial, que permitan la conservación de los ecosistemas frágiles y un desarrollo sustentable en la Región de Tarapacá.

¹ El documento que se presenta a continuación, corresponde a una transcripción del material elaborado y presentado por el Sr. Cristián Carrasco F., en el XIII Congreso de Ingeniería Sanitaria Ambiental, en la ciudad de Antofagasta en octubre de 1999.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la Región de Tarapacá es desértica, pero una parte de ella es semiárida, el altiplano, donde ocurren lluvias estivales y que mantienen una determinada cantidad de agua superficial, con lo que se mantienen los especiales y atractivos ecosistemas, en conjunto con los asentamientos de la etnia aymara de la zona. Otras distinciones hídricas de la región radican en sus cuencas, las que en su mayoría son de tipo endorreicas (altiplano, pampa del Tamarugal), las que presentan importantes acuíferos y unas pocas de tipo exorreicas, las que llevan variables aguas superficiales estacionales, pero con importantes contenidos de sales. Ante tal cuadro hidrológico de la región, no es de extrañar las obras de ingeniería que se han propuesto en varias zonas, tales como la de realizar un canal para aumentar el riego en la quebrada de Tarapacá, en el año 1765 (provincia de Iquique), el que nunca se realizó, y un canal de desvío de las aguas del río Lauca, inaugurado en 1953, para aumentar el caudal de riego del valle de Azapa (provincia de Arica). Ambas con extracción de aguas provenientes de la zona altiplánica y debido al paulatino secamiento de los valles agrícolas en los dos últimos siglos. La última obra generó problemas diplomáticos con el país vecino, debido a que las aguas del río Lauca se comparten entre ambos países, otro problema que se suma y que debe tenerse muy presente.

La recarga de las aguas de la Región de Tarapacá provienen de las lluvias del «invierno altiplánico», las que se concentran entre diciembre y marzo. Así, la escasa agua en este territorio mantiene los frágiles ecosistemas del altiplano y quebradas, por lo que la extracción del recurso hídrico representa una variable muy determinante en el desarrollo y la conservación de los recursos. Más todavía, si no se consideran los cambios climáticos que afectan la pluviosidad de la zona, con ciclos que pueden abarcar decenas de años hasta siglos.

Entendiendo el desarrollo sustentable como «el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras» y considerando el recurso hídrico como el principal para el logro del desarrollo sostenido de esta región, se hace muy necesario el análisis objetivo de este recurso en términos territoriales, para enfrentar el tercer milenio.

Este trabajo expone los antecedentes básicos a considerar sobre el recurso hídrico de la región de Tarapacá, como un aporte a la discusión que debe considerarse en la toma de decisiones sobre los proyectos productivos, tomando en cuenta la sustentabilidad del desarrollo de la región y la responsabilidad que deben asumir los agentes involucrados.

HISTORIA HIDROLÓGICA

Históricamente, los asentamientos humanos de la región que comprende el sur del Perú, altiplano de Bolivia y las regiones de Tarapacá y Antofagasta, han tenido distintas épocas de auge y declinación, cuya explicación puede estar en los cambios climáticos globales que se han producido desde que llegó el humano a estas tierras (Thompson, 1993; Grosjean y Núñez, 1994). Igualmente, se pueden explicar los cambios de la flora y la fauna de esta zona en los últimos 25.000 años, caracterizados por una decreciente diversidad y abundancia desde entonces y, al mismo tiempo, fluctuantes épocas de mayor y menor abundancia hídrica, lo que se asocia a esos cambios climáticos (Villagrán, 1990; Villwock y Sienknecht, 1993). A menor escala, en los últimos setenta años, considerando las mediciones pluviométricas, se han podido constatar períodos de mayor y menor pluviosidad, donde destacan ciclos secos y húmedos, así como se han estudiado los efectos de varios eventos El Niño-Oscilación del Sur

(ENSO), caracterizados por producir anomalías que se traducen en cambios de la pluviosidad (Quinn, 1993; Aceituno y Montecino, 1993; Carrasco, 1997).

Debido a que esta zona se encuentra directamente afectada por cambios climáticos de gran escala de la fluctuación del ENSO y afecta los recursos naturales marinos y terrestres, varios investigadores han analizado la información climática de las series de tiempo que comprenden los últimos 1.600 años (Thompson, 1993; Quinn, 1993; y Mörner, 1993). De esos análisis, se desprende que este evento de gran escala afecta las condiciones climáticas de diferentes años en la región tropical de altura del altiplano chileno, generando cambios importantes en la pluviosidad cuando ocurren.

A través del análisis de la información que proporcionan diversos autores, más mediciones realizadas en la última década, se ha reconstruido en forma aproximada la historia climática de esta región, demostrándose la correlación entre los cambios climáticos con el desarrollo de los asentamientos humanos de la zona que comprende el sur del Perú, altiplano de Bolivia y Chile (Carrasco, 1997).

Se distinguen en esta zona cambios climáticos de diferentes duraciones, constatándose períodos de larga duración que comprende a los cambios asociados a las glaciaciones, períodos de mediana duración que comprende a cambios ocurridos en centenares de años y períodos de corta duración que comprende a lapsos de decenas de años.

Con respecto a los cambios de largo plazo, las tendencias evolutivas de lagos y glaciares en los últimos veinticinco mil años al parecer han sido paralelas. Entre los 25.000 y los 18.000 BP (años antes de presente) habría acontecido una época glacial caracterizada por bajas temperaturas y bajos niveles de los lagos. Luego, durante 3 a 4 milenios habría ocurrido un período climático seco y bajas temperaturas, predominando los glaciares en las cuencas altiplánicas. A continuación, habría aparecido un período muy húmedo, dando término a la glaciación, con un aumento de la temperatura y precipitaciones por sobre el triple en comparación a lo actual. En este último período, los lagos habrían aumentado de nivel en forma importante y la vegetación y animales habrían sido abundantes, lo que habría permitido a fines de este período (10.400 BP), el asentamiento de humanos en el altiplano y pendiente occidental de la cordillera de Los Andes (Grosjean y Núñez, 1994). Grosjean et al. (1995) sugieren que el período glacial y este último período habrían sido cambios climáticos importantes para los depósitos actuales de agua subterránea en el subsuelo de las cuencas altiplánicas y por lo tanto, también las cantidades significativas de agua actuales en el acuífero de la Pampa del Tamarugal habrían tenido su origen allí, información comprobada por las mediciones realizadas por un grupo de hidrogeólogos japoneses para la Dirección General de Aguas (JICA, 1995).

Entre 10.400 a 8.000 BP el clima habría sido más seco, con un desecamiento de los lagos y un retroceso rápido de los glaciares. Luego, a partir de 8.000 hasta los 3.000 BP el clima en la región habría cambiado bastante, caracterizándose este período por su extrema aridez y escasas precipitaciones, constatándose un importante descenso de los lagos y glaciares. Después de los 3.000 BP habrían aparecido mejores condiciones climáticas que permiten una pluviosidad media que se mantiene en forma fluctuante hasta el presente, pero que ha sido bastante menor que las registradas anteriormente cuando se llenaron las cuencas (Ver figura 1).

Con relación a los cambios de mediano plazo, es interesante consignar la información aportada por Larraín (1974), quien realiza un análisis de las causas del despoblamiento de las comunidades indígenas de las quebradas de Aroma y Tarapacá desde la llegada de los españoles y concluye que una de las causas habría sido el desecamiento de la zona. Además, Gaete (1975) realiza un análisis de los asentamientos humanos de dichas quebradas,

pudiéndose extraer de su trabajo que hubo una fuerte condicionante donde se relacionaría la posición geográfica de las comunidades con el suministro hídrico. Por otro lado, Couyoumdjian y Larrain (1975) dan a conocer una serie de interesantes datos recopilados en la presentación que hacen del plano realizado por O'Brien en 1965, donde puede verse que la quebrada de Tarapacá ha sufrido cambios climáticos que perduran hasta hoy.

Los antecedentes anteriores nos permiten suponer que en la Región de Tarapacá han sucedido una serie de acontecimientos climáticos que habrían afectado a los asentamientos humanos en los últimos cuatrocientos años, siendo el suministro de recurso hídrico el principal factor determinante. Pero, resumiendo la información proporcionada por varios autores sobre los últimos 1.500 años, es posible reconstruir un paleoclima en el que se muestran períodos secos extensos, entre los años 400 a 600 de la era cristiana (AD), entre los 1040 a 1500 AD (que coincidiría con el llamado Calentamiento Medieval Europeo) y entre 1720 a 1860 AD. Los períodos más húmedos habrían estado entre 600 a 1040 AD y entre 1500 a 1720 AD, el último correspondiente a la llamada Pequeña Edad Glacial (Thompson, 1995) (Ver figura 2).

Ejemplo de estos acontecimientos, es lo sucedido en la quebrada de Tarapacá (provincia de Iquique), cuando en 1765 don Antonio O'Brien, Gobernador de Tarapacá, propuso obras de ingeniería para obtener aguas provenientes del altiplano de las lagunas de Lirima, con el fin de aumentar el riego en el valle. Hecho que habría ocurrido en el inicio de un período seco y que, al parecer, hasta hoy se mantiene su efecto. Eso explicaría en parte el despoblamiento de esa quebrada, así como otras que tributan a la Pampa del Tamarugal y además, el desecamiento de la misma pampa que constatan los historiadores.

Respecto a los cambios de corto plazo, se puede considerar la información más reciente proveniente de las estaciones meteorológicas. En el altiplano chileno, se han analizado las variaciones pluviométricas, proponiéndose un comportamiento cíclico con períodos de 9 años en promedio, más secos y más lluviosos secuenciados (Gaete, 1974). El grupo del Programa en Gestión Ambiental de la Universidad Arturo Prat, ha llevado a cabo varias investigaciones y monitoreos ambientales, que han suministrado bastante información y que muestra los cambios ocurridos en los últimos diez años (Carrasco et al., 1993, Carrasco et al. 1994, Carrasco et al., 1995 y Carrasco et al., 1998).

Allí se muestra como ha ocurrido un período más seco que duró 10 años, observándose la disminución del volumen de las lagunas, la disminución del área de vegetación en bofedales y la disminución de las poblaciones animales, entre otras.

En una serie de tiempo de datos pluviométricos de 60 años, correspondiente al altiplano de las provincias de Parinacota e Iquique, se observan períodos secos y húmedos. De los datos se puede extraer que los dos últimos períodos más secos van desde 1958 a 1966 y desde 1987 hasta 1998. Este último período seco, que ha disminuido el promedio de pluviosidad en la provincia de Iquique de 200 a 50 mm anuales, ha preocupado mucho por los efectos sobre los asentamientos humanos del altiplano y quebradas de precordillera, que basan su economía en los cultivos y ganadería y por otro lado, a las compañías mineras que obtienen al agua para sus procesos de los acuíferos de cuencas endorreicas del altiplano, por el efecto ambiental sumativo que pudiera ocurrir sobre los ecosistemas.

Por otro lado, se ha estudiado mejor los ENSO por los efectos sobre los asentamientos humanos, llegando a concluirse que se trataría de un cambio global de interacción océano-atmósfera, que presentaría cierta ciclicidad y de implicancia en todo el océano Pacífico. Históricamente, sus magnitudes han podido comprobarse (Thompson,

1993; Quinn, 1993), y sus implicancias sobre el recurso hídrico en esta región son importantes, debido a la posición de margen sobre el régimen de las precipitaciones tropicales de Sudamérica y las condiciones de aridez de la zona, con alta tasa de evaporación. Ello implica fluctuaciones climáticas de corto plazo que ejercen un control sobre las cuencas del altiplano y que pueden afectar a los ecosistemas de la zona fuertemente, más todavía si se suma la extracción de agua para los proyectos productivos. Están todavía en análisis las posibles relaciones entre El Niño, los cambios pluviométricos y los efectos de los cambios globales debido al aumento del anhídrido carbónico y la disminución de la capa de ozono.

HOYAS HIDROGRÁFICAS

Se encuentran en la región hoyas preandinas, las que tienen drenaje hacia el océano Pacífico, correspondiendo a este tipo exorreico Lluta, San José, Vitor, Camarones y Camiña. Hay otras hoyas que quedan impedidas de continuar drenando hacia la gran depresión central, que constituye la Pampa del Tamarugal, tales como las quebradas de Aroma, Tarapacá, Quipisca, Sagasca y Quisma.

En las hoyas del altiplano se encuentran, por un lado, las que aportan hacia las hoyas hidrográficas que están al oriente, como son Cosaquilla, Caquena, Lauca, Parajalla, Isluga, Cancosa y Carcas y por otro lado, las hoyas cerradas con drenaje interior que incluye a Castri, Chungará, Surire, Huasco y Coposa-Michincha. Destaca en la depresión central la Pampa del Tamarugal.

La información sobre las principales cuencas hidrográficas que tienen relevancia agrícola, minera y para agua potable, se presentan en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Información sobre principales cuencas de importancia productiva de la Región de Tarapacá.

Cuencas	Área (Km ²)	Ingreso promedio (L/s)	Acuífero (millones m ³)
Río San José	3.187	1.101*	302
Río Lluta	3.378	2.216	107
Salar del Huasco	1.712	809	465
Coposa-Michincha	1.520	902	250+
Pampa del Tamarugal	18.005	976*	26.908

Fuente: Rescan (1991), JICA (1995), Geotécnica (1995)

• incluye aguas del Lauca
lluvias

* varios ríos

EL BALANCE HÍDRICO DE LAS PRINCIPALES CUENCAS

Se consideran a continuación los antecedentes de los usos del agua en las principales cuencas hidrológicas de la región, que presentan importancia productiva y extracción para agua potable.

Valle de Lluta: De acuerdo a los derechos de agua, el uso para irrigación del valle sería de 1.925 L/s, mientras que para la extracción del acuífero de uso para el agua potable para la ciudad de Arica, es de 425 L/s. De esas cantidades, actualmente el consumo real total es de 1.144 L/s.

El ingreso promedio de agua al valle de Lluta es de 2.216 L/s, lo que restado por consumo real y egreso hacia el mar lleva a un excedente de 972 L/s. Es necesario decir que las aguas superficiales llevan importantes concentraciones de iones, lo que algunos sobrepasan mucho para el uso intensivo en la agricultura y consumo humano o animal y que hace limitado su utilización sin un adecuado tratamiento. También el agua del acuífero lleva altas concentraciones de iones, por lo que la Empresa de Servicios Sanitarios S.A. debió construir una planta desalinizadora para obtener el agua potable para la ciudad.

Valle de Azapa: De acuerdo a los derechos de agua, el uso para irrigación del valle sería de 1.269 L/s mientras que para la extracción del acuífero de uso para el agua potable para la ciudad de Arica es de 730 L/s y para otros usos es de 53 L/s. De esas cantidades, actualmente el consumo real es de 1.447 L/s. Se riegan aproximadamente 3.213 há de tierra agrícola, con aumento en la salinidad del suelo.

El ingreso promedio de agua al valle de Azapa es de 1.101 L/s, considerando el aporte del río Lauca, lo que restado por consumo real y egreso hacia el mar lleva a un déficit de 495 L/s, que si se mantiene, llevaría a que el acuífero duraría sólo hasta 20 años. Por eso, el egreso para agua potable se disminuye a 220 L/s, de tal manera de prolongar su uso, al agregarse el aporte del extraído del valle de Lluta. La reducción del nivel de los pozos ha disminuido hasta 30 m en los últimos 15 años y la salinidad del agua va en aumento (JICA, 1995).

Salar del Huasco: Actualmente no existe extracción de agua en la cuenca, limitándose el uso para el ganado doméstico de pocas familias en la zona. Pero, existen varios derechos de agua concedidos y últimamente se han solicitado otros, casi todos relacionados con el uso minero. También se considera como reservorio de agua potable para la ciudad de Iquique.

El ingreso promedio a la cuenca proveniente de las precipitaciones, es de 809 L/s, estimándose un egreso por evaporación de 575 L/s, principalmente en las lagunas. Se estima también un egreso por descarga subterránea de 234 L/s, que estaría yendo a la Pampa del Tamarugal. Deben desarrollarse mayores estudios para evaluar el potencial de explotación de agua de esta cuenca, ya que según JICA (1997) podría afectarse el nivel del agua superficial afectando a bofedales y las poblaciones de flamencos que allí se reproducen. El acuífero tendría una edad promedio de 9.245 años de antigüedad.

Coposa-Michincha: Se consideran juntas estas dos cuencas porque de Michincha existe un flujo subterráneo hacia Coposa (220 L/s) y además, la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi tiene derechos de agua en ambas cuencas. Se encuentran extrayendo agua de los acuíferos no confinados de estas cuencas, las mineras Doña Inés de Collahuasi y Quebrada Blanca. La primera con un promedio de extracción de 800 L/s con una vida útil de 50 años y la segunda con 100 L/s con una vida útil de 15 años.

El ingreso promedio a la cuenca proveniente de las precipitaciones, es de 908 L/s, estimándose un egreso por evaporación similar, principalmente en las lagunas. Se estima también que habría un pequeño egreso por descarga subterránea hacia el salar de Empexa (Bolivia).

Pampa del Tamarugal: De acuerdo a los derechos de agua, el uso para irrigación de la pampa sería de 459 L/s, mientras que para la extracción del acuífero de uso para el agua potable para la ciudad de Iquique, es de 1.147 L/s, para uso minero de 69 L/s, para uso doméstico de 117 L/s y para otros usos es de 645 L/s. De esas cantidades, actualmente el consumo real es de 1.577 L/s.

El ingreso promedio a la pampa es de 1.265 L/s, considerando los ingresos por aguas superficiales y subterráneas provenientes de cuencas del altiplano. Si se considera un consumo real actual de 1.577 L/s y se suman 1.109 L/s por consumo de los tamarugos, se llega a un déficit de 1.421 L/s, que de acuerdo a lo proyectado hasta el año 2.015 representaría el 3.7% del total de acuífero de la pampa del Tamarugal, según cálculos de JICA (op. Cit.). El acuífero en la zona de extracción para agua potable, tendría una edad promedio de 11.310 años de antigüedad, con una baja recarga estimada.

AGUA POTABLE PARA ARICA E IQUIQUE

Se consideran a continuación las dos principales ciudades de la región, que concentran la mayoría de la población de la región. Aunque ambas ciudades se encuentran en la costa, sólo Arica se encuentra en un valle con un río que aporta agua dulce, mientras que Iquique se encuentra lejos de cualquier fuente de agua superficial. Si se observa el desarrollo potencial, se estima que Iquique tendría un mayor crecimiento poblacional, situación que presiona sobre el suministro futuro.

Para Arica, actualmente se tiene asegurado el suministro de agua con la obtención de agua del valle de Lluta recientemente. Si se suma la producción de los valles de Azapa y Lluta, se logra un total de 822 L/s que cubriría la demanda hasta el año 2003, por lo que se hace necesario estudiar proyectos adicionales para satisfacer la demanda futura, para una población estimada de 265.375 para el año 2.015.

Para Iquique también se tiene asegurado el suministro de agua, al agregarse recientemente los pozos de El Carmelo, que aportará hasta 600 L/s que se suma a los 680 L/s de los pozos de producción actual de Canchones. La producción de ambos campos de pozos, todos en la Pampa del Tamarugal, proveerán el suficiente suministro para la ciudad de Iquique y adicionalmente a Pozo Almonte, hasta el año 2.015.

Bajo las actuales circunstancias de oferta adecuada de agua y sumado al posible crecimiento económico que debiera retomar el país y las ciudades de la Región de Tarapacá, traerá como consecuencia una mayor demanda no prevista, que podría cambiar las condiciones de las ciudades y, por lo tanto, utilizar una de las alternativas que resulten más rentables a corto plazo, de las que se exponen más abajo. Eso podría significar una presión sobre otra reserva del recurso, que si no se consideran los antecedentes históricos señalados, llevará a conflictos entre usuarios y a un desarrollo sin sustentabilidad.

ALTERNATIVAS DE DESARROLLO A LARGO PLAZO

De los antecedentes expuestos anteriormente, se puede concluir que la región está en un período de mediano plazo seco y todo indica que la disminución de los acuíferos en el altiplano y Pampa del Tamarugal seguirán

ocurriendo. Situación que se podría mitigar cuando aparezcan períodos de corto plazo muy lluviosos, pero que con la extracción de agua subterránea que excede a los ingresos que se está proyectando, no permite pronosticar la recuperación de ellos a mediano plazo. Por eso, el desarrollo sustentable que ocupa el recurso hídrico como prioridad, debe lograrse en base a la suma de diferentes alternativas y por un pleno consenso de los ciudadanos.

Así, las alternativas a largo plazo para el suministro a la ciudad de Arica y el desarrollo de las actividades agrícolas, pasa por realizar un manejo integrado de las cuencas de los ríos Lluta y San José (Azapa), aumentar la obtención de agua subterránea desde cuencas del altiplano sin producir desequilibrios ni conflictos, realizar obras que permitan retener parte del agua superficial de los valles de Lluta y Azapa cuando vienen las crecidas en la época estival, utilizar el agua subterránea en el sector de La Concordia, como ha sido propuesto por JICA (1997), realizar el tratamiento de las aguas servidas principalmente para uso de riego, realizar inversiones por la empresa de agua potable para reducir las pérdidas de agua en el sistema de distribución, realizar capacitación a los agricultores para hacer eficiente la utilización del agua de riego, realizar campañas permanentes de ahorro de agua por parte de la población y por último, construir plantas de desalinización de agua de mar.

Para la ciudad de Iquique y los pueblos que están en la pampa, el desarrollo de las actividades agrícolas en la Pampa del Tamarugal, pasa por realizar un manejo integrado de los valles precordilleranos y la cuenca de Pica, aumentar la obtención de agua subterránea desde cuencas del altiplano sin producir desequilibrios ni conflictos, realizar obras que permitan retener parte del agua superficial de los valles precordilleranos cuando vienen las crecidas en la época estival, construir una planta de tratamiento para abatir los iones en exceso de la norma en el agua subterránea que se obtiene en Canchones (Mn y As), realizar el tratamiento de las aguas servidas tanto de la ciudad de Iquique como Alto Hospicio y Pozo Almonte para uso de riego, realizar inversiones por la empresa de agua potable para reducir las pérdidas de agua en el sistema de distribución, realizar capacitación a los agricultores para hacer eficiente la utilización del agua de riego en la Pampa del Tamarugal, realizar campañas permanentes de ahorro de agua por parte de la población y por último, construir plantas de desalinización de agua de mar.

La alternativa de construir plantas desalinizadoras de agua de mar depende del suministro de gas natural para disminuir los costos, situación que se está estudiando actualmente para la ciudad de Antofagasta y que se facilita por el acceso a ese recurso energético. Esta alternativa pareciera la más adecuada antes que usar otras de las señaladas, pero las decisiones pasan por considerar la variable financiera, el suministro de un gasoducto y finalmente, por la prioridad que debería tomarse a través de un Programa de Ordenamiento Territorial de la Región de Tarapacá.

Las compañías mineras obtienen el agua para sus procesos de los acuíferos de las cuencas del altiplano. Pero con la información que se tiene, se espera que se vea afectada el agua superficial de la cuenca, para lo cual los EIA de las compañías tienen medidas de mitigación. Actualmente no es preocupante, pero existen varios proyectos mineros que están esperando el momento, tanto en las provincias de Parinacota como de Iquique, que presionarán sobre las reservas a través de los derechos de agua ya obtenidos o por obtener.

La experiencia actual de las compañías mineras muestra como hay algunas que han disminuido la necesidad de agua para sus procesos a través de la lixiviación bacteriana y con eso, un menor posible daño a los ecosistemas del altiplano. Debiera continuarse con esa tecnología cuando el yacimiento lo permita, de lo contrario se consumiría un recurso escaso que actualmente, con el Código de Aguas vigente, no presenta dificultad en su obtención para los nuevos proyectos de inversiones.

Respecto a la agricultura de la región, es necesario considerar que el agua superficial ha disminuido en los dos últimos siglos, no esperándose, a corto plazo, soluciones adecuadas. Debe sumarse la salinización del suelo en los valles y el suelo salino de la Pampa del Tamarugal. Ese cuadro presenta a la agricultura más como un mito que como una realidad concreta, ya que las inversiones que deben realizarse son altas bajo las actuales circunstancias. Los niveles freáticos seguirán bajando a corto plazo, lo que aumentará los costos. Por lo tanto, se debe realizar una tecnificación que permita hacer muy eficiente el uso del agua actual y considerar la limitación del recurso para el crecimiento de ese sector de la economía. Un ejemplo de eso se está observando en Pica, donde ha aumentado la demanda en un recurso que ha disminuido en las últimas décadas, produciendo enfrentamientos entre los usuarios por el desconocimiento de lo que sucede. Urge capacitación y apoyo financiero para mantener un desarrollo adecuado de las plantaciones actuales.

CONCLUSIONES

Considerando lo sucedido en el Valle de Tarapacá, desde hace más de doscientos años, aproximadamente doscientos treinta años después de la llegada de los españoles a estas tierras, nos hace pensar en el concepto de desarrollo sustentable, que considera el tiempo en su definición, algo que nos cuesta asimilar, y las variaciones del recurso hídrico debido a los cambios climáticos. Así ¿qué podemos imaginar sobre las actividades productivas de los futuros pobladores de estas tierras doscientos años más, o cuatrocientos más, o tan sólo cincuenta más? ¿Tendrán déficit de agua o habrá más recurso hídrico que el actual? ¿Cuáles serán los efectos de los cambios climáticos globales? Es difícil predecir el futuro, sobre todo en lo relativo a los cambios climáticos y su efecto sobre la disponibilidad del recurso hídrico en un medio ambiente árido o semiárido como es esta región. Pero es posible acercarse a la explicación del comportamiento de las fluctuaciones ambientales futuras analizando la información completa sobre el recurso hídrico y con ello ayudar a pronosticar los cambios en la oferta del agua como un recurso natural renovable para su uso en las actividades productivas. Y también es un desafío plantear un ordenamiento territorial basado en el recurso hídrico disponible y en la aplicación de tecnologías, para hacer viables determinados proyectos productivos.

La Región de Tarapacá presenta fluctuaciones climáticas de largo, mediano y corto plazo que imprimen un poderoso control sobre las cantidades del recurso hídrico. Dichas fluctuaciones deben ser bien conocidas para ser ingresados en los modelos dinámicos que expliquen los recursos hídricos disponibles para los proyectos productivos y el agua potable para las ciudades. Como no es posible controlar las fluctuaciones naturales, se hace necesario considerar una mayor eficiencia en la utilización del agua, para disminuir las probabilidades de riesgo, con los efectos de los períodos secos sobre el proyecto y, por otro lado, el efecto que pueden traer las consecuencias de la extracción sobre los ecosistemas en períodos de menor disponibilidad hídrica.

Un problema que se debe resolver en las cuencas hidrográficas intervenidas, en las que se obtienen importantes cantidades de agua para uso productivo, es la relación entre los acuíferos y el comportamiento de las aguas superficiales de la cuenca, para ser considerado en los modelos del comportamiento general de ellas. Sobre todo si hay información que demostraría que el agua contenida en los acuíferos del altiplano y en la Pampa del Tamarugal presentaría una escasa o nula recarga (Aravena, 1995; Vuille, 1993; JICA, 1995).

Debido a un período de escasez de agua que dura ya por doscientos años y sumado a la extracción para uso agrícola, minero y asentamientos humanos, las principales cuencas de la región de Tarapacá muestran un paulatino desecamiento, lo que debe ser considerado como una realidad que lleve a un Plan de Ordenamiento Territorial de la Región, acompañado de cambios necesarios en el Código de Aguas, que permita reconocer al recurso hídrico de esta región como un bien escaso que limita el desarrollo sustentable.

Diapositiva 1. Cambios históricos de largo plazo del clima de la región.

B.P. 20000			
18000		ÉPOCA GLACIAL	
16000		CLIMA SECO Y FRÍO	
14000			
12000		CLIMA MUY LLUVIOSO Y CALUROSO	AUMENTO DE NIVEL DE (precipitación 500mm.)
10000			
8000		CLIMA SECO Y FRÍO	SECAMIENTO DE LAGOS Y RETROCESO DE GLACIARES
6000		EXTREMA ARIDEZ Y ESCASAS LLUVIAS	IMPORTANTE DESCENSO DE LAGOS Y GLACIARES
4000			
2000			
0		SIMILAR A ACTUAL	precipitación 200 mm.

Diapositiva 2. Cambios históricos de mediano plazo del clima de la región.

B.P. 2000		A.C. 0		
1800		200	CLIMA HÚMEDO	DESARROLLO CULTURA GUAYACANO
1600		400		
1400		600	CLIMA SECO	
1200		800	CLIMA HÚMEDO	DESARROLLO CULTURA TAPILLANO
1000		1000		
800		1200	CLIMA SECO	DESARROLLO CULTURA COSTERA
600		1400		
400		1600	CLIMA HÚMEDO	
200		1800		
0		2000	CLIMA SECO	RESECAMIENTO QUEBRADA DE TARAPACÁ



“Extracto Ley Indígena y Comentarios
sobre Artículos Relativos
al Tema del Agua”

NORMAS GENERALES LEY NUM. 19.253

Ley N° 19.253 que establece Normas Sobre Protección, Fomento y Desarrollo De Los Indígenas, y Crea La Corporación Nacional De Desarrollo Indígena.

TITULO I
De Los Indígenas, Sus Culturas y Sus Comunidades
Párrafo 1°
Principios Generales

Artículo 1° .- El Estado reconoce que los indígenas de Chile son los descendientes de las agrupaciones humanas que existen en el territorio nacional desde los tiempos precolombinos, que conservan manifestaciones étnicas y culturales propias siendo para ellos la tierra el fundamento principal de su existencia y cultura. El Estado reconoce como principales etnias indígenas de Chile a: a Mapuche, Aymara, Rapa Nui o Pascuenses, la de las comunidades Atacameñas, Quechuas y Collas del norte del país, las comunidades Kawashkar o Alacalufe y Yámana o Yagán de los canales australes. El Estado valora su existencia por ser parte esencial de las raíces de la Nación Chilena, así como su integridad y desarrollo, de acuerdo a sus costumbres y valores. Es deber de la sociedad en general y del Estado en particular, a través de sus instituciones respetar, proteger y promover el desarrollo de los indígenas, sus culturas, familias y comunidades, adoptando las medidas adecuadas para tales fines y proteger las tierras indígenas, velar por su adecuada explotación, por su equilibrio ecológico y propender a su ampliación.

Párrafo 3°
De las Culturas Indígenas

Artículo 7° .- El Estado reconoce el derecho de los indígenas a mantener y desarrollar sus actividades propias y manifestaciones culturales, en todo lo que no se oponga a la moral, a las buenas costumbres y al orden público. El estado tiene el deber de promover las culturas indígenas, las que forman parte patrimonio de la Nación chilena.

Artículo 8° .- Se considerara falta la discriminación manifiesta o intencionada en contra de los indígenas, en razón de su origen y su cultura. El que incurriere en esta conducta será sancionado con multa de uno a cinco ingresos mínimos mensuales.

TITULO II
Del Reconocimiento, Protección y Desarrollo De Las Tierras Indígenas
Párrafo 1°
De la Protección de las Tierras Indígenas

Artículo 12 .- Son tierras indígenas

1° Aquellas que las porronas o comunidades indígenas actualmente ocupan en propiedad o posesión provenientes de los siguientes títulos:

- a) Títulos de comisario de acuerdo a la ley de 10 de junio de 1823.
- b) Títulos de merced de conformidad a las leyes de 4 de diciembre de 1866; de 4 de agosto de 1874, y de 20 de enero de 1883.

- c) Cesiones gratuitas de dominio efectuadas conforme a la ley N° 4.169, de 1927; ley N° 4.802, de 1930; decreto supremo N° 4.111, de 1931; ley N° 14.511, de 1961, y ley N° 17.729, de 1972, y sus modificaciones posteriores.
- d) Otras formas que el Estado ha usado para ceder, regularizar, entregar o asignar tierras a indígenas, tales como, la ley N° 16.436, de 1966; decreto ley N° 1.939, de 1977, y decreto ley N° 2.695, de 1979, y
- e) Aquellas que los beneficiarios indígenas de las leyes N° 15.020, de 1962, y N° 16.640, de 1967, ubicadas en las Regiones VIII, IX y X, inscriban en el Registro de Tierras indígenas, y que constituyan agrupaciones indígenas homogéneas lo que será calificado por la Corporación.

2° Aquéllas que históricamente han ocupado y poseen las personas o comunidades mapuches, aymara, rapa nui o pascuenses, atacameños, quechuas, collas, kawashkar y yámanas, siempre que sus derechos sean inscritos en el Registro de Tierras Indígenas que crea esta Ley, a solicitud de las respectivas comunidades o indígenas titulares de la propiedad.

3° Aquellas que, proviniendo de los títulos y modos referidos en los números precedentes, se declaren a futuro pertenecientes en propiedad a personas o comunidades indígenas por los Tribunales de Justicia.

4° Aquellas que indígenas o sus comunidades reciban a título gratuito del Estado. La propiedad de las tierras indígenas a que se refiere este artículo, tendrá como titulares a las personas naturales indígenas o a la comunidad indígena definida por esta Ley.

La propiedad de las tierras indígenas a que se refiere este artículo, tendrá como titulares a las personas naturales indígenas o a la comunidad indígena definida por esta Ley. Las tierras indígenas estarán exentas del pago de contribuciones territoriales.

Artículo 13 .- Las tierras a que se refiere el artículo precedente, por exigirlo el interés nacional, gozarán de la protección de esta Ley y no podrán ser enajenadas, embargadas, grabadas, ni adquiridas por prescripción, salvo entre comunidades o personas indígenas de una misma etnia. No obstante se permitirá gravarlas, previa autorización de la Corporación. Este gravamen no podrá comprender la casa habitación de la familia indígena y el terreno necesario para su subsistencia. Igualmente las tierras cuyos titulares sean Comunidades Indígenas no podrán ser arrendadas, dadas en comodato, ni cedidas a terceros en uso, goce o administración.

Las de personas naturales indígenas podrán serlo por un plazo no superior a cinco años. En todo caso, éstas con la autorización de la Corporación, se podrán permutar por tierras de no indígenas, de similar valor comercial debidamente acreditado, las que se consideran tierras indígenas, desafectándose las primeras. Los actos y contratos celebrados en contravención a este artículo adolecerán de nulidad absoluta.

Artículo 14 .- Tanto en las enajenaciones entre indígenas como en los gravámenes a que se refiere el artículo anterior el titular de la propiedad deberá contar con la autorización establecida en el artículo 1.749 del Código Civil a menos que se haya pactado separación total de bienes y, en caso de no existir matrimonio civil, deberá contar con la autorización de la mujer con la cual a constituido familia. La omisión de este requisito acarreará la nulidad del acto.

Artículo 15 .- La Corporación abrirá y mantendrá un Registro Público de Tierras Indígenas. En este Registro se inscribirán todas las tierras a que alude el artículo 12 de esta Ley. Su inscripción acreditará la calidad de tierra indígena. La Corporación podrá denegar esta inscripción por resolución fundada.

Los Conservadores de Bienes Raíces deberán enviar al citado Registro, en un plazo de treinta días, copia de las inscripciones que realicé y que recaigan sobre los actos o contratos a que alude el artículo 13 de esta ley.

El Archivo General de Asuntos Indígenas, a que se refiere el artículo 30, otorgará copia gratuita de los títulos de merced y comisarios para su inscripción en este Registro público.

El Presidente de la República dictará un reglamento que fijará la organización y funcionamiento de este Registro.

Artículo 16 .- La división de las tierras indígenas provenientes de títulos de merced deberá ser solicitada formalmente a Juez competente por la mayoría absoluta de los titulares de derechos hereditarios residentes en ella. El Juez, sin forma de juicio y previo informe de la Corporación, procederá a dividir el título común, entregando a cada indígena lo que le corresponda aplicando el derecho consuetudinario de conformidad al artículo 54 de esta ley y, en subsidio, la ley común.

Sin perjuicio de lo anterior, en casos calificados, un titular de derechos hereditarios residente podrá solicitar al Juez la adjudicación de su porción o goce, sin que ello signifique la división del resto del título común. Dicha adjudicación importará la extinción de sus derechos hereditarios en el título común restante. Asimismo, se extinguirán los derechos de la comunidad hereditaria respecto de la porción o goce adjudicado. Las controversias que se originen con ocasión de la división de un título común serán resueltas de conformidad al procedimiento establecido en el artículo 56 de esta Ley.

Los indígenas ausentes y los que sean titulares de derechos hereditarios sobre tierras indígenas provenientes de títulos de merced en que se constituya una comunidad indígena o propiedad individual, de acuerdo a esta ley y no desearan libre y voluntariamente pertenecer a ella o no sean adjudicatarios de hijuelas podrán solicitar al Juez con informe de la Corporación, el reconocimiento de sus derechos, los que una vez determinados se pagaran en dinero siguiendo el procedimiento señalado en el artículo 1º transitorio de esta ley.

Artículo 17 .- Las tierras resultantes de la división de las reservas y liquidación de las comunidades de conformidad al decreto ley N° 2.568, de 1979, y aquellas subdivisiones de comunidades de hecho que se practiquen de acuerdo a la presente ley serán indivisibles aun en el caso de sucesión por causa de muerte.

No obstante lo dispuesto en el inciso anterior, se podrán dividir y enajenar para la construcción de locales religiosos, comunitarios, sociales o deportivos, debiendo contar para ello con la autorización del Director Nacional de la Corporación.

Existiendo motivos calificados y siempre que de ella no resulten lotes inferiores a tres hectáreas, el Juez previo informe favorable de la Corporación, podrá autorizar la subdivisión por resolución fundada. De la resolución que deniegue la subdivisión podrá apelarse ante el tribunal superior aplicando el procedimiento del artículo 56 de esta ley.

Excepcionalmente los titulares de dominio de tierras indígenas podrán constituir derechos reales de uso, sobre determinadas porciones de su propiedad, en beneficio de sus ascendientes y descendientes por consanguinidad o afinidad, legítima o ilegítima, y de los colaterales por consanguinidad hasta el segundo grado inclusive, para los exclusivos efectos de permitir a estos su acceso a los programas habitacionales destinados al sector rural.

Igual derecho tendrán las personas que, teniendo la calidad de indígena detenten un goce en tierras indígenas indivisas de las reconocidas en el artículo 12 de esta ley.

El Director o Subdirector de la Corporación, según corresponda, previo informe favorable de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, determinará la superficie de la propiedad o goce sobre la cual se autorice constituir el respectivo derecho de uso.

El derecho real de uso así constituido será transmisible solo a cónyuge o a quien hubiere constituido posesión notoria de estado civil de tal. En lo demás, se regirá por las normas del Código Civil. Si se constituye a título gratuito estará exento del trámite de insinuación.

Si el dominio de una propiedad o goce estuviera inscrito a favor de una sucesión, los herederos podrán constituir los derechos de uso conforme a esta norma, a favor del cónyuge sobreviviente o uno más de los herederos.

Artículo 18 .- La sucesión de las tierras Indígenas individuales se sujetara a las normas del derecho común, con las limitaciones establecidas de esta ley, y la de las tierras indígenas comunitarias a la costumbre de cada etnia tenga en materia de herencia, y en subsidio por la Ley común.

Artículo 19 .- Los indígenas gozaran del derecho a ejercer comunitariamente actividades en los sitios sagrados o ceremoniales, cementerios, canchas de guillatún, apachetas, campos deportivos y otros espacios territoriales de uso cultural o recreativo, que sean propiedad fiscal.

La Comunidad Indígena interesada podrá solicitar la transferencia a título gratuito de los inmuebles referidos en el inciso anterior existiendo dos o más Comunidades interesadas, todas ellas tendrán derecho a solicitar la transferencia del inmueble. Mediante resolución expedida a través del organismo público respectivo, se calificarán, determinarán y asignarán los bienes y derechos.

En el caso que no se cumpliera o existiere entorpecimiento en el ejercicio de los derechos reconocidos en los incisos anteriores, la Comunidad Indígena afectada tendrá acción de reclamación ante el Juez de Letras competente quien, en única instancia, sin forma de juicio, previa audiencia de los demás interesados, del organismo público respectivo e informe de la Corporación, se pronunciará sobre la acción entablada.

Párrafo 2º

Del Fondo para Tierras y Aguas Indígenas

Artículo 20 .- Créase un Fondo para Tierras y Aguas Indígenas administrado por la Corporación. A través de este Fondo la Corporación podrá comprar con los siguientes objetivos:

a) Otorgar subsidios para la adquisición de tierras por personas, comunidades indígenas o una parte de éstas cuando la superficie de las tierras de la respectiva comunidad sea insuficiente, con aprobación de la Corporación.

Para obtener este subsidio se distinguirá entre postulaciones individuales y de comunidades.

Para las postulaciones individuales el puntaje estará dado por el ahorro previo, situación socio-económica y grupo familiar.

Para las postulaciones en comunidades el puntaje estará determinado, además de los requisitos de la postulación individual, por su antigüedad y número de asociados.

Un reglamento establecerá la forma, condiciones y requisitos de su operatoria.

b) Financiar mecanismos que permitan solucionar los problemas de tierras, en especial, con motivo del cumplimiento de resoluciones o transacciones, judiciales o extra judiciales, relativas a tierras indígenas en que existan soluciones sobre tierras indígenas o transferidas a los indígenas, provenientes de los títulos de merced o reconocidos por títulos de comisario u otras cesiones o asignaciones hechas por el Estado en favor de los indígenas.

c) Financiar la constitución, regularización o compra de derechos de aguas o financiar obras destinadas a obtener este recurso.

El Presidente de la República, en un reglamento, establecerá el modo de operación del Fondo de Tierras y Aguas Indígenas.

Artículo 21 .- La Ley de Presupuestos de cada año dispondrá anualmente de una suma destinada exclusivamente al Fondo de Tierras Indígenas. El Fondo de Tierras y Aguas Indígenas Se incrementará con los siguientes recursos:

- a) Los provenientes de la cooperación internacional donados expresamente al Fondo.
- b) Los aportes en dinero de particulares. Las donaciones estarán exentas del trámite de insinuación judicial que establece el artículo 1.401 del Código Civil y de toda contribución o impuesto
- c) Los que reciba de Ministerios y otros organismos públicos o privados destinados al financiamiento de convenios específicos.
- d) Las devoluciones contempladas en el artículo siguiente.
- e) Las rentas que devenguen los bienes que ingresen al Fondo.

La Corporación podrá recibir del Estado: tierras fiscales, predios, propiedades, derechos de agua, y otros bienes de esta especie para radicar, entregar títulos permanentes, realizar proyectos de colonización, reubicación y actividades semejantes destinados a comunidades indígenas o indígenas individualmente considerados. Igualmente los podrá recibir de particulares para los mismos fines, y en general los aportes que en dinero se hagan por parte de particulares.

Artículo 22 .- Las tierras no indígenas y los derechos de aguas para beneficio de tierras indígenas adquiridas con recursos de este Fondo, no podrán ser enajenados durante veinticinco años, contados desde el día de su inscripción. Los Conservadores de Bienes Raíces, conjuntamente con la inscripción de las tierras o Derechos de aguas, procederán a inscribir esta prohibición por el solo ministerio de la ley. En todo caso será aplicable el artículo 13.

No obstante la Corporación, por resolución del Director que deberá insertarse en el instrumento respectivo, podrá autorizar la enajenación de estas tierras o derechos de aguas previo reintegro a Fondo del valor del subsidio, crédito o beneficio recibido, actualizado conforme al Índice de Precios al Consumidor. La contravención de esta obligación producirá la nulidad absoluta del acto o contrato.

TITULO III
Del Desarrollo Indígena
Párrafo 2°
De las Áreas de Desarrollo Indígena

Artículo 26.- El Ministerio de Planificación y Cooperación, a propuesta de la corporación, podrá establecer Áreas de Desarrollo Indígena que serán espacios territoriales en que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades. Para su establecimiento deberán concurrir a los siguientes criterios:

- a) Espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas;
- b) Alta densidad de población indígena;
- c) Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas;
- d) Homogeneidad ecológica, y
- e) Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de esos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

Artículo 27.- La Corporación, en beneficio de las áreas de desarrollo indígena, podrá estudiar, planificar, coordinar y convenir planes, proyectos, trabajos y obras con ministerios y organismos públicos; gobiernos regionales y municipalidades; universidades y otros establecimientos educacionales; corporaciones y organismos no gubernamentales; organismos de cooperación y asistencia técnica internacional; y empresas públicas o privadas.

TITULO VIII
Disposiciones Particulares
Párrafo 2°

Disposiciones Particulares Complementarias Para Los Aymaras, Atacameños y Demás Comunidades Indígenas del Norte del País.

Artículo 62 .- Son Aymaras los indígenas pertenecientes a las comunidades andinas ubicadas principalmente en la I Región, y Atacameños los indígenas pertenecientes a las comunidades existentes principalmente en los poblados del interior de la II Región y en ambos casos, los indígenas provenientes de ellas. Estas disposiciones se aplicarán a otras comunidades indígenas del norte del país, tales como quechuas y collas.

Artículo 63 .- La Corporación, en los procesos de saneamiento y constitución de la propiedad de las comunidades señaladas en este párrafo, deberá salvaguardar los siguientes tipos de dominio:

- a) Tierras de propiedad de indígenas individualmente considerados, que por lo general comprenden la casa habitación y terrenos de cultivos y forrajes;
- b) Tierras de propiedad de la Comunidad Indígena constituida en conformidad con esta ley y correspondientes, por lo general, a pampas y laderas de cultivo rotativas.
- c) Tierras patrimoniales de propiedad de varias Comunidades Indígenas, tales como pastizales, bofedales, cerros, vegas y otras de uso del ganado auquénido.

Artículo 64 .- Se deberá proteger especialmente las aguas de las comunidades Aymaras y Atacameñas. Serán considerados bienes de propiedad y uso de la Comunidad Indígena establecida por esta Ley, las aguas que se encuentren en los terrenos de la comunidad, tales como los ríos, canales, acequias y vertientes, sin perjuicio de los derechos que terceros hayan inscrito de conformidad al Código General de Aguas.

No se otorgaran nuevos derechos de aguas sobre lagos, charcos, vertientes, ríos y otros acuíferos que surten a las aguas de propiedad de varias Comunidades Indígenas establecidas por esta Ley sin garantizar, en forma previa, el normal abastecimiento de agua a las comunidades afectadas.

Artículo 65 .- La Corporación, sin perjuicio de lo establecido en las normas del Fondo de Tierras y Aguas Indígenas, incentivará programas especiales para la recuperación y repoblamiento de pueblos y sectores actualmente abandonados de las etnias aymara y atacameña.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 3º.- La Corporación realizará, en conjunto con el Ministerio de Bienes Nacionales, durante los tres años posteriores a la publicación de esta Ley, un plan de saneamiento de títulos de dominio sobre las tierras aymaras y atacameñas de la I y II Regiones, de acuerdo a las disposiciones contenidas en el párrafo 2º del título VIII. Igualmente, la Corporación y la Dirección General de Aguas, establecerán un convenio para la protección, constitución y restablecimiento de los derechos de aguas de propiedad ancestral de las comunidades aymaras y atacameñas de conformidad al artículo 64 de esta Ley.

COMENTARIO SOBRE ARTÍCULOS RELATIVOS AL TEMA DEL AGUA

- A. El artículo 3 transitorio de la Ley 19.253, señala que la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y la Dirección General de Aguas (DGA) establecerán un convenio para la protección, constitución y restablecimiento de los derechos de agua de propiedad ancestral de las comunidades Aymaras y Atacameñas de conformidad al artículo 64 de esta ley. Esta norma es importante porque reconoce la existencia de una propiedad ancestral de derechos de aguas, cuyos titulares serían las comunidades señaladas. Además establece una obligación particular para estos dos organismos, de proteger, constituir y restablecer dichos derechos.
- B. Por su parte el artículo 64 de la Ley, establece la obligación de proteger las aguas (no sólo los derechos de aguas) de las comunidades Aymaras y Atacameñas agregando que serán considerados bienes de propiedad y uso de la Comunidad Indígena establecida en esta ley, las aguas que se encuentren en los terrenos de la comunidad (sin distinguir si son superficiales o subterráneas), tales como los ríos, canales, acequias y vertientes, sin perjuicio de los derechos que terceros hayan inscrito de conformidad al Código General de Aguas.

Esta norma es especialísima, porque establece que hay unas aguas, las referidas, que no son bienes nacionales de uso público (y por lo tanto el estado no puede otorgar sobre ellas derechos de aprovechamiento).

Además, el inciso segundo de esa misma norma señala que no se otorgaran nuevos derechos de aguas, sobre lagos, charcos, vertientes, ríos y otros acuíferos que surtan las aguas de propiedad de varias comunidades indígenas establecidas en esta ley, sin garantizar en forma previa, el normal abastecimiento de las comunidades afectadas.

Esta disposición altera el peso de la prueba del interés o perjuicio, ya que, respecto de derechos solicitados sobre dichos acuíferos o fuentes, no corresponde a la comunidad, supuestamente afectada, probar su interés o perjuicio para rechazar una solicitud o acoger una oposición sino en forma previa, el solicitante, si no lo hace, no se puede otorgar el derecho.

- C. Por último el artículo 63 reconoce distintos tipos de dominio o propiedad de los indígenas o comunidades: tierras individuales, comunitarias y patrimoniales, entre estas últimas se encuentran los pastizales, bofedales, cerros, vegas y otras de uso del ganado auquénido, de propiedad de varias comunidades.



A N E X O

7

“Antecedentes Hidrogeológicos
Provincia de Iquique”
Presentación Sr. Alejandro Grilli
Gerente General GP Consultores

**PRESENTACIÓN SR. ALEJANDRO GRILLI
GERENTE GENERAL GP CONSULTORES**

La idea de esta presentación es tocar algunos puntos o ideas que estimo deben estar en la discusión durante el Taller. Es muy breve.

En la **Diapositiva N°1** vemos una foto satelital de la Región, de la provincia de Iquique en particular. Se observa en la costa a la ciudad de Iquique. En la depresión intermedia, entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes (Cordillera del Medio), está la Pampa del Tamarugal; se observan las quebradas que drenan a ella (por ejemplo, quebradas de Tarapacá y Chacarilla) y cuyas aguas se constituyen en su recarga. Esas aguas infiltradas finalmente se evaporan en la zona de salares, en particular en los salares de Pintados y Bellavista. En esta depresión intermedia se ubica la ciudad de Pica.

En la zona Este de la Provincia se desarrolla el Altiplano, el cual se ubica al Este de la Cordillera de los Andes. El límite fronterizo Chile-Bolivia está en la zona altiplánica y se desarrolla por las altas cumbres de una cadena volcánica moderna. En el Altiplano también vemos salares, desde los cuales retornan a la atmósfera los recursos hídricos de las cuencas vía evaporación a través del suelo de los salares y desde las lagunas terminales en las cuencas endorreicas o cerradas. Se observa los salares de Coposa, del Huasco y Pampa Lagunilla ubicados en Chile y Salar de Empexa en Bolivia.

Mostramos esta visión satelital para darnos una idea de la magnitud de los recursos de agua que se evaporan desde los salares, retornando hacia la atmósfera. Si pudiésemos reducir esos montos de agua que se evaporan, el ahorro de agua en evaporación podría ser aprovechado para abastecer la demanda humana de la Provincia. Sin embargo, antes de desarrollar un aprovechamiento de esas aguas, debe previamente conocerse cual es la magnitud total que se evapora (en el caso de evaporación del agua subterránea desde los salares, esa agua evaporada corresponde a la recarga del sistema acuífero drenante al salar) y cual es la magnitud en que puede reducirse la evaporación sin afectar al sistema ambiental sensible al abastecimiento hídrico.

El punto que quiero mencionar, que quiero dejar para la discusión dentro del taller, es el tema de la recarga de los sistemas acuíferos en zonas áridas y de los sistemas acuíferos altiplánicos. El agua subterránea que se está evaporando a través del suelo de los salares es la recarga de esos sistemas acuíferos.

En la **Diapositiva N°2** se presenta un modelo conceptual de como son los procesos de recarga de los sistemas acuíferos de la Provincia, en particular del altiplano y de la Pampa del Tamarugal, y en la discusión veremos las diferencias con los acuíferos de la Zona Central y Sur del país. Es conveniente precisar que los procesos de producción de recarga en estos sistemas difieren a los de la Zona Central y Sur del país, por lo que deben ser evaluados con diferentes y adecuadas metodologías.

¿Cómo se produce esta recarga?

El origen de toda recarga moderna son las precipitaciones. Al entrar en contacto con la superficie del terreno, una parte de esa precipitación retorna a la atmósfera por evaporación y otra parte continúa por la fase terrestre del ciclo de escurrimiento. En el altiplano, esa superficie del terreno corresponde generalmente a medios fracturados; no estamos hablando de rellenos aluviales, estamos hablando de rocas altamente fracturadas que tienen una

permeabilidad vertical importante, lo cual significa que presentan una importante capacidad de admitir agua y a elevadas tasas. Por lo anterior, generalmente observamos que en las ignimbritas o en las zonas volcánicas no se forman pozos o ellas no son importantes. Es decir, se infiltran rápidamente y no se forman cauces importantes de aguas superficiales. Entonces, la infiltración de las aguas lluvias es más elevada en estos medios fracturados que en otros medios geológicos.

La afirmación anterior es validada con el isótopo ambiental del agua denominado Oxígeno-18. La propiedad que se utiliza de este isótopo, es que reacciona con la atmósfera (se incrementa en forma preferencial, con respecto al isótopo Deuterio, cuando el agua está sometida a evaporación) y permanece bastante constante después que el agua pierde contacto con la atmósfera (es bastante constante dentro del agua subterránea).

En pozos ubicados en la zona alta de las cuencas del altiplano se identifica que sus aguas presentan contenidos de Oxígeno-18 muy similares al contenido de la precipitación. Eso significa que, en las partes altas de las cuencas altiplánicas, la infiltración del agua lluvia es rápida y tiene poco tiempo de contacto con la atmósfera; en consecuencia, se evapora poco y gran parte de la lluvia se infiltra.

Sin embargo, no toda el agua que se infiltra en la zona alta de las cuencas se constituye finalmente en recarga de los sistemas acuíferos de los valles. Parte de esa agua infiltrada es capturada por cauces superficiales, inducida por formaciones geológicas que la desvían fuera del terreno y dan origen o son capturadas por los cauces superficiales; es decir, parte del agua infiltrada vuelve a la superficie del terreno y aflora en cauces.

El agua que aflora y escurre superficialmente por los cauces llega finalmente a los valles. En su recorrido superficial está sometida a evaporación, lo cual es constatado con el isótopo Oxígeno-18. Al llegar al valle gran parte de ella se infiltra en los conos aluviales y pié de monte, además por fallas geológicas norte-sur que dieron origen al altiplano. Entonces, el agua de los sistemas acuíferos de los valles será una mezcla de aguas infiltradas a gran altitud más agua evaporada infiltrada en el contacto valle-montaña.

Las estructuras geológicas también pueden originar vertientes, donde aflorarían aguas más profundas de acuíferos confinados. También por esas estructuras se produce el afloramiento de aguas más cálidas y que corresponden a aguas de circulación profunda.

¿Dónde se produce la recarga?

El otro hecho importante en la evaluación de la recarga es identificar su distribución espacial. Para identificar los sectores donde se produce una mayor magnitud de recarga en el altiplano es de especial utilidad la hidroquímica. Por ejemplo, hay zonas de volcanes modernos donde el agua que circula por ellas queda muy marcada por la presencia de azufre. Por otra parte, el agua que ingresa al sistema acuífero por las ignimbritas es preferentemente carbonatada. Toda el agua subterránea anterior fluye hacia los valles donde se mezcla. Entonces, las características de constitución de las aguas alumbradas por los pozos podrán señalarnos el origen de ellas y el aporte relativo de las diferentes zonas de recarga.

En la **Diapositiva N°3** se muestra una cuenca altiplánica de la provincia de Iquique. Se observa que las aguas del sector Este son aguas sulfatadas que están marcadas por la presencia de los volcanes modernos. Las aguas del sector Oeste son aguas bicarbonatadas, marcadas por la presencia de las ignimbritas. Las aguas subterráneas del valle son aguas correspondientes a una mezcla entre los dos tipos de agua anteriores.

Distribución temporal de la recarga

Otro problema en la evaluación de la recarga en las zonas áridas es su distribución temporal. Esta variable adquiere especial relevancia en la evaluación de la recarga de los sistemas acuíferos altiplánicos.

En la **Diapositiva N°4** se presentan los registros históricos de las precipitaciones en la estación Collacagua de la Dirección General de Aguas (ubicada en la cuenca del Salar del Huasco, altiplano de la provincia de Iquique). Se observa que hay una gran variabilidad interanual de las precipitaciones. Además, si graficamos dichos montos como promedios móviles de diferentes períodos de tiempo (ver **Diapositiva N°5**), se observa que las precipitaciones presentan ciclos anuales de aproximadamente 29 años.

Lo anterior muestra que la recarga de los sistemas acuíferos es muy variable de un año a otro. En estas condiciones de alta variabilidad hiperanual no son aplicables los métodos de evaluación de escorrentía tradicionales tal como el propuesto en el Balance Hídrico de Chile (DGA, 1987) y que es ampliamente utilizado en estudios de derechos de agua, ya que esa alta variabilidad entrega resultados de recarga muy diferentes al caso de utilizar la precipitación promedio como fuente de agua (según lo sugerido en el estudio de la DGA).

También tiene mucha importancia la distribución estacional de las lluvias y por ende de la recarga. Como ejemplo veamos lo ocurrido en el año 2001. Ese año fue extremadamente lluvioso; fue el año con mayor precipitación de todo el período con datos. En la **Diapositiva N°6** se observa que prácticamente toda la precipitación del año ocurrió entre enero y marzo. Aún más, prácticamente la totalidad de la lluvia del año precipitó en sólo 52 días.

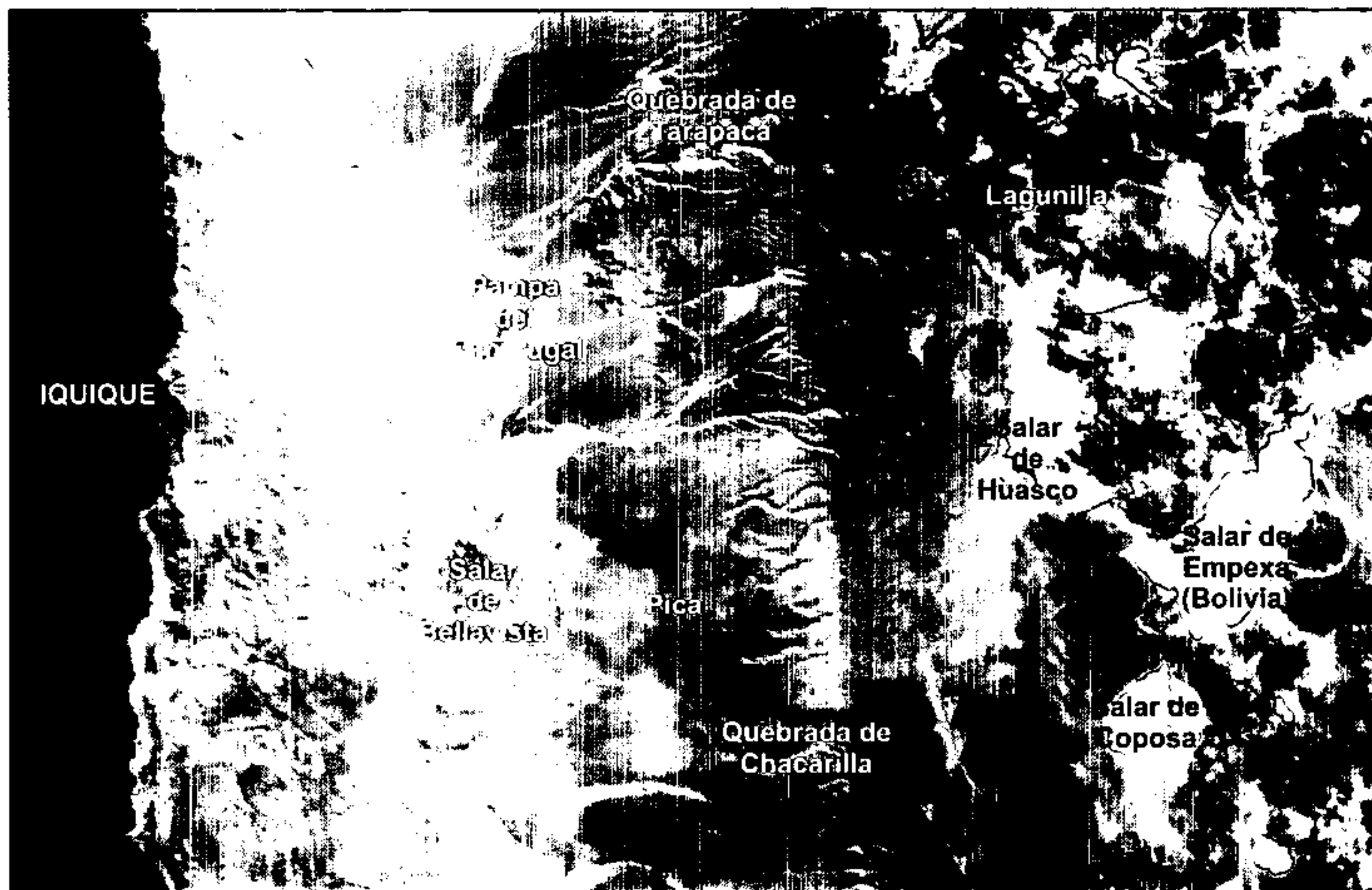
A nivel horario también se observan cosas interesantes. En la **Diapositiva N°7** se observa que las lluvias normalmente se concentran entre las 11 y las 17 horas.

Entonces, en el altiplano, las lluvias y por ende la recarga de los sistemas acuíferos, se concentran en algunos años. En esos años lluviosos se concentran en algunos meses y, en esos meses lluviosos, se concentran en algunos días del año. Aún más, en esos días lluviosos, se concentran en algunas horas.

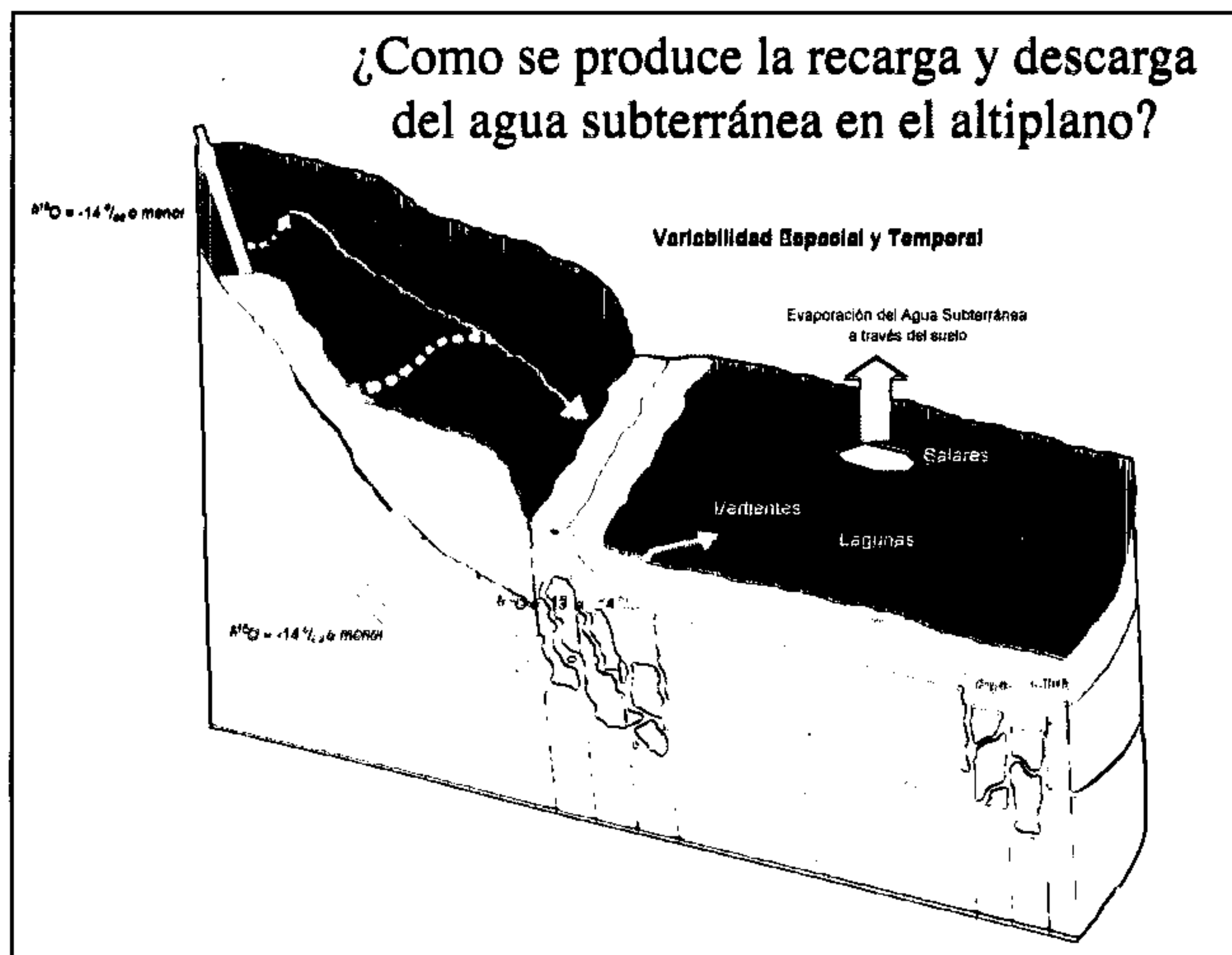
Lo anterior muestra la dificultad técnica para evaluar la recarga de los sistemas acuíferos del altiplano. Destaco la gran diferencia con los sistemas hidrológicos y acuíferos de la zona central y sur del país.

Como tópicos relevantes a discutir, como decía el programa, propongo que un tema sobre el cual podamos compartir experiencias sea el tema de la recarga de los sistemas acuíferos de la Región y en particular de los sistemas acuíferos de la Provincia de Iquique.

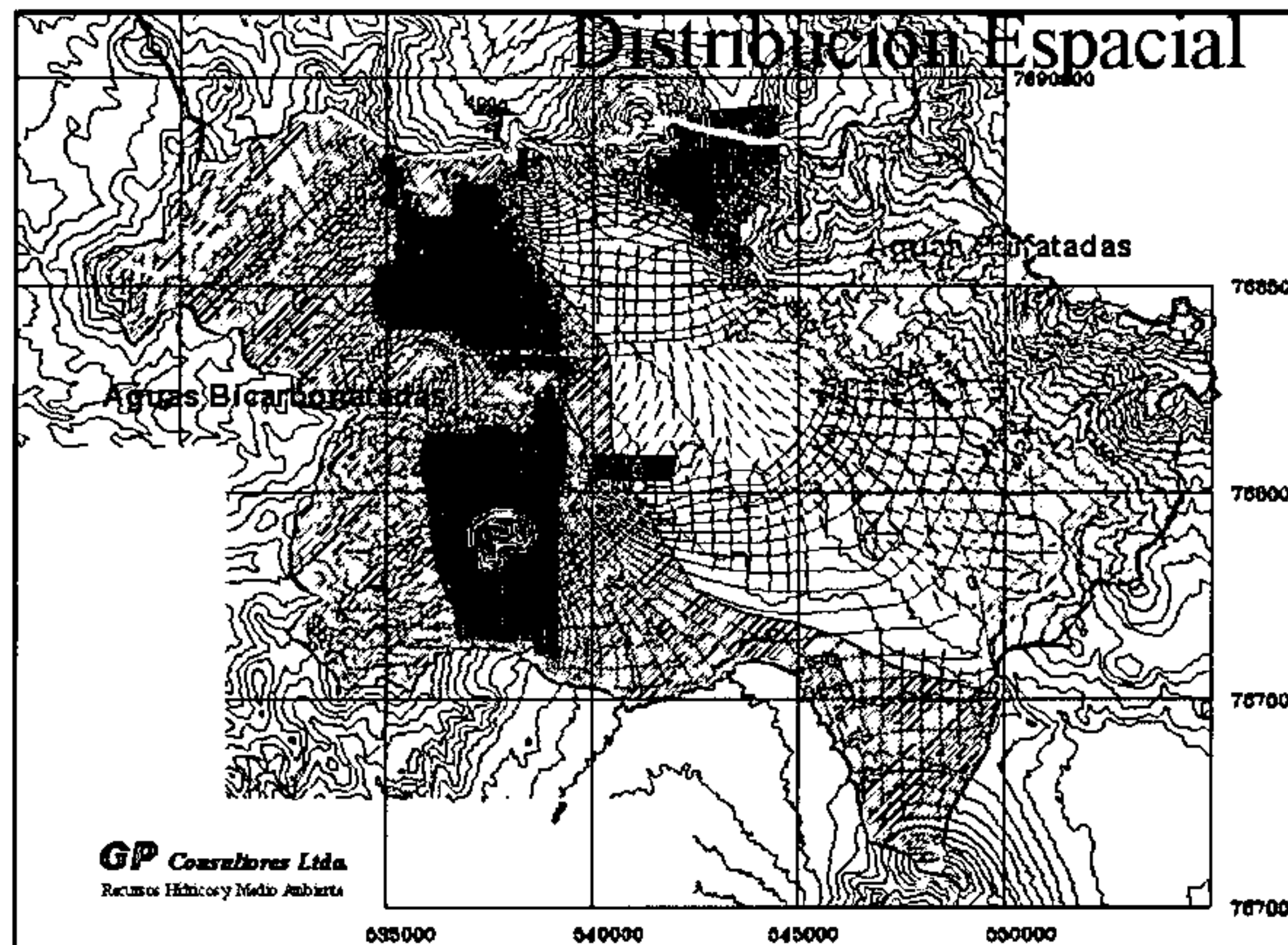
Diapositiva N° 1: Foto satelital de la provincia de iquique



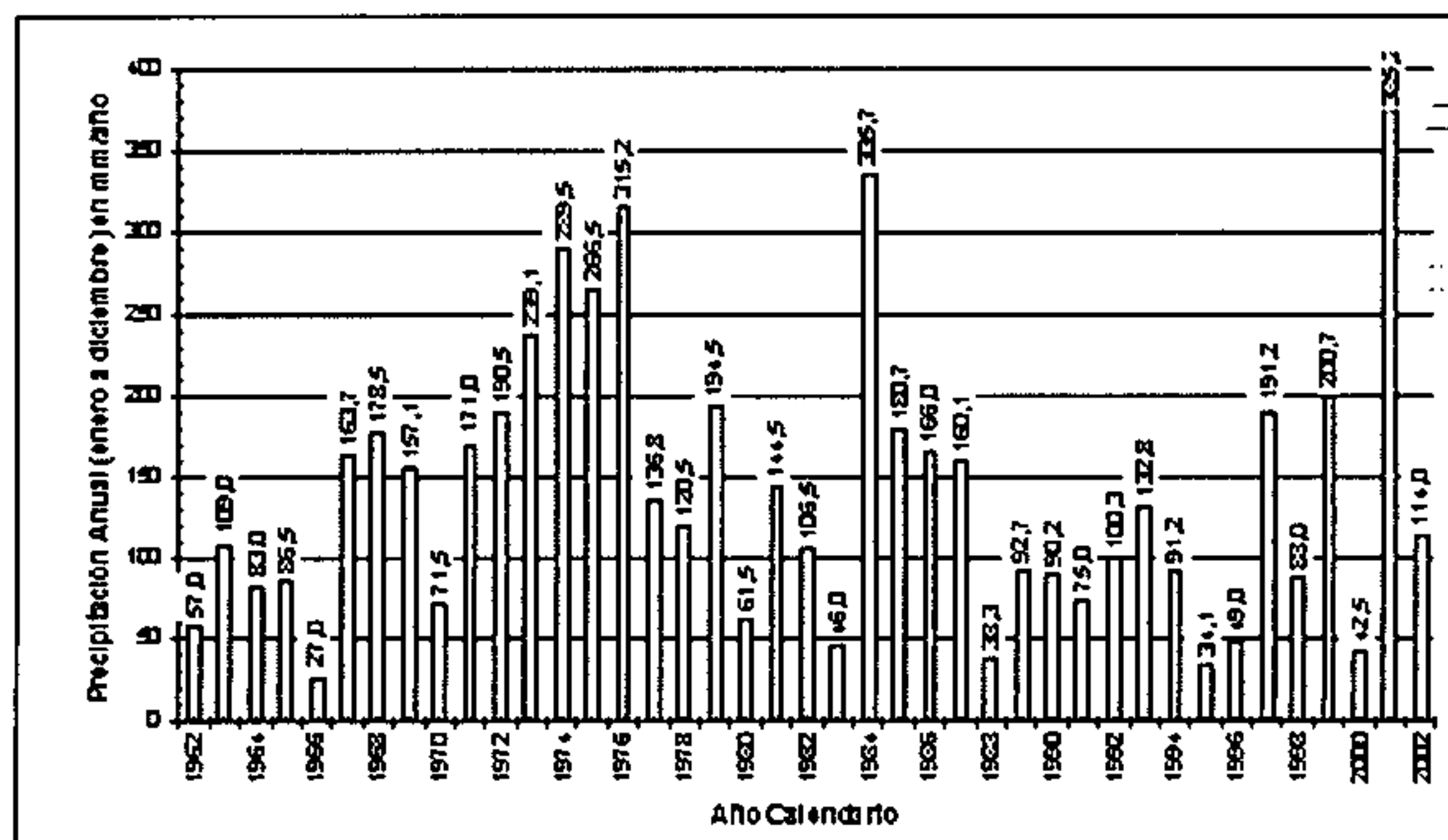
Diapositiva N° 2: Modelo conceptual de los procesos de recarga y descarga de agua de los sistemas acuíferos altiplánicos de la I Región.



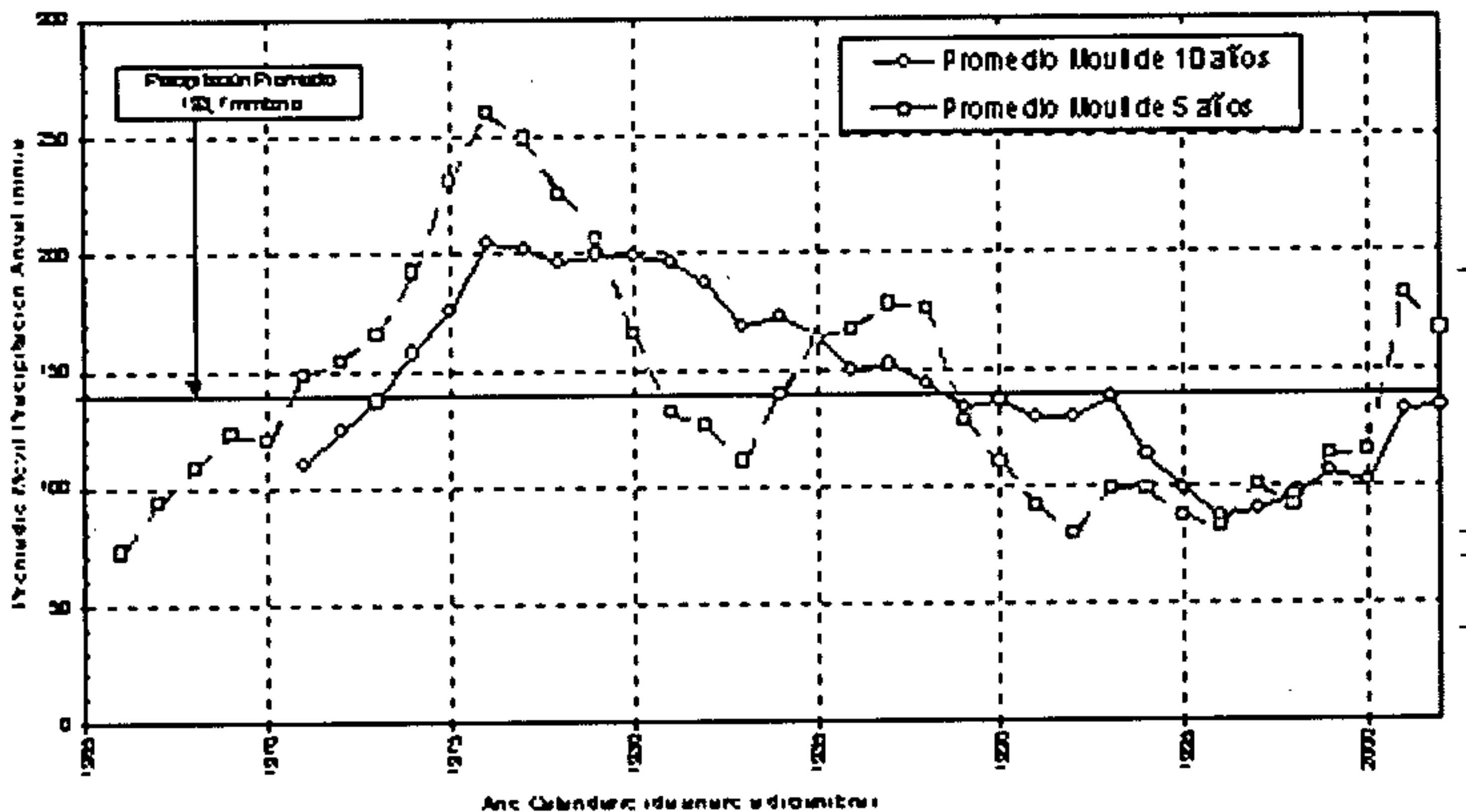
Diapositiva N° 3: Distribución espacial de la calidad de las aguas subterráneas en la cuenca del Salar de Michincha. Se observa que en el sector Este se presentan aguas Sulfatadas, asociadas a la presencia de volcanes modernos, mientras que en el sector Oeste se presentan aguas Bicarbonatadas asociadas a las Ignimbritas. Las aguas subterráneas en el valle corresponden a una mezcla entre los dos tipos de aguas anteriores.



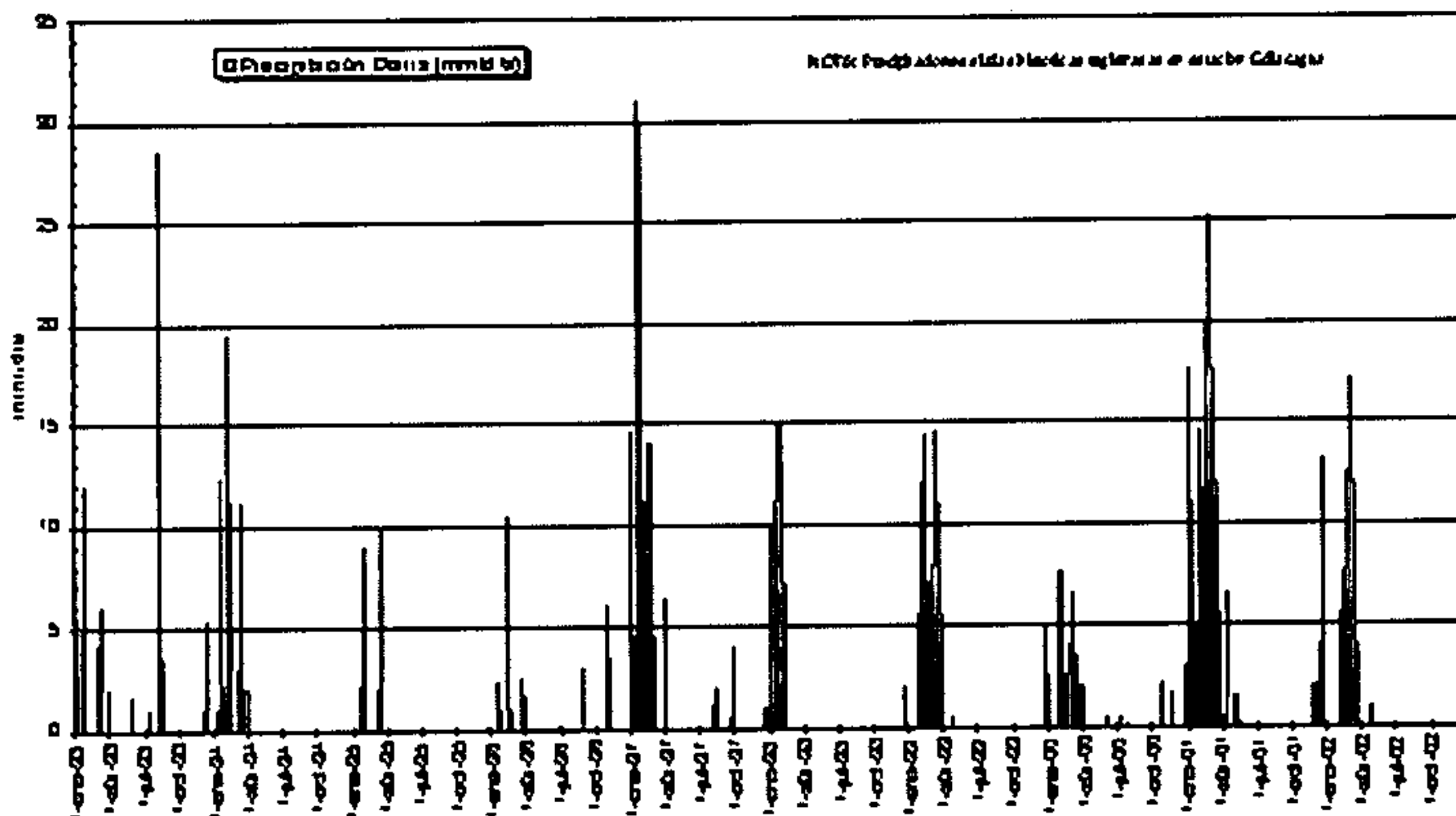
Diapositiva N° 4: Registros históricos de precipitación anual en la estación Collagua de la Dirección General de Aguas. Se observa una gran variabilidad interanual de las presipitaciones.



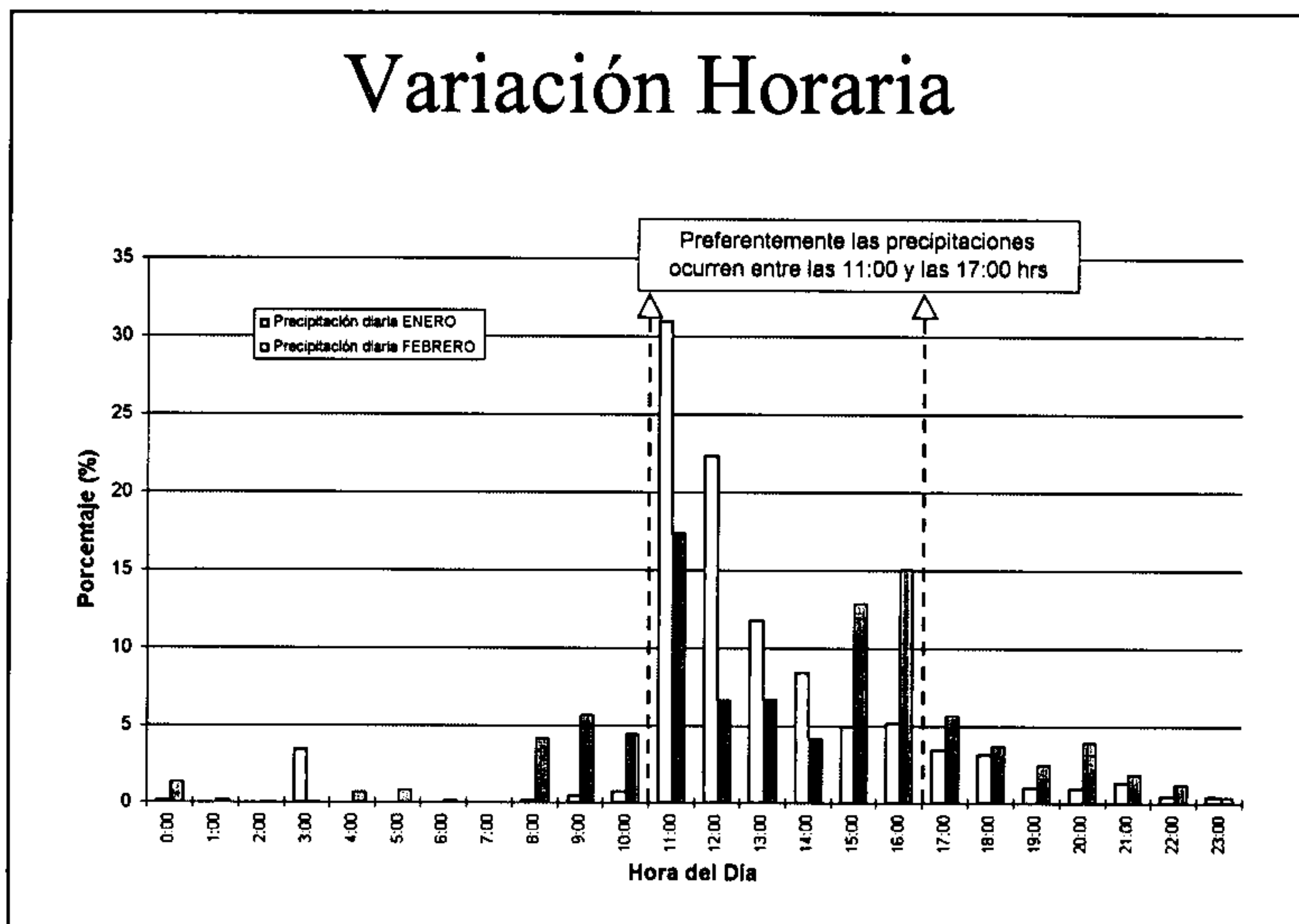
Diapositiva N° 5: Promedios móviles de 5 y 10 años de las precipitaciones anuales registradas en Collagua. Se observa un ciclo hiperanual de las precipitaciones, que tienden a repetirse cada 29 años.



Diapositiva N° 6: Registros históricos de precipitación diaria en la estación Collagua. Se observa que la precipitación se concreta en algunos meses y algunos días del año.



Diapositiva N° 7: Registros históricos de precipitación horaria en una estación pluviométrica ubicada en el altiplano de la I Región. Se observa que la precipitación se concentra en algunas horas del día.





A N E X O

“Modelo de Gestión del Recurso Hídrico”
Presentación Sr, Manuel Durán
Gerente Geología, Compañía Minera
Doña Ines de Collahuasi SCM

PRESENTACIÓN SR. MANUEL DURÁN GERENTE GEOLOGÍA, COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI

Modelo de gestión del recurso hídrico

Esta propuesta trata de integrar varias de las cosas que hemos conversado ayer y hoy. La conversación se ha desarrollado entre distintos actores. Por ejemplo, actores de carácter científico, actores de diversas reparticiones públicas, usuarios también. Lo que hemos visto, es cómo nosotros podemos hacer finalmente un modelo, un escenario simulado, a través de un modelo matemático, de la situación como la vemos hoy día. O sea, cómo integramos ese conocimiento en algo que nos represente esa realidad lo más cercanamente posible. Entonces, ese modelo matemático es el que finalmente pudiéramos usar todos los participantes, los actores de este proceso para consensuar ideas.

Ahora, cómo llegamos a ese modelo matemático (**Diapositiva N° 4**). Obviamente, hay distintas ciencias que aportan, básicamente, está todo lo que es la parte geométrica que hemos abordado, que tiene que ver con la geología, las características de los acuíferos, de las cuencas, y que aportan un modelo geométrico a esta modelación. Enseguida, vienen una serie de parámetros hidrológicos -que tienen que ver con lo que planteaba de la calidad y la información meteorológica- como por ejemplo, la permeabilidad, distintas características de las rocas, el nivel de almacenamiento, el grado de fracturabilidad, etc. Hay una serie de pruebas que pueden ir midiendo tanto las recargas como las evaporaciones, las pérdidas, etc. Entonces, todos esos elementos corresponden a una ciencia que aporta a la modelación.

También están todas aquellas demandas que, si uno las desglosa, se pueden traducir en una serie de mecanismos a través de la biología, de estudios de ecosistemas, de demandas por especies, ahí los biólogos, los expertos de esa área, aportarán también a esa demanda de lo que hay relativo a los consumos. Las demandas étnicas se refieren a todos aquellos usos ancestrales o nuevos que haya en la zona por distintas etnias, y otros consumos. Consumos en agricultura, consumos turísticos, todo lo que quisiéramos realmente estructurar y separar, y todo esto evaluarlo y ponerlo en nuestro sistema de modelación como input. Este modelo, a través de toda esta información, se puede calibrar de manera que nos entregue finalmente un modelo matemático de la realidad lo más aproximado y válido posible.

Esto, obviamente, en algún momento, pasa a manos de la autoridad y es ella quien toma las decisiones. La autoridad, en función de ese modelo, de las disponibilidades, de los derechos que ya ha otorgado, etc., decide un permiso y genera una posibilidad de extracción. Finalmente, toda esa posibilidad de extracción permitiría, después del uso de las aguas -que también es un tema que se puede discutir- generar todo un sistema de monitoreo que retroalimente este proceso de modelación en forma anual, mensual, etc.

Con todo lo anterior, finalmente hacemos actualizaciones y simulaciones de estos submodelos. Éstos generarán finalmente, un proceso a través de la organización interna de la comunidad que usa esa agua, un proceso

«Esta presentación, que incluye cambios menores con respecto a aquella sometida al taller de Iquique, se compensa con las siguientes diapositivas, no todas mencionadas a lo largo de la exposición: Diapositiva 1 y 2: Introducción; Diapositiva 3: Modelos; Diapositiva 4: Elemento de un sistema de gestión integral; Diapositiva 5: ¿Cómo lograr, eficientemente, un modelo confiable?; Diapositiva 6: Como hacer seguimiento a los proyectos; Diapositiva 7: Comunidades de aguas (autogestión); Diapositiva 8: Elementos críticos de gestión; Diapositiva 9: La gestión integral

de autogestión. En esta autogestión tienen que definirse los impactos tolerables. O sea, la autogestión dice «mire yo en mi cuenca permito que esto pase o no pase» y finalmente genera un autocontrol. Esa información tiene que ser controlada y monitoreada por alguien, que sigue siendo la autoridad.

Esta autoridad podría -porque estas instancias no están todavía implementadas en términos administrativos y menos legales- hacer auditoría o control de este proceso de manera tal de decir «sí, está bien, todavía me quedan derechos que yo puedo seguir otorgando o no me quedan derechos», de manera que si quedan pocos, o si no queda ninguna posibilidad, se pueda decretar un cierre de la cuenca. O sea, ya no hay más uso de esa cuenca y ahí el proceso se desencadena por otros caminos que tienen que ver con el mercado. Luego, también está la posibilidad que la misma autoridad a través de consultores, a través de su misma capacidad interna, determine y diga «sabe qué, los parámetros de esta cuenca todavía generan un rango de posibilidades con una cierta incerteza, por lo tanto, podemos definir un área de restricción que nos permita explotar esta cuenca en términos transitorios, con derechos provisionales por un tiempo», que nos ayudarían a seguir midiendo y teniendo extracción. Todo esto para generar más información que permita nuevamente retroalimentar y/o recalibrar y así el proceso se mantiene en ciclos permanentemente.

Entonces, estamos en este punto de partida, tratando de decir cuáles son las demandas ambientales, cuáles son las demandas étnicas o de otro tipo que hay en la zona, cuáles son los otros consumos que hay. Estos parámetros son lo que estamos discutiendo, cómo los definimos en un ambiente de consenso. Por ejemplo, puede ocurrir que en relación al tema ambiental, alguien diga «para mantener este sistema funcionando se necesita el sistema tal como está, no puede haber consumo porque la disponibilidad del sistema es cero». También puede ocurrir, con respecto a los derechos étnicos ancestrales que alguien diga «se definió que los derechos ancestrales son tantos, por lo tanto, esos copan la cuenca». Puede que se llegue, a través de una discusión, a decir «esos derechos ancestrales son tantos realmente, porque es tanto lo que se ha usado, es tanto lo histórico y tanto lo validado».

De esta manera no vamos a avanzar, no nos podemos quedar atrapados en esta calibración, que finalmente, uno hace a través de la extracción. Esta extracción es la que finalmente desarrolla el progreso, desarrolla la mejor condición humana, la que da este sentido de avance, no solamente material sino social, en general. Entonces, si nosotros vemos este proceso como un proceso de retroalimentación permanente, podemos mantener un control a través de la autogestión.

Problemas de confianza en los modelos

Otro tema tiene que ver con la confianza. Somos un país desconfiado en general, en todo ámbito de cosas. Así como hay un problema de confianza entre los actores que están involucrados, también hay un problema de desconfianza en relación a los modelos. Podemos entregar un modelo, pero ¿en qué términos podemos hacerlo? ¿existen estándares para la entrega de esos modelos? ¿existen parámetros que definan cómo hacerlo? ¿cómo lo hacemos de manera que esos estándares, esos procedimientos sean aceptados por todos los actores y por la autoridad?

Tal vez ocurriría que haríamos un modelo e iríamos donde la autoridad con todas las solicitudes y con todos los requerimientos y la autoridad nos dijera «vamos a revisar este modelo, lo vamos a chequear internamente con todos sus detalles». Sin duda, existe un nivel mínimo que hay que chequear, pero ¿será necesario hacerlo todo de nuevo? ¿será necesario tener una rama de la autoridad, que por ejemplo, valide esos modelos a

través de la universidad o a través de algún ente del mismo Estado?. A lo mejor, no sé, la idea sería lograr que este proceso sea rápido, sea eficiente en algún sentido. Tal vez hay que discutir más sobre esto, sobre la forma de hacer que este proceso sea más rápido.

Auditorias como herramienta de gestión

El otro tema tiene que ver con lo que señaló Alejandro Grilli. Parece que planteó el tema de las post auditorias (**Diapositiva N° 6**). Yo le llamé auditorias, pero a lo mejor son post auditorias. Supongamos que nos ponemos de acuerdo en cómo recibir el modelo y esto tiene una cierta lógica y funcionalidad adecuada, y se otorgan los permisos y se hace todo este proceso de retroalimentación ¿cómo la autoridad controla que esta autogestión sea válida?, ¿cómo controla que haya respeto por las normas institucionales, legales y que se respeten los intereses definidos por cada uno de estos actores?. Entonces, la autoridad tiene una posibilidad. Puede ser a través del control de los monitoreos, a través de la reevaluación de los modelos. Hacer una auditoria y decir «sabe qué, se está saliendo de los parámetros que usted mismo se fijó como impacto intolerable». Y en ese sentido, a lo mejor con un mecanismo de auditoria, de control del monitoreo de los modelos, se pudiera lograr una gestión que permita llegar a las condiciones requeridas y poder definir claramente cuándo es cierre, cuándo es área de restricción, etc.

Mecanismos para mejorar la gestión del recurso

¿Cómo podemos mejorar aún más la gestión? A través de ciertos mecanismos, de algunos procesos más concretos (**Diapositiva N° 5**). Yo mencionaba el tema de la autoridad y los consensos en los modelos. Para poder llegar a consensuar que ese modelo matemático que planteamos tenga credibilidad, tenga un uso común, podrían establecerse comités técnicos directivos con distintos promotores de proyectos. Pueden ser organizaciones del Estado -como CONADI u otra- promotores particulares, etc. Los promotores generarían un modelo y lo acordarían en un tipo comité técnico directivo, de manera que ellos con sus consultores y la autoridad, puedan generar los estándares y las directrices de cómo hacer ese modelo. Así, a través de un consultor, ejecutor externo, cualquiera que pueda ser, que esté disponible y validado, pudieran ejecutar estas directrices y calcular para poder hacer finalmente el análisis técnico legal para lograr la resolución.

Esa es una posibilidad. Y también en el mismo esquema, pudiera ser que el consultor, promotor de proyectos, a través de una serie de definiciones de estándares y procedimientos que la misma autoridad genere con consultores, haga la ejecución y termine en un análisis técnico legal otra vez para la resolución. De esa manera aquí no existe un comité directivo en que se junten a conversar ni a desarrollar ideas en forma conjunta, sino que están establecidas las reglas del juego para ese proceso. Así, se logra llegar a un modelo que sea aceptado por todo el mundo (**Diapositiva N° 9**). También está el tema del monitoreo y la autogestión. La idea sería que el mismo promotor del proyecto haga un monitoreo, valide los impactos, y así la autoridad reciba esa información, la valide y la controle, pudiendo hacer un seguimiento post auditoria.

Preguntas de los participantes

Pregunta 1: Una gran parte del consumo del recurso hídrico en la provincia se realiza en la zona costera. Un participante ha planteado la idea de nuevos recursos que no aparecerían en el modelo. Tú tienes esto reflejado solamente en los recursos que podemos sacar del medio ambiente, del altiplano básicamente. Estás planteando geología, parámetros hidrológicos, pero aparecería una fuente nueva, como el agua de mar y el reuso de aguas, que también debieran ingresar a este modelo. Entonces, habría que complementar un poco el modelo en relación a esta idea. Eso por una parte. Ahora, en relación a la autogestión, te quería preguntar si se refiere al usuario directo, o es una autogestión desde el punto de vista del gobierno, de la autoridad regional.

Respuesta: En relación a la primera pregunta, yo estoy absolutamente de acuerdo. O sea, faltan elementos, que sin duda, se pueden seguir incorporando a las entradas del modelo. Puede que incluso haya alguno que nadie de nosotros ha visualizado todavía y si aparecen en el futuro habría también que incorporarlos. Estoy absolutamente de acuerdo con el análisis del reuso y de otras fuentes. En relación a la segunda pregunta, yo creo que este es sin duda un proceso de autogestión de los usuarios, de los usuarios directos.

Pregunta 2: ¿Cómo defines ese marco de usuario? ¿quién es el usuario?

Respuesta: Sin duda, los usuarios son los que están involucrados en el consumo de esas aguas, ya sea de uso personal, de uso industrial, de uso religioso, de cualquier uso que le queramos dar. O sea, todos los usos deberían estar considerados en ese análisis.

Nota: Esta presentación incorpora cambios menores introducidos con posterioridad a la exposición realizada en Iquique.

Diapositiva N° 1

Introducción

- El agua es un componente único de nuestro medio ambiente y es, por lo tanto, uno de nuestros recursos más valiosos. Así todas las actividades sociales y económicas dependen fundamentalmente de la disponibilidad del agua, para lo cual se requiere una adecuada gestión de ella para lograr, a través de su aprovechamiento, mejoras en el bienestar común.

Diapositiva N° 2

Introducción

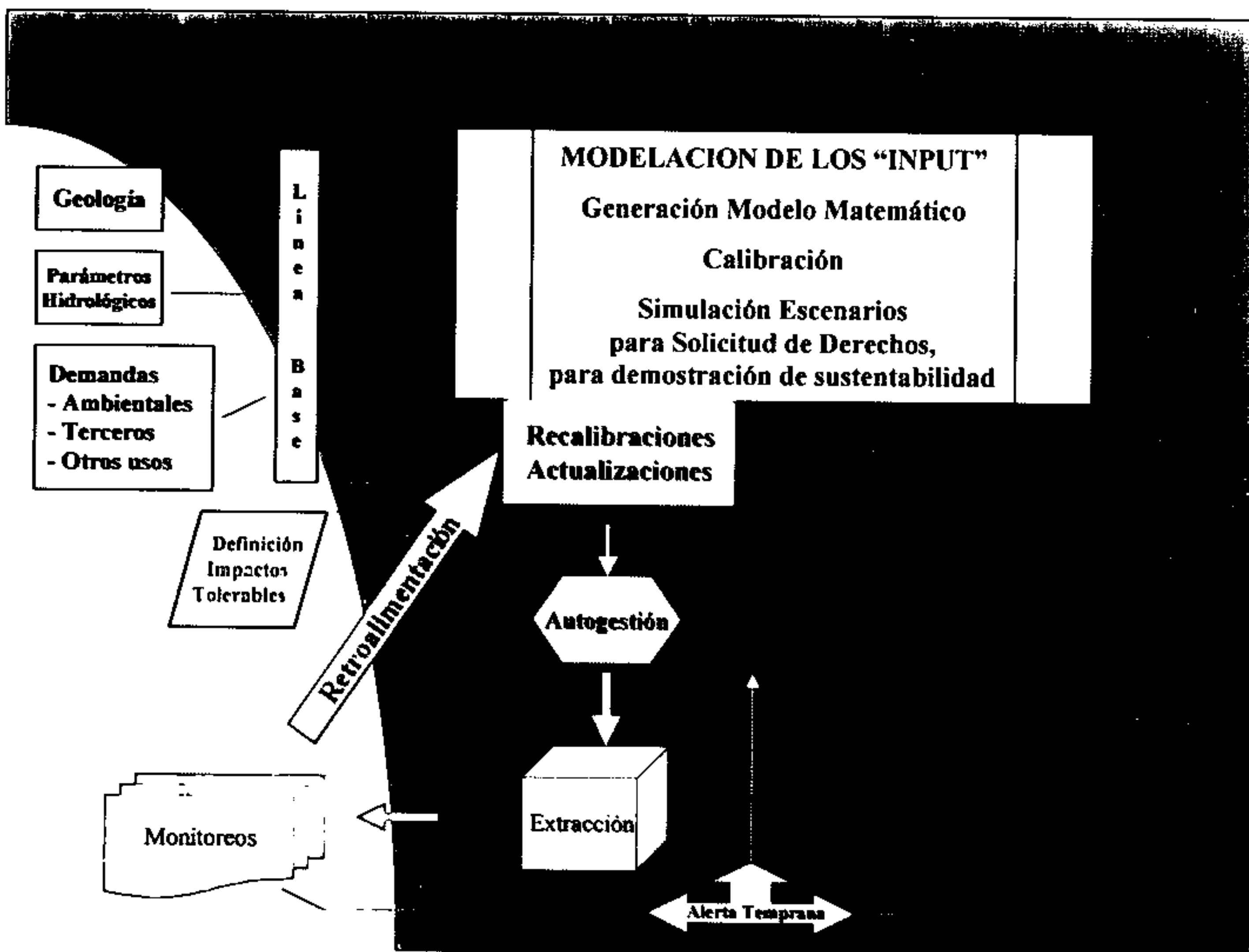
- Visión de un sistema de gestión integral basado en definiciones de estándares, de procedimientos y de acuerdos entre los distintos actores involucrados en la gestión de acuíferos.
- El sistema debe fomentar la confianza, la calidad, la eficiencia en el uso del tiempo y los recursos.
- El sistema debería operar bajo un esquema de autogestión con mejoramiento continuo, que permita mantener actualizado y validado el modelo en función de un monitoreo y control adecuado.

Diapositiva N° 3

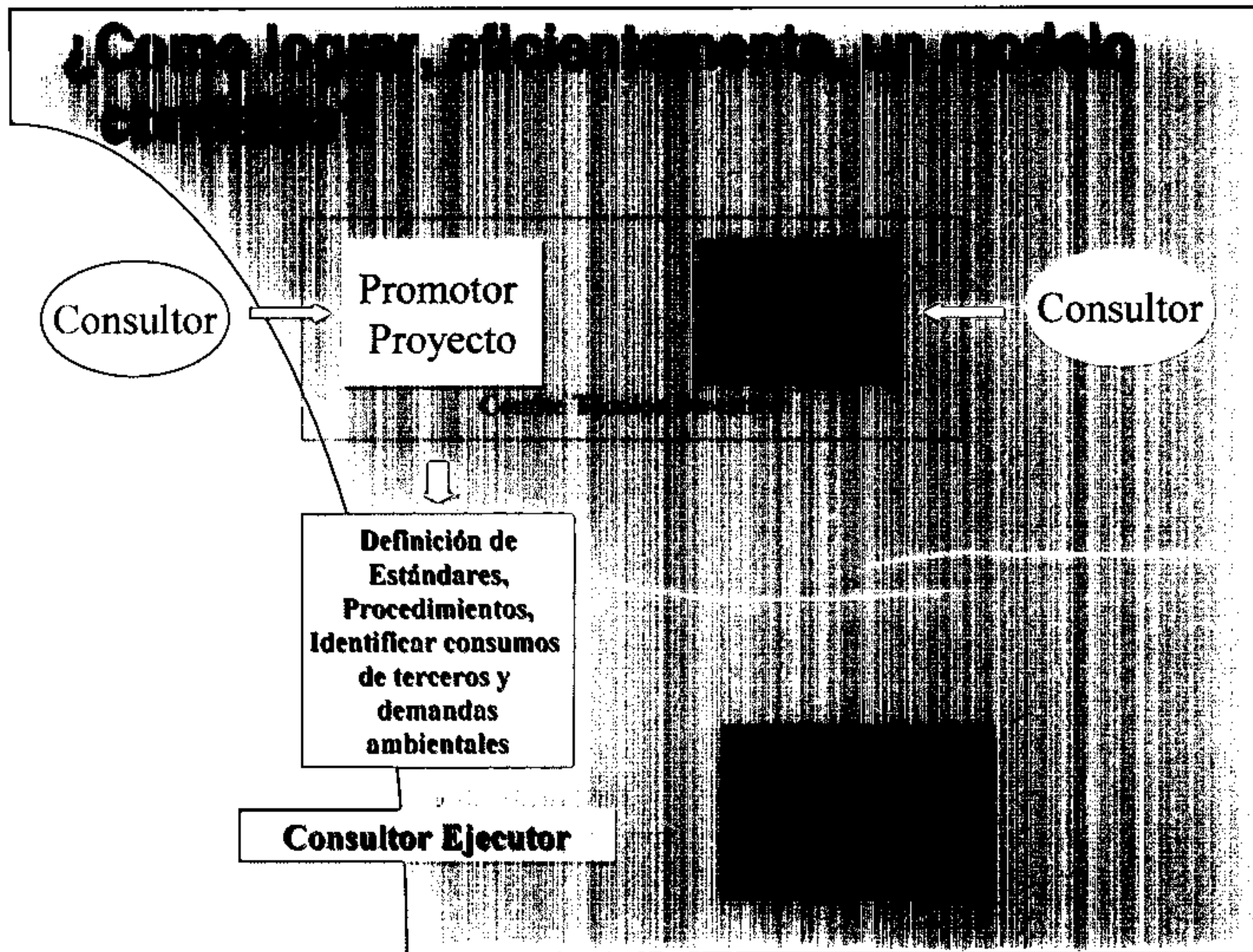
La...
para
término

- Una parte implica est...
acción o estr...
- Modelación nu...
una herramie...
decisiones sobre...
y calidad del recu...
- Los calidad de...
función de la nuev...

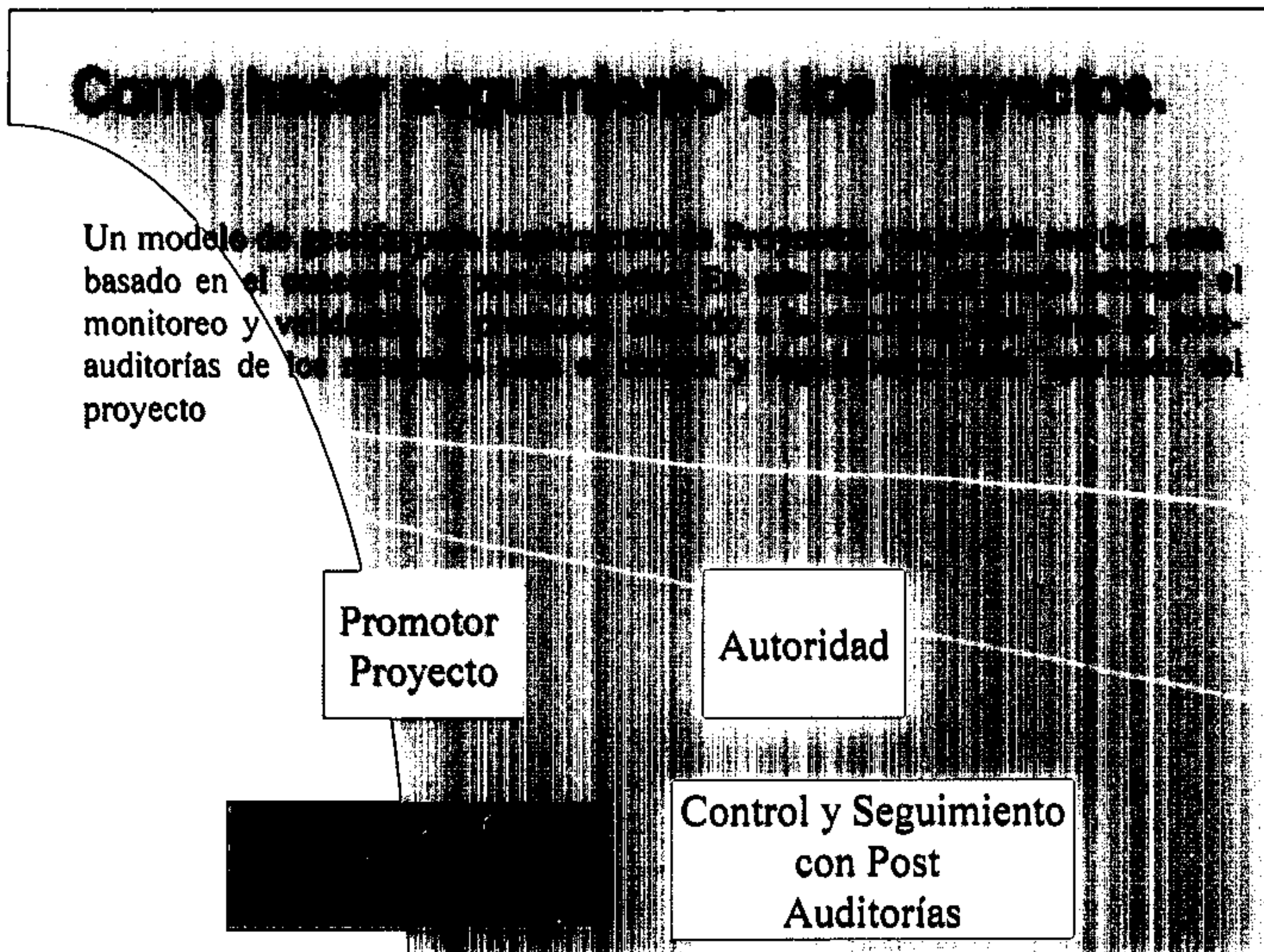
Diapositiva N° 4



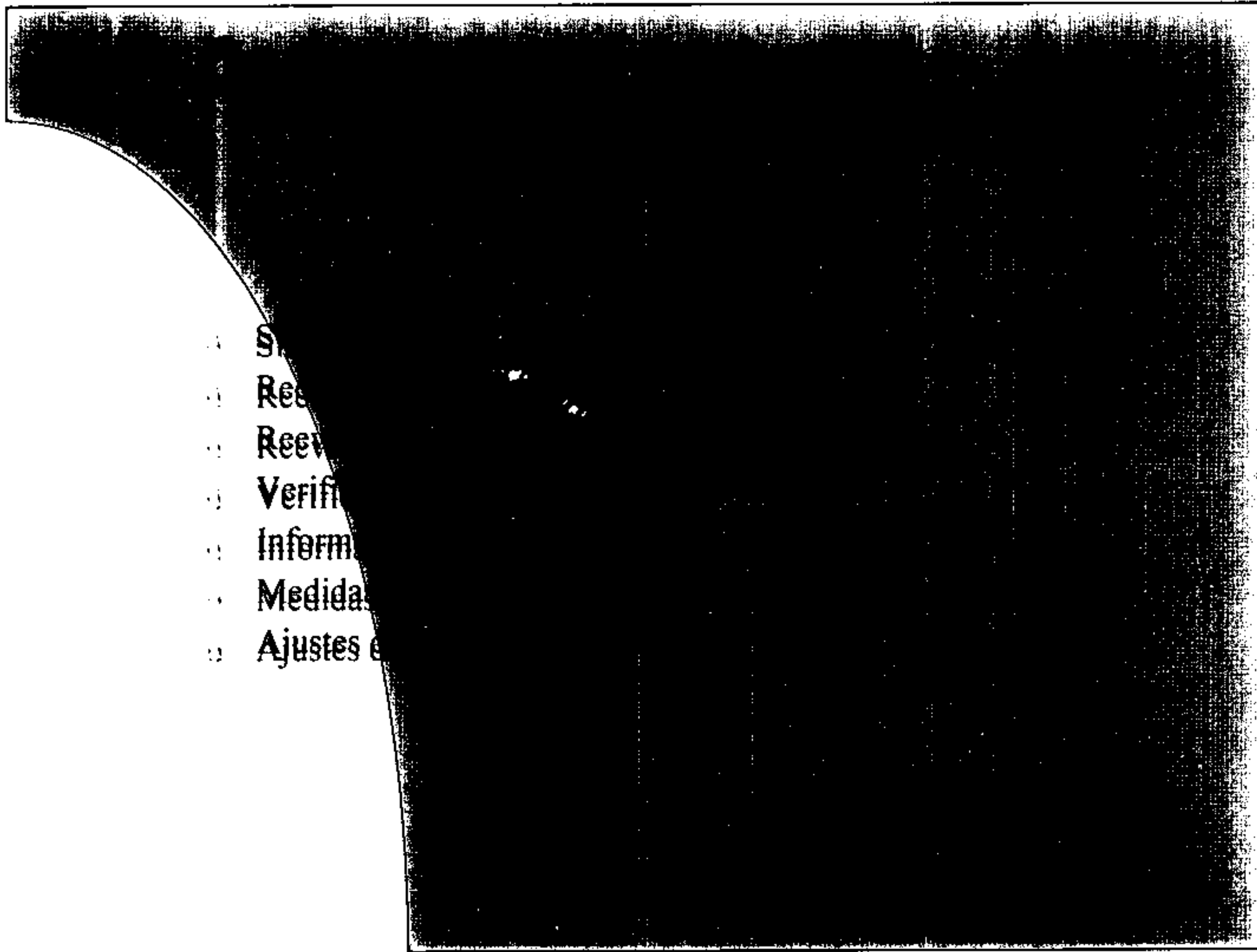
Diapositiva N° 5



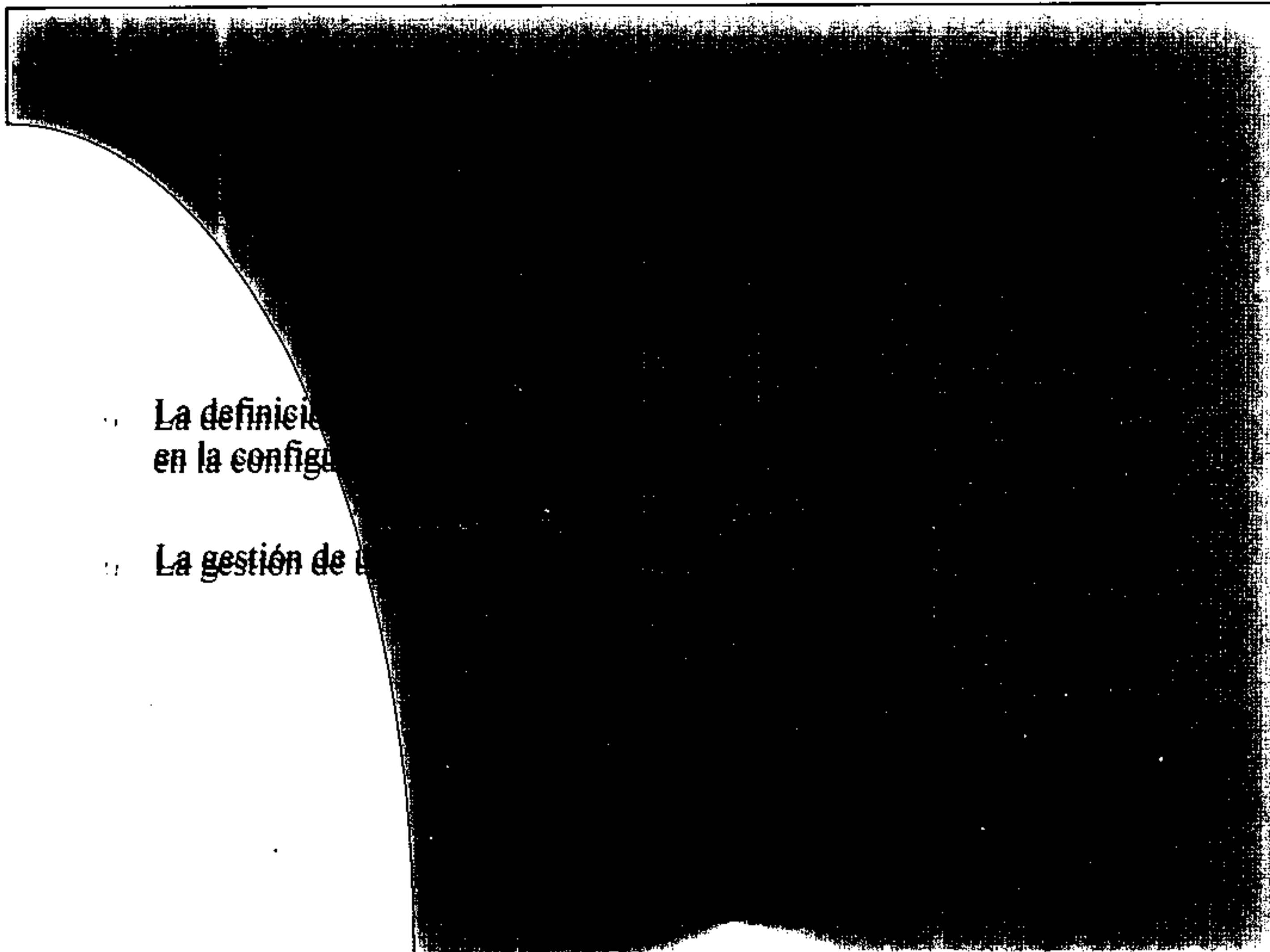
Diapositiva N° 6



Diapositiva N° 7



Diapositiva N° 8



Diapositiva N° 9

La gestión Integral

- ∴ Un sistema de gestión integral debe estar basado en modelos hechos con:
 - estándares,
 - procedimientos y acuerdos

- ∴ El sistema debe fomentar la **confianza**, la **calidad**, la **eficiencia** en el uso del tiempo y los recursos.

- ∴ El sistema debería operar bajo un esquema de:
 - autogestión
 - mejoramiento continuo, basado en
 - monitoreo y control permanente



“Los Humedales en el Derecho Consuetudinario
de Aymaras y Atacameños del Norte de Chile”
Presentación Sra. Milka Castro.
Antropóloga, Departamento Antropología
Universidad de Chile

PRESENTACIÓN SRA. MILKA CASTRO
ANTROPÓLOGA, DEPARTAMENTO ANTROPOLOGÍA UNIVERSIDAD DE CHILE

Los humedales en el derecho consuetudinario de aymaras y atacameños, del norte de Chile.

El agua constituye un recurso central en la organización social, política y cultural, entre los pueblos que han habitado las zonas altoandinas semi áridas, del extremo norte de Chile. Estos pueblos de montaña se han dado un orden social basado en un conjunto de normas que definen derechos y obligaciones, y una reglamentación de cómo acceder, distribuir y usar racionalmente el recurso, con una definición de delitos y aplicación de sanciones por una autoridad reconocida.

En este ordenamiento, cada comunidad ha delimitado su territorio en función, básicamente, de un criterio de control y manejo de una cuenca o micro cuenca donde cobra especial importancia el derecho reconocido por la costumbre ancestral sobre vertientes, ríos y lagunas, y los correspondientes espacios productivos agrícolas y ganaderos en el área circundante.

Una particularidad del derecho sobre el recurso agua, radica en esa estrecha relación que mantiene con otros aspectos de la cultura como las formas organizacionales, los componentes tecnológicos y económicos, y particularmente los componentes mágicos y religiosos de su cosmovisión. Estos últimos contienen un conjunto de valoraciones sobre este recurso escaso ligado a concepciones ancestrales, que son muy diferentes a las concepciones y valoraciones que posee la cultura occidental, y que explican la concepción de dos formas distintas de derecho (derecho occidental y derecho indígena).

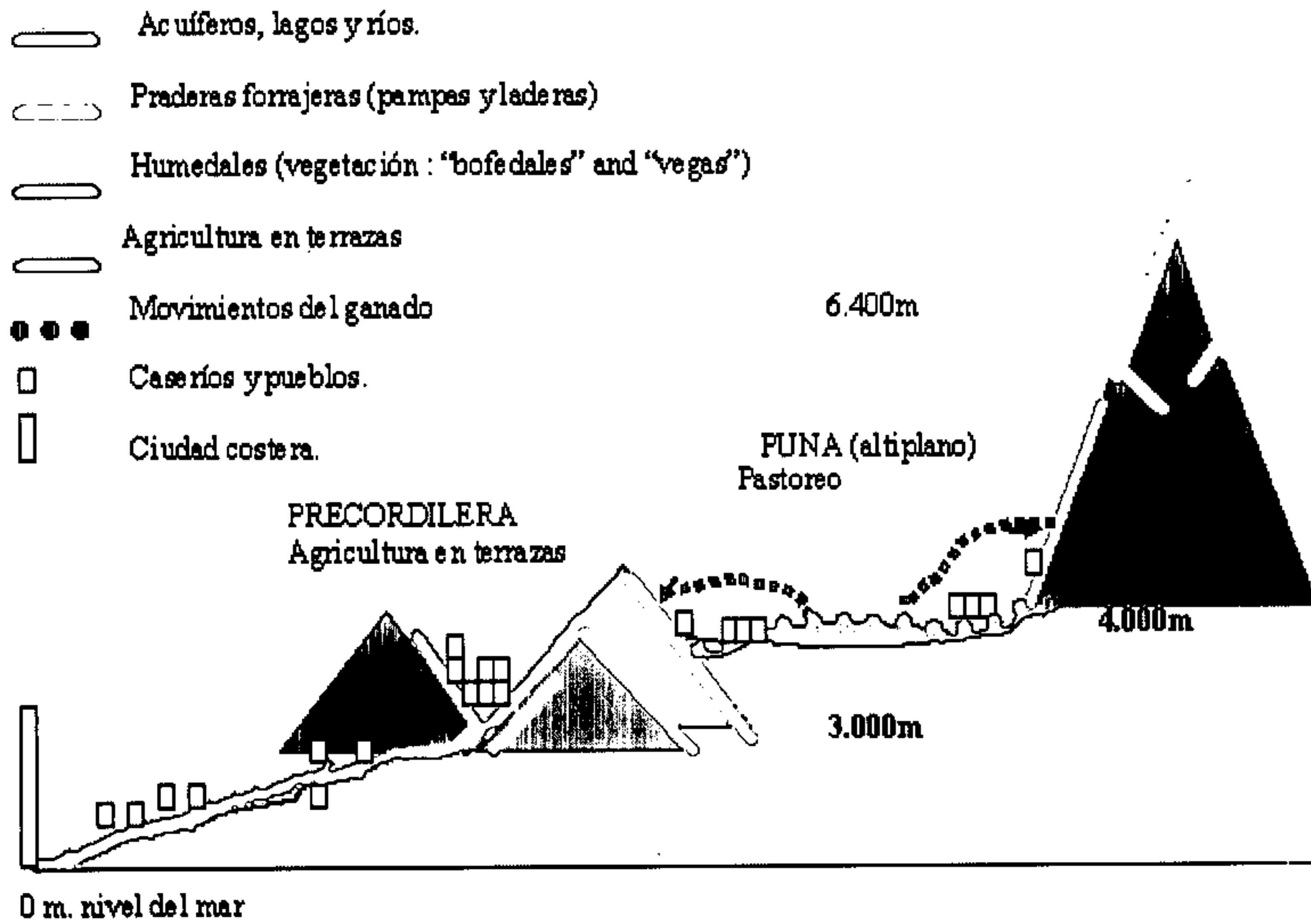
Cuando los pueblos indígenas del extremo norte -aymara y atacameño- pasaron a constituir parte de la nación chilena, a comienzos del siglo XX, no gozaron del reconocimiento legal a sus formas comunales de organización. Es interesante destacar que aún cuando en el nuevo marco legal, cada agricultor o pastor fue obligado a inscribir sus tierras a título individual, las características organizacionales en torno a la agricultura andina, parte de lo que constituye su «derecho ancestral o consuetudinario», han persistido. En efecto, entre las **comunidades agrícolas** de la precordillera (3.000 m.s.n.m. aprox.), y **comunidades pastoriles**, del altiplano (4.000 m.s.n.m. aprox.), la milenaria gestión comunal de los recursos que tenía entre sus principales manifestaciones la toma de decisión conjunta por parte de todos los regantes de la comunidad de seleccionar anualmente los lugares que se cultivarían y las formas de riego que se aplicarían, así como las obligaciones religiosas que conllevaba el derecho al riego, se mantiene hasta hoy, con variados niveles de transformación, por cierto.

La asociación entre la gestión comunal del agua y la cultura total de los pueblos aymara y atacameño, ha generado un tejido de significados compartidos que llamaremos cultura hídrica (concepto que se ejemplificará más adelante). Con ello hacemos referencia al contexto dentro del cual las ideas (plano ideacional), las acciones manifiestas (plano organizacional) y los objetos materiales (plano material/tecnológico), conforman esa trama de significaciones con las cuales los hombres comunican, perpetúan y desarrollan sus conocimientos y aptitudes frente al recurso hídrico.

Este concepto de una organización comunal entrelazada con una cultura propia del agua, constituye la base de los derechos colectivos de estos pueblos indígenas, mediante los cuales pueden a la vez ejercer sus derechos individuales.

La figura 1 muestra, en un corte transversal entre costa y altiplano, los dos niveles o «pisos ecológicos» donde se encuentran los asentamientos de los pueblos indígenas de los Andes del Norte del país. De acuerdo a las potencialidades productivas, el uso del espacio se divide entre pastores de puna, y agricultores de valles precordilleranos.

Figura 1: Perfil altitudinal del norte de Chile, atendiendo al uso y manejo del agua.

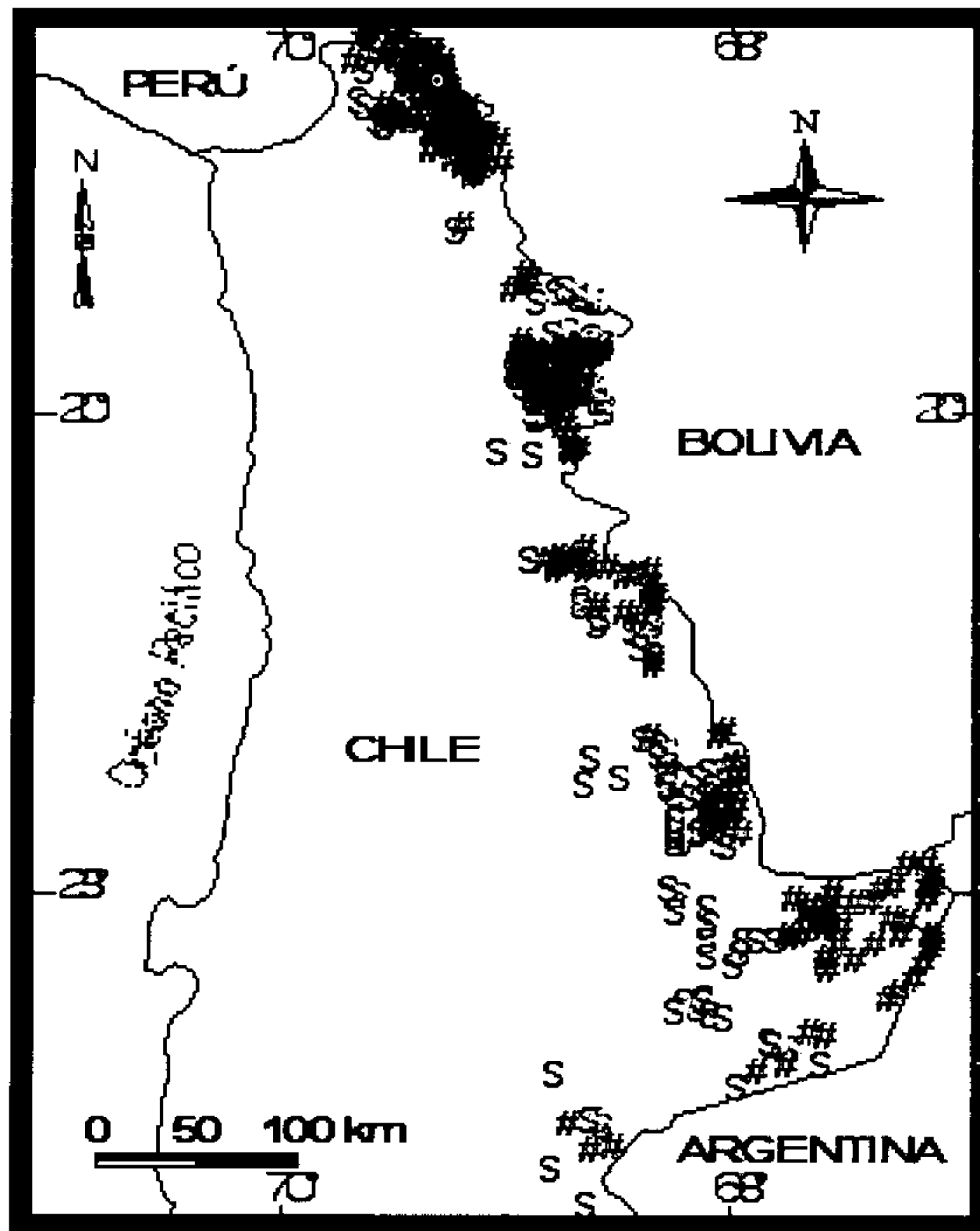


Los humedales andinos: fuentes de agua para el pastoreo y la agricultura.

La Convención de Ramsar (1971) ha definido los humedales como "las extensiones de marismas, pantanos, y turberas, o superficies cubiertas por agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". Su importancia radica en los procesos hidrológicos y ecológicos que en ellos ocurren y la diversidad biológica que sustentan.

La figura 2 ilustra sobre la localización de los humedales del norte de Chile clasificados según su altitud sobre el nivel del mar.

**Figura 2: CATASTRO DE HUMEDALES
CLASIFICADOS POR ALTITUD**



Humedales clasificados por altitud
(en metros sobre el nivel medio del mar)
s menor a 3000 m
s 3000 a 4000 m
mayor a 4000 m

De acuerdo a una clasificación de humedales que hemos realizado (Castro Lucic, et al, 1993²) la región andina del norte del país sobre los 3.000 m. aprox., desde el límite con Perú, 17° LS, hasta los 26°, al sur del Salar de Atacama, presenta una conformación vegetacional asociada a la presencia de humedales, con marcadas diferencias entre lo que se conoce como vegas, o bofedales.

Hacia el norte predominan los bofedales, y las vegas hacia el sur, en correspondencia con los límites señalados para la delimitación de la «puna seca» que se extendería hasta el sector de Lirima (20° latitud) por el Norte, continuando la «puna salada» hasta la cuenca del Salar de Atacama. La caracterización del porcentaje de salinidad de cada uno de los humedales catastrados muestra una tendencia a la concentración de las vegas salinas en áreas más bajas localizadas hacia el sur.

La mayor concentración de humedales en la «puna seca» (270) en la parte norte, a una altura promedio de 4.000 m., en condiciones climáticas soportables para el hombre, permitieron que los asentamientos pastoriles - permanentes y temporales-, se establecieran en los bordes de aquellos humedales practicando circuitos de pastoreo que involucraban desplazamientos con el ganado. Hacia el sur de esta zona, donde comienza la «puna salada», se constata una menor cantidad de humedales (145), con una mayor dispersión, por lo que los circuitos de pastoreo involucran grandes recorridos debiendo la población desplazarse en entre los 2.300 y 4.000 m. aproximadamente; la repercusión del escaso potencial forrajero de esta zona en la actividad ganadera, se observa en la cantidad y tipo de animales: en esta «puna salada» tan sólo se encuentra el 5% de las llamas y el 1% de las alpacas, declaradas para el extremo norte del país.

Características vegetacionales de los humedales andinos

Hacia el norte, en la zona que hemos reconocido como «puna seca», predomina la formación vegetacional conocida como bofedales, en tanto que su presencia en la zona de «puna salada» es muy escasa. Los bofedales se presentan como microrelieves ondulados con ciertas especies predominantes como **Oxychloe andina** (pak'ó), **Distichia muscoides** (pak'ó hembra), **Patosia cfr.clandestina**, **Scirpus atacamensis**, **Deyeuxia Chrysantha**, **Deyeuxia velutina**, **Carex sp** (Castro Lucic et al., op.cit). Se encuentran, en relación a la gradiente hídrica, desde estado flotante, emergentes o sumergidas, hasta el borde o límite de la vegetación zonal (pajonal o tolar).

En la «puna salada», el número y extensión de los humedales -tanto bofedales como vegas-, es comparativamente menor; acá existe una marcada predominancia de «vegas» que alcanzan menores alturas.

Las vegas se desarrollan en lugares donde existe un elevado y permanente contenido de humedad edáfica. Se presentan en superficies planas o con escaso microrrelieve, con especies dominantes que varían según altitud y grado de salinidad. Donde la altitud es media o baja (3500-4000 m.) y la salinidad es alta, predomina **Distichilis spp.** (chepica), **Scirpus californicus** (junco), **Juncus balticus** (junco), **Tessaria absinthioides** (brea); donde la salinidad es media o baja predomina **Scirpus californicus** (junco), **Juncus balticus** (junco), **Carex sp.** **Hypsela sp.** (cuchara), **Deyeuxia velutina** (wailla), **Deschampsia caespitosa** (wailla). En zonas altoandinas, sobre 4.000 m., con marcada salinidad predominan **Catabrosa werdermanni**, **Triglochin sp.**, **Sarcocornia pulvinata**, **Patosia cfr.clandestina**, **Festuca nardifolia**, **Deyeuxia velutina**, **Carex sp.**; y en condiciones de menor

² Milka Castro Lucic, Miguel Bahamondes Parrao, Hernán Salas Quintanal, Pablo Ázocar Fernández, Luis Faúndez Yancas, 1993, Identificación y ubicación de áreas de vegas y bofedales de las regiones primera y segunda, Ministerio de Obras Públicas-Dirección General de Aguas/ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales.

salinidad y con una mejor oxigenación del perfil edáfico dominan las siguientes especies **Deyeuxia velutina** (wailla), **Deyeuxia crisantha**, **Carex sp.**, **Patosia cfr.clandestina**, **Oxychloe andina**, **Scirpus atacamensis**, **Festuca nardifolia**, **Arenaria rivularis**. En las riberas de los ríos se desarrolla un tipo de vegetación que, aunque recibe el nombre vernáculo de vega, contiene una asociación florística diferente como **Cortaderia atacamensis** (cortadera), **Atriplex atacamensis** (cachiyuyo), **Baccharis salicifolia** (chilca), **Juncus balticus** (junco).(loc.cit)

La percepción que posee el pastor andino de los diferentes tipos de vegetación, más que constituirse en condicionantes para la crianza de camélidos, ha sido utilizada en las estrategias de pastoreo. En el extremo norte de Chile, región de Tarapacá, debido a que las condiciones climáticas son propicias para el surgimiento de los bofedales, y dado que existe una abundancia de pastos anuales por la mayor cantidad de lluvias, la ganadería es mixta, esto es, conformada por llamas y alpacas. Diferente es la situación de la región atacameña de puna salada, como señaláramos más arriba, donde como consecuencia de la disminución de bofedales, y su reemplazo por las vegas -en orillas de salares, en quebradas y ríos- se conforma un habitat que se ha caracterizado por la explotación básicamente de llamas. La dieta de los llamos aún cuando se les encuentra en zonas de abundantes bofedales se compone de pastos de secano, y de humedales.

Sobre el Derecho Indígena en torno al uso del agua

Estos pueblos de montaña del altiplano y precordillera, se han dado un orden social basado en un conjunto de normas que definen derechos y obligaciones, y una reglamentación de cómo acceder, distribuir y usar racionalmente el recurso, con una definición de delitos y aplicación de sanciones por una autoridad reconocida.

Derechos y obligaciones de los usuarios:

1. Derechos

- Reconocimiento de sus derechos ancestrales sobre el agua.
- Redistribución interna del recurso, de acuerdo a las necesidades.

2. Obligaciones

- Mantener en buen estado la infraestructura comunal de riego.
- Evitar pérdidas (evitables) de agua.
- Acatar el cuerpo normativo y sus autoridades.

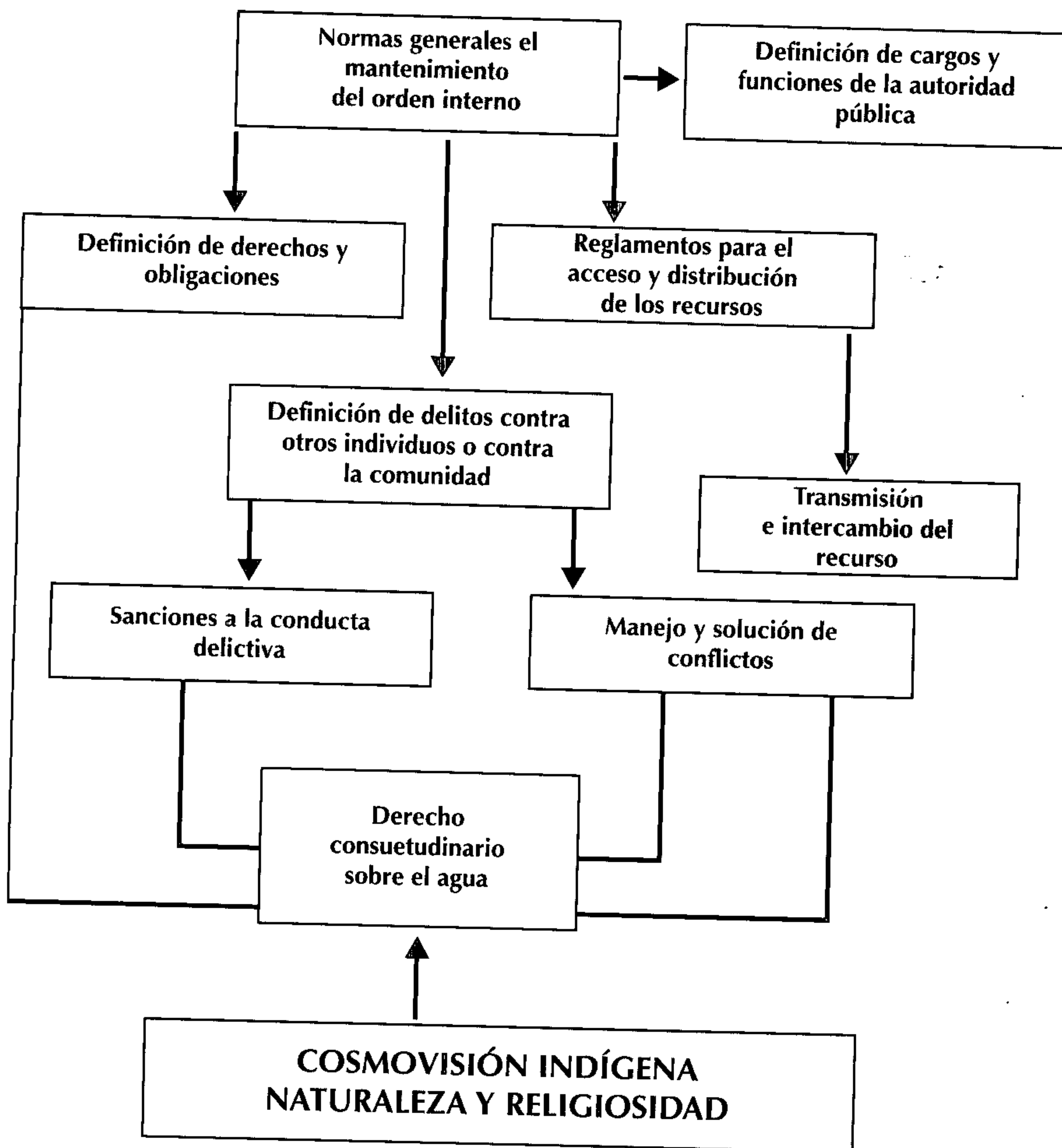
Este ordenamiento es propio de cada comunidad en su territorio, que básicamente queda delimitado por el control y manejo de una cuenca o micro cuenca. En este esquema cobra especial importancia el derecho ancestral sobre cerros y fuentes de agua -vertientes, ríos y lagunas -, y los correspondientes espacios productivos agrícolas y ganaderos en el área circundante.

Fuentes del derecho:

- A nivel de una comunidad, la fuente del derecho se asocia al control ejercido sobre un territorio red hidrográfica, cuenca o micro cuenca.
- A nivel de las familias, el derecho sobre el agua se define por el trabajo que se haya invertido en la infraestructura de riego - incluye sus antepasados.

La figura 3 permite identificar en una comunidad andina las manifestaciones que presenta cada uno de los indicadores o elementos del derecho indígena sobre el agua.

Figura 3: Componentes culturales del derecho indígena sobre el agua



Niveles para el análisis de una cultura hídrica:

Como se señalara antes, una particularidad del derecho sobre el recurso agua, radica en esa estrecha relación que mantiene con otros aspectos o niveles de la cultura como a) las formas organizacionales, b) los componentes tecnológicos y económicos, y c) los componentes mágicos y religiosos de su cosmovisión del nivel ideacional. Este último aspecto, contiene un conjunto de valoraciones sobre este recurso escaso, ligado a concepciones ancestrales que son muy diferentes a las concepciones y valoraciones que posee la cultura occidental.

El significado del agua en Los Andes se entrelaza con diferentes aspectos de la vida cotidiana como es el caso de las siguientes situaciones: a) existe una noción de ciclicidad del agua: mar - nubes - lluvias - lagunas - ríos; vinculación que se refleja en rituales donde el agua de mar es depositada en cumbres de cerros, para pedir lluvias durante el mes de Diciembre; b) se le atribuye una fuerza vital «subterránea», asociada al origen de la vida del ganado camélido; c) existen vínculos entre una comunidad y una fuente de agua que se manifiesta por: i) presencia de una vertiente sacralizada y el derecho al uso de agua que de esa fuente brota. ii) las aguas pertenecen a las tierras que riega; d) el ciclo anual de lluvias determina el ciclo agrícola, y con ello la elección de las autoridades que velarán por el control del agua de la comunidad; e) en la concepción antropomórfica de la naturaleza, el agua tendría poderes sobrenaturales; f) el agua corriente ha sido fuente de inspiración para las composiciones musicales andinas; g) las montañas circundantes son concebidas como depositarias del agua y por tanto responsables del caudal de ríos y vertientes, por ello son invocadas con ofrendas en cada ceremonial; h) ciertas constelaciones están asociadas a la presencia y circulación del agua, extendiendo así la posibilidad de manipular éxitos y fracasos de la actividad pastoril, más allá de la geografía terrestre, hacia el espacio «sideral».

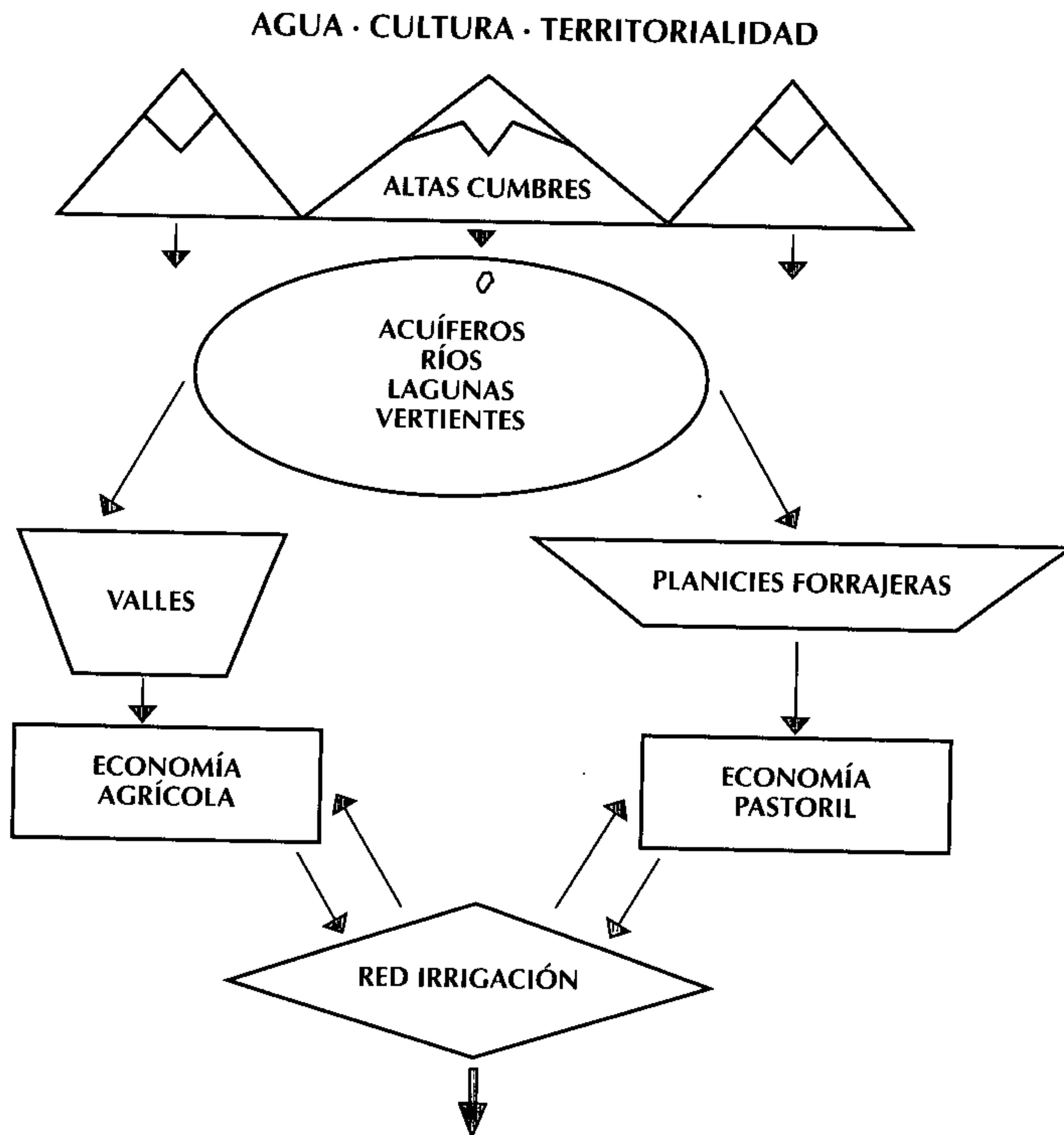
En un sistema de intervención humana del agua, se distinguen cuatro niveles: a) captación, b) conducción (a través de canales principales que cruzan laderas de cerros), c) distribución (técnicas de introducción del agua al predio), y d) aplicación (criterios para irrigar cada especie cultivada).

La presencia de la cultura se puede constatar, en la medida en que cada uno de los componentes (organizacional, tecnoeconómico e ideacional) se manifiesta en cada uno de los niveles señalados. Por ejemplo, al cruzar el nivel organizacional con el tramo captación, se constata que la comunidad organizada obliga a cada uno de los regantes a trabajar, bajo criterios localmente establecidos y respetados y aplica sus conocimientos ancestrales para la construcción de bocatomas o represas (nivel tecnoeconómico); a la vez que, en general, las diferentes fuentes de agua poseen un significado mágico religioso particular donde se deben celebrar rituales propiciatorios (nivel ideacional) (Ver figura 4).

Sin dudas, una de las manifestaciones más específicas de esta «cultura propia» en torno al agua, es la existencia de una sofisticada trama cognoscitiva y ritualística en torno a ella. Otra importancia de este paisaje semi árido de las montañas andinas, donde los recursos hídricos y los suelos productivos se encuentran dispersos, es haber obligado al hombre andino a recorrer grandes distancias con su ganado por zonas montañosas y desérticas, para asegurar su sobrevivencia. En esta movilidad permanente tras recursos productivos (tierra, agua y pastos), fue delimitando un territorio que, aunque discontinuo en términos productivos, estuvo plasmado de significados tangibles e intangibles que le daban continuidad: altas cumbres de cerros humanizados, significaciones mágico religiosas a diferentes accidentes del paisaje, dispersas construcciones para uso humano y del ganado, humedales con praderas donde apacentar el ganado temporalmente, etc.

En fin, este vasto espacio territorial muy difícil de reconocer como tal, debido a la dispersión de los recursos, la invisibilidad de los espacios semantizados por esta cultura, y por las formas temporales de uso, ha sido producto de la forma en que se distribuyen los recursos hídricos en el desierto.

Figura 4: Componentes culturales en el uso y manejo del agua



Componentes Culturales	Captación	Conducción	Distribución	Aplicación
Nivel Organizacional				
Nivel Tecno-económico				
Nivel Ideacional				



“Variabilidad de Precipitaciones Interanuales
sobre el Altiplano Sudamericano”
Documento Elaborado por el
Sr. René Garreaud
Departamento de Geología
Universidad de Chile

VARIABILIDAD DE PRECIPITACIONES INTERANUALES SOBRE EL ALTIPLANO SUDAMERICANO¹

René D. Garreaud

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

Trabajo adaptado del artículo: Garreaud, R. D., and P. Aceituno, 2001: Interannual rainfall variability over the South American Altiplano. *J. of Climate*, **14**, 2779-2789.

RESUMEN

La precipitación estival (diciembre-febrero) es virtualmente la única fuente de agua en el Altiplano Sudamericano, una meseta semiárida en altura en los Andes centrales. En la escala de tiempo interanual, la precipitación del Altiplano exhibe pronunciadas fluctuaciones entre sequía y condiciones muy húmedas, con impactos subsecuentes en la agricultura y la hidrología. Se encuentra que el promedio de los meses de verano del flujo zonal de gran escala sobre los Andes centrales, está directamente relacionado con el número de días con flujo del Este dentro de la estación que, a su vez, favorece la ocurrencia de una convección profunda en el Altiplano por medio del transporte de aire húmedo desde el interior del continente. Consecuentemente, la variabilidad interanual del viento zonal de la media estacional, explica casi la mitad de la variación de la convección estival sobre el Altiplano, a través de un patrón flujo del Este / húmedo - flujo del Oeste / seco. Una relación previamente documentada entre el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y una variación interanual de precipitaciones sobre el Altiplano, se explica por el calentamiento generalizado (enfriamiento) de la troposfera tropical durante la fase negativa (positiva) de ENOS y el fortalecimiento asociado (debilitamiento) del flujo del Oeste sobre los Andes centrales.

1. Introducción

Varios temas han motivado un creciente interés en la variabilidad de las precipitaciones sobre el Altiplano Sudamericano, una meseta de alto nivel (~3800 m) situada en los Andes centrales entre los 15° y 21° S. Primero, la precipitación estival es virtualmente la única fuente de agua para los habitantes y la agricultura en esta región semi-árida, a pesar de que intensas tormentas (como aquellas de enero de 2000) pueden provocar inundaciones locales y gatillar inundaciones súbitas sobre los faldeos de los Andes. Más aún, una fracción de la precipitación estival y del derretimiento de nieve representa la única recarga del sistema subterráneo de aguas del Altiplano y de los secos faldeos occidentales de Los Andes, controlando la hidrología regional sobre escalas de tiempo muy largas. Segundo, el calentamiento superficial y la convección húmeda profunda liberan grandes cantidades de energía a la troposfera media y superior sobre los Andes centrales, encadenando la variabilidad de las precipitaciones en el Altiplano con la circulación y las anomalías de precipitaciones sobre el resto de América del Sur (p. ej., Zhou and Lau, 1998). Finalmente, registros paleoclimáticos obtenidos de lagos secos y glaciares en el Altiplano, permiten un mayor conocimiento de la variabilidad del clima actual y develan condiciones ambientales pasadas y variabilidad climática en la región (p. ej., Thompson et. al., 1998).

Las condiciones atmosféricas medias sobre el Altiplano (p. ej., Schwerdtfeger 1976; Aceituno 1998) muestran una fuerte gradiente entre condiciones muy secas y estables en el sector sudoccidental (bordeado por el desierto del sur de Perú y el norte de Chile) y condiciones más húmedas en el sector nororiental (inmediatamente al

¹ El documento que se presenta a continuación, corresponde a un extracto de los contenidos centrales del documento en referencia, para los efectos del taller «La cuestión del agua en la provincia de Iquique».

Oeste de la cuenca del Amazonas). La precipitación altiplánica también exhibe un pronunciado ciclo anual relacionado de cerca con cambios estacionales de la circulación atmosférica (p. ej., Aceituno 1998). Sobre el 60% de la precipitación anual está concentrada en el verano austral (diciembre-febrero) en forma de intensas tormentas convectivas a lo largo de la meseta (p. ej., Garreaud 2000), cuando el flujo del Este prevalece sobre los Andes centrales permitiendo el transporte de humedad desde el interior del continente hasta el Altiplano. Sobrepuestos a las condiciones estivales medias, los días lluviosos tienden a agruparse en «episodios lluviosos», que duran de 1 a 2 semanas, interrumpidas por períodos secos de similar longitud. Las condiciones regionales durante estos episodios, se describen en Garreaud (1999, 2000), mientras que sus concomitantes anomalías de circulación de gran escala son descritas, entre otros, por Fuenzalida y Rutllant (1987), Aceituno y Montecinos (1993), Vuille et. al. (1998), Lenters y Cook (1999) y Garreaud (1999).

Consistentemente con su carácter transitorio en el tiempo y el espacio, la precipitación sobre el Altiplano es altamente sensible a las anomalías de circulación de gran escala. En la escala de tiempo interanual, las observaciones basadas en la superficie indican la alternancia de sequía y una condición de verano muy húmedo (p. ej., Ronchail 1998).

Varios estudios han mostrado que una fracción significativa de la variabilidad interanual de la precipitación en el Altiplano se relaciona con el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Thompson et. al. 1984; Francou y Pizarro 1985; Aceituno 1988; Aceituno y Garreaud 1995; Ronchail 1995, 1998; Lenters y Cook 1999; Vuille 1999). Basado en diferentes estimaciones de precipitación estival (información de estación de precipitaciones, nivel del lago Titicaca, acumulación de nieve) y en técnicas estadísticas, estos estudios documentan una tendencia hacia condiciones húmedas durante la fase fría ENOS (años La Niña) y condiciones secas durante la fase cálida ENOS (años El Niño). Sin embargo, no todos los veranos más lluviosos / más secos ocurren durante años ENOS extremos, ni todos los años El Niño / La Niña están asociados con anomalías extremas de precipitación (ver también Aceituno y Garreaud 1995; Vuille 1999). La debilidad de la relación entre ENOS y las precipitaciones estivales podrían ser causadas, al menos parcialmente, por la gran variabilidad espacial e interestacional de la precipitación sobre el Altiplano. Por ejemplo, un reciente trabajo por Vuille et. al. (2000) muestra que las anomalías de precipitación relacionadas con ENOS son mucho más pronunciadas y estadísticamente significativas sobre el sector occidental, en comparación con aquellas sobre el sector nororiental del Altiplano. En todo caso, el vínculo físico entre las anomalías de circulación de escala global (p. ej., ENOS) y las anomalías de precipitación en el Altiplano no está claro.

En el presente trabajo se investigó la variabilidad de la precipitación interanual sobre el Altiplano en un contexto más general, sin enfocarse a priori en la señal ENOS. Específicamente, se buscó caracterizar las fluctuaciones año tras año de la precipitación estival sobre los Andes centrales y su relación con los cambios en las precipitaciones en otras partes (p. ej., sobre el resto de América del Sur) y las anomalías de circulación de gran escala. Sólo después se investigó si la señal ENOS se proyecta o no sobre los campos de anomalías asociadas con la variabilidad de la precipitación altiplánica.

2. Visión de conjunto de la variabilidad intra-estacional

Los episodios lluviosos de verano, se caracterizan por altas cantidades de vapor de agua en la capa límite atmosférica que desestabiliza la columna troposférica sobre el Altiplano y que da lugar a una extendida convección húmeda a lo largo de la Meseta (Garreaud 2000). A la inversa, durante períodos secos, la humedad en niveles bajos es muy pequeña y la actividad convectiva es suprimida o muy aislada. Simulaciones numéricas hechas

por Garreaud (1999) sugieren que las fluctuaciones de humedad sobre el Altiplano, son producidas principalmente por cambios en el transporte de humedad sobre el faldeo oriental de los Andes centrales. En una escala más grande, las anomalías convectivas intra-estacionales sobre el Altiplano se extienden con dirección al Sureste hacia el Sur de Bolivia y el Norte de Argentina y tienden a estar fuera de fase con anomalías convectivas sobre el lado oriental del continente y de la zona de convergencia del Atlántico Sur (SACZ; Aceituno y Montecinos 1997; Nogues-Paegle y Mo 1997, Lenters y Cook 1999).

Los episodios lluviosos (secos) intra-estacionales también se asocian con anomalías de viento del Este (Oeste) en la troposfera media y superior sobre los Andes centrales (Fuenzalida y Rutllant 1987; Aceituno y Montecinos 1993; Vuille et. al. 1998; Lenters y Cook 1999), que, a su vez, parecen modular los flujos de ladera sobre la pendiente andina (Garreaud 1999). Las anomalías de flujo Oeste (Este)² sobre los Andes centrales durante períodos de convección suprimida (aumentada) se producen por una anomalía ciclónica (anticiclónica) centrada sobre América del Sur subtropical. La superposición de estas anomalías sobre el flujo medio es consistente con los cambios intraestacionales en la posición e intensidad del máximo estacional notada en estudios previos.

En conexión con las anomalías de circulación sobre América del Sur subtropical, se ha sugerido que las anomalías de circulación intra-estacionales (y, por ende, anomalías de flujo zonal sobre los Andes centrales) son factibles de ser producidas por ondas Rossby casi-estacionarias que emanan de la latitud media del Pacífico Sur, y presumiblemente excitadas por la oscilación interestacional sobre el continente marítimo.

3. Variabilidad interanual

Los resultados indican que los veranos con flujo medio del Este (Oeste) tienen un número mayor (menor) de días con flujo del Este.³ Por otro lado, la desviación standard del viento zonal diario es sólo débilmente dependiente de UA. De este modo, las diferencias de año en año en la evolución del viento zonal dentro del verano, ocurren principalmente como un cambio en el nivel de promedio del flujo, sin mucho cambio en la amplitud y frecuencia de las fluctuaciones intra-estacionales.

Consistentemente, la serie temporal del viento zonal sobre el Altiplano exhibe fluctuaciones intra-estacionales de similar amplitud y periodicidad, independientemente de las medias estacionales y mensuales (no mostradas). Se debe tener presente que las fluctuaciones intra-estacionales del viento zonal sobre los Andes centrales son producidas en gran medida por secuencias de ondas Rossby extratropicales que se amplifican sobre Sud América subtropical.

Considerando la cercana relación entre agua caída y flujo zonal durante episodios intra-estacionales, se sugiere que los veranos con flujo medio del Este (Oeste) están asociados a condiciones más lluviosas (secas) que lo normal sobre el Altiplano. Esta hipótesis es confirmada por el análisis de serie de tiempo de estas variables (Garreaud y Aceituno 2000) .

Los resultados obtenidos sugieren que la asociación entre El Niño (La Niña) y veranos más secos (húmedos) de lo normal en el Altiplano, se puede explicar por el calentamiento (enfriamiento) relacionado con ENOS en la troposfera tropical, especialmente sobre Sud América tropical y el Pacífico oriental, sobre el que se superponen

² Los signos de las anomalías en nuestros mapas de regresión son arbitrarios pero consistentes, dado el carácter lineal de nuestro análisis.

³ Tal relación no podía ser esperada a priori. Uno puede imaginar, por ejemplo, un año en que el débil viento oriental prevalezca durante la mayor parte del tiempo, pero unos pocos días con fuerte viento occidental producen una media estacional occidental.

episodios intra-estacionales. La variabilidad interanual de la temperatura de la troposfera tropical es también responsable de las anomalías en la pluviosidad estival relacionada con ENOS sobre el sector oriental de Sud América subtropical. Por ejemplo, mientras que la corriente subtropical intensificada (flujo del Oeste) tiende a suprimir la convección sobre el Altiplano durante los años El Niño, también favorece una actividad frontal persistente en el Sur de Brasil (p. ej., Kousky et. al. 1984; Lenters y Cook 1999). Entre medio de estos signos coherentes pero opuestos, las anomalías de pluviosidad sobre las tierras bajas bolivianas hacia el Este de los Andes son en gran medida independientes de ENOS (Ronchail 1998). El calentamiento o enfriamiento de la troposfera tropical relacionado con ENOS también explica una relación fuerte y directa entre las fases ENOS y las anomalías de temperatura de bajo nivel sobre el Altiplano, como está documentado en Vuille (1999) y Vuille et. al. (2000).

Dada la marcada similitud entre anomalías de circulación asociadas con la variabilidad de pluviosidad en el Altiplano y la señal canónica ENOS, cabría preguntarse por qué la relación de pluviosidad ENOS-Altiplano es más bien débil. Para comprender esta paradoja se examinaron anomalías geopotenciales (campo completo menos climatología) durante dos meses cuando la relación no se sostiene. El primer ejemplo es enero 1973, durante la etapa madura de El Niño moderado y pluviosidad altiplánica ligeramente sobre la normal. El calentamiento troposférico sobre el Pacífico oriental tropical y América del Sur es evidente durante este mes. Sin embargo, el calentamiento anómalo se extendió muy adentro de los subtrópicos de modo que el incremento en el viento zonal de alto nivel toma lugares entre 30° y 40° S. El segundo ejemplo es enero de 1989, durante la etapa madura de La Niña y pluviosidad altiplánica muy bajo lo normal. Como se esperaba, se halla un enfriamiento anómalo sobre el Pacífico central y gran parte de los Trópicos. En este caso, sin embargo, hay también una región de significativo enfriamiento hacia el Sudeste de los Andes centrales que lleva a anomalías de vientos Sur sobre el Altiplano.

De este modo, a pesar de que el patrón de gran escala durante meses individuales (o estaciones) se ve similar a la señal ENOS canónica, las anomalías de pluviosidad en el Altiplano son altamente dependientes de la posición, intensidad y cronograma de la baroclinicidad meridional anómala. La relación estadística relativamente débil entre variabilidad interanual de la pluviosidad de la cuenca hidrográfica promediada y los índices ENOS también puede ser producida por la amplia variabilidad de pluviosidad sobre el Altiplano (Vuille et. al 2000).

El calentamiento / enfriamiento generalizado de la troposfera tropical podría ser producido por fenómenos distintos a ENOS. La oscilación de diez años del Pacífico es de particular relevancia en las escalas temporales interanuales o más largas ya que muestra huellas tropicales similares a aquellas asociadas con ENOS (Zhang et. al. 1997; Garreaud and Battisti 1999). Las condiciones «cálidas» sobre el Pacífico central ecuatorial durante fines de los '70 y los '80 son, de este modo, consistentes con condiciones más secas que lo normal observadas en el Altiplano durante ese período (Vuille et. al. 2000).

4. Comentarios finales

La relación entre la variabilidad interanual de la circulación de gran escala y la pluviosidad altiplánica de verano (promediada para el área) ha sido investigada en este trabajo. Se debe tener presente, sin embargo, que la fuerza de tal relación varía a lo largo de la cuenca, y que la validez de los resultados de este trabajo debería ser confirmada por experimentos numéricos usando modelos de clima globales.

Los principales hallazgos fueron los siguientes:

- Las fluctuaciones interanuales en la pluviosidad del Altiplano, extendiéndose a lo largo de los Andes centrales y ecuatoriales, y las anomalías de viento zonal de alto nivel sobre el lado occidental de Sud América tropical y el Pacífico oriental, exhiben una relación flujo del Este / condiciones húmedas - flujo del Oeste / condiciones secas.
- La amplitud y frecuencia de las fluctuaciones de flujo zonal interestacional (forzadas desde los extra-tropicos) son, en gran medida, independientes de las condiciones tropicales medias. De este modo, la superposición de variabilidad interestacional y las condiciones estacionales medias resultan en fluctuaciones estivales del número de días con viento del Este sobre el Altiplano, que son consistentes con el flujo medio estacional.
- La relación previamente documentada entre ENOS y anomalías de pluviosidad altiplánica interanual, puede ser explicada por el calentamiento generalizado (enfriamiento) de la troposfera tropical durante la fase cálida (fría) de ENOS y los cambios asociados en el flujo zonal de media estacional flotando en latitudes tropicales-subtropicales. La cantidad (e incluso el signo) de las anomalías de pluviosidad altiplánica es, sin embargo, altamente dependiente de la ubicación de las anomalías de viento zonal. De este modo, la predicción estacional en esta región requiere un conocimiento detallado de la estructura de las anomalías tropicales-subtropicales de temperatura troposférica.

REFERENCIAS

- Aceituno, P., 1988: On the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 505-524.
- Aceituno, P., 1998: Climate elements of South American Altiplano (in Spanish). *Rev Geofísica - IPGH* 44, 37-55
- Aceituno, P., and A. Montecinos, 1993: Circulation anomalies associated with dry and wet periods in the South American Altiplano. *Proc. Fourth Int. Conf. On Southern Hemisphere Meteorology*, Hobart, Australia, AMER. Meteor. Soc., 330-331.
- Aceituno, P., and R. D. Garreaud, 1995: The impact of the ENSO phenomenon in the rainfall regime along the Andes cordillera (In Spanish). *Rev. Chilena Ing. Hidráulica*, 2, 33-43.
- Aceituno, P., and A. Montecinos, 1997: Patterns of convective cloudiness in South America during austral summer from OLR pentads. *Preprints, Fifth Int. Conf. On Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography*, Pretoria, South Africa, AMER. Meteor. Soc., 328-329.
- Aceituno, P., and A. Montecinos, 2000: Diurnal cycle over the South American Altiplano: Comparison between NCEP/ NCAR reanalysis with upper-air observations during the Visviri field experiments. *Preprints, Sixth Int. Conf. On Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography*, Santiago, Chile, AMER. Meteor. Soc., 412, 413.
- Dai, A., I. Y. Fung, and A. D. Del Genio, 1997: Surface observed global land precipitation variations during 1900-1998. *J. Climate*, 10, 2943-2962.
- Franco, B., and L. Pizarro, 1985: El niño y la sequía en los Altos Andes centrales (Perú y Bolivia). *Bull. Inst. Français Étudiants Andines*, 14, 1-18.
- Fuenzalida, H., and J. Rutlland, 1987: Origen del vapor de agua que precipita sobre el altiplano de Chile. *Proc. II Congreso Interamericano de Meteorología*, Buenos Aires, Argentina, 6.3.1-6.3.4.
- Garreaud, R. D., 1999: A multiscale analysis of the summertime precipitation over the central Andes. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 901-921.
- Garreaud, R.D., 2000: Intraseasonal variability of moisture and rainfall over the South American Altiplano. *Mon. Wea. Rev.*, 128, 3346-3379.
- Garreaud, R. D., and D. S. Battisti, 1999: Interannual (ENSO) and interdecadal (ENSO-like) variability in the Southern Hemisphere tropospheric circulation. *J. Climate*, 12, 2113-2123.
- Hulme, M., 1992: A 1951-80 global land precipitation climatology for the evaluation of general circulation models. *Climate Dyn.*, 7, 57-72.

- Jones, C., 1990: An investigation of low-frequency variability of the large-scale circulation over South America. M. S. Thesis, Meteorology Department, University of Utah, 103 pp. [Available from Meteorology Department, University of UTA, SALT Lake City, UT 84112-0110.]
- Kalnay, e., and Coauthors, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.
- Kessler, A., 1974: Atmospheric circulation anomalies and level fluctuations of Lake Titicaca. *Bonner Meteor. Abh.*, 17, 361-372.
- Kousky, V. E., M. T. Kagano and I. F. Cvalcanti, 1984: A review of the Southern Oscillation: Oceanic atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. *Tellus*, 36^a, 490-504.
- Lenters, J. D., and K. H. Cook, 1999: Summertime precipitation variability over South America: Role of the large-scale circulation. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 409-431.
- Liebmann, B., and C. A. Smith, 1996: Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 1275-1277.
- Liebmann, B., G. Kiladis, J. Marengo, T. Ambrizzi, and J. Glick, 1999: Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic Convergence Zone. *J. Climate*, 11, 2898-2909
- Meisner, B., and P. Arkin, 1987: Spatial and annual variations in the diurnal cycle of the large-scale tropical convective cloudiness and precipitation. *Mon. Wea. Rev.* 115, 2009-2032.
- Mo, K. C., and R. W. Higgins, 1997: The Pacific-South American mode and tropical convection during the Southern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 126, 1581-1596.
- Nogues-Peagle, J., and K. C. Mo, 1997: Alternating wet and dry conditions over South America during summer. *Mon. Wea. Rev.*, 125, 279-291.
- Ronchail, J., 1995: Variabilidad interanual de las precipitaciones en Bolivia. *Bull. Inst. Français Étudiants Andines*, 24, 369-378.
- Ronchail, J., 1998: Variabilité Pluviométrique en Bolivie lors des phases extrêmes de l' Oscillation Australe du Pacifique (1950-93) *Bull. Inst. Français Étudiants Andines*, 27, 687-698.
- Schwerdtfeger, W., 1976: High thunderstorm frequency over the subtropical andes during summer: Cause and effects. *Climate of Central and South America*, W. Schwerdtfeger, Ed., Elsevier, 192-195.
- Thompson, L. G., E. Mosley-Thompson, and B. J. Morales Arnao, 1984: El Niño-Southern Oscillation events recorded in the stratigraphy of the tropical Quelccaya ice cap, Peru. *Science*, 226, 50-52.
- Thompson, L. G., E. Mosley-Thompson, and Coauthors, 1998: A 25 000 year tropical climate history from Bolivian ice cores. *Science*, 282, 1858-1864.

Vuille, M., 1999: Atmospheric circulation over the Bolivian Altiplano during dry and wet periods and extreme phases of the Southern Oscillation, *Int. J. Climatol.*, 19, 1579-1600.

Vuille, M., D.R. Hardy, C. Braun, F. Keiming, and R.S. Bradley, 1998: Atmosph circulation anomalies associated with 1996/97 summer precipitation events on Sajama Ice Cap, Bolivia. *J. Geophys. Res.*, 103, 11.191-11.204.

Vuille, M., R.S. Bradley, and F. Keiming, 2000: Interannual climate variability in the Central Andes and its relation to tropical Pacific and Atlantic forcing. *J. Geophys. Res.* 105, 12 447-12 460.

Yulaeva, E., and J. M. Wallace, 1994: The signature ENSO in global temperature and precipitation fields derived from the Microwave Sounding Unit. *J. Climate*, 7, 1719-1736.

Zhang, Y., J. M. Wallace, and D. S. Battisti, 1997: ENSO-like interdecadal variability: 1900-1993. *J. Climate*, 10, 1004-1020.

Zhou, J., and K. M. Lau, 1998: Does a monzón climate exist over South America? *J. Climate*, 11, 1020-1040.



A N E X O

Participantes

CUADRO DESCRIPCIÓN DE PARTICIPANTES

Nombre	Profesión	Área Experiencia	Institución	Cargo	Ciudad
Juan Carlos Jofré Chamy	Ingeniero Ambiental	Contaminación hídrica y normas ambientales	CONAMA Nacional	Jefe Subdepartamento Control de la Contaminación Hídrica	Santiago
Sonia Chang Alcayaga	Bióloga	Medio Ambiente I Región	CONAMA I Región	Encargada «Sendero de Chile»	Iquique
César Faundez	Ingeniero Civil	Gestión del MOPTT, I Región	SEREMI Obras Públicas I Región	Secretario Regional Ministerial. Inauguración y clausura del Taller	Iquique
Alejandro Grilli	Ingeniero Civil Hidráulico	Recursos hídricos en zonas áridas	GP Consultores	Gerente General	Santiago
Mario Arenas	Ingeniero Civil	Saneamiento, desalación	ESSAN	Jefe Nuevos Negocios	Antofagasta
Manuel Durán	Geólogo	Hidrología, hidrogeología en minería	CMDIC	Gerente Geología	Iquique
Luis Alberto Rojas Badilla	Ingeniero Civil	Recursos hídricos	DGA, I Región	Director Regional, I Región	Arica
Víctor Valdivia Ríos	Ingeniero Agrónomo	Ley de fomento al riego y drenaje, proyectos de riego mecanizado	SAG I Región	Encargado Regional de Recursos Naturales Renovables	Arica
Milka Slavia Castro Lucic	Antropóloga	Andes del norte I y II región, indígenas, humedales de altura	UCH, Departamento de Antropología	Profesor	Santiago
René Garreaud	Ingeniero Civil	Meteorología y climatología	UCH, Departamento de Geofísica	Profesor Asociado	Santiago
Pablo Rengifo Oyarce	Ingeniero Civil Mg. Sc.	Hidrogeología, modelación de flujo y transporte de aguas subterráneas y contaminantes en suelos	DICTUC/ PUC	Subgerente Área Aguas Subterráneas, División Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Instructor Asociado	Santiago
Cristian Carrasco Farías	Biólogo	Relación recursos hídricos con ecosistemas de altiplano y pampa del tamarugal	UNAP	Académico	Iquique
Bob Brkovic	Abogado	Regulación y protección aguas indígenas	CONADI Región Norte	Abogado Jefe Subdirección Nacional Norte; Abogado Defensor Indígenas	Iquique

Nombre	Profesión	Área Experiencia	Institución	Cargo	Ciudad
Hilda Valenzuela Jeria	Ingeniero Civil Bioquímico	Control calidad de aguas, diseño y control procesos tratamiento	ESSAT	Jefe departamento Calidad de aguas	Iquique
Mónica Pardo	Geóloga	Medio Ambiente, recursos hídricos	DGA	Jefe departamento Conservación y Pro- tección de Recursos Hídricos	Santiago
María Victoria Rojas	Geóloga	Administración de recursos hídricos de el Estado	DGA	Jefe Secretaría Técni- ca, Depto. Adminis- tración de Recursos Hídricos	Santiago
Silvia Montti	Geóloga	Hidrogeología	EDRA Consultores	Gerente General	Santiago
José Bernardo González	Ingeniero Civil Químico	Procesos industriales, evaluación de proyectos medio ambiente	CONAMA I Región	Director Regional Tarapacá	Iquique
Humberto Peña	Ingeniero Civil	Hidrogeología	DGA	Director General. Realiza presentación introdutoria	Santiago

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS



3 5617 00006 6936

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
CB ASOCIADOS
IMPRESIÓN
CRISTIAN ECHEVERRÍA