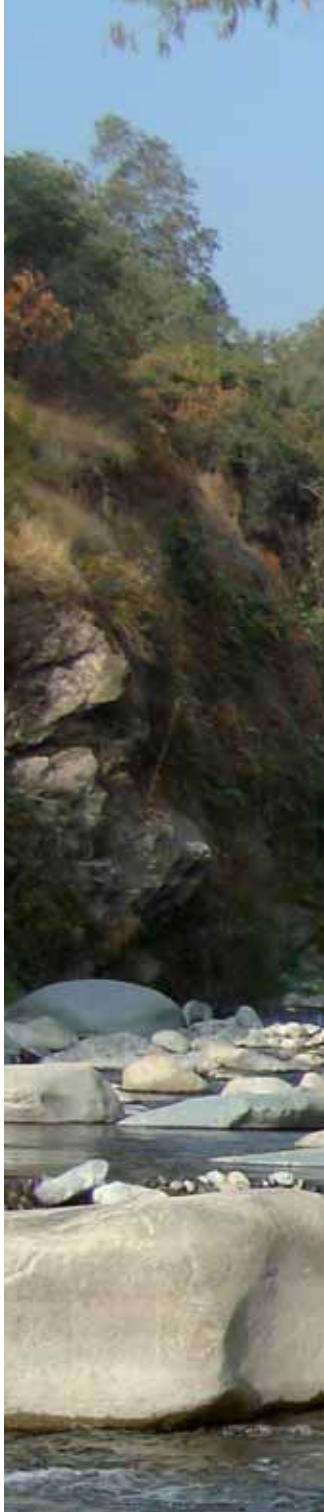
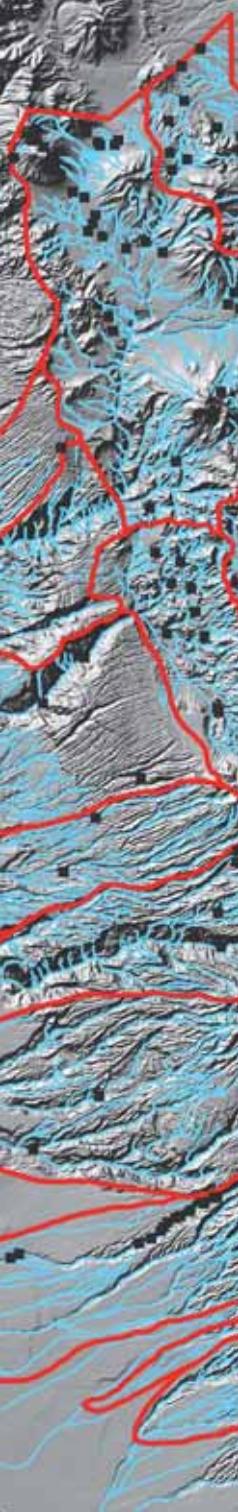




Subsecretaría  
de Desarrollo  
Regional y  
Administrativo

Gobierno de Chile



**GUÍA  
ANÁLISIS Y  
ZONIFICACIÓN  
DE CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS PARA  
EL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL**

Junio 2013



Subsecretaría  
de Desarrollo  
Regional y  
Administrativo

Gobierno de Chile

**GUÍA  
ANÁLISIS Y  
ZONIFICACIÓN  
DE CUENCAS  
HIDROGRÁFICAS PARA  
EL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL**

Junio 2013

## GUÍA ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)

Primera Edición, Junio 2013

Registro de Propiedad Intelectual N°: 229.978

ISBN: 978-956-8468-42-2

### COORDINACIÓN

Departamento de Políticas y Descentralización

División de Políticas y Estudios

SUBDERE

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Naciones Unidas

CONVENIO SUBDERE- CEPAL: PROGRAMA TRANSFERENCIA DE COMPETENCIAS A GOBIERNOS REGIONALES

### Coordinación:

Oswaldo Henríquez Opazo, Jefe Departamento de Políticas y Descentralización, SUBDERE

Ricardo Jordán Fuchs, Encargado Asuntos Económicos, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL

### Equipo de Trabajo:

Jorge Ibáñez Zamora, profesional del Departamento de Políticas y Descentralización, SUBDERE

Rodrigo Fuster, consultor CEPAL y Profesor Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile

Gabriel Mancilla, consultor CEPAL y Profesor Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile

Colaboraron asimismo en la elaboración de este documento el Profesor Andrés de la Fuente y la investigadora

Katherine Silva, del Laboratorio de Análisis Territorial de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Recursos Renovables de la Universidad de Chile.

### PATROCINIO

Estudio financiado por Crédito BID N°1828 OC-CH, Programa AGES

SUBDERE-DIPRES-BID

### APOYO EN PRODUCCIÓN GRÁFICA

Centro de Documentación y Publicaciones, CEDOC-SUBDERE

### DISEÑO Y PRODUCCIÓN

Simple! Comunicación

### FOTOGRAFÍA

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines no comerciales, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se incluya la cita bibliográfica del documento.

Las opiniones expresadas en este documento no reflejan la opinión oficial de la CEPAL.

Impreso en Chile/Printed in Chile

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>4</b>
INTRODUCCIÓN	6
<b>I. EL COMPONENTE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b>	<b>15</b>
1.1 La especificidad de la cuenca hidrográfica como componente de análisis territorial del Plan Regional de Ordenamiento Territorial.	16
1.2. Marco Jurídico e institucional a considerar en el análisis del componente Cuencas Hidrográficas del Plan Regional de Ordenamiento Territorial.	19
<b>II. MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS</b>	<b>27</b>
2.1 Evolución de enfoques de Cuencas Hidrográficas	28
2.2 Conceptos claves para el análisis territorial del componente cuencas hidrográficas en el contexto del instrumento PROT.	34
2.3 Delimitación del ámbito de análisis y zonificación de la cuenca hidrográfica	37
2.4 Criterios para clasificar y priorizar cuencas hidrográficas	42
<b>III. SECUENCIA METODOLÓGICA APLICABLE AL ANÁLISIS DEL COMPONENTE CUENCA HIDROGRÁFICA</b>	<b>55</b>
3.1 Secuencia metodológica según Fases	56
3.2 Fase de Preparación	60
3.3 Fase de Diagnóstico	76
3.4 Fase de Zonificación	102
<b>REFERENCIAS</b>	<b>138</b>



# PRESENTACIÓN

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo ha asumido un relevante rol en el desarrollo de las regiones, y por sobre todo, en la instalación de capacidades técnicas en los diferentes Gobiernos Regionales. Un ejemplo de esto es el trabajo desempeñado con ellos en la elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), instrumento que hemos planteado como eje central en la planificación regional.

La Guía de Análisis del Sistema de Cuencas Hidrográficas es uno de los cinco componentes del PROT y forma parte de la estrategia desarrollada por la SUBDERE para apoyar el proceso de instalación de competencias técnicas. En términos generales permite comprender de una mejor forma el territorio y, en particular, los sistemas de cuencas hidrográficas e incorporar este conocimiento en el proceso de planificación territorial.

Esta guía es una herramienta que permitirá que los profesionales de los Gobiernos Regionales dedicados a la planificación del territorio, cuenten con un método de análisis del sistema de cuencas hidrográficas, en el marco de una visión sustentable del desarrollo. Este método permitirá que esta unidad territorial pueda ser considerada e integrada a una planificación regional.

La transferencia de competencias en materias de ordenamiento territorial, iniciada en 2010, tiene como premisa que mientras más capacidades de planificación en los gobiernos regionales se desarrollen, más profundizaremos el proceso de descentralización del país. Con ello permitiremos que las instituciones regionales vayan asumiendo un mayor liderazgo y, así, avanzar en el desarrollo de su territorio y su gente.

MIGUEL FLORES VARGAS  
Subsecretario de Desarrollo Regional y Administrativo

*“El desarrollo futuro será sustentable o simplemente no será, y para que sea verdaderamente sustentable, tenemos que compatibilizar mucho mejor sus tres principales pilares: crecimiento económico, empleo, oportunidades; crecimiento o desarrollo social, para eliminar la pobreza y reducir las desigualdades excesivas; y un nuevo trato y una nueva actitud frente a la naturaleza y el medioambiente, que sin duda tiene que ser no solamente más respetuosa, sino que también más inteligente”.*

Sebastián Piñera Echenique,  
Cumbre Río + 20,  
20 de Junio de 2012



# INTRODUCCIÓN

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en el marco del proceso de traspaso de competencias de planificación y ordenamiento territorial a los gobiernos regionales, ha considerado esencial elaborar la guía de "Zonificación de Cuencas Hidrográficas para el Ordenamiento Territorial", la cual forma parte de una serie de cinco documentos -uno para cada componente- que conducirán a la elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) y que forma parte del sistema de planificación territorial regional, junto a la Estrategia de Desarrollo Regional y las Políticas Públicas Regionales.

La formulación del Plan Regional de Ordenamiento Territorial ha implicado un conjunto de actividades de apoyo que han permitido paulatinamente instalar capacidades técnicas de análisis territorial aplicado a los distintos componentes ya tratados, como son: el análisis de riesgos naturales, la zonificación de borde costero, y el análisis del sistema regional de asentamientos humanos. Durante este año estamos avanzando en apoyar el trabajo en el territorio delimitado por las cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial y en ese esfuerzo se preparó esta guía concebida como un material de referencia para orientar el trabajo de ese componente.

El análisis territorial de las cuencas en el contexto del ordenamiento territorial regional es de vital importancia dada la preocupación y debates públicos por los cre-

cientes problemas ambientales, sociales y económicos, que se manifiestan en el desabastecimiento hídrico en vastas zonas del país, la prolongada sequía, el cambio de patrones de precipitación, la desaparición y retroceso de glaciares, la creciente competencia y conflictividad por el agua, la sobreexplotación y subutilización de los recursos hídricos, y la remoción de hábitats relevantes vinculados al agua, problemas que se perciben como una regularidad. Una regularidad que no está dissociada en absoluto con los diversos sistemas y usos del territorio que se verifican en las cuencas hidrográficas.

Los problemas y procesos territoriales propios de las cuencas varían de norte a sur del país, abarcando desde limitaciones estructurales en la disponibilidad del agua para consumo humano, hasta crecientes situaciones de conflictos por el uso del recurso hídrico y los recursos naturales asociados. No menos importante, son las áreas críticas e inseguras por la creciente vulnerabilidad que se crea en las partes bajas de las cuencas, dada su exposición a inundaciones estacionales, remociones y deslizamientos de tierra, desborde de cauces colmatados de sedimentos, e incendios forestales, entre otras manifestaciones de amenazas o peligros.

La integración de los resultados derivados del análisis de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial permitirá a instituciones y actores más objetivamente lograr metas de sustentabilidad en sus respectivos procesos de desarrollo.

De manera funcional a este propósito, la guía se estructuró en dos módulos principales: un primer módulo que comprende la caracterización, diferenciación y comprensión de cómo se verifica el ciclo hidrológico en las cuencas para ser aplicado a los diversos contextos regionales, y un segundo módulo que desarrolla una propuesta metodológica conducente a zonificar o establecer áreas relativamente homogéneas en las cuencas de acuerdo a sus características intrínsecas y funciones territoriales vinculadas al agua.

Con la entrega de este documento de trabajo contribuimos con una herramienta adicional para facilitar -desde la perspectiva técnica- el trabajo de los planificadores regionales en el cumplimiento de la Ley Orgánica de Gobierno y Administración Regional, en materia de ordenamiento territorial. Esperamos continuar entregando tantas herramientas sean necesarias a los equipos profesionales de las Divisiones de Planificación de los gobiernos regionales a través de la profundización del proceso de transferencia de competencias, con el propósito prioritario de continuar avanzando en la formulación de instrumentos fundamentales como el Plan Regional de Ordenamiento Territorial para la toma de decisiones y perfeccionar la gestión planificada del desarrollo de cada uno de los territorios regionales y con ello avanzar en el proceso de descentralización.

En la búsqueda del desarrollo sostenible a través del enfoque del Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable, se pondrá énfasis en revelar los complejos procesos espacio- temporales de transformación territorial en su triple dimensión: económica, sociocultural y ambiental. Existe un amplio consenso a nivel mundial respecto de este enfoque de carácter integral, el cual pretende alcanzar los siguientes objetivos: económicos, ligados a la noción de competitividad o de inserción competitiva de las regiones y el país en la economía global; socio-culturales, ligados a la idea de inclusión y cohesión social; y ambientales, vinculados a la idea de sustentabilidad ambiental del desarrollo.

Con tales propósitos y enfrentados a la complejidad de abordar el ordenamiento territorial de un espacio físico concreto, como son las cuencas hidrográficas es posible y práctico identificar y abstraer temporalmente unidades del mismo, las que denominaremos componentes de análisis territorial. Por componentes de análisis entenderemos aquellas topologías y/o unidades territoriales - entendiendo el territorio en cuanto génesis humana -, que pueden ser constatadas al nivel del país en un gran número de lugares y ámbitos concretos, a diferentes escalas. Ello resulta metodológicamente adecuado, como un método de abordaje más simplificado, que permitiría conocer más precisamente el funcionamiento de cada componente, para luego integrarlos todos a nivel regional.

A los efectos de la elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), se han definido los siguientes componentes de análisis territorial: componente rural, componente urbano, componente costero y componente cuencas hidrográficas. Lo anterior no excluye en absoluto la existencia de diversas subcategorías dentro de éstos componentes.

Particularmente para el caso del componente cuencas hidrográficas en Chile se reconocen para los efectos de la administración sectorial del recurso agua superficial tres tipologías de cuencas, a saber: cuencas, subcuencas y subsubcuencas (microcuencas) atendiendo al criterio orden jerárquico de la red hidrográfica, mientras que en función del área geográfica de origen se reconoce la tipología de cuencas Costeras, Preandinas, Andinas, y Transandinas. En todo caso, cada uno de los cuatro componentes de análisis territorial y sus respectivas clasificaciones y denominaciones serán materia de definición regional, en función de las características propias de cada territorio, así como de las variables y criterios de análisis que la región priorice.

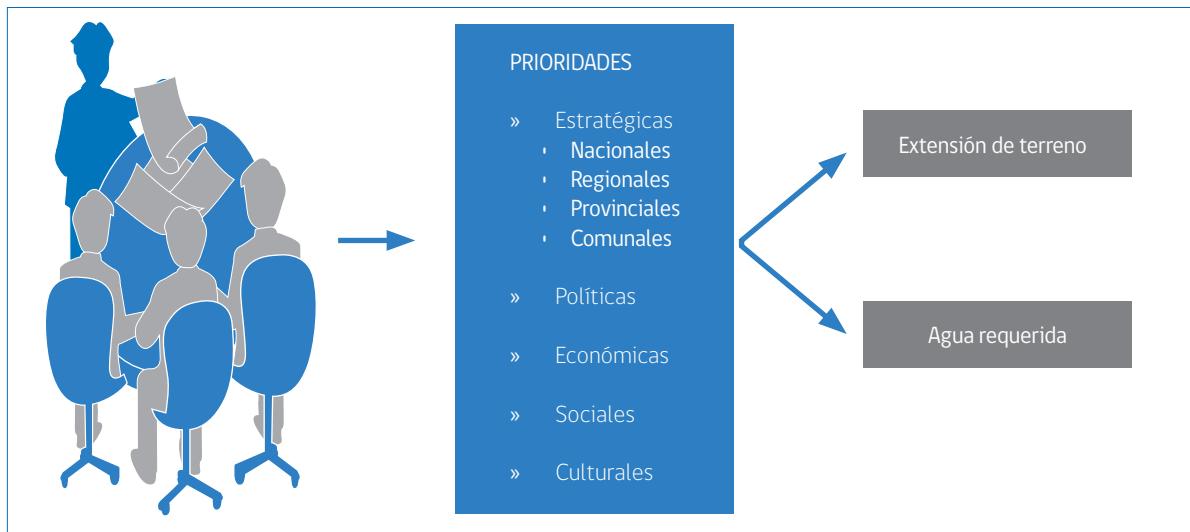
En forma específica, en el componente de análisis de cuencas hidrográficas, el proceso de ordenamiento territorial contribuirá a la armonización de funciones territoriales que convergen y compiten por el recurso agua en el territorio de la cuenca. Sus resultados deberían facilitar ulteriores procesos de gestión ordenados, articulados e informados, conducentes a optimizar los impactos positivos de las intervenciones, desde el punto de vista social, económico y ambiental, todo ello en pos del bienestar presente y futuro de la sociedad. Lo anterior, sin desconocer las definiciones y normas que regulan la utilización del recurso hídrico ya establecidas por los organismos competentes, en particular la institucionalidad responsable en materia de gestión de los recursos hídricos. En Chile esa institucionalidad sectorial es la Dirección Nacional de Aguas dependiente del Ministerio de Obras Públicas.

Uno de los propósitos fundamentales del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) es consensuar un modelo territorial de desarrollo que oriente e influya en la distribución de las funciones territoriales acorde a los lineamientos estratégicos de una determinada región. El éxito del plan,

como se indicó al inicio, radicará en conjugar las dimensiones económicas, socio-culturales y ambientales. Como dimensión económica se entiende crear riqueza y maximizar los beneficios económicos directos de la población a través de promover las actividades apropiadas u óptimas para el área en cuestión y las aptitudes o habilidades de sus habitantes. Esto está en directa relación con la dimensión socio-cultural, la cual busca involucrar o hacer partícipe a la población, la cual explicita sus aspiraciones respecto al plan y, en lo posible, obtiene beneficios. Por último, la dimensión ambiental involucra todos los procesos, relaciones, capacidades, limitaciones y cuidados que se tienen y se deben tener para que las actividades que se planifiquen tengan el menor impacto posible sobre el medio. Cuando las tres dimensiones mencionadas se acoplan de manera armónica, la planificación territorial planteada estará cumpliendo con el principio del desarrollo sostenible.

La dimensión socio-cultural debe involucrar necesariamente la identificación de los actores locales y sus legítimas aspiraciones, las cuales, en ningún caso, podrán sobrepasar los marcos y prioridades que imponen los intereses mayores de índole nacional o regional. Los equipos regionales a cargo de definir los alcances de sus respectivos planes deberán reunir y compilar la diversidad de intereses, aspiraciones y aptitudes para establecer prioridades estratégicas, políticas, económicas, productivas, sociales y/o culturales. Por cierto, cada una de esas prioridades requerirá de un espacio geográfico en donde se realice materialmente, comprometiendo superficie, así como también volumen y calidad de recursos, de los cuales el hídrico puede ser una importante condicionante (Figura 1):

Fig.1. Los PROT establecen prioridades territoriales que requerirán superficie y recursos hídricos que las sustenten.



Fuente: Elaboración propia.

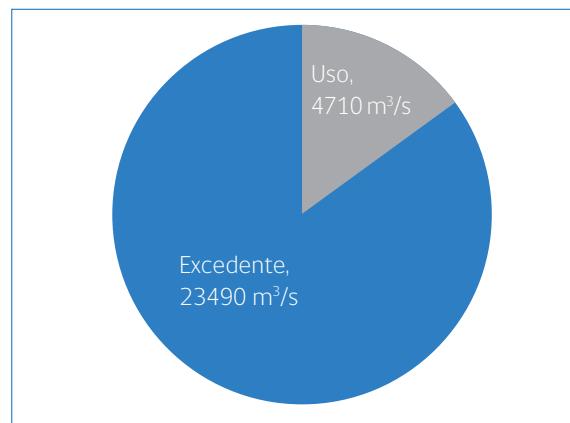
La anterior aseveración no entrega, sin embargo, mayor información respecto de cuál escala o qué unidad básica es la adecuada para la planificación. Por ejemplo, si tomamos en consideración la escala país completo con diversas superficies asignadas para diferentes usos y coberturas del suelo (Cuadro 1), en las cuales los actores son todos sus habitantes y el componente económico se refleja en un PIB de alrededor de US\$ 250.000 millones en 2011. La estadística estipula para dicha situación, que el país emplea agua a una tasa de 4710 m<sup>3</sup>/s, mientras que la oferta hídrica en el país es de 28200 m<sup>3</sup>/s (Banco Mundial, 2011). Desde esta escala nacional claramente Chile estaría sub-utilizando sus recursos hídricos y existiría un amplio potencial para permitir un crecimiento (Figura 2).

**Cuadro 1. Uso y cobertura vegetal del suelo en Chile**

Uso territorial	Superficie (ha)	%
Áreas sin vegetación	24.776.727	32,8
Praderas y matorrales	19.985.362	26,5
Bosques	16.595.332	21,9
Nieve y glaciares	4.293.895	5,7
Humedales	4.618.369	6,1
Terrenos agrícolas	3.414.515	4,5
Áreas urbanas e industriales	248.053	0,4
Otros	1.607.994	2,1
<b>TOTAL</b>	<b>75.540.247</b>	<b>100</b>

Fuente: Catastro de uso y cobertura del suelo en Chile. CONAF-CONAMA-BIRF, 1999

**Fig. 2. Usos y excedentes de agua en Chile**



Fuente: Banco Mundial, 2011

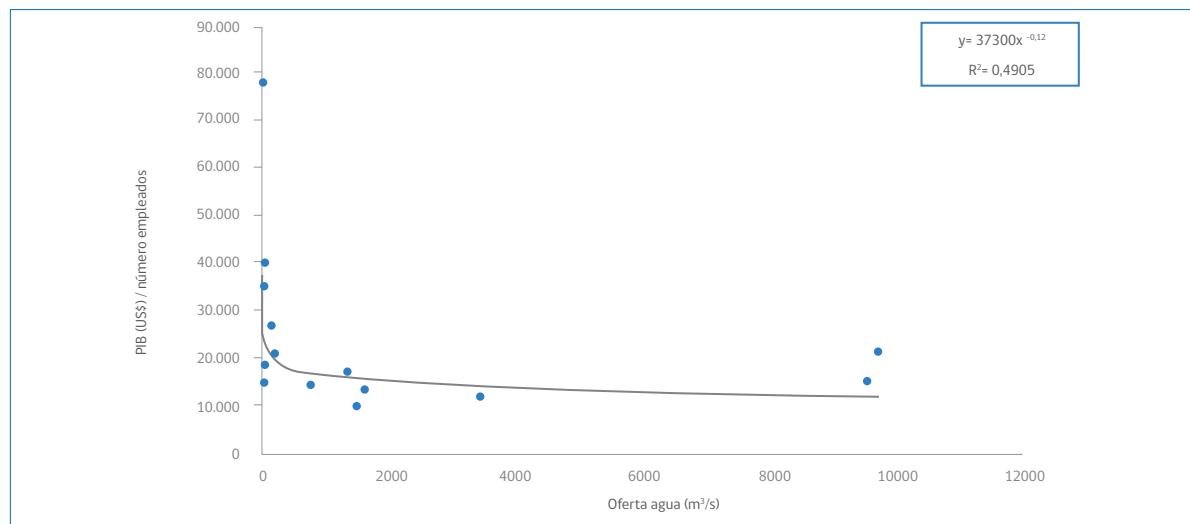
Sin embargo, esta realidad pasa a un nivel secundario cuando se refiere a una escala regional, la cual muestra que los mayores PIB en el país se originan en las regiones con la menor oferta hídrica (Cuadro 2 y Figura 3). En otras palabras, los mejores escenarios económicos se originan con un costo ambiental amplio, lo cual no favorece ciertamente el desarrollo sostenible, y menos la armonía entre las dimensiones socio-cultural, económica y ambiental. Ante ese escenario, la mencionada sub-utilización de los recursos hídricos por parte del país sólo ocurre en las regiones en las cuales el PIB es menor, y, por el contrario, aparecen evidencias de sobre-utilización del agua en las regiones con mayor PIB. Sin dudas, esto generará (y ha generado) conflictos a corto y mediano plazo.

Cuadro 2. PIB y consumo hídrico regional en Chile

Región	M3/habitante/año	PIB(US\$)/habitante
II	52	37.131,6311
I	854	21.295,5453
III	208	16.030,4403
RM	525	12.992,9785
XII	1.959,036	10.207,8951
VI	6.829	9.583,24854
V	801	8.689,6341
IV	1.020	8.440,00886
XI	2.995,535	8.178,13717
VIII	21.556	7.169,06321
VII	23.978	6.313,64459
XV	854	5.847,827
XIV	136.207	5.789,68832
X	136.207	5.539,60145
IX	49,273	4.234,94466

Fuente: ODEPA (2012) y Banco Mundial (2011)

Fig. 3. Razón PIB/Nº empleados, vs. Oferta de agua regional en Chile



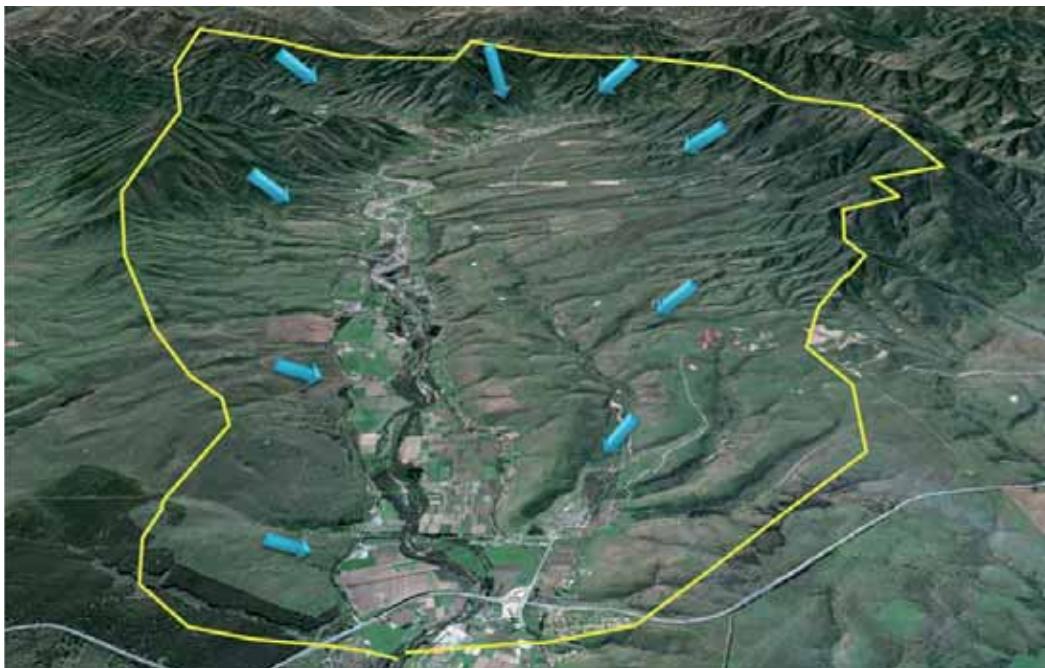
Fuente: ODEPA (2012) y Banco Mundial (2011)

La disparidad descrita responde a una preponderancia en la dimensión económica por sobre las socio-culturales y las ambientales. Casos concretos se observan en la Región de Atacama, en la cual el agua se transa a grandes precios y se postula que, a corto plazo, no será suficiente para mantener la población humana y las respectivas actividades productivas.

Los conflictos mencionados en el punto anterior derivan, entre otras razones, de la compartimentalización sectorial, y su consecuente déficit en la planificación territorial integrada. Al respecto, resulta clara la contribución que puede aportar el ordenamiento y la planificación territorial desde la perspectiva de armonizar los componentes socio-cultural, económicos y ambientales. De cualquier manera, las planificaciones territoriales que abarquen escalas nacionales, regionales e incluso sub-regionales pueden carecer de detalles que, a nivel socio-cultural y ambiental, son relevantes. Fue ya expuesto lo que puede ocurrir con un recurso esencial y básico como el agua.

En general, las diversas actividades productivas en un área determinada tienden a compartir los recursos hídricos, y por lo tanto una planificación con más detalle es conveniente. La cuenca es la unidad física natural en la cual todas las tierras drenan hacia un mismo curso o cuerpo de agua (Figura 4). El recurso hídrico fluye desde la cabecera de la cuenca y culmina en el mar o en otro cuerpo de agua, por lo cual conecta la cuenca de principio a fin. Esto implica que todas las actividades o sucesos que tengan impacto en la cuenca podrán repercutir aguas abajo. En la actualidad, son cada vez más usuales los conflictos por el sobre-uso o usos no autorizados de determinados cursos y cuerpos de agua, lo que alerta de la necesidad de emplear y hacer extensivo el criterio de aptitud hídrica como un condicionante muy relevante de las actividades productivas de un territorio determinado.

Fig. 4. Diagrama de una cuenca. El área al interior del polígono amarillo limita la zona aportante hacia los mismos cursos de agua.



Fuente: Elaboración propia a partir de imagen de Google Earth, 2012.

Independientemente de la escala de representación final del instrumento PROT, 1.250.000, el análisis territorial del componente cuencas, incluido la identificación de conflictos actuales y potenciales, debe y puede ser enfocado al nivel de detalle requerido por las prioridades regionales en los ámbitos geográficos de sus cuencas. La Dirección General de Aguas (DGA) ha identificado las cuencas, sub-cuencas

y sub-sub-cuencas para la totalidad del país (DGA-MOP, 1978; DGA-MOP 2000), en cada una de las cuales puede estimarse su propio balance de agua. Así, los tomadores de decisión pueden profundizar desde la actual situación regional en varias unidades y subunidades, siendo más eficientes y focalizados en sus determinaciones.



# I. EL COMPONENTE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## 1.1 LA ESPECIFICIDAD DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO COMPONENTE DE ANÁLISIS TERRITORIAL DEL PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Las cuencas hidrográficas como componente de análisis territorial se incluyen dentro de un grupo de espacios geográficos singulares considerando que:

- La cuenca hidrográfica representa el ámbito físico-natural que asociado al agua, tiene relevancia determinante en la conformación del ambiente y principalmente de todo desarrollo viviente. De todos los componentes de la naturaleza, vitales para la supervivencia humana, el agua ocupa un lugar privilegiado en la punta de la pirámide ambiental. En ese sentido la cuenca hidrográfica es funcional al resto del territorio como la "fábrica natural" del elemento vital de la naturaleza, la sociedad y la economía, dado el especial rol que desempeñan las cuencas dentro del ciclo hidrológico de capturar y concentrar la oferta del agua precipitada<sup>1</sup>,

- La especial vulnerabilidad o fragilidad natural que presentan y dada su singular combinación de condiciones, problemas y potencialidades de carácter biofísico, como por sus relaciones entre los múltiples usos e intereses, incluyendo superposiciones de normativas y competencias institucionales que las regulan.

1 CEPAL, 2002 Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 47 2002. "Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica". Dourojeanni, A., Jouravlev A., Chávez G., En este trabajo se explicitan en tres amplios razonamientos el porqué se consideran las cuencas como unidades territoriales adecuadas para la ordenación territorial.

Cuenca conservada de alta naturalidad en el Sur de Chile



Fuente: Foto Carlos Quezada. Gentileza Diario La Tercera.

- Se encuentran sometidas a crecientes tensiones y conflictos entre la propiedad, uso de la tierra y el aprovechamiento del recurso hídrico propio de la cuenca, que se manifiesta concretamente en la creciente competencia por el agua y en los crecientes niveles de riesgo potencial producto de fenómenos naturales sobre la población asentada y la economía.

- A diferencia de los otros componentes de análisis territorial, las cuencas u hoyas hidrográficas están delimitadas claramente por una superficie de captación y escorrentía de precipitaciones. Sin embargo, su área de influencia no se restringe a esa superficie "colectora" en la práctica es

más extensa y flexible, estando fuertemente condicionada a la función territorial prioritaria de la misma.

- Las cuencas hidrográficas son consideradas ecosistemas estratégicos regionales (también denominados ecosistemas de montaña) para el resto de los componentes de análisis, en especial para el componente asentamientos humanos por las funciones territoriales y ambientales que cumple, en especial lo referido a la regulación del ciclo hidrológico, la protección del suelo, la amortiguación de crecidas de cauces y el suministro de agua para consumo humano.

- Las simulaciones de efectos esperados de cambio climático global alertan impactos pronunciados en las partes más altas de la cuenca (territorios de montaña), proveedores de un conjunto de funciones/servicios ambientales esenciales, entre ellos el abastecimiento de agua dulce fresca. De ahí la extraordinaria importancia de incluir en el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas la perspectiva de los impactos del cambio global en ellas.

El área de la cuenca hidrográfica como componente de análisis territorial para los efectos de la elaboración del PROT se presenta como una unidad física compacta y demarcada por límites naturales dentro de cada región político-administrativa. Complementario al componente ambiental agua, que corresponde al recurso base de la denominación de cuenca, el territorio de la cuenca exhibe características singulares, como su geomorfología y sus suelos, que entregan pautas incontrarrestables sobre sus aptitudes. Así se podría definir la siguiente topología de la cuenca:

- Partes altas, en las cuales se verifica la precipitación nival y dominan bosques en altura. Son zonas preferentes para la

protección de cuencas dada su estratégica función de reserva, producción y regulación hídrica del conjunto de la cuenca;

- Áreas de pendientes moderadas en cerros, con bosques, las cuales pueden ser empleadas para producción forestal si es requerido;

- Áreas de pendientes moderadas, con pastos, las cuales pueden emplearse preferentemente para praderas;

- Partes bajas, de pendientes ligeras a planas y suelos profundos. Pueden ser de orientación francamente agrícolas, así como también podrán ser destinadas a desarrollos urbanos, industriales, grandes infraestructuras, etc.

El análisis del territorio de las cuencas hidrográficas, en tanto componente del PROT, adicionalmente revelará conocimiento y/o vacíos de información acerca de si el recurso hídrico en cuestión permite o no sustentar los usos actuales y previstos. Con ello se aportará sobre todo en propuestas que se adelanten y prevengan conflictos de cuencas, e indiquen las prioridades de las áreas de gestión para mitigar, mediar, remediar las áreas más degradadas o de mayores contraposiciones de intereses de usos.

El análisis territorial de las cuencas hidrográficas abstraídas como componente del PROT no debe, en ningún caso, desconectarse de los análisis y propuestas para el resto del territorio regional. Es deber de los planificadores no perder de vista los intereses mayores, binacionales, nacionales, regionales, provinciales. Igualmente, no debe minimizarse el hecho de que muchas normativas, disposiciones o asignaciones de recursos naturales siguen el esquema de las divisiones territoriales administrativas, condición que deberá ser asimilada e internalizada por los planificadores.

El análisis territorial del componente cuencas hidrográficas requiere aproximarse inicialmente al conocimiento, datos e información vinculada a los siguientes conceptos:

- » Zonas de producción de agua (o almacenaje en forma de nieve), que son aquellas áreas que preferentemente deberán ser protegidas. Al respecto se recomienda emplear como criterio la altitud, disponible en cartas IGM o Modelos Digitales de Elevación (DEM).
- » Hidrología (regímenes, distribuciones, períodos de retorno, etc.) que entrega la disponibilidad de agua en diversas épocas del año, así como la respuesta de la cuenca ante ciertos eventos de lluvia. Los registros hidrológicos se basan principalmente en los datos colectados en estaciones fluviométricas o estadísticas generadas por la Dirección General de Aguas (DGA).
- » Las características de los suelos que definen su aptitud (capacidades de uso de suelos, que también puede emplearse como criterio de zonificación). Existe información para gran parte de los suelos del país, disponible en CIREN o bien en el Servicio de Impuestos Internos (SII).
- » El uso actual de los terrenos, el cual puede no corresponder a sus aptitudes. Para esta información puede emplearse el Catastro de Bosque Nativo de CONAF, o datos de los Gobiernos Regionales.
- » Los derechos de agua sobre el cauce de interés, sus tributarios y las fuentes subterráneas. Información que debe estar disponible en la Dirección General de Aguas.
- » Las normas de calidad de agua, que pueden ofrecer restricciones y necesidades de inversión para limpieza y tratamiento de aguas residuales (Decreto 143 del

Ministerio Secretaría General de la Presidencia para normas primarias; Normas secundarias para algunos cursos y cuerpos de agua; Normas de calidad de agua, tales como la NCh. 1333).

- » Los caudales ecológicos asociados a cursos de agua, sobre lo cual la Dirección General de Aguas ha establecido procedimientos. Asimismo, existe información sobre caudales ecológicos en diversos proyectos presentados al Sistema de Evaluación Ambiental.
- » Las organizaciones sociales y culturales que surgen y se manejan en la cuenca y que dependen de los recursos hídricos, actividades agrícolas y pecuarias, organizaciones sindicales, profesionales, etc. Lo anterior conjuga la interacción medio ambiente – participación social.
- » Los regímenes de propiedad de la tierra en la cuenca.

Los conceptos anteriores establecen adicionalmente un marco instrumental e institucional conveniente en cuanto a la orientación más práctica y objetiva que deberán considerar los equipos regionales durante la elaboración del PROT, tanto en la visión actual como en sus proyecciones futuras acerca de los usos y funciones de los territorios que abarca.

## 1.2 MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS DEL COMPONENTE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

El Ordenamiento Territorial de relevancia y escala regional se materializará en un instrumento orientador estratégico y de largo plazo que se ha denominado Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT). Dicho instrumento se sustentará en la colaboración y coordinación de los diversos órganos de la administración del Estado en el nivel regional, dotados de sus marcos regulatorios y competencias respectivas. Para ello el instrumento PROT establecerá las orientaciones necesarias para guiar el accionar institucional en función del modelo de ordenamiento territorial acordado y basándose en el marco normativo vigente que podrán abarcar desde preceptos constitucionales hasta normativas sectoriales.

En ese entendido un primer nivel de organización territorial insoslayable es la División Político-Administrativa de Chile que para los efectos de todo el trabajo de diagnóstico, análisis y propuesta de ordenamiento territorial reconocerá el límite político administrativo regional como espacio jurisdiccional del Gobierno Regional.

Respecto de la División Político-Administrativa<sup>2</sup> y sus implicancias para el Ordenamiento Territorial se deberá tener siempre en perspectiva:

- El carácter unitario del Estado de Chile, implica que en todo su territorio se mantiene la unidad del ordenamiento jurídico. Lo anterior, no obsta para que se determine que su administración sea funcional y territorialmente descentralizada o desconcentrada, para lo cual el territorio se divide en regiones, consagrándose en términos imperativos la descentralización y la desconcentración.
- La administración territorial del Estado, implica distinguir cuatro niveles jerárquicos: nacional, regional, provincial y comunal. El nivel nacional está bajo la directa tuición del Poder Ejecutivo, Presidente de la República y ministerios, encargados de dictar las políticas y normas legales que regirán en todas las materias y para todo el territorio del país. De este nivel emanan las leyes y las políticas nacionales que inciden en la organización del territorio nacional.

2 Dourojeanni A. argumenta sobre este aspecto que políticamente los límites de las cuencas crean situaciones complejas de administración para los distintos niveles de gobierno (nacional, central o federal, estatal, provincial, regional, municipal, comunidades indígenas, etc.), quienes, por una parte, tienen la responsabilidad de dirigir, administrar o facilitar el funcionamiento de procesos de gestión de los recursos naturales y de prestación de servicios públicos basados en el agua y, por otra, deben relacionarse con otros niveles de gobierno para resolver problemas comunes. Los límites político-administrativos se superponen a los límites naturales delimitados por la naturaleza. Ver Tendencias actuales en la gestión del agua Institucionalidad y Gestión del Agua: los Desafíos Jurídicos y Ambientales de Hoy (Santiago, Chile, 24 de octubre de 2000).

En el nivel regional, la Ley N° 19.175<sup>3</sup>, sobre Gobierno y Administración Regional (LOCGAR), establece la existencia de un Gobierno Regional (GORE) basado en una estructura mixta, esto es, constituido por un Intendente que preside un Consejo Regional (aparato descentralizado) el cual es, a la vez, el representante del Presidente de la República en la región (aparato desconcentrado). El Gobierno Regional, en tanto órgano descentralizado, cuenta con atribuciones generales en materias de OT, de fomento de las actividades productivas y de desarrollo social y cultural de la región. Para efectos de ordenamiento territorial, la Ley referida señala con claridad sus responsabilidades.

Dada la esencia "territorial" -conceptual e intrínsecamente suprasectorial - de los Gobiernos Regionales, éstos se encargan de coordinar al aparato desconcentrado de la totalidad del territorio regional -Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI) y servicios públicos especializados - el que por su parte, maneja los instrumentos concretos para ejecutar la función de OT.

En el nivel local o comunal, la administración está a cargo de una Municipalidad, que se define como una Corporación Autónoma de Derecho Público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico, social y cultural de la comuna. Está constituida por el Alcalde y el Concejo, órgano colegiado elegido por los ciudadanos de la comuna, de carácter normativo, resolutivo y fiscalizador, encargado de hacer efectiva la participación de la comunidad local.

De especial relevancia en el nivel comunal -según la Ley de Municipalidades vigente- es la posibilidad de la asociación municipal con personalidad jurídica. La relevancia del nivel comunal está dada por el hecho real de que las cuencas hidrográficas como componente de análisis territorial en el marco del PROT son generalmente un territorio compartido por dos o más comunas perteneciente o no a una misma provincia o región, por lo que los municipios de esos territorios comunales se constituyen en actores claves en los procesos de ordenamiento territorial regional, particularmente conocedor de los problemas y potencialidades territoriales de sus respectivas cuencas hidrográficas.

En materia de recursos hídricos asociados a las cuencas hidrográficas en Chile hay consenso desde la perspectiva de sectorialidad pública en la valoración estratégica que se hace sobre el recurso agua considerándolo como uno de los elementos cruciales de la estructura territorial de todo espacio geográfico ya que de su localización (de las fuentes), régimen y características, depende el tipo y magnitud de las actividades socio-económicas que se pueden realizar. Así mismo, se hace extensiva su valoración al emplazamiento y crecimiento de centros urbanos e instalaciones industriales al interior de ellos. Por ello, el Estado a través de sus organismos e instituciones promueve e impulsa acciones para enfrentar tanto los problemas en las áreas deficitarias como en aquellas en que su existencia es suficiente o excesiva.

Los principales cuerpos normativos no sectoriales vinculados directa e indirectamente con los recursos hídricos en Chile son los siguientes:

a) La Constitución Política de la República vigente (2005) en su Capítulo III sobre derechos y deberes constitucionales, específicamente en el artículo 24, asegura a todas las personas que, los derechos de los particulares sobre

---

3 La ley 19.175. Asigna al Gobernador provincial funciones de coordinación de los servicios públicos con asiento en la provincia.

las aguas reconocidos o constituidos en conformidad a la ley otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos<sup>4</sup>. Fuera de este reconocimiento al derecho de uso sobre las aguas no hay ningún otro precepto constitucional que se refiera a los recursos hídricos y/o relacionados a las cuencas hidrográficas y en ningún caso desde la perspectiva territorial. La implicancia para el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas que se deriva del artículo 24 referido es que aún consagrándose el agua como un bien nacional cualquier persona puede poseer derechos de aprovechamiento (uso) los cuales a su vez son independientes del uso y propiedad de la tierra. La relevancia que se otorga a este bien nacional se restringe a asegurar el derecho a la propiedad de particulares.

b) Por su parte, el Código Civil vigente consagra en el Título III de los Bienes Nacionales en su artículo 595 que todas las aguas (refiriéndose a las aguas interiores y las aguas dentro de la zona contigua) son bienes nacionales de uso público designando con esta categoría aquellos bienes cuyo dominio pertenece a toda la nación y que además su uso pertenece a todos los habitantes de la nación. La implicancia que tiene este artículo para el ordenamiento territorial es el reconocimiento de carácter dual que se deriva de dicho artículo referido en el sentido de reconocer no solo el dominio o propiedad pública si no también el uso público del recurso hídrico.

Considerando en conjunto los dos principales cuerpos normativos generales se tiene que desde la perspectiva

jurídica que sirve de marco de actuación y a los efectos de elaborar un plan de ordenamiento territorial regional, e integrando a ese último el componente cuencas hidrográficas, se debe reconocer en una primera aproximación que: el recurso hídrico es un bien nacional de uso público, el cual se concede a particulares mediante derecho de aprovechamiento de uso. Dicho derecho es real y a su titular le permite usar, gozar y disponer de él como cualquier otro bien patrimoniable, y por extensión una protección jurídica similar. El derecho de aprovechamiento de uso del agua es un bien principal y no accesorio a la (propiedad) tierra, de modo que se puede transferir libremente.

En una reciente publicación<sup>5</sup> especializada en aspectos legales y sectoriales de gestión de recursos hídricos en Chile se identifica un amplio universo de 90 normativas sectoriales vigentes desglosadas por temas y subtemas. En la misma publicación se identifica otro conjunto de 50 normas ambientales que se clasifican igualmente por temas y subtemas.

Basado en el diseño que Blanco Vergara presentó para analizar el amplio repertorio de normativas, leyes, e instituciones identificadas como relevantes en la gestión del recurso hídrico a continuación, se presentan las principales entidades vinculadas con dicha gestión y que por añadidura establecen sectorialmente lineamientos estratégicos nacionales en esta materia.

4 En la primera Constitución de Chile (de 1833) se establecieron los derechos de uso del agua y la Constitución Política de 1980 reiteró esta disposición, pero hasta la promulgación del Código de Aguas de 1981 no habían bases jurídicas para el sistema de transacciones.

5 Vergara Blanco A. 2010. Diagnóstico de problemas en la gestión de recursos hídricos: aspectos institucionales para una futura propuesta de modificaciones legales, reglamentarias y/o de prácticas administrativas.

## **Principales Instituciones del Estado con Funciones, Competencias y Atribuciones en la planificación de recursos hídricos.**

**Ministerio de Obras Públicas (MOP).** Es la institución del Estado cuya misión explícita es “recuperar, fortalecer y avanzar en la provisión y gestión de obras y servicios de infraestructura para la conectividad, la protección del territorio y las personas, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos; asegurando la provisión y cuidado de los recursos hídricos y del medio ambiente, para contribuir en el desarrollo económico, social y cultural, promoviendo la equidad, calidad de vida e igualdad de oportunidades de las personas”. Entre sus lineamientos estratégicos sectoriales figuran varios relacionados directamente con los recursos hídricos, tales como: impulsar el desarrollo económico del país, a través de la infraestructura con visión territorial integradora; impulsar el desarrollo social y cultural, a través de la infraestructura, mejorando la calidad de vida de las personas; contribuir a la gestión sustentable del medioambiente, del recurso hídrico y de los ecosistemas, y alcanzar el nivel de eficiencia definido en el uso de los recursos.

**Ministerio de Agricultura (MINAGRI).** Es la institución del Estado encargada de fomentar, orientar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país. De acuerdo al Decreto Ley 294 de 1960, el cual indica que “su acción estará encaminada, fundamentalmente, a obtener el aumento de la producción nacional, la conservación, protección y acrecentamiento de los recursos naturales renovables y el mejoramiento de las condiciones de nutrición del pueblo”. Son dos los principales lineamientos estratégicos asociados a recursos hídricos y cuencas hidrográficas que orientan el accionar y desarrollo del sector silvoagropecuario, cuales son: la protección de los recursos naturales renovables y

el fomento al riego en coordinación con otras entidades públicas con injerencia en la materia.

**Comisión Nacional de Riego (CNR).** Institución creada en 1983, diseñada como un Consejo de Ministros conformado por los titulares de Agricultura, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Hacienda, de Obras Públicas, y de Planificación para coordinar las instituciones involucradas en riego y drenaje, así como de una Secretaría Ejecutiva que realiza estudios y ejecuta programas y proyectos con la finalidad de presentar propuestas al Consejo de Ministros. La CNR es responsable de elaborar las políticas y programas nacionales del subsector del riego, que corresponde al mayor uso del agua en Chile. En particular la CNR está mandatada para administrar la Ley N° 18.450 que permite al sector privado obtener subsidios para acceder a infraestructuras hidráulicas y sistemas de riego tecnificado con vistas a modernizar la agricultura y aumentar su competitividad internacional. La CNR tiene un convenio institucional con el INDAP, cuyo objetivo es contribuir a facilitar la postulación a subsidios por parte de los pequeños agricultores, agregando subsidios propios del INDAP a los subsidios de la CNR dentro de los mismos proyectos de inversión. Actualmente las bonificaciones que fomentan el riego alcanzan hasta un 90%, y la segmentación de los beneficiarios entre pequeños productores agrícolas y otros.

**Ministerio del Medio Ambiente (MMA).** Es la institución más joven del Estado creada recién en Octubre de 2010. La reforma a la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente definió que el MMA es el organismo que debe “proponer políticas, formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos”. Asimismo y en conjunto con el MOP, el MMA debe fijar los criterios por los cuales se establecerán

los caudales mínimos ecológicos. Por otra parte, en caso de determinados proyectos, el MMA puede exigir planes de manejo y conservación de recursos que incluyan acápites vinculados a la mantención de caudales.

La “Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas” fue heredada por el actual Ministerio del Medio Ambiente desde su antecesor institucional CONAMA, como una iniciativa integral de desarrollo con base en el concepto de cuenca. De dicho enfoque conceptual se generaron diversas instancias de trabajo intersectoriales que han sido útiles hasta el presente, tales como las Secretarías Técnicas conformadas a nivel nacional, regional y de cuenca por las coordinaciones respectivas del MMA y la DGA, y Mesas del Agua de nivel regional, en las cuales se involucran también los GORE respectivos. De manera similar, el MMA ha continuado con el trabajo de base para la conformación de las normas secundarias de calidad de aguas (continentales y marinas), las cuales son vitales para normar, fiscalizar y reducir los focos contaminantes y de descargas a los cursos y cuerpos de aguas del país.

**Ministerio de Salud (MINSAL).** El MINSAL cumple funciones de política, regulación, control, monitoreo y fiscalización respecto a fuentes de aguas continentales superficiales y subterráneas, como también en aguas marinas, resguardando la integridad del recurso en pos del bienestar y salud de los usuarios. En particular, MINSAL fiscaliza el cumplimiento del D.S. 143 (2009) del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), de normas primarias de calidad de agua de fuentes superficiales para recreación con contacto directo, del D.S. 144 (2009, MINSEGPRES) de normas primarias de calidad de aguas marinas y estuarinas para recreación con contacto directo. Por otra parte y en conjunto con otros organismos, los servicios de salud del MINSAL fiscalizan el cumplimiento de los D.S. 90 (2001, MINSEGPRES,

de regulación de la emisión de contaminantes asociados a residuos líquidos hacia aguas continentales superficiales y marinas), D. S. 609 (1998, MOP, de regulación de la emisión de contaminantes asociados a riles hacia sistemas de alcantarillado) y D.S. 46 (2003, MINSEGPRES, de regulación de concentraciones máximas de contaminantes emitidas en residuos líquidos, y que son descargadas a través del suelo hacia los acuíferos a través de obras de infiltración).

Superintendencia de servicios sanitarios. Este organismo tiene dentro de sus funciones el control, monitoreo y fiscalización en aguas continentales, subterráneas y marinas. De manera específica la Superintendencia vela por el cumplimiento (en conjunto con otros organismos) de las normas de emisión regidas por el D.S. 90 (2001, MINSEGPRES, de regulación de la emisión de contaminantes asociados a residuos líquidos hacia aguas continentales superficiales y marinas), D. S. 609 (1998, MOP, de regulación de la emisión de contaminantes asociados a riles hacia sistemas de alcantarillado), D.S. 46 (2003, MINSEGPRES, de regulación de concentraciones máximas de contaminantes emitidas en residuos líquidos, y que son descargadas a través del suelo hacia los acuíferos a través de obras de infiltración), D. S. 80 (2006, MINSEGPRES, de emisiones de molibdeno y sulfatos de efluentes que son descargados desde el embalse Carén. Para este último caso, la Superintendencia actúa sin otros organismos de apoyo.

**Ministerio de Bienes Nacionales (MBN).** Es el organismo estatal que tiene la responsabilidad de identificar, administrar y gestionar el patrimonio fiscal nacional, manteniendo actualizado el catastro georreferenciado de la propiedad fiscal, y de coordinarse con las demás entidades del Estado en las políticas destinadas al aprovechamiento e incorporación del territorio fiscal al desarrollo económico, social y cultural del país. En consecuencia, cuando los solicitantes de nuevos aprovechamientos de derechos de agua, sean

estos subterráneos o superficiales, se refieren a fuentes de agua localizadas en terrenos propiedad fiscal interviene el Ministerio de Bienes Nacionales, a través de sus Direcciones Regionales, autorizando discrecionalmente para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas<sup>6</sup>.

**Ministerio de Energía (ME).** Es la institución del Estado encargada de elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. Incluyendo todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a la electricidad, carbón, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas. En particular es relevante todas aquellas contribuciones o aportes al conocimiento y estimación de los potenciales energéticos derivados de los recursos hídricos dada la creciente utilización del agua para la producción de energía eléctrica. La actual matriz de energía eléctrica de Chile tiene una capacidad instalada de 15.547 MW de la cual las centrales hidroeléctricas representan el 35%, las térmicas el 64% y las eólicas el 1%, las dos primeras requieren agua para la producción de electricidad<sup>7</sup>.

**Dirección General de Aguas (DGA).** Adscrita al Ministerio de Obras Públicas cumple un rol fundamentalmente de fiscalizador y regulador de la gestión del agua. Mediante DFL 1.122 de 1981 se fijó el texto del Código de Aguas vigente hasta el año 2005. En su esencia mediante esta normativa legal el Estado consolida normativamente la posición sustentada en el modelo económico del libre mercado, la cual supone que la eficiencia del uso del agua aumenta si este bien asume el valor y el precio real, y si los derechos de aprovechamiento se definen como un derecho real de dominio, permitiendo su enajenación sin restricciones de ninguna especie incluida la asignación inicial<sup>8</sup>.

La legislación referida a los recursos hídricos no contiene casi ninguna referencia que haga posible planificar desde una perspectiva territorial lo que si, se puede encontrar en la legislación ambiental y lo que actualmente es el Ministerio de Medio Ambiente y en los reglamentos de concesiones del Ministerio de Obras Públicas.

---

6 DGA 2008. Manual oficial vigente de normas y procedimientos para la administración de recursos hídricos mediante el cual se establecen los criterios técnicos y legales en el ámbito de la administración de recursos hídricos.

7 Comisión Nacional de Energía (CNE). 2009. Capacidad instalada por sistema eléctrico nacional. Santiago, Chile

---

8 Saavedra Brofman, M.: "Código de aguas chileno y reforma 2005", Diciembre 2008. En este trabajo el autor analiza a partir del funcionamiento económico de una cuenca hidrográfica porque el código de aguas chileno de 1981 es considerado por muchos especialistas como el más liberal de los modelos conocidos en el mundo. El argumento clave de las principales críticas que se le hace se centra en que al amparo de la normativa se estimula el "acaparamiento" y la especulación de Derechos de Aprovechamiento de Aguas, lo que impediría un adecuado funcionamiento del mercado y la reasignación óptima.

El Código de Aguas de 1981 regula solamente a las organizaciones de usuarios o lo que también se conoce como actores con asociatividad vinculados al agua. Las formas tradicionales existentes en Chile de tal asociatividad son tres, a saber: las comunidades de aguas, las asociaciones de canalistas, y las juntas de vigilancia. La regulación de las interacciones entre estas organizaciones cumple una función específica, cual es la distribución de las aguas entre los titulares de derechos de aprovechamiento. Quedan fuera de su incumbencia los problemas que afectan recurrentemente a las cuencas hidrográficas y que afectan a esos mismos u otros usuarios, tales como la erosión y sedimentación consecuente; las sequías que afectan a los ríos en su integridad; las inundaciones por desborde de cauces y canales; la contaminación que afecta hoy prácticamente a toda fuente natural de agua. Así también, los procesos de distribución de aguas entre grandes conglomerados de usuarios con intereses contrapuestos.

En Junio de 2005 comenzó a regir la Ley 20.017 que materializó un conjunto de importantes modificaciones propuestas al Código de Aguas que rigió desde 1981. Entre las modificaciones que tienen relevancia para el ordenamiento territorial -en sus diversas escalas o alcances- se consignan medidas tales como, la exigencia de una memoria explicativa para justificar técnicamente solicitudes de nuevos derechos de aguas, la regularización de pequeños pozos, mayores atribuciones para fiscalizar por parte del Estado, se introduce la figura del caudal ecológico, y el pago de una patente incremental en el tiempo por el no uso del derecho de aprovechamiento de agua (pago por no uso efectivo del recurso).

Las principales normativas sectoriales asociadas a la Dirección General de Aguas<sup>9</sup> adscrita al Ministerio de Obras Públicas se pueden agrupar en torno a los siguientes tres grandes aspectos:

**Cuadro 3. Normativas sectoriales de la Dirección General de Aguas**

Aspecto	Normativa sectorial	Ámbito Normativo
Asignación de Derechos de Aprovechamiento	DFL 1.122/1981. Fija el texto del Código de Aguas. Ley 20.217/2005. Modificación al Código de Aguas.	Régimen general y codificación de las aguas terrestres Órganos de la administración del estado y aguas (DGA y DOH)
Cantidad de Agua	Ley que regula y monitorea los caudales y extracciones de cursos (ver DGA)	Monitoreo y fiscalización de la extracción de aguas subterráneas y superficiales.
Calidad de Agua		Fiscalización y control de la calidad del recurso en sus fuentes naturales

Fuente: Elaboración propia.

9 La Dirección General de Agua (DGA) es la institución responsable de la administración hídrica en Chile, fue creada por la Ley de la Reforma Agraria en 1967 y depende del Ministerio de Obras Públicas (MOP). La DGA participa en estrecha cooperación en aspectos ambientales con el Ministerio del Medio Ambiente.



## II. MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE CUENCAS<sup>10</sup>

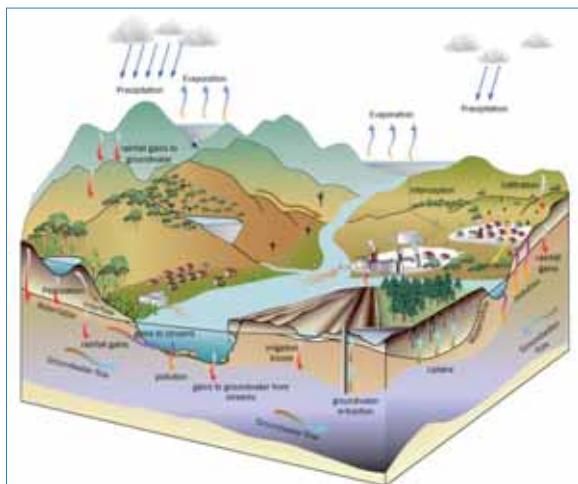
---

10 Este capítulo está íntegramente basado en la vasta experiencia en investigación, planificación, publicaciones, ponencias, seminarios y coloquios internacionales sobre temas de gestión de agua y cuencas hidrográficas en América Latina y el Caribe acumulada por Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev, así como de Samuel Francke, Director del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos y Aguas, Corporación Nacional Forestal. CONAF-Chile.

## 2.1 EVOLUCIÓN DE ENFOQUES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El análisis de las cuencas hidrográficas desde la perspectiva del ordenamiento territorial es una preocupación relativamente reciente si se compara con la preocupación y el debate en la agenda global que permanentemente se da en torno al reconocimiento del agua como bien económico y social, la disponibilidad, escasez y deterioro del agua, del aprovechamiento más eficiente de los recursos hídricos, de los conflictos por el agua y de las organizaciones para la gestión del agua, entre otros temas.

Fig. 5. El ciclo Hidrológico.



Fuente: The COMET Program, 2011

Con el objeto de orientar a los equipos regionales de planificación que se desempeñan en los Gobiernos Regionales se presenta resumidamente las principales posiciones o enfoques conceptuales que se han retroalimentado en el tiempo, reconociendo los siguientes 5 hitos relevantes para

los efectos de este documento guía referencial. Se expone en breve síntesis la esencia de cada uno de esos hitos con el propósito de familiarizar ideas y conceptos claves que faciliten la apropiación del enfoque adoptado para la elaboración de esta guía en el contexto de la elaboración del instrumento Plan Regional de Ordenamiento Territorial.

**El enfoque del River Basin Development**, término que puede ser traducido como territorio de la cuenca hidrográfica para el desarrollo regional o desarrollo integrado de cuencas, es reconocido en la mayoría de las fuentes y autores como el momento inicial del debate en torno al ordenamiento territorial en ámbitos delimitados por territorios de cuencas hidrográficas. Enmarcado en este enfoque, lo que se promueve desde el Estado es impulsar o acelerar el desarrollo prioritariamente en aquellas regiones económicas en las cuales el recurso agua es un factor fundamental en su estructura y nivel de desarrollo socioeconómico. En este enfoque prima la intervención, desde el Gobierno Central, de gran impacto y a largo plazo de un territorio de grandes potenciales asociados a recurso hídrico con miras al fomento socio económico de sus zonas más atrasadas en relación al conjunto nacional.

**El enfoque del Watershed Management**, supone considerar la superficie de captación de la cuenca como aquella que puede ser "manipulada" para alterar sus capacidades de cosecha y producción de agua en cantidad, calidad y tiempo. En este enfoque de manejo de cuencas o watershed management prima el enfoque hidrológico forestal como eje ordenador, haciendo extensiva la práctica de las más diversas técnicas de reforestación de tierras próximas a las fuentes de aprovechamiento de agua, para plantarlas con especies forestales introducidas, particularmente de las "coníferas y eucaliptos". Tal como lo exponen Dourojeanni y Jouravlev (2002) "el concepto original de manejo

de cuencas o “watershed management” en el sentido de “manejarla” o “manipularla” para regular la descarga de agua se encuentra en las escuelas forestales de los Estados Unidos de Norteamérica. En unos casos se busca convertir los suelos en esponjas absorbentes de agua y así regular la descarga de agua en cantidad, calidad y tiempo retardando la descarga superficial y aumentando el flujo base. En otros casos se busca controlar la deposición de nieve en zonas sombreadas para que se derrita más lentamente, siempre buscando retardar y reducir la escorrentía superficial y aumentar la infiltración.

**El enfoque del Natural Resources Development** representa la transición desde del enfoque de manejo de cuencas orientado puramente a la captación de agua a otros niveles más complejos como los de protección de recursos naturales, mitigación de impactos negativos derivados de fenómenos naturales extremos, los de control de erosión, control de contaminación, avanzando a continuación hacia la conservación de suelos y rehabilitación y recuperación de zonas degradadas, para luego pasar a los de mejoramiento de la producción, primero forestal y de pastos, y luego agrícola, agroforestería o agrosilvopastoril en forma combinada. Dicho enfoque más orientado al manejo de recursos naturales en condiciones de cuencas fue originalmente el enfoque dominante entre hidrólogos forestales y agrónomos los cuales realizan intervenciones que privilegian aspectos estructurales menores, como terrazas y otras formas de conservación de suelos, estabilización de laderas, reforestación entre otras.

En el caso de Chile ese ha sido el enfoque que más resonancia ha encontrado en el tema de cuencas hidrográficas. La aplicación del enfoque de manejo de cuencas enfocado a la reparación, protección y desarrollo de los recursos naturales, ha sido liderado por profesionales forestales y geógrafos,

y a nivel institucional por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) con un fuerte involucramiento en proyectos de restauración de laderas y conservación de suelos, lo cual encuentra explicación en las similares condiciones fisiográficas de las cuencas chilenas a las de los Estados Unidos. Condiciones que en el caso de Chile están caracterizadas por el abrupto gradiente altitudinal –con desniveles de 5 mil metros en menos de 200 kilómetros– en dirección Oeste-Este que determinan la existencia de cuencas de alta torrencialidad hídrica, alta fragilidad en la regulación de los flujos hídricos, alta capacidad erosiva y de transporte de sedimentos, de continente a mar, particularmente en áreas desertificadas, desprovistas de vegetación y en vastas zonas de montañas.

**El enfoque del Manejo o Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas**, durante los años que siguieron la década de los ochenta hasta el presente, la preocupación por la situación global de los recursos hídricos, así como de los problemas y procesos territoriales de las cuencas hidrográficas mantiene su vigencia en los debates y coloquios internacionales. Representativos de estos últimos son los congresos latinoamericanos<sup>11</sup> de manejo de cuencas hidrográficas, las conferencias de la Organización de Naciones Unidas sobre el Agua, el Medio Ambiente, así como en las conferencias internacionales no gubernamentales que atraen fundamentalmente a la comunidad científica, planificadores y académicos de todo el mundo.

11 El I Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas se realizó en Concepción, Chile en 1990 con el auspicio de FAO, REDLAC, Universidad de Concepción, Proyecto EULA, MINAGRI-CONAF, CEPAL, Banco Mundial, BID, OEA, Servicio Forestal de Estados Unidos de América.

La más conocida por la vigencia y universalidad de sus declaraciones y principios fue la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente realizada en Dublín, Irlanda en 1992, a la cual se le reconoce su significativa contribución al Programa 21 aprobado ese mismo año en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro.

En ambas cumbres mundiales se valora el recurso agua, y su espacio geográfico natural, la cuenca, como una totalidad, señalando que, dado "que el agua es indispensable para la vida, su gestión eficaz requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo socio-económico y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de la cuenca hidrológica o un acuífero, siendo la entidad geográfica más apropiada para su planificación y gestión la cuenca fluvial".

El enfoque de la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (GICH) o de Recursos Hídricos en cuencas hidrográficas (GIRH) representa actualmente el escaño superior en la evolución de la concepción tradicional de aprovechar en forma parcelada o sectorial los recursos hídricos (sesgada a determinados usos del territorio) para encarar el análisis, ordenamiento, participación y gestión en forma integrada de una fracción del territorio bien definida que funciona como un complejo sistema de interrelaciones entre naturaleza, la sociedad y economía. En última instancia bajo este enfoque se hace explícito que la planificación, gestión y desarrollo de los recursos hídricos "no resiste" mas acciones aisladas, independientes, inconexas o descoordinadas para evolucionar hacia una planificación, gestión y desarrollo integrado capaz de equilibrar (o tender a ello) requerimientos ambientales, sociales, culturales y económicos.

### **Principios de la Gestión Integrada de RH Y CH**

*El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente.*

*El desarrollo y gestión del agua debe basarse en un marco de participación, involucrando a usuarios, planificadores, y actores de política pública de todos los niveles.*

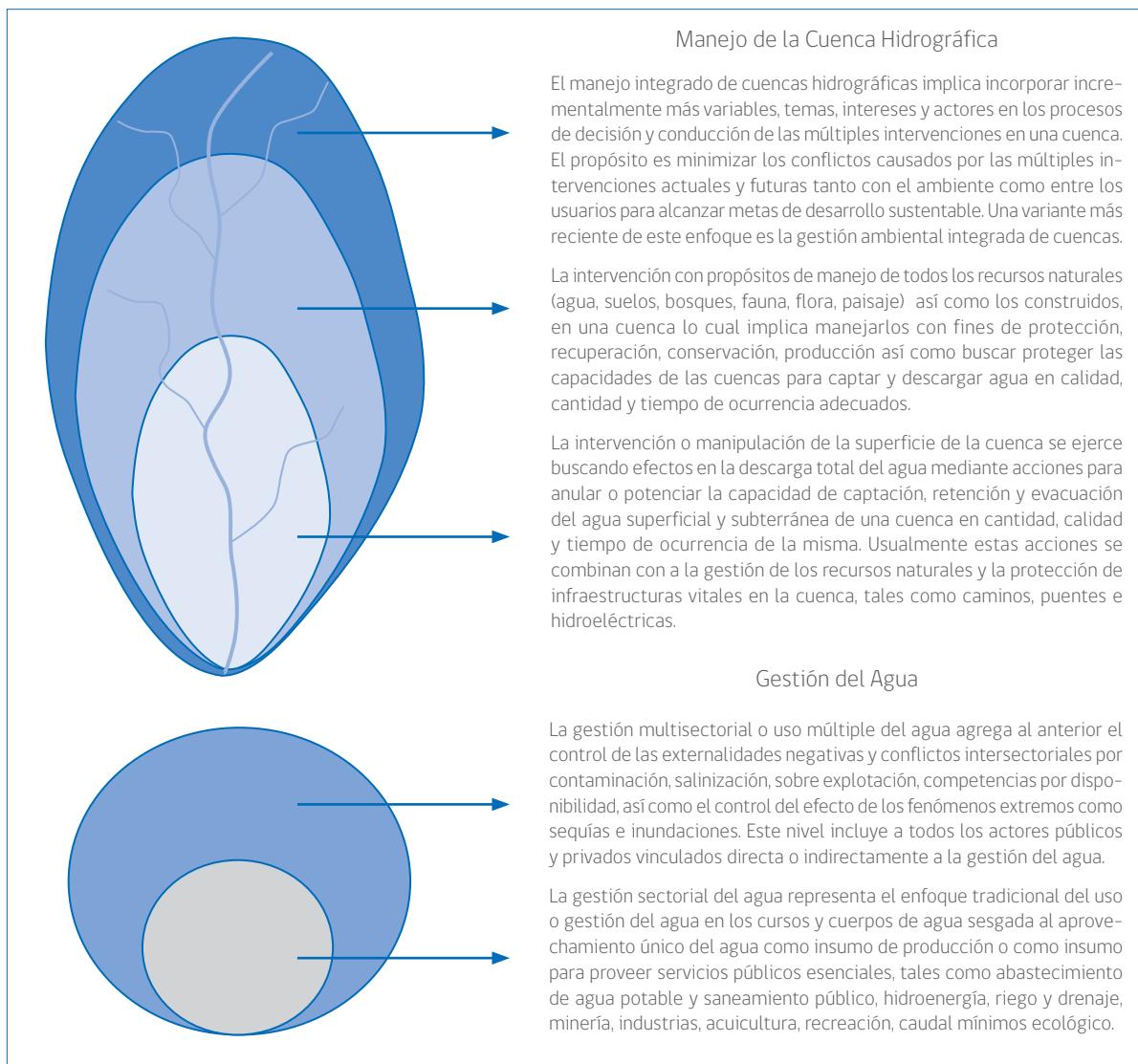
*Las mujeres juegan un rol fundamental en la provisión, gestión y protección del agua.*

*El agua tiene un valor económico en todos sus usos y se le debe reconocer como un bien económico.*

Fuente: Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente. Dublín, Irlanda, 1992.

Otra perspectiva de aproximación al enfoque del ordenamiento territorial sustentable de cuencas hidrográficas es el que presentó Dourojeanni originalmente en 1997, basado en el tipo y cantidad de acciones de gestión/manejo dominantes en el territorio de la cuenca hidrográfica.

Fig. 6. Gestión del Agua y Gestión de la Cuenca Hidrográfica



Fuente: Adaptación en base a Dourojeanni, A. 1997 "Conceptos para la gestión del agua, Segundo Taller de Gerentes de Organismos de Cuenca en América Latina y el Caribe". Santiago de Chile, Diciembre de 1997.

La idea central del esquema que originalmente ha planteado Dourojeanni en 1997 (el cual fue ampliamente difundido en los países de América Latina y el Caribe) contiene ya una aproximación avanzada y coincidente en su alcance al enfoque del ordenamiento territorial aplicado a cuencas hidrográficas. Lo más trascendente en todo caso es la clara diferenciación que el autor hace entre la gestión, que incluye aquellas acciones que implican el aprovechamiento del recurso natural agua, en el sentido de usarla, transformarla, consumirla como insumo de la base económica productiva localizada en la cuenca, y por otra parte diferencia el manejo, que incluye aquellas acciones que implican rehabilitar, reparar, conservar, preservar los recursos y condiciones naturales en la totalidad del ecosistema que representa la cuenca hidrográfica.

Más recientemente, en 2009, el propio autor converge profundamente hacia ese enfoque, enfatizando que: *“El desafío en general de los gestores de cuencas y agua en cualquier país y lugar es orientar y coordinar las intervenciones que realizan una serie de actores en una misma cuenca. Por ello se puede definir la gestión por cuencas como ‘la gestión de las intervenciones que los seres humanos realizan en una cuenca y sobre el agua con el fin de conciliar metas económicas, sociales y ambientales, que permitan mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos que dependen del uso de su territorio y sus recursos, así como minimizar los conflictos entre los interventores y con el ambiente’”*<sup>12</sup>.

Otra perspectiva de aproximación al enfoque del ordenamiento territorial aplicado a los territorios de cuencas hidrográficas es la que presenta la Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión

Europea<sup>13</sup>. En esa política e instrumento marco se formulan lineamientos vinculantes para todos los países de la UE que establece un marco general para la protección de todas las aguas, orientando los contenidos y plazos para la implementación de los Planes Hidrológicos de Cuencas Hidrográficas con el propósito de alcanzar un buen estatus de las aguas para el año 2015. La DMA se operacionaliza inicialmente elaborando el instrumento Plan Hidrológico de Cuenca Hidrográfica, definido como aquel instrumento necesario para realizar el análisis de las características de una determinada cuenca fluvial y de las repercusiones de la actividad humana en la cuenca, así como un análisis económico del uso del agua, entre otros aspectos, que den cuenta de la evolución del estado de las aguas a objeto de un monitoreo sistemático y comparable por parte de los estados miembros de la UE.

Fig. 7. Cartografía Temática Zonas inundables de un Plan Hidrológico



Fuente: Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. Plan Hidrológico 2009-2015. Gobierno de España.

12 Los Desafíos de la Gestión Integrada de cuencas y Recursos Hídricos en América Latina y El Caribe por Axel Dourojeanni. publicado en Edición Especial de la revista REDLACH. 11 de noviembre 2009.

13 La DMA es una política diseñada por y para los países de la comunidad europea dictada por el Parlamento Europeo y el Consejo de la UE en Julio del 2000, mediante la cual se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de una política común para la protección y la gestión del agua. En una primera etapa de 4 años de duración los Estados miembros deben identificar y analizar las aguas europeas, por cuencas y demarcaciones hidrográficas. A continuación, deben adoptar planes de gestión y programas de medidas adaptados a cada masa de agua.

Toda la información analizada y cartografiada constituye la base para que los estados miembros elaboren seguidamente sus respectivos programas de medidas, denominados planes de gestión, encaminados a lograr los objetivos establecidos en la Directiva Marco.

La DMA de la Unión Europea tiene varios objetivos explícitos orientados concretamente a la prevención y la reducción de la contaminación, la promoción del uso sostenible del agua, la protección del medio ambiente, la mejora de la situación de los ecosistemas acuáticos y la atenuación de los efectos de las inundaciones y de las sequías.

La sucinta recapitulación de las principales aproximaciones conceptuales al enfoque del ordenamiento territorial más relacionadas con el análisis territorial de las cuencas hidrográficas nos muestran la constelación de intervenciones, intereses, demandas, presiones normativas, instituciones, identidades, actores e interdependencias que actúan en los límites naturales que delimitan las cuencas, así como la multiplicidad de usos, valores y funciones territoriales que desempeñan ellas. Lo anterior es válido en el propósito de armonizar muchas de aquellas interdependencias como primer paso para adoptar y aplicar un enfoque de ordenamiento territorial de los territorios de cuencas hidrográficas.

En base a los antecedentes expuestos sobre la evolución de los enfoques, aproximaciones y perspectivas al concepto de ordenamiento territorial sustentable en territorios de cuencas hidrográficas, y para los propósitos operacionales de este documento se adoptará como enfoque conceptual el que señala que:

**Para efectos del Plan Regional de Ordenamiento Territorial la cuenca hidrográfica es la superficie del territorio administrativo regional que cumple como función territorial**

**específica, entre otras, la captura y producción natural de agua dulce, en cantidad y calidad para satisfacer crecientes y múltiples requerimientos ambientales, socio-culturales y económicos. La superficie de la cuenca hidrográfica principal<sup>14</sup>, dentro de los límites políticos administrativo de la región, que incluye los recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como los diversos usos del agua, abarcando el territorio de varias comunas de la región respectiva, será por consiguiente objeto geográfico de análisis y zonificación para el ordenamiento territorial regional, con el propósito de armonizar objetivos de conservación ambiental, aprovechamiento sustentable de usos productivos, así como la protección frente a eventos de origen natural.**

Bajo ese enfoque se facilita para los planificadores del territorio regional la tarea de conocer el funcionamiento del medio natural, en particular el funcionamiento del ciclo hidrológico y sus funciones ambientales asociadas, así como identificar, analizar y evaluar el efecto de las múltiples intervenciones humanas respecto a las externalidades que impactan en la cuenca, todo ello en virtud de considerar las cuencas hidrográficas como unidades sistémicas de ordenamiento, constituyendo un marco práctico y objetivo para contribuir al desarrollo sostenible, con énfasis en la prevención de conflictos por recursos y territorio.

Obviamente cuando las circunstancias así lo ameriten, podrá efectuarse el análisis basado en sub-cuencas o sub-subcuencas, en especial cuando existan situaciones puntuales, de alta importancia o impacto pero de superficies reducidas.

14 Definir la cuenca hidrográfica principal dentro de los límites político administrativo de la región es una de las primeras tareas de caracterización y diagnóstico del componente cuencas hidrográficas.

## 2.2 CONCEPTOS CLAVES PARA EL ANÁLISIS TERRITORIAL DEL COMPONENTE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL CONTEXTO DEL INSTRUMENTO PROT

Adoptar una definición o aproximación conceptual es una tarea necesaria pero no suficiente para operacionalizar el desafío del realizar el análisis territorial previo que facilite la zonificación de cuencas hidrográficas. Es por ello que a continuación se exponen las principales definiciones que se utilizarán en el texto de este documento guía. Para los fines de este documento referencial que servirá de guía se entenderá por:

### **Actores de Cuenca**

Por la escala y alcance orientador del OT los actores claves son el conjunto de actores con asociatividad vinculados al agua, tales como residentes, usuarios productivos directos e indirectos, autoridades locales, y regionales, con competencias o atribuciones en el tema, planificadores sectoriales, representantes de organizaciones de cuenca y titulares de derechos de aprovechamiento, representantes de los usos consuetudinarios e identidades de cuenca. Durante el análisis territorial y zonificación del componente cuenca necesariamente se requiere interactuar con los múltiples actores que voluntariamente realicen contribuciones relevantes para diagnosticar el funcionamiento de la cuenca, proyectar su visión y acordar objetivos zonificados ya sea orientado al mejor aprovechamiento socio productivo del agua como a objetivos de protección ambiental.

### **Conflictos de Cuenca**

Desde la perspectiva del ordenamiento territorial los conflictos por el uso del territorio y/o el acceso a los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica son argumentados en percepciones de incompatibilidad, competencia por recursos naturales escasos y/o impedimentos en la persecución de ciertos objetivos (intereses) de aprovechamiento y conservación ambiental. Se pueden distinguir dos tipos genéricos de conflictos de cuenca, a saber: conflictos generados entre diferentes sistemas de uso antrópico por sobre posición de usos o relacionados a los efectos o externalidades de ciertos usos sobre otros; y conflictos generados entre sistemas de uso antrópico y los requerimientos ecológicos o ambientales de cierta área o sección de la cuenca (identificados, valorados y resguardados por la institucionalidad ambiental y actores de la sociedad civil). En ese sentido, conflicto de uso es sinónimo de conflicto ambiental.

En particular los conflictos de cuenca en Chile se identifican mayoritariamente como conflictos de agua, entre los cuales se reconocen conflictos entre usuarios particulares del agua, por la disponibilidad y los derechos de usos, los cuales son resueltos en lo fundamental a nivel de organizaciones de usuarios voluntariamente o en tribunales de justicia ordinarios. No menos relevantes son los conflictos por la disponibilidad de agua relacionados con actores sociales y comunidades indígenas y campesinas asentadas en territorios rurales de cuenca y grandes empresas de diversos rubros exportadores, así como la frontal competencia por el agua entre la gran minería y el resto de las actividades productivas y servicios. Geográficamente dichos conflictos se distribuyen en términos muy gruesos en la zona norte entre comunidades indígenas y campesinas con empresas de la gran minería. En la zona central, confronta a las comunidades locales y campesinos con la agroindustria, las empresas sanitarias

y las hidroeléctricas. En la zona sur, agricultores, empresas turísticas, pescadores y comunidades indígenas confrontan principalmente a empresas de celulosa e hidroeléctricas.

### **Balance Hídrico**

El balance de agua o hídrico de una cuenca hidrográfica, al igual que un balance financiero, es esencialmente una comparación contrastada de la oferta y la demanda de agua en un periodo de tiempo. La estimación y análisis del balance hídrico de una cuenca es clave para la comprensión del funcionamiento biofísico -determinado por el ciclo hidrológico- del territorio de la cuenca objeto de ordenamiento territorial, y sus resultados son relevantes para conocer lo más objetivamente posible la disponibilidad de agua para los múltiples usos del territorio en función del agua disponible. La disponibilidad de agua, superficial y subterránea derivada del balance hídrico, es la base para regular y administrar sectorialmente las nuevas solicitudes de derecho de aprovechamiento de agua e indirectamente sirve al ordenamiento territorial para estimar potenciales presiones sobre la disponibilidad que se agregan según se expanden o incorporan funciones, usos y actividades en el territorio de la cuenca.

### **Gestión del Agua**

Por gestión del agua se denomina en sentido estrecho a la regulación que fija las condiciones de asignación y/o reasignación de los recursos hídricos y su devolución a la cuenca después de su uso. En la práctica la gestión del agua implica un conjunto de funciones más amplias que van desde la aplicación de la legislación respectiva, la administración de las concesiones, derechos u otras figuras de uso o aprovechamiento, así como de autorizaciones y límites máximos de descarga de aguas servidas y residuos líquidos

industriales, la fiscalización de los aprovechamientos de uso, la elaboración de planes de gestión, la estimación de disponibilidad, de calidad del agua y caudales ecológicos, catastro actualizado de usos y usuarios, evaluación de proyectos y aprobación de obras hidráulicas, entre otras acciones. En un sentido más amplio la gestión del agua abarca los arreglos institucionales (reglas, leyes, regulaciones, cultura y organizaciones) que sirven para coordinar las actividades orientadas a obtener objetivos. En Chile la gestión del agua está orientada fundamentalmente a regular la asignación de la cantidad del agua y la institución central del Estado que ejerce las funciones para ello es la Dirección General de Aguas (DGA), dependiente del Ministerio de Obras Públicas. La gestión de la DGA no abarca ni tiene atribuciones para regular el uso del suelo vinculado al uso del agua ni para intervenir en conflictos por el agua.

### **Relación Uso del Territorio- Agua<sup>15</sup>**

Se refiere a la estimación de efectos o impactos de los diversos usos del territorio en el régimen hidrológico de una cuenca, y en particular a los efectos positivos o negativos en la cantidad y calidad del agua. Las mayores evidencias de efectos del uso del territorio en la cantidad y calidad del agua se han sistematizado en relación a usos relacionados con la agricultura, la ganadería, la actividad forestal y la pesca. La estimación de posibles efectos y potenciales presiones de los usos del territorio en la disponibilidad y calidad del

15 El uso del agua y de la tierra tienen efectos recíprocos: el uso de la tierra depende de la disponibilidad de agua, y la calidad de los ecosistemas de agua dulce se ve directamente afectada por el uso de la tierra. Combinado con las presiones del crecimiento de población, el calentamiento global y la deforestación, el deterioro de vertientes y cuencas desemboca cada vez más en situaciones tan extremas como inundaciones y sequía en territorios de cuencas.

agua es la base para establecer las relaciones entre los usuarios del agua de la cuenca. De ahí, la importancia de tener una clara idea de los posibles impactos de los usos del territorio tanto sobre el régimen hidrológico como de su disponibilidad como recurso natural.

### **Ordenamiento Territorial de la Cuenca Hidrográfica**

Proceso técnico-político cuyos resultados se plasman en acuerdos sobre la conducción futura del desarrollo territorial de la cuenca hidrográfica. Implica un ciclo retroalimentado de análisis-debate-consenso que conlleva a la toma de decisiones, en forma coordinada e informada, orientada a maximizar los impactos positivos de las intervenciones humanas en los aspectos sociales, económicos y ambientales que se realizan en una cuenca, buscando el bienestar común y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, en el presente y para el futuro.

### **Cuenca Hidrográfica**

Desde la perspectiva hidrográfica, como rama de la geografía física, se denomina indistintamente como hoya hidrográfica, cuenca fluvial, cuenca de exudación, cuenca de drenaje, etc., cuyo énfasis se sitúa en resaltar la capacidad natural de una geoforma cóncava para capturar, retener, depurar, conducir y drenar el agua a lo largo de conductos hídricos interconectados en su interior. El denominador común en dichas acepciones se sitúa en la definición del área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales y de deshielo confluyen hacia un colector común de descarga y se verifican determinados ciclos, gradaciones, procesos naturales dentro de la superficie delimitada por la línea divisoria de aguas.

A los propósitos del ordenamiento territorial la cuenca hidrográfica representa una unidad territorial apropiada

socialmente, intervenida y relativa a un conjunto de actores locales, regionales y extra regionales, en la cual, una determinada zona puede corresponder a varios intereses sobrepuestos, proporcionado por los diferentes grupos sociales de manera compatible, competitiva o incompatible. Aplicar el enfoque de ordenamiento territorial sustentable al componente cuencas hidrográficas para su análisis y zonificación implicará desplegar todo un trabajo técnico y participativo donde será imprescindible la complementación del conocimiento local emanado del conjunto de actores de la cuenca con el propósito estratégico de influenciar la distribución de las funciones territoriales<sup>16</sup> a lo largo y ancho de la cuenca.

### **Visión de la Cuenca**

La visión es la expresión o declaratoria que describe y establece el modelo o estado futuro de aprovechamiento y conservación de la cuenca hidrográfica, la cual es formulada y concertada por y alrededor de la cual se aglutinan los actores de la cuenca, sean estos instituciones con competencias, instrumentos, políticas, así como representantes de intereses públicos y privados, actores todos que intervienen de una manera u otra en el territorio de cuenca. La visión

---

16 Por funciones territoriales nos referimos a los requerimientos esenciales de la sociedad hacia su territorio, sea este con objetivos de mejoramiento de su calidad de vida y en el marco de un desarrollo sostenible. Las funciones territoriales sobre las que se desea influir dependen del respectivo contexto cultural, del espacio físico concreto y del contexto histórico-temporal. Contemporáneamente se reconocen las funciones ambientales, de identidad (tipo de relaciones), de hábitat (asentamiento), de trabajo (producción), de abastecimiento y de recreación (reproducción). Frecuentemente solo se reconocen las funciones ambientales que proveen las cuencas como si estas fueran las únicas funciones que desempeñan, sin embargo eso sería reducir el análisis a una sola dimensión de la realidad.

se refiere al estado futuro de la cuenca como unidad de ordenamiento territorial en función de sus características vocaciones y potencialidades, así como en el reconocimiento de sus restricciones y condicionantes actuales. Generalmente la visión de cuenca va asociada a un slogan o divisa que la identifica, como por ejemplo en el caso de la idea de proyecto de mejoramiento paisajístico urbano asociado a la cuenca del río Mapocho, en su sección media, cuyo slogan fue en su momento “Mapocho Navegable 2000”. La visión necesariamente debe estar enmarcada en un periodo de tiempo, usualmente 20 años y deseablemente mucho menos, para evitar declaraciones vagas e inalcanzables. Idealmente debe estar contextualizada en una visión o estrategia nacional de cuencas hidrográficas.

### Zonificación de Cuenca

La zonificación es el resultado de un procedimiento técnico y participativo que asigna roles, valores y funciones territoriales preferentes, prioritarias, convenientes, etc. La zonificación siempre será el soporte gráfico de lineamientos, determinaciones o acuerdos sobre lo que se quiere mantener, mejorar, o potenciar en la cuenca. Para fines del componente cuencas del PROT la zonificación puede ser aplicada de manera directa en tanto los territorios delimitados por cuencas son unidad u objeto de ordenamiento territorial. La zonificación, como herramienta metodológica verificará los acuerdos entre actores de la cuenca hidrográfica y se asociará a políticas de uso y ocupación del territorio de unidades político-administrativas subnacionales, para inducir e influenciar nuevos modelos de ocupación del territorio. Las zonificaciones generalmente se expresan en categorías de ordenamiento que transitan desde áreas que cumplen funciones o usos específicos emanados de instrumentos vinculantes o normas que le dan soporte legal, hasta áreas propuestas y consensuadas para cumplir

ciertas funciones en base a sus condicionantes, vocaciones, y potencialidades territoriales.

## 2.3 DELIMITACIÓN DEL ÁMBITO DE ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

El análisis del territorio de las cuencas hidrográficas localizadas dentro de los límites administrativos regionales se iniciará con lo que se denomina la caracterización de la cuenca y su entorno. Dicha caracterización precisamente parte por examinar la distribución geográfica del drenaje natural lo que significa visualizar el sistema regional de cuencas hidrográficas, a fin de obtener una visión del conjunto, de la localización, delimitación y extensión de ellas.

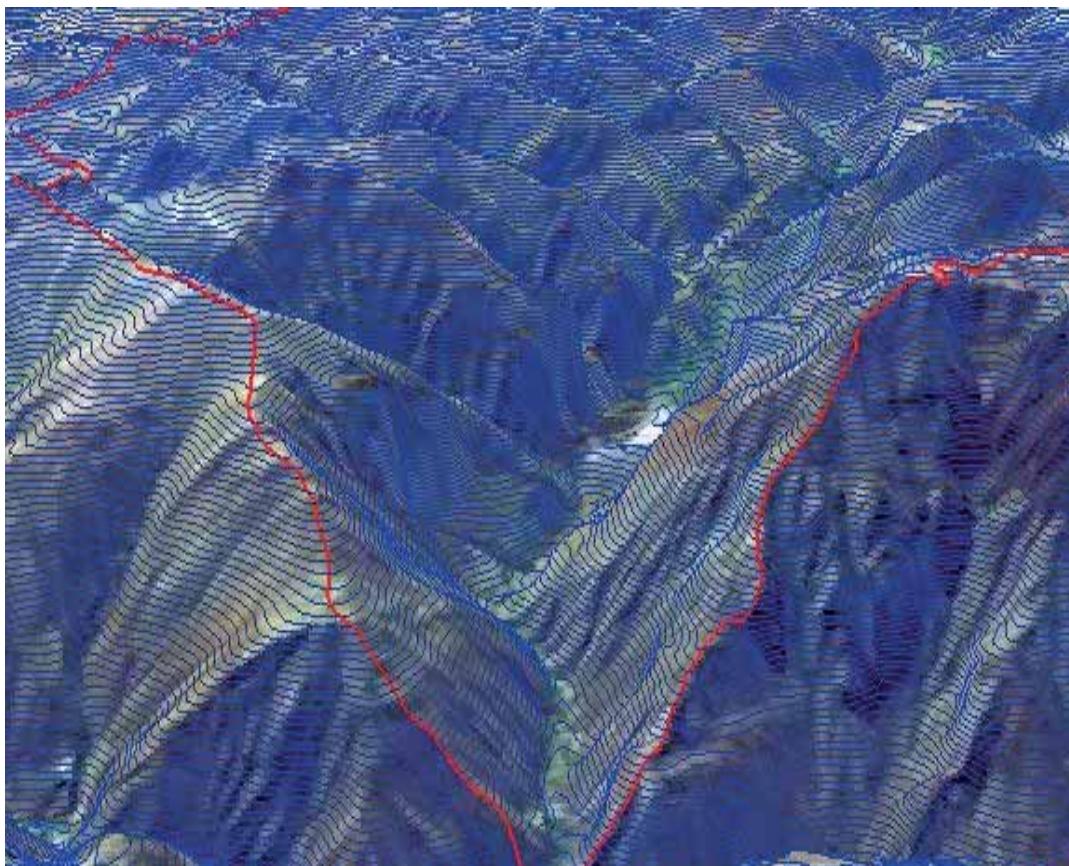
La delimitación de cada una de las cuencas es esencialmente la identificación de la línea divisoria de aguas o parte aguas. Dicha línea divisoria o parte aguas se traza siguiendo la cota máxima hipsométrica que dividen dos cuencas contiguas. El criterio de delimitación es el relieve y por ello es común encontrar en la literatura el término cuenca orográfica o hidrográfica, empleadas como sinónimos, en la medida que definen la zona de captación y derivación orográfica de las aguas.

La delimitación física de la cuenca como superficie de drenaje natural se basa en identificar la línea divisoria de aguas, que es una línea curva cerrada que se inicia y llega al punto de captación o salida mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de nivel que representan el relieve en las cartas topográficas. La longitud total de la línea divisoria es el perímetro de la cuenca y la superficie que encierra dicha curva es el área proyectada de la cuenca sobre un plano horizontal.

La delimitación física de la cuenca será más precisa en la medida que se aumenta la escala de representación del relieve de la carta topográfica. Entre las escalas común-

mente más utilizadas se tienen 1:50.000 y 1:25.000 y aun de mayor detalle, 1:10.000 ó 1:5.000 en dependencia de los propósitos del análisis, el tamaño y complejidad del

Fig. 8. Delimitación automatizada de cuencas hidrográficas utilizando modelo de elevación de terreno desplegado en Sistema de Información Geográfico.



Fuente: INRENA 2003. Manual de procedimiento para la delimitación y codificación de Cuencas Hidrográficas del Perú.

relieve de la cuenca hidrográfica. Por ejemplo, en el caso los terrenos planos la delimitación de la superficie de drenaje de la cuenca requerirá más detalle de las curvas de nivel y por el contrario en el caso de superficies de cuencas muy accidentados se requerirán menor detalle de curvas a nivel.

La delimitación tradicional de las unidades de cuencas, basada como ya se ha dicho en la interpretación de cartas topográficas, ha sido mejorada en su precisión, mediante la utilización de imágenes satelitales de alta definición de la superficie terrestre en combinación con los actuales sistemas de información geográfica (que incorporan rutinas especiales). Manteniéndose el mismo principio. Existe documentación técnica especializada en la que se describen los procedimientos para la delimitación de cuencas hidrográficas lo cual no será en la presente guía un tema de mayor profundización puesto que los propósitos del análisis territorial de cuencas hidrográficas no son orientados a perfeccionar los límites hidrológicos de las cuencas, mucho menos considerando la escala regional 1:250.000 de salida de los resultados.

Operacionalmente nos interesará más conocer cuales materiales cartográficos y cuáles son los criterios que sustentan la delimitación de cuencas y sus características, así como su disponibilidad real para iniciar la caracterización de las principales cuencas hidrográficas en cada región del país.

La definición legal de cuenca hidrográfica que está planteada en la legislación chilena es genérica, y se expresa específicamente en el Código de Agua actualizado en 2005, incorporada en el artículo 3° señalando que *"La cuenca u hoya hidrográfica de un caudal de aguas la forman todos los afluentes, subafluentes, quebradas, esteros, lagos y lagunas que afluyen a ella, en forma continua o discontinua, superficial o subterráneamente"*. Fuera de esta definición

no se agrega nada específico acerca de la delimitación de las cuencas.

La aplicación del Código de Agua es responsabilidad de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas, como órgano de la administración central del estado encargada del otorgamiento y administración de derechos de aprovechamiento de aguas, tiene entre sus múltiples atribuciones y funciones la de planificar el desarrollo del recurso hídrico en sus fuentes naturales, y el conocimiento, medición, monitoreo e investigación de los recursos hídricos en el país. Esas dos funciones específicas le implican a esa institución la tarea técnica de delimitar lo más exactamente posible los límites de drenaje natural de las hoyas o cuencas hidrográficas y sus subdivisiones interiores.

La identificación y delimitación física de la red hidrográfica transfronteriza, nacional y regional es una tarea técnica que realiza regularmente y actualiza la DGA, a través de su Departamento de Hidrología. Esa institución ha desarrollado una Plataforma de Información de Recursos Hídricos<sup>17</sup> que despliega mediante mapas interactivos un catálogo de coberturas temáticas que cubren todo el territorio nacional, denominado mapa hidrográfico de Chile. Dicho catálogo es la base cartográfica que soporta la red hidrométrica nacional, la cual incluye la georreferenciación de las estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, de niveles de pozo, de calidad de aguas, así como la red de estaciones de niveles de lagos y embalses.

17 Los productos cartográficos de la plataforma pueden ser desplegados interactivamente en la dirección Web institucional <http://www.dga.cl/productosyservicios/mapas/Paginas/default.aspx>

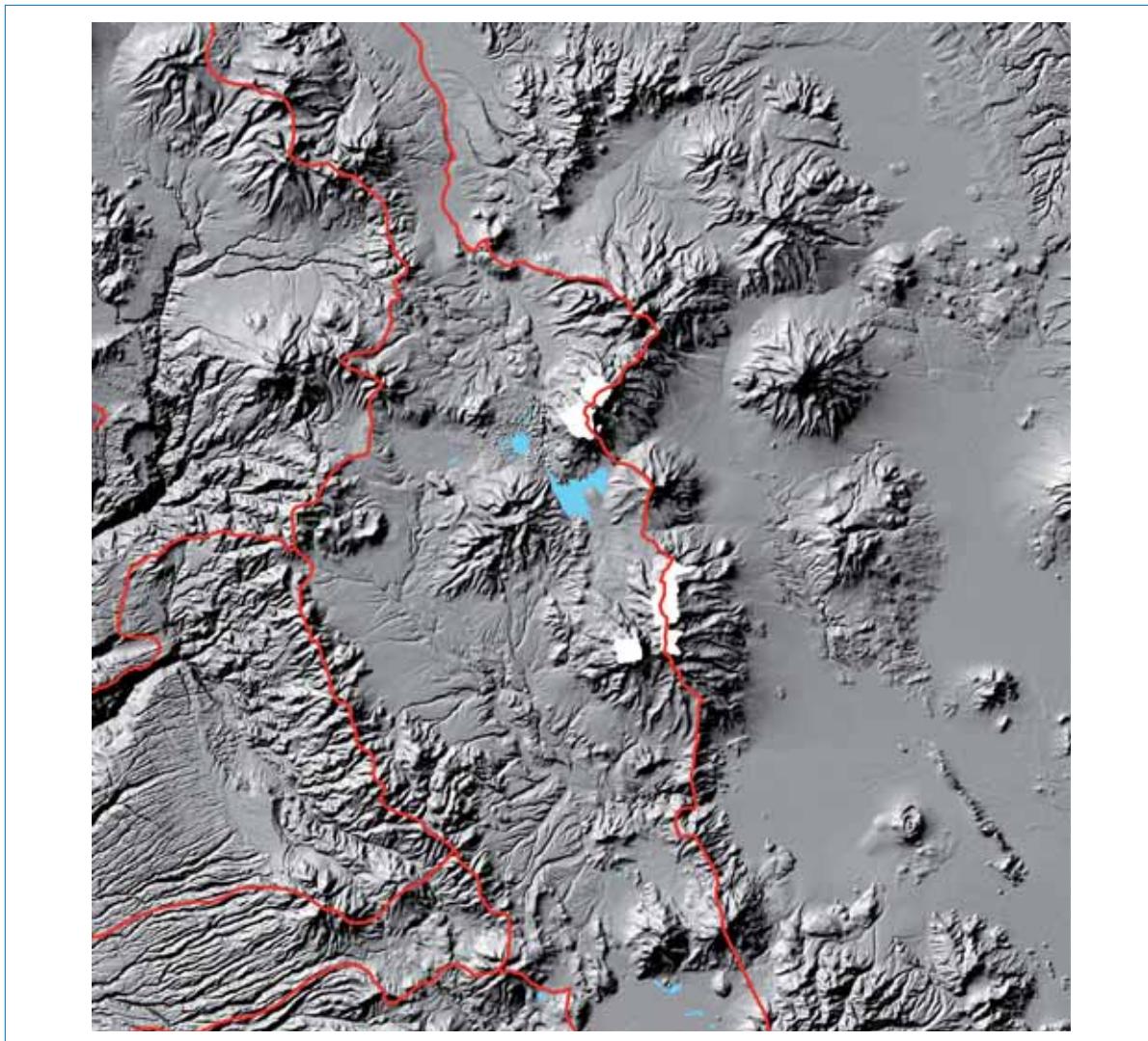
Fig. 9. Límites de cuencas y subcuencas de aguas superficiales de la Región de Arica y Parinacota, Chile en base a las coberturas digitales que maneja la Plataforma Informática de Recursos Hídricos de la DGA.



Fuente: Elaboración propia en base al sistema de información de recursos hídricos DGA, MOP.

El mapa hidrográfico nacional contiene los límites de las 101 cuencas, 491 subcuencas y 1481 sub-subcuencas de aguas superficiales asociadas a su respectiva red de drenaje, el cual al ser diseñado como un sistema de información geográfico tiene asociado a cada polígono su respectiva base de datos que contiene los datos fundamentales de la cuenca como superficie, carga o alimentación, y su tipología según el lugar de origen del drenaje.

Fig. 10. Límites de Cuencas Altiplánicas, Región de Arica y Parinacota.



Fuente: Elaboración propia en base al sistema de información de recursos hídricos DGA, MOP.

También se pueden desplegar el inventario de glaciares asociados a cuencas seleccionadas del territorio nacional donde se ha avanzado en este tema. En relación a las aguas subterráneas también se cuenta con información georreferenciada en esta plataforma nacional la cual tiene definido los límites de 69 acuíferos, y 238 subsectores de acuíferos estudiados, sobre los cuales se declaran las áreas de restricción y zonas de prohibición a nuevos aprovechamientos de uso.

En base a los avances en el conocimiento y sistematización de la realidad hídrica nacional se considera que las tareas de delimitación de las cuencas hidrográficas superficiales y subterráneas, así como la estimación aceptable sobre la disponibilidad de agua en los sistemas regionales de cuencas, se facilitarán enormemente a los equipos de planificación regional de los Gobiernos Regionales durante el análisis territorial del componente, considerando que toda la información cartográfica y bases de datos se encuentran disponibles sin costo para las instituciones de gobierno.

En la imagen de arriba se pueden visualizar los límites de cuencas altiplánicas, así como las coberturas de cuerpos de agua naturales y artificiales, y varios glaciares descubiertos sobre volcanes de la Región de Arica y Parinacota, empleando como carta base un modelo digital de terreno (relieve) en base a imágenes de radar. Toda la información desplegada son coberturas digitales que maneja la Plataforma Informática de Recursos Hídricos de la DGA. Ahora bien, la tarea de delimitación del ámbito de análisis y zonificación de la cuenca hidrográfica en el contexto del instrumento PROT no termina con la determinación del área de drenaje, los cursos de aguas y su divisor de aguas que la limita periféricamente. Con esto se acota aquella parte de la cuenca que delimita la superficie del drenaje superficial, pero no incorpora la dinámica, cantidad y calidad de las aguas

subterráneas, las áreas de recarga y las áreas de donde se extrae del subsuelo, dentro del área total o parcial de la cuenca hidrográfica objeto de ordenamiento territorial.

## 2.4 CRITERIOS PARA CLASIFICAR Y PRIORIZAR CUENCAS HIDROGRÁFICAS

En una región no solo hay una cuenca hidrográfica, como tampoco hay dos de ellas iguales, aun siendo contiguas. Las cuencas hidrográficas como cualquier otro territorio difieren en tamaño, morfología, régimen y balance hidrológico, estructura biofísica, funcionalidad territorial, asimilación técnico económica, conocimiento, monitoreo, poblamiento, regulación, uso y cobertura del territorio, y otros tantos criterios como sea relevante considerar para los propósitos del ordenamiento territorial en estos singulares espacios regionales.

Presumiblemente la primera cuestión a despejar al iniciar el análisis del componente cuenca será relativa a cual o cuales de ellas deben ser objeto del análisis, lo que implica seleccionar o priorizar sobre el conjunto. Sin embargo, antes de priorizar es necesario clasificar o agrupar según clasificaciones ya realizadas sobre las cuencas hidrográficas.

Para los propósitos de orientar este trabajo preliminar de clasificación y priorización, se revisaron diversos estudios técnicos que abordan la clasificación de cuencas por diversos criterios y aplicaciones, que pueden ser perfectamente aplicadas o servir de referencia para los fines del instrumento PROT que se está construyendo.

Cualquier aproximación a un ejercicio de clasificación de cuencas hidrográficas pasa por recapitular algunos elementos diferenciadores elementales en materia de hidrología que

posibilitan reconocer las cuencas según los siguientes criterios generales: número de orden/tamaño, relieve, dirección de la escorrentía, entre otros criterios.

- La jerarquía o número de orden/tamaño de la red hídrica interconectada dentro de los límites de una cuenca permite identificar entre un cauce o río principal, sus afluentes secundarios (tributarios), terciarios y hasta de cuarto orden. A esto se le denomina orden de ramificación de la red de drenaje donde normalmente las cuencas hidrográficas mayores presentan sistemas de drenajes más ramificados y de mayor tamaño. Bajo el criterio de orden de red es común ver diferenciada la cuenca en unidades menores como subcuenca y sub subcuenca (microcuenca), hasta un último nivel denominado quebrada.

Desde una mirada más amplia la clasificación de las cuencas hidrográficas atendiendo al criterio de jerarquía u orden de la red se visualizan mejor cuando se presentan en escalas que transitan desde lo global hasta lo local, tal como se

muestra a continuación, focalizando los ejemplos en la denominación, descripción a las condiciones reales de la red hidrográfica propia de Chile.

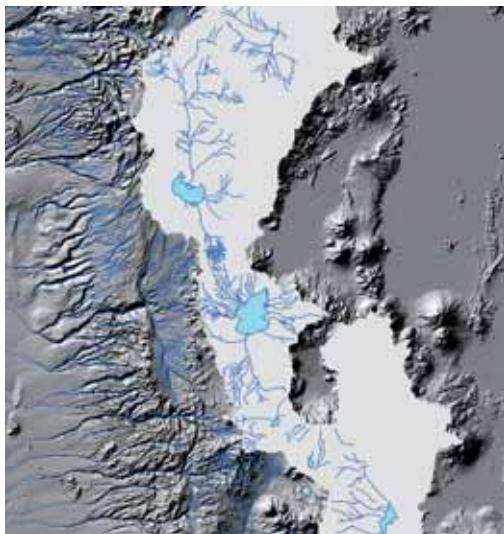
Nivel jerárquico o número de orden	Clasificación contextual	Descripción y ejemplos
Global planetario	Cuencas Marinas Cuencas Terrestres	Cuencas Marinas o depresiones del relieve submarino desplegadas entre dorsales. En el mar chileno se localiza la cuenca De Chile situada entre el ramal secundario de la Dorsal de Nazca y la Dorsal Occidental de Chile, y la cuenca Baker o Austral.
Nacional	Vertientes Zonas Hidrográficas <sup>18</sup>	Las vertientes son zonas oceanográficas las cuales se alimentan de aguas continentales de escorrentía, tanto superficial, sub superficial, como subterránea. Cada cuenca vertiente, tiene sus propias características en cuanto a área, dirección de drenaje, clima, vegetación, longitud y caudal de los ríos que la conforman. A nivel Sudamericano se reconocen la vertiente Atlántica, Caribe y Pacífico.  Para el caso de Chile se tiene la vertiente Pacífico y dentro de su territorio se diferencian latitudinalmente 7 zonas hidrográficas. Se trata de macrozonas relativamente homogéneas en cuanto a caudales, régimen de escurrimiento, tipo de red de drenaje, unidades morfológicas donde se desarrollan las cuencas, y la base de equilibrio hídrico, identificándose las siguientes zonas: -Norte Árido -Semiárida -Central -Patagonia Chilena -Isla Grande Tierra del Fuego -Antártica Chilena -Islas Oceánicas
Cuenca	Tamaño según superficie	Área geográfica cuyas aguas superficiales y subterráneas drenan o vierten a una red hidrográfica común y finalmente hacia un curso mayor o principal que desemboca en el mar o lago.
Subcuenca	De "n" orden	Subdivisión al interior de una cuenca para denominar a la superficie de menor jerarquía u orden que realiza el drenaje por un tributario del curso principal.
Subsubcuenca (microcuenca)	De "n" orden	Subdivisión al interior de una subcuenca para delimitar las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal.
Quebrada	Superficie mínima de drenaje	Subdivisión al interior de una subsubcuenca (microcuenca) que desarrolla su drenaje directamente al cauce principal de una microcuenca. Varias quebradas pueden conformar una microcuenca.

Fuente: Elaboración propia en base a IGM 1984 Hidrografía Volumen VIII Geografía de Chile;

18 En 1984 el Instituto Geográfico Militar de Chile publica el volumen VIII Hidrografía, como parte de la colección Geografía de Chile. Dicho volumen es la más completa compilación sistematizada del conocimiento hidrográfico e hidrológico nacional cuya unidad de estudio fundamental es la cuenca u hoya hidrográfica definida a través de sus atributos fundamentales. Basándose en la comunidad de atributos se propuso una clasificación en unidades mayores denominadas zonas hidrográficas

La clasificación en función del criterio número de orden de la cuenca<sup>19</sup> (n) se basa en la asignación de un valor que tiene relación estrecha con el número de ramificaciones de la red de drenaje. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también el componente de escorrentía directa que en otra cuenca de similar superficie.

Fig. 11. Imagen del Salar del Huasco y Coposa, Región de Tarapacá.



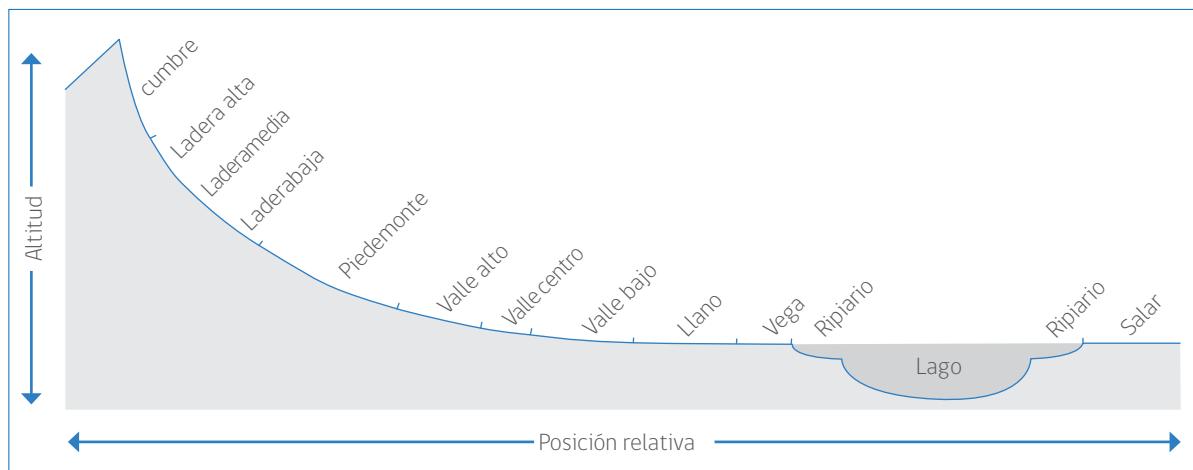
Fuente: Elaboración propia en base al sistema de información de recursos hídricos DGA, MOP.

19 El primer sistema de clasificación de cuencas hidrográficas fue propuesto por Gravellius en 1914 quién consideró que el cauce más grande o principal es de orden uno (1) y los afluentes que llegan a él son de orden dos (2) y así sucesivamente. Luego Horton en 1945 invirtió el orden de clasificación, asignando el primer orden a las corrientes de los cauces de menor tamaño de escorrentía permanente. Luego aparecieron los modelos de Panov (1948), Strahler (1952), Scheidegger (1965) y Shreve (1966). Existe también, el método de Horton-Strahler el cual incluye el componente área en su estimación y jerarquiza las cuencas por un control gravitatorio excluyendo aquellas cuencas menores de determinado rango.

- El relieve como criterio general de clasificación facilita diferenciar las cuencas en función de la pendiente y la orientación del relieve. Es muy frecuente en la caracterización general de la cuenca segmentar según el cambio de pendiente del terreno en áreas planas e inclinadas, diferenciando las zonas de laderas (asociadas a geoformas tales como montañas, colinas, tierras inclinadas, cerros, con pendientes mayores al 20%), zonas de valles (asociadas a geoformas planas, o de suaves pendientes o ligeramente onduladas, con pendientes menores al 20%), y finalmente la zona de cauce (asociada al curso principal y los cursos

secundarios con sus márgenes de protección). Las cuencas planas o con poca variabilidad de pendiente, solo tendrá la zona plana de valles y el cauce. En Chile al aplicar este criterio de clasificación general en función del relieve se encuentran como denominaciones más frecuentes las de cuenca: de alta montaña o altoandina, andina, preandina y costera. Complementando la pendiente del relieve también interesa la orientación de los cauces en las direcciones Norte-Sur-Este-Oeste particularmente para Chile en las cuencas altioplánicas.

Fig. 12. Esquema generalizado de la proyección vertical de una cuenca hidrográfica.

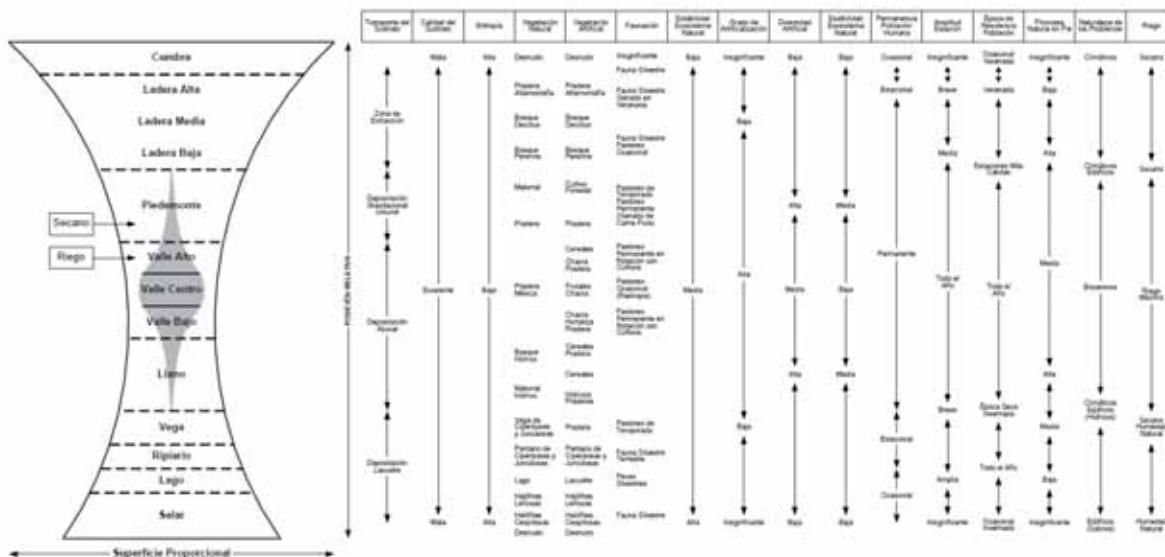


Fuente: MIDEPLAN 2005. Serie Cuadernos Metodologías Planificación Territorial. Cuaderno N° 1 Zonificación para la Planificación Territorial. Santiago de Chile.

- Indirectamente relacionado con el relieve, también es frecuente diferenciar las secciones o partes de la cuenca en función de su situación relativa altitudinal, haciendo referencia a las partes alta, media y baja de la cuenca, lo cual encuentra más sentido en cuencas que nacen y se desarrollan en ámbitos cordilleranos. Desde esta perspectiva se facilita la comprensión de las funciones e interrelaciones de todo tipo que operan especialmente en y desde la parte alta a las partes medias y bajas de las cuencas. Permite

relacionar cómo las partes altas de las cuencas inciden en las partes bajas, por ejemplo, si se deforesta la parte alta de qué manera afecta la escorrentía en las partes bajas, o si se aplican agroquímicos y plaguicidas en forma irracional en las partes altas; cómo se contaminan las aguas que deben aprovecharse, aguas abajo, o los niveles de extracción, acumulación o trasvases desde la parte alta cómo afecta el caudal en las secciones medias y bajas de la cuenca.

Fig. 13. Esquema generalizado de la proyección horizontal de una cuenca hidrográfica.



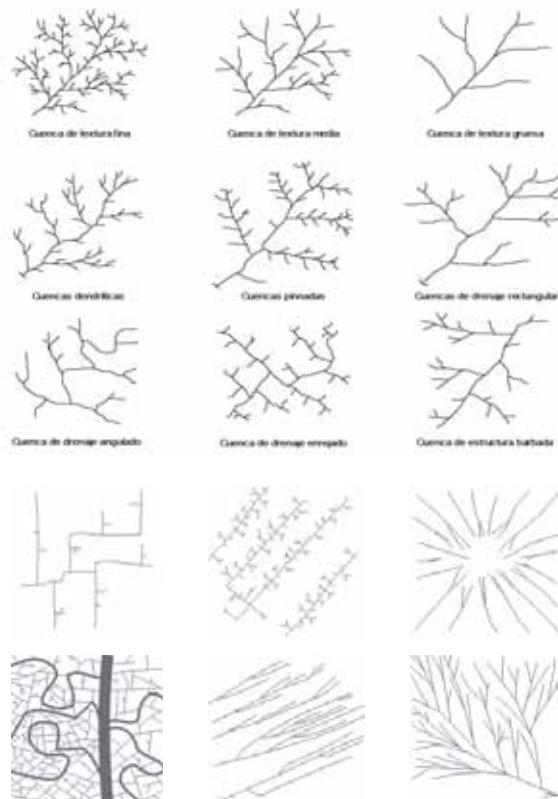
Fuente: MIDEPLAN 2005. Serie Cuadernos Metodologías Planificación Territorial. Cuaderno Nº 1 Zonificación para la Planificación Territorial. Santiago de Chile.

- De acuerdo al comportamiento o régimen hídrico predominante de sus respectivos cauces, distinguiéndose los llamados régimen torrencial, permanente, estacional, esporádico y mixto dependiendo de los factores físicos de control intrínseco o externos.

- Según la zona de salida o desagüe del curso principal de la cuenca se diferencian en cuencas arreicas o inactivas, endorreicas o cerradas, y las cuencas exorreicas las cuales desaguan en vertientes oceánicas y mares.

- Según la textura y morfología dominante de la red hidrográfica dentro de los límites de la cuenca se encuentran las más diversas propuestas de clasificaciones que esencialmente son asociaciones de las formas de los cursos fluviales a formas geométricas u objetos de la realidad. Asimismo, será importante valorar los patrones de drenaje, reconocidos en cada realidad regional, y tipificados según los criterios de morfología, textura y densidad de la red como indicadores relevantes de la litología, geología y geomorfología de la cuenca objeto de ordenamiento.

Fig. 14. Ejemplos de clasificación de cuencas hidrográficas.



Fuente: MIDEPLAN 2005.  
Serie Cuadernos Metodologías Planificación Territorial Cuaderno Nº 1 Zonificación para la Planificación Territorial.  
Santiago de Chile.

En la práctica del ordenamiento y planificación territorial de cuencas hidrográficas comúnmente se combinan y ponderan múltiples criterios generales y otros que se derivan de particularidades regionales y locales. Un ejemplo de este tipo de práctica se expone a continuación recomendándola como referencia metodológica a con vistas a desarrollar un ejercicio propio e interdisciplinario de identificación de parámetros y criterios para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas con fines de ordenamiento territorial.

Se trata de la experiencia desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia en 2004, organismo que lideró un ejercicio de clasificación y priorización de cuencas hidrográficas pensando en su aplicación a nivel del ordenamiento territorial regional. Se reunieron 45 expertos en materia de ordenamiento de cuencas hidrográficas con representantes de las principales instituciones ambientales, corporaciones autónomas regionales de medio ambiente, universidades, gremios y expertos independientes. La técnica utilizada se basó en la valoración ponderada del juicio de expertos sobre las diversas temáticas -definidas inicialmente mediante una lluvia de ideas- expuestas a debate mediante un sistema de valoración cualitativo expresado en alta, media y baja importancia. Una síntesis de los resultados propuestos en esa experiencia se presenta en el siguiente cuadro que vincula factores, parámetros y criterios de clasificación que permiten priorizar a 5 componentes básicos.

Cuadro 4. Criterios para la Delimitación de Cuencas Hidrográficas, según dimensión.

Componente/ Dimensión	Factor	Parámetro	Criterio
Hidrológico-Físico Natural	Demanda y Oferta hídrica	Índice de escasez	Mayor índice de escasez mayor prioridad
	Calidad del Agua	Perdida oxígeno disuelto en agua	Menor calidad del agua mayor prioridad
	Riesgos de Origen Natural	Grado de vulnerabilidad	Mayor vulnerabilidad mayor prioridad
	Conocimiento y estudio de cuenca y agua	Inventario y evaluación	Más y mejores estudios mayor prioridad
	Disponibilidad de información y Monitoreo	Índice de densidad de monitoreo	Más y mejor monitoreo mayor prioridad
	Proceso de Desertificación	Índice de desertificación	Mayor desertificación mayor prioridad
	Estado de reglamentación de recurso hídrico	Nivel de aplicación reglamentación	Menor aplicación reglamenta menor prioridad
Físico- Natural/ Biótico	Existencia-estado de ecosistemas estratégicos	Presencia/ausencia	Más y mejores ecosistemas mayor prioridad
	Oferta de bienes y servicios ambientales	Tangibles e Intangibles	Mayor riqueza de intangibles mayor prioridad
	Nivel de Contaminación	Índice Contaminación físico-químico	Mayor contaminación hídrica mayor prioridad
	Existencia de Áreas Protegidas	Tipo de Áreas Protegidas	Mayor superficie protegida mayor prioridad
	Degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad	Superficie degradada, fragmentada	Mayor superficie degradada mayor prioridad
	Especies en peligro	Presencia/ausencia	Más especies en peligro mayor prioridad
	Degradación y pérdida de suelo	Nivel de degradación	Mayor nivel de degradación mayor prioridad
Socio-Cultural	Conflicto por el uso del Agua	Nº de conflictos y afectaciones	Mayor numero de conflictos mayor prioridad
	Disponibilidad de la comunidad a participar	Valoración de la disponibilidad	Mayor disponibilidad mayor prioridad
	Densidad de población	Habitante por superficie	Mayor densidad mayor prioridad
	Conflicto por uso del suelo	No definido	No definido
	Nivel de Organización Social	Numero, tipo y grado de organización	Mayor organización mayor prioridad
	Fragmentación predial y tenencia de la tierra	Índice Concentración de la propiedad	Mayor Índice (verificando la productividad) menor prioridad
	Oferta y Seguridad Agroalimentaria	Diversidad	Mayor riqueza de ecosistemas y diversidad genética mayor prioridad
	Calidad de Vida, Pobreza e Indigencia	NBI, Pobreza e Indigencia	Mayor pobreza e indigencia mayor prioridad

Técnico-Económico	Oferta y Demanda de Bienes y Servicios ambientales de la Cuenca (para sectores productivos y extractivos)	Balance de Oferta y Demanda	Mayor déficit entre oferta y demanda mayor prioridad
	Estudios, Diagnósticos, Formulación de planes, Sistemas de Información y Monitoreo	Nivel de aplicación de tecnologías disponibles	Mayor nivel de aplicación mayor prioridad
	Actividades productivas y sistemas de producción	Tipo de Actividad (detallar ventajas comparativas y sostenibles)	Mayor competitividad regional sostenible mayor prioridad
Político-Institucional	Potencial de coordinación interinstitucional, intersectorial para el OT de la Cuenca	Razón de recursos provenientes de: convenios, transferencias e instrumentos económicos a recursos totales	Mayor proporción de recursos disponibles mayor prioridad
	Desigualdad económico y social	Índice de Gini	Mayor desigualdad mayor prioridad
	Posibilidades de participación social en la OT de la Cuenca	Medios efectivos de participación y cobertura de esos medios del total de la población que quiere participar	Mayor posibilidad de participación mayor prioridad
	Experiencia de trabajo y gestión institucional pública y privada, organizaciones sociales y académicas	Evaluación de costo/efectividad de la inversión realizada	Mayor costo/efectividad de experiencia institucional mayor prioridad

Fuente: IDEAM 2004. Guía Técnico Científica para la ordenación y manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Bogotá, Colombia.

Otra experiencia relevante sugerida como material de consulta, dado que se basa en la realidad nacional, es el ejercicio de priorización de cuencas hidrográficas que realizó en 2010 la Comisión Nacional de Riego, el Ministerio de Obras Públicas y el (ex) Ministerio de Planificación en el contexto de la elaboración del Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico<sup>20</sup>. El documento de referencia fue presentado en Diciembre de 2010 y tiene la particularidad de que inicia el ciclo de vida de un proyecto de riego bajo el enfoque de manejo integrado de cuencas hidrográficas en cuyo centro se sitúa el uso múltiple del recurso hídrico y pasa necesariamente por pre-establecer un orden de prioridad

para realizar los estudios básicos en determinadas cuencas en cada una de las regiones del país. El criterio de prioridad aplicado fue el déficit hídrico identificado en cuencas seleccionadas y fundamentadas en los resultados de dos estudios nacionales recientes impulsados por instituciones claves en materia de planificación y gestión de recursos hídricos<sup>21</sup>. Considerando los resultados de ambos estudios los autores optaron por contrastar y cruzar sus respectivos resultados seleccionando las cuencas con mayores problemas hídricos o las llamadas cuencas deficitarias vinculadas con la información de proyectos de aprovechamiento hídrico localizados en dichas cuencas.

20 La Comisión Nacional de Riego (CNR) por mandato de su Consejo de Ministros en 2010 coordinó la elaboración técnica del Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico en conjunto con la Dirección de Obras Hidráulicas (MOP), la Dirección General de Aguas (MOP), la División de Planificación, Estudios e Inversiones de ex MIDEPLAN, y la Subdirección de Estudios y Políticas de Inversión de la Dirección de Planeamiento del MOP.

21 Los estudios referidos son Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras encargado por la DGA (2007) y el Diagnóstico de Fuentes de Agua no Convencionales en el Regadío Interregional encargado por la CNR (2010).

Las cuencas deficitarias priorizadas consideradas en ese estudio fueron las siguientes:

**Cuadro 5. Cuencas con Déficit Hídrico, según región**

Región	Cuenca	Sector/Servicio deficitario según la intensidad del Uso	Proyectos localizados
Arica y Parinacota	Riío Lluta	Riego y Agua Potable	Embalse Chironta
	San José de Azapa	Riego y Agua Potable	Embalse Livilcar
Tarapacá	Pampa del Tamarugal	Riego y Agua Potable y Minería	Embalse Pintanane, Embalse Sibaya
Antofagasta	Salar de Atacama	Minería	Embalse Regional Río San Pedro
Tarapacá-Antofagasta	Riío Loa	Riego, Agua Potable y Minería	Embalses Quillagua, Ayquina, y Río Salado
Atacama	Riío Copiapó	Riego y Agua Potable y Minería	Embalse Riío Pulido
Valparaíso	Riío Petorca	Riego y Agua Potable	Embalses Pedernal y Las Palmas
	Riío La Ligua	Riego y Agua Potable	Embalses Alicahue, y Los Ángeles
	Riío Aconcagua	Riego, Energía y Minería	Embalses Chacarilla, y Punta de Viento
	Riío Aconcagua (Subcuenca Aconcagua Bajo)	Riego y Energía	-
Metropolitana de Santiago	Riío Maipo (Subcuenca Mapocho)	Agua Potable	-

Fuente: Comisión Nacional de Riego, 2010. Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico.

La propuesta de priorización de cuencas definida para los propósitos de la evaluación de proyectos de obras hidráulicas (Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico 2010) provee un importante insumo de partida como parte de las tareas de caracterización general del sistema hidrográfico regional que los planificadores del Gobierno Regional deberán realizar en el análisis del componente cuencas hidrográficas, lo que no significa que sean estas

todas las cuencas hidrográficas con déficit hídrico en el país. Por otra parte el criterio de priorización aplicado (déficit hídrico) para seleccionar cuencas localizadas al norte de la Región Metropolitana de Santiago ya no aplicaría satisfactoriamente para las cuencas que se extienden al sur de esa misma región en la medida que se revierte el balance de una condición de déficit o escasez hídrica a una condición de superávit hídrico.





### III. SECUENCIA METODOLÓGICA APLICABLE AL ANÁLISIS DEL COMPONENTE CUENCA HIDROGRÁFICA.

### 3.1 SECUENCIA METODOLÓGICA SEGÚN FASES

Tal como se plantea en el documento Plan Regional de Ordenamiento Territorial: Contenido y Procedimientos (SUBDERE 2011) el ordenamiento territorial (OT) es concebido como la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad, y cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones, y la organización física del espacio, según un concepto rector. Consecuente con ello, tanto los métodos como los instrumentos de planificación que se apliquen se desprenderán del conjunto de valores sociales, de las orientaciones políticas nacionales y regionales, y de las condiciones económicas y ambientales propias de los territorios, que han sido contenidas en las respectivas Estrategias de Desarrollo Regional (ERD).

Dicha concepción del OT como marco orientador territorial de la Estrategia Regional de Desarrollo, las políticas públicas nacionales y regionales, instrumentos que condensan de una u otra forma los múltiples intereses que compiten en el territorio, es aplicable a cualquier ámbito geográfico, unidades o fracción territorial, componente de análisis y escala de representación cartográfica que se requiera.

En el marco de la iniciativa de diseñar por primera vez el instrumento PROT, liderado por la División de Planificación y Desarrollo de los Gobiernos Regionales, en el cual se materializa esta concepción del OT se ha considerado práctico identificar cinco componentes de análisis territorial, cuatro de los cuales han sido asimilados a diversos ámbitos geográficos que conforman la totalidad del territorio regional, los cuales han sido denominados como: costero, urbano, rural, y cuenca hidrográfica. Dichos componentes o unidades topológicas de análisis tienen en común la factibilidad de

poder aplicarles iterativamente una secuencia metodológica genérica con lo cual se facilitaría y simplificaría abordar el ordenamiento territorial regional y que gradualmente permitiría conocer el funcionamiento de cada componente de análisis para luego integrarlos todos a nivel regional.

Congruente con lo anterior se presenta seguidamente una secuencia metodológica genérica dentro de lo que se conoce en teoría de planificación como planificación exhaustiva rescatando de aquella el alcance de sus etapas o fases, contenidos, métodos de análisis y productos técnicos asociados a las fases secuenciales. El propósito es presentar lo más claro posible el paso a paso de una propuesta de conducción de un proceso tipo de ordenamiento territorial aplicado al componente de cuencas hidrográficas.

No obstante el énfasis planteado en la secuencia metodológica hay que recordar permanentemente que la modalidad de trabajo que se promueve en la elaboración del PROT privilegia la aproximación entre la decisión política y la concertación social apoyada en capacidades técnicas. Lo que implica en la práctica que desde el inicio, el proceso de trabajo está basado en una metodología participativa orientada a la asignación de funciones y objetivos de desarrollo territorial, en cada uno de los componentes de análisis territorial.

La participación de actores, sus interrelaciones en el ámbito de la cuenca pone de relieve los aspectos comunes, así como también las divergencias, las que afloran al involucrar a los actores relevantes en el proceso de diseño del instrumento de ordenamiento PROT. La participación de actores mas amplia posible, además, asegura la consistencia de los puntos de vista entre los sectores público y privado, al tiempo que promueve la coordinación intersectorial, basada en la

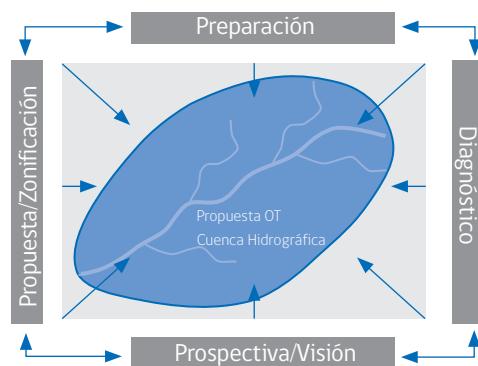
toma de acuerdos. Los resultados de acuerdos tienen como principal atributo el minimizar las tensiones que influyen en la aceptación amplia, la viabilidad y la congruencia de las propuestas que surjan, dado que ésta se desarrolla en un contexto de manejo de conflictos, al lograr acuerdos respecto de la utilización del territorio.

En la base de la concepción de OT adoptada subyace la convicción de que el ordenamiento del territorio de la cuenca hidrográfica es un proceso esencialmente orientado a la armonización de conflictos por el agua, por los recursos relacionados con el agua, y por el territorio mismo de la cuenca. Consecuentemente, si la armonización de conflictos es uno de los propósitos a alcanzar por el instrumento PROT el supuesto explícito de la secuencia metodológica que se propone es que la multiplicidad de actores que conviven y compiten en la cuenca fundamentan y articulan sus intereses de manera calificada (los agricultores regantes conocen empíricamente cuánta agua, en qué momento y con qué calidad requieren irrigar sus cultivos, así como las empresas sanitarias monitorean en tiempo real el caudal o gasto necesario para mantener constante el suministro y la calidad de provisión de agua potable a la población y los servicios).

La secuencia metodológica general se ha diseñado según fases o etapas, lo que a su vez, es funcional a la estructura del documento guía que se presenta aludiendo a como se sugiere sea desarrollado idealmente el proceso.

La secuencia metodológica privilegiará utilizar el conocimiento disponible de las condiciones, valores y problemáticas ambientales, sociales, culturales, institucionales, y económicas resultantes de diagnósticos sobre los cuales se acordarán objetivos zonificados de ordenamiento territorial.

Fig. 15. Secuencia Metodológica General



Fuente: Elaboración propia.

La secuencia propuesta no plantea incidir directamente en la gestión sectorial de los recursos hídricos<sup>22</sup>, gestión que esencialmente apunta a la definición de programas de medidas y acciones, plazos, recursos y monitoreo, así

22 Igualmente se considero como referencia la secuencia metodológica que fomenta y difunden diversos organismos internacionales vinculados con la planificación y la gestión de los recursos hídricos, tales como la FAO, la IUCN, GWP, PNUD, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), CAP-NET, entre otros. Esos organismos promueven la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) como paradigma global para la gestión del agua, el cual tiene asociado una secuencia compartida para facilitar la conducción de procesos de planificación en las más diversas escalas territoriales, de marcado de carácter participativo y procesos multi actores.

como tampoco propone a la creación de organismos de cuencas. La secuencia metodológica propuesta se soporta necesariamente en la coordinación intersectorial entre sectores público, privado y la participación de comunidades regionales y locales, sin perder la perspectiva durante todo el proceso de que se trata de un componente de análisis que converge finalmente en la concreción del instrumento PROT en cada una de las regiones.

La secuencia encadenada -en fases o etapas-, propia de procesos de ordenamiento territorial participativos<sup>23</sup> se ajustó a las fases normalmente previstas en diferentes aproximaciones metodológicas de planificación territorial, por lo cual, lo que aquí se propone responde más a un esquema convencional posible de aplicar tanto en los niveles subnacional y subregional, así como para los diversos ámbitos geográficos que componen la región administrativa.

Para el componente de análisis Cuencas Hidrográficas, la secuencia metodológica considera la realización de tres fases sucesivas de un mismo proceso: una preparatoria y dos de contenido técnico propiamente, tal como se muestra en la Figura N° 10 Secuencia Metodología para la Zonificación de Cuencas Hidrográficas.

23 Orientaciones y referencias más detalladas sobre participación y procesos multi actores, principios, metodologías y instancias, se encuentra explicitada en la serie de Manuales para la Participación Ciudadana en la Planificación Regional publicados por SUBDERE en marzo de 2010 y más específicamente, en el Manual N° 10: Guía para la Participación Ciudadana en la Elaboración del Plan Regional de Ordenamiento Territorial, publicado por el Departamento de Políticas y Descentralización de la División de Políticas y Estudios de SUBDERE, Santiago, marzo 2010.

Adicionalmente siempre será deseable -siempre que sea posible- transitar las fases de Diagnóstico-Prospectiva<sup>24</sup> como un solo momento en el conjunto de la secuencia por la complementariedad que aportan esas dos fases indisolublemente ligadas a todo lo largo del proceso. En ese sentido, Carlos De Mattos<sup>25</sup> asertivamente ilustra este vínculo cuando afirma que el *diagnóstico una vez contribuido al análisis y evaluación de la situación actual de la entidad territorial objeto de planificación, constituye el instrumento para probar la viabilidad de la visión o imagen deseada*. En definitiva la secuencia es conducente a la lógica de pasar del conocimiento e interpretación de la estructura y funcionamiento del territorio de la cuenca, a estimar/proyectar y reflexionar sobre sus tendencias más robustas y de ahí adelantar metas u objetivos de ordenamiento territorial zonificados vinculados a los recursos hídricos. Las fases son las siguientes:

Fig. 16. Fases Secuencia Metodológica

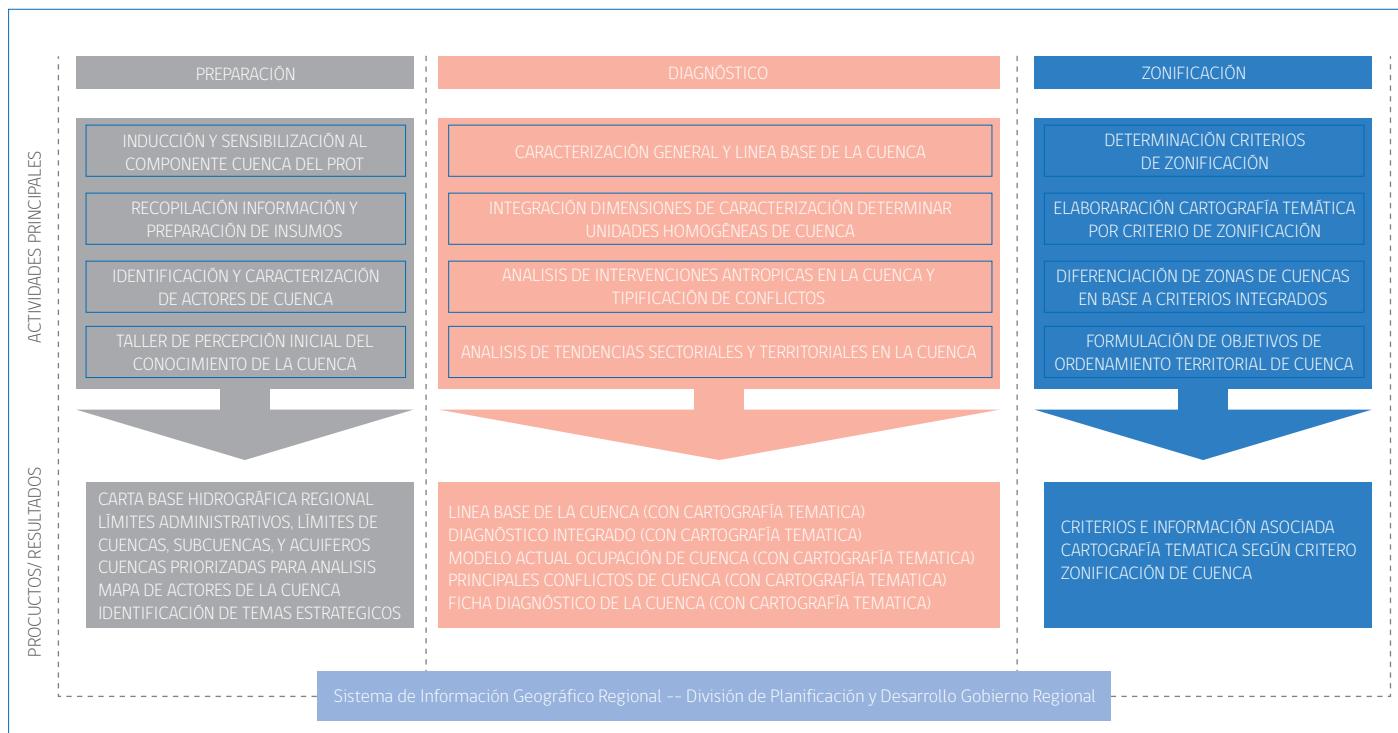


Fuente: Elaboración propia.

24 Para efectos del acompañamiento de procesos de ordenamiento territorial regional se optó por trabajar la prospectiva en base al diagnóstico integrado de los componentes de análisis territorial incluido el análisis de riesgos de origen natural. Sin perjuicio de lo anterior en el análisis territorial cada componente podrá avanzar en explorar las tendencias robustas y emergentes que sean identificadas durante el propio análisis.

25 De Mattos, Carlos. La planificación regional a escala nacional. ILPES, 1976, Santiago de Chile.

Fig. 17. Secuencia Metodológica Zonificación Componente Cuenca Hidrográfica, según Fases:



Fuente: Elaboración propia.

## 3.2 FASE DE PREPARACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

## ¿QUÉ ES Y CÓMO SE HACE?

Esta fase es la oportunidad para cimentar sólidamente las bases y entorno de trabajo del proceso que se inicia para el análisis del sistema de cuencas hidrográficas regional. Especialmente una oportunidad para asegurar la coordinación de agendas entre la institucionalidad pública regional y garantizar una participación multi actores efectiva en términos de valor agregado de nuevo conocimiento.

Dada la consolidación y experiencia acumulada por los equipos de planificación regional en las respectivas Divisiones de Planificación y Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Regionales ya no se requerirá de la fuerte inversión técnico-logística y condiciones materiales que inciden de manera decisiva en el impulso inicial de estos procesos.

Por ello lo relevante en esta fase será aclarar los alcances y propósitos del componente cuencas en el contexto del PROT, las condicionantes jurídico-administrativa en el análisis de este componente, identificando tempranamente a los actores e instrumentos clave con vistas a lograr su involucramiento efectivo, la coordinación de agendas y organización del trabajo entre el Gobierno Regional y los municipios que comparten las cuencas hidrográficas dentro del límite regional.

La preparación como fase, en su dimensión política debe asegurar la calidad y efectividad de la coordinación intersectorial y la participación de actores públicos y no públicos. Y en su dimensión más técnica debe entregar como productos tangibles el más completo banco de datos temáticos que poblarán el Sistema de Información Geográfico Regional y servirán como antecedentes de caracterización inicial, tales como informes técnicos, estudios, planes, cartografías,

imágenes y todas aquellas evidencias que den cuenta de la evolución espacio-temporal de las cuencas hidrográficas. Por ejemplo, como resultado de esta fase se debe haber incorporado al Sistema de Información Geográfico Regional (si es que ya no está) la cartografía digital actualizada de límites de cuencas y subcuencas hidrográficas con su respectiva red de drenaje superficial y subterráneo, y asociada a esta un mapa preliminar de actores de la cuenca.

La preparación se materializa mediante un conjunto de cuatro (4) actividades principales concatenadas que se inician con la inducción y sensibilización al análisis del componente cuencas hidrográficas tal como se muestra en la Figura XXXX. Dicha inducción y sensibilización deberá ser apropiada fundamentalmente por el Comité Técnico Regional (CTR) constituido entre otras funciones para conducir y garantizar las coordinaciones interinstitucionales necesarias para la formulación de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Se tratará en la práctica de diseñar una jornada intensiva de inducción y sensibilización dirigida a los integrantes del CTR ampliado, donde la contribución técnica, normativa e institucional de la Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas Dirección Regional de Agua, la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, y la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente es esencial como actores del sector público con competencias relevantes y responsabilidades en el tema de la planificación y gestión de las cuencas hídricas.

## Inducción y Sensibilización

Diseñar, convocar y conducir una actividad tipo seminario-taller (planificada para una jornada de trabajo de 2 días) facilitaría el procedimiento para inducir y sensibilizar en torno al componente cuenca, orientado primordialmente a clarificar el propósito de analizar el componente en el contexto más amplio de elaboración del instrumento PROT.

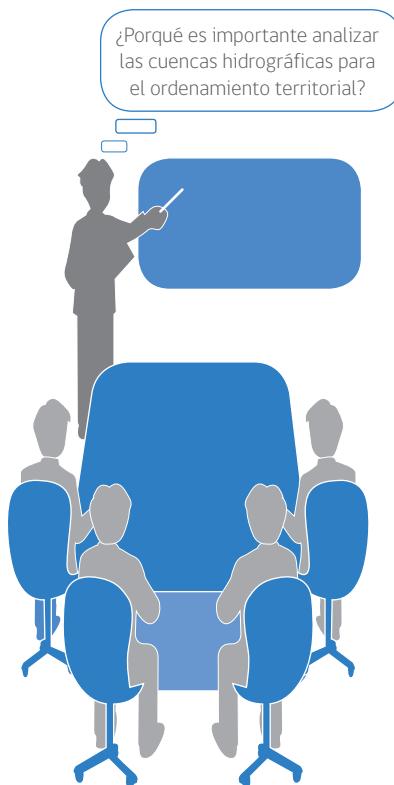
La aclaración del propósito a partir de una pregunta abierta puede ser desarrollada como un taller de inducción y sensibilización convocado y preparado por el equipo técnico ejecutor del CTR que lidera el Gobierno Regional. Para estos efectos se sugiere preparar el Seminario-Taller orientado a los siguientes objetivos y contenidos temáticos. Éstos serán definitivamente determinados por los planificadores de los Gobiernos Regionales y sus respectivos CTR, en función de las características de sus territorios de cuenca.

**Objetivo:** Sensibilizar acerca de la relevancia y particularidades del análisis del componente cuencas hidrográficas en el contexto de la elaboración del PROT.

Contenidos sugeridos para un Seminario tipo de Sensibilización al componente:

a) Presentar y sociabilizar el alcance de las prioridades estratégicas plasmadas en Plan de Gobierno, Políticas, y/o Estrategias Nacionales relativa a recursos hídricos y cuencas hidrográficas.

Fig. 18. Seminario tipo Sensibilización al Análisis del componente cuencas hidrográficas



Fuente: Elaboración propia.



b) Presentar y sociabilizar el alcance de las prioridades y lineamientos estratégicos plasmados en la Estrategia Regional de Desarrollo vigente relativa a recursos hídricos y cuencas hidrográficas, de la región respectiva.

c) Presentar y reflexionar con base al análisis territorial, la visión e intervenciones estratégicas territoriales del instrumento sectorial Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2018 o el que lo reemplace.

**Objetivo:** Capacitar y motivar mediante un ejercicio práctico de inducción al análisis territorial del componente cuencas hidrográficas para el ordenamiento del territorio de escala regional

Contenidos sugeridos para Taller tipo Inducción al componente:

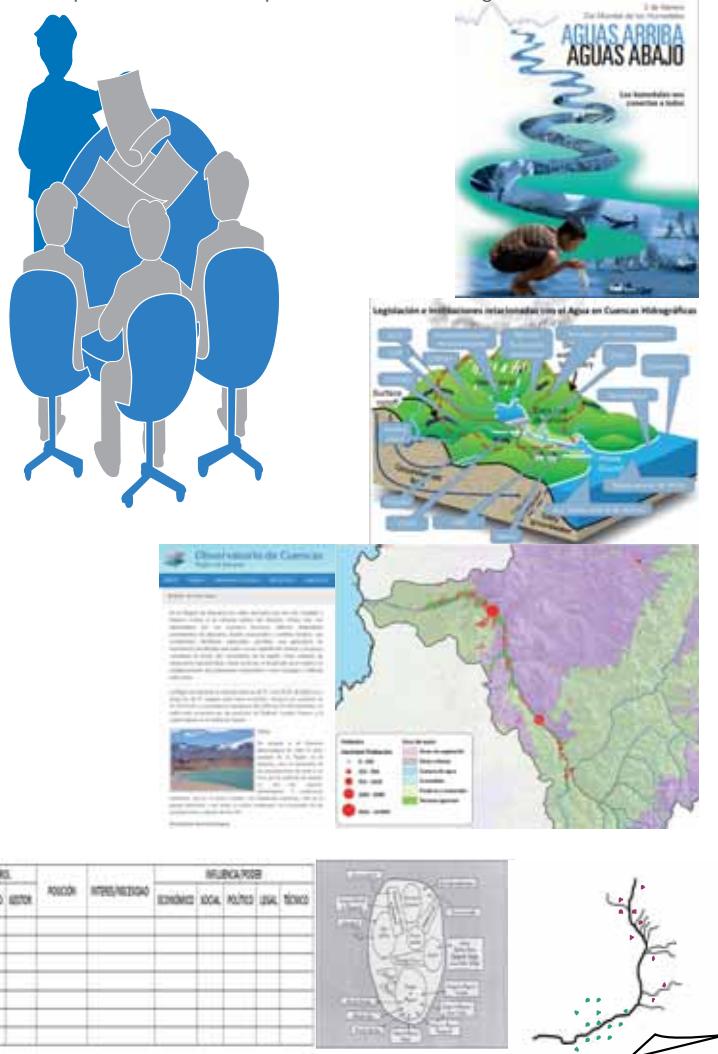
a) Analizar aspectos claves para comprender el funcionamiento de las cuencas hidrográficas desde diversas dimensiones de la realidad.

b) Analizar marco institucional y regulatorio atinente a los recursos hídricos con incidencia directa e indirecta en el ordenamiento territorial de las cuencas hidrográficas.

c) Reconocer procesos y experiencias exitosas de planificación, ordenamiento, gestión en las cuencas regionales.

d) Identificación y caracterización preliminar de actores presentes en la(s) cuenca(s) seleccionada(s). Para visualizar y facilitar este contenido de inducción se sugiere diseñar matrices simples y variantes de diagramas de Venn, sociogramas de cuenca, y simultáneamente ir actualizando la georreferenciación o referencia de los actores identificados.

Fig. 19. Taller tipo Inducción al componente cuencas hidrográficas



ACTOR	ROL		POSICIÓN	INTERRELACION	INFLUENCIA POSER					
	ESFUERZO	ESTRUC.			ECONÓMICO	SOCIAL	POLÍTICO	LEGAL	TÉCNICO	

Fuente: Elaboración propia.

El equipo técnico ejecutor del PROT no deberá perder nunca de vista que el nivel de profundidad, extensión, complejidad de la sensibilización e inducción dependerá de los recursos asignados, de la capacidad del equipo técnico y del tiempo acotado para el análisis del componente.

El resultado de esta primera actividad no se reduce a contabilizar el número de profesionales sensibilizados, motivados y capacitados inicialmente. Su eficacia se podrá valorar por la retroalimentación esperada entre el conjunto de productos derivados de esta fase, los cuales se potenciarán en las actividades y fases siguientes, redundando finalmente en la propuesta de zonificación que se defina para la cuenca.

### **Recopilación de Información y Preparación de Insumos**

La captura de información es una actividad permanente en todo proceso de planificación. Sin embargo, en esta fase preparatoria el equipo técnico ejecutor dedicará un importante margen de tiempo en inventariar, clasificar y procesar información secundaria útil, sobre todo, para ser utilizada al final de la fase preparatoria, en el taller de percepción inicial mediante el cual se podrá adicionalmente capturar directamente información de la cuenca en base al conocimiento de sus habitantes, usuarios, gestores y actores en general.

Para optimizar ese importante y valioso margen de tiempo dedicado a la recopilación de información y al mismo tiempo transformarla en insumos básicos que faciliten el trabajo intersectorial y participativo, será importante tener claridad de cuál es la información secundaria disponible, confiable, representativa, fuentes, escalas, formatos, evaluada como relevante y útil en el análisis del componente cuencas hidrográficas.

Dentro de la actividad principal denominada recopilación de información y preparación de insumos, tal como su nombre indica, se distinguen dos tipos de acciones: a) aquellas que se orientan a conformar una masa crítica de información o base de datos mínima y suficiente para iniciar la caracterización de la cuenca, y b) aquellas acciones orientadas a producir materiales gráficos y cartográficos que se utilizarán a lo largo del proceso de análisis del componente, los cuales adicionalmente facilitarán la participación de la diversidad de actores interesados en contribuir al análisis. Ejemplos de esos materiales son la generación de una carta base para el análisis del componente cuenca hidrográfica que debería ser diseñada a partir de la carta base regional con la que se dispone desde el análisis de otros componentes del instrumento PROT.

Frecuentemente el proceso de recopilación de información supuestamente disponible se inicia con la búsqueda de antecedentes sin una orientación clara de cuáles son las fuentes, referencias e instituciones, así como las principales bases de datos especializadas en temas atinentes al ordenamiento de cuencas hidrográficas. Con vistas a facilitar y hacer más productiva la recopilación de la información por parte de los equipos técnicos ejecutores regionales se presenta una matriz de base de datos general que deberá necesariamente ser complementada en cada región con aportes del conocimiento del territorio de la cuenca de actores locales y regionales.

Al iniciar la recopilación de la información surge inevitable la interrogante de cuánta y qué calidad de información se requiere para el análisis territorial, lo mismo que no será ajeno para el componente cuencas hidrográficas. Crecientemente se tiende a emplear, previa revisión y clasificación, la denominada información secundaria, entendiendo para este último término el conjunto de datos e informaciones

provenientes de otros estudios, planificaciones, proyectos de investigación académica, informes gubernamentales, publicaciones, leyes, normativas, incluyendo aquellos reportes periodísticos documentados.

En relación a cuanta información se requiere es difícilmente precisarla a priori, porque se trata de un proceso ininterrumpido de recopilación-clasificación-análisis-recopilación. En la práctica casi nunca se tiene la información "perfecta". Si se considera, por ejemplo el tamaño y distribución de la población según localidades al interior de cada cuenca, solo tendríamos de esa información actualizada en los primeros meses posterior al censo general de población y vivienda que se realiza cada 10 años, y en el resto del periodo inter censo (10 años) habrá que considerar las estimaciones y proyecciones de población disponibles para el menor nivel de desagregación territorial. En consecuencia es más realista hablar de información existente, maximizando el conocimiento local-regional de los actores de cuenca, enfatizando el enfoque de información suficiente por el de información disponible para planificar, privilegiando el sentido de oportunidad por sobre el de certeza científica, a fin de garantizar resultados aplicables a la realidad y no superados por la realidad.

En relación a la cualidad de la información a recopilar, el criterio que debe orientar a los equipos regionales es privilegiar toda aquella información que entre otros atributos este georreferenciada. Ello permitirá comprender y representar en lenguaje cartográfico, desde la caracterización general de la cuenca y su actual modelo de ocupación hasta las propuestas zonificadas de objetivos. No menos importante es ser rigurosos en lo que se menciona antes sobre la revisión y clasificación de la información secundaria en el sentido de asegurar su confiabilidad, validez y objetividad. Para el componente cuenca, por ejemplo, la Dirección General de

Aguas del MOP actualiza y administra la base cartográfica nacional que contiene los límites de cuencas en su Sistema de Información Geográfica multiescalar. Esta es la fuente institucional que provee la base cartográfica oficial y normalizada que se utiliza para la planificación sectorial y administración del recurso hídrico, así como del Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) en Chile.

Como orientación general para la recopilación de información se enfatiza que en la búsqueda y captura de los antecedentes, datos, e información secundaria se privilegiarán aquellos referidos a las funciones, intervenciones, actividades y usos que se desarrollan en el territorio de la cuenca en sus aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales, y que tengan expresión territorial acotada, esto es que: el dato o la información este georreferenciada. No obstante, serán los rasgos, particularidades y procesos propios del territorio de la cuenca regional, así como de las prioridades emanadas de los objetivos y lineamientos estratégicos establecidos en la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD), los determinantes fundamentales que inciden para identificar los requerimientos de información que el análisis de cuencas deberá dar respuesta.

Los objetivos y/o lineamientos estratégicos propios emanados de la ERD y precisados por el Comité Técnico Regional son los que en última instancia definen cuál información es necesaria y suficiente para ser utilizada en el proceso de análisis, reconocimiento en terreno y los talleres con actores regionales.

Entre las herramientas que se aplican bajo la modalidad de los llamados Diagnósticos Rápidos y Participativos (DRP)<sup>26</sup>

26 <http://www.fao.org/docrep/008/a0032s/a0032s00.htm>

diseñados para capturar en forma rápida información práctica orientada a la planificación existe una basada en la analogía de la relación virtuosa entre los objetivos (que orientan el proceso) y la recopilación de datos e informaciones con el rompecabezas, (ver figura) de rompecabezas. En dicha analogía, los objetivos establecen el marco o borde del rompecabezas por lo que la recolección de información necesariamente tiene que encuadrarse dentro de los bordes establecidos por los objetivos. Con cada informe, estudio, planes sectoriales, cartografías, base de datos, fotografías e imágenes satélites u otra información seleccionada que se capture se está colocando una u otra pieza del rompecabezas.

La analogía del rompecabezas para ilustrar la relación entre objetivos y recolección de información transita entre dos situaciones extremas e igualmente indeseables. En un extremo se puede llegar a fijar objetivos muy amplios y generales para el tiempo y los recursos disponibles. En ese extremo el marco del rompecabezas queda grande e incluso si se reúne mucha información, es probable que se disperse, con una pieza por un lado y otra por otro. Al final del proceso, todavía habrá tantas áreas en blanco que será difícil comprender el escenario de cuenca y el significado de la información recogida. Al otro extremo, se puede llegar a fijar objetivos demasiado específicos y enfocados que establecen un marco de análisis muy estrecho. En ese extremo será fácil conseguir suficiente información para completar todo el espacio. Pero es posible que el marco de objetivos sea demasiado pequeño para que tenga sentido, y la información más interesante puede quedar fuera del marco del análisis.

Por ejemplo, supongamos que durante el proceso de recolección de información se catastró todo el conocimiento disponible sobre antiguos derechos de aprovechamiento del

Fig. 20. Análisis y recopilación de información



Fuente: Elaboración propia.

agua superficial en la cuenca que no están regularizados, pero los temas claves de los conflictos en dicha cuenca son el sobre otorgamiento de derechos de explotación y la extracción ilegal del agua subterránea. En este caso la información recopilada es irrelevante.

Una primera aproximación para estimar los requerimientos de información de utilidad real para el análisis podría ser el tratar de vincular una fuente de datos a cada usuario o actor de cuenca. Dicha aproximación supone que se tendría una fuente de datos por cada actor asumiendo que cada actor o usuario realiza una determinada función o intervención territorial que se concreta en un uso o actividad específica. Esta aproximación responde más a la dispersión institucional y de competencias normativas que se entrecruzan en el

territorio de cuencas hidrográficas. Para los efectos de la recopilación de la información con vistas a consolidar una línea base (caracterización general) que será retomada para apoyar toda la fase de Diagnóstico podemos apoyarnos en el conocimiento que ya se tiene sobre el ámbito de información temática que generan o administran las instituciones con competencias en la gestión, planificación y manejo de los recursos hídricos en el país.

Con vistas a facilitar y hacer más productiva la recopilación de información se inserta el Cuadro N° xxxx que se presenta a continuación, en el se resume un listado de fuentes-instituciones que generan o administran información atinente al análisis del componente cuencas, lo que permitirá a los equipos técnicos solicitar, reunir y sistematizar de manera de conformar una base de datos georreferenciada sobre la cual iniciar el diagnóstico. No habrá que olvidar que varias de las fuentes-instituciones que se indican en esta matriz de bases de datos tienen su respectiva desagregación territorial en cada una de las regiones del país. Así por ejemplo la Dirección General de Aguas, el Ministerio de Agricultura, o el Ministerio de Medio Ambiente tiene sus respectivas representaciones regionales, lo cual es una estructura institucional que coadyuva a la solicitud y obtención de datos, estudios e informaciones sobre todo, si son parte integrante del equipo técnico o de trabajo.

Una consideración muy particular que favorecerá la recopilación de información para el análisis del componente cuencas hidrográficas es el conocimiento avanzado que se ha ido sistematizando en la elaboración del instrumento sectorial estratégico denominado Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico.

Todo este trabajo de búsqueda y recopilación selectiva de antecedentes e informaciones sobre el sistema de cuencas regional tiene su corolario a los efectos de esta etapa preparatoria en productos tangibles de utilización en las fases subsiguientes del proceso:

- Complementación del Sistema de Información Geográfico Regional, lo cual se traduce en haber actualizado la cartografía digital de cuencas y su respectiva base de datos asociada. Todas las Divisiones de Planificación y desarrollo regional de los Gobiernos Regionales administran y apoyan su trabajo en los respectivos SIG regional.
- Actualización y/o complementación de una matriz de fuentes-Instituciones (metadato regional del componente cuencas hidrográficas) que generan y gestionan permanentemente información de las cuencas regionales. Lo anterior en coordinación y siguiendo los estándares del Nodo Regional SNIT. Por ejemplo, en algunas regiones existen experiencias en el diseño de Observatorios Regionales de Cuencas Hidrográficas.
- Guías de trabajo facilitadoras de talleres con actores regionales y locales a través de cartografía temática participativa.
- Cartografía base en dos formatos o escalas de representación para ser utilizadas en múltiples instancias del proceso de análisis y validación frente a diversos actores de cuenca.

Cuadro 6. Matriz de Fuentes y Bases de Datos para el componente Cuenca Hidrográfica

Información secundaria relevante, por temas de interés para el OT	Fuente/Institución	URL
<p>Limite y superficie de cuenca, subcuenca, subsubcuenca                      Red de drenaje, incluye el trazado de cursos y cuerpos de agua natural y artificial superficial                      Delimitación de cuerpos de agua subterránea (acuíferos)                      Áreas de extracción de agua subterránea                      Áreas de protección de fuentes de aguas subterráneas                      Áreas de prohibición para nuevas explotaciones agua subterránea                      Áreas de restricción a la explotación de agua subterránea                      Zonas de alimentación de vegas y bofedales                      Áreas protegidas de glaciares y periglaciares                      Inventario nacional de glaciares                      Cuencas hidrográficas declaradas reserva de caudales                      Cauces naturales agotados                      Cauces y áreas preferentes de aprovechamiento para comunidades indígenas</p>	<p>MOP. DGA- División de Estudios y Planificación</p>	<p>Plataforma Informática de Recursos Hídricos 2011-2014  <a href="http://sad.dga.cl/">http://sad.dga.cl/</a>  <a href="http://www.dga.cl/productosyservicios/Paginas/default.aspx">http://www.dga.cl/productosyservicios/Paginas/default.aspx</a>  <a href="http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0">http://www.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=d508beb3a88f43d28c17a8ec9fac5ef0</a>  <a href="http://www.dga.cl/productosyservicios/mapas/Paginas/default.aspx">http://www.dga.cl/productosyservicios/mapas/Paginas/default.aspx</a>  <a href="http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/Paginas/default.aspx">http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/Paginas/default.aspx</a></p>
<p>Obras de Infraestructura Hidráulica de relevancia regional (embalse, canal, tranque, defensa fluvial)</p>	<p>MOP. DOH</p>	<p><a href="http://www.doh.gov.cl/Paginas/default.aspx">http://www.doh.gov.cl/Paginas/default.aspx</a></p>
<p>Áreas de relevancia ambiental (Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad regional respectiva)                      Zonas y sitios RAMSAR (humedales en cuencas)                      Inventario nacional de humedales                      Diagnóstico de servicios ecosistémicos asociados a sistemas hídricos</p>	<p>MMA. División de Recursos Naturales, Resíduos y Evaluación de Riesgo.                      MMA. Sistema de Seguimiento Ambiental de Humedales (SISAH)</p>	<p><a href="http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-50507.html">http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-50507.html</a></p>
<p>Nomina Oficial de Ríos Navegables.                      Modificación Nomina Ríos Navegables (2009), incorpora río Caucau                      Nomina Oficial de Lagos Navegables.                      Modificación Nomina Lagos Navegables (2008), incorpora lago Cahuil</p>	<p>MINDEF - Subsecretaría de Marina                      MINDEF - Subsecretaría de Marina                      MINDEF - Subsecretaría de Marina                      MINDEF - Subsecretaría de Marina</p>	<p><a href="http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_12_1998_%20Nomina_Rios.pdf">http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_12_1998_%20Nomina_Rios.pdf</a>  <a href="http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_%2056_%202009_Nomina%20_%20Rios_Cau%20Cau.pdf">http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_%2056_%202009_Nomina%20_%20Rios_Cau%20Cau.pdf</a>  <a href="http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_11_%201998_%20Nomina_%20Lagos.pdf">http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_11_%201998_%20Nomina_%20Lagos.pdf</a>  <a href="http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_380_2008_Nomina_Lagos_Cahuil.pdf">http://bordecostero.ssffaa.cl/documentos/normativas_y_reglamentos/1_normativa/DS_380_2008_Nomina_Lagos_Cahuil.pdf</a></p>
<p>Áreas preferentes para pesca deportiva o recreativa                      Áreas Protegidas dentro del SNASPE                      Uso y Cobertura del Suelo y la Vegetación                      Áreas preferentes para la recuperación, forestación y/o revegetación (Ley 20.283 de Bosque Nativo y DL 701)                      Áreas preferentes para la recuperación de suelos degradados                      Áreas prioritarias para la prevención de incendios forestales                      Valoración del territorio agrícola                      Erosión actual y potencial del suelo                      Capacidad de uso del suelo                      Atlas Bioclimático de Chile</p>	<p>SUBPESCA- Gobiernos Regionales                      CONAF- Sistema de Información Forestal                      CONAF                      CONAF                      CIREN-SAG. División de Protección de Recursos Naturales                      CIREN</p>	<p><a href="http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/">http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/</a></p>
	<p>Universidad de Chile. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables</p>	<p><a href="http://odite.cl">http://odite.cl</a></p>

Fuente: Elaboración propia

## Identificación y Caracterización de Actores de Cuenca

El reconocimiento e individualización de los actores que interactúan en la cuenca, en especial de aquellos asociados en torno al recurso agua y comunidades de pueblos originarios locales asentados en ella, es el primer paso al conocimiento de los múltiples intereses y objetivos confluyentes en la cuenca. Esta consideración aflora como se examinó antes, en la etapa preparatoria, con la identificación y caracterización preliminar de actores orientada a promover la participación del más amplio espectro de actores de la cuenca, identificar sus intereses e influencia en las intervenciones y programas que se aplican en ella, y dejar claro desde el inicio los roles, responsabilidades que tienen por su misión, función, vivencia y conocimientos que tienen de la cuenca.

En el marco de procesos de ordenamiento territorial se entiende genéricamente por actores al conjunto de personas naturales y jurídicas con un interés directo en los asuntos que los convocan. Es decir tanto aquellos involucrados directamente en la preparación, adopción e implementación de las decisiones y acciones, como también aquellos afectados (beneficiados o perjudicados) por tales decisiones y acciones<sup>27</sup>. Si bien el instrumento PROT no gestionará directamente el aprovechamiento de

los recursos hídricos regionales, el análisis y propuesta de ordenamiento territorial que se acuerde se sustentará en buena medida en los aportes de conocimientos que provee los actores de la cuenca. Por eso es tan relevante el compromiso y constancia de todos esos actores para debatir una propuesta común, que integre todas las visiones, pero que además, considere las características de la cuenca, sus potencialidades y riesgos.

A los efectos del componente cuencas hidrográficas dado el alcance a la escala regional la identificación se centrará en los llamados actores directamente involucrados preferiblemente con algún grado de asociatividad en relación a la gestión del agua en la cuenca. Igualmente será necesario centrar la identificación y caracterización de actores principalmente en aquellas entidades de alcance regional, públicas y privadas, que representan por lo general intereses corporativos o colectivos, por sobre intereses individuales. Esto sin excluir del diagnóstico y propuesta a individuos con una larga trayectoria, ampliamente reconocidos regionalmente o especialmente influyentes en los temas que nos convocan.

Resultará muy útil diseñar al interior del equipo regional del PROT una matriz de clasificación con vistas a visualizar e inducir la identificación y caracterización de actores. Una primera diferenciación convencional permitirá distinguir inicialmente aquellos participantes o actores representativos del sector gubernamental y sector no gubernamental, dentro del cual se distinguen actores privados y de la sociedad civil. Dicha diferenciación puede facilitarse en la medida que se predefinan algunos criterios de identificación/selección, pero lo más importante es aprovechar el conocimiento que tienen los profesionales técnicos que conforman el CTR acerca del sociograma regional de la cuenca. Es decir, acerca de la estructura y funcionamiento de los usuarios, gestores, organizaciones sociales, empresas, cooperativas, clubes deportivos u otras formas de agrupaciones presentes en el territorio.

27 Axel Dourojeanni, CEPAL, 2000 define a los actores de cuenca como todos aquellos involucrados en procesos de planificación y gestión de cuencas hidrográficas, tipificándolos a priori en actores que intervienen activa o pasivamente en dichos procesos o que simplemente contribuyen al proceso, diferenciando a los habitantes, los usuarios (que pueden ser o no ser habitantes del área), los representantes de organismos públicos o privados, los asesores o interventores en el área o ámbito, los representantes de grupos de poder, los empresarios y, en general, todas las personas que ven afectadas sus condiciones de vida, y que influyen o reciben los efectos del uso y conservación de los recursos del ámbito en estudio, así como quienes desempeñan una función de apoyo al desarrollo humano en dichos ámbitos.

En este intento es factible identificar potenciales grupos de participantes considerando criterios tales como la fuente o procedencia del posible participante. Un potencial participante podría provenir del ámbito no público empresarial, académico o de una organización territorial de la cuenca. Basado en ese criterio se pueden reconocer inicialmente 4 grupos de actores representantes, según procedan del sector público (gubernamental), del ámbito del conocimiento (académico),

del sector privado (no gubernamental), y de la sociedad civil, y que para el componente cuenca tienen especial relevancia aquellos actores asociados en torno a los recursos hídricos. A modo de ejemplo ilustrativo de cómo podría estructurarse una pauta de identificación y tipificación de actores considerando criterios tales como representación del actor, carácter o alcance de su participación, así como sus respectivos roles y aportes al proceso se presenta en el cuadro que se presenta a continuación.

Cuadro 7. Identificando Actores de Cuenca

CRITERIO	ACTORES DE CUENCA			
	Equipo Técnico DIPLADE-GORE	Equipo Técnico CTR PROT	Equipo Técnico Mesa Regional de Cuenca	Grupos de participación ciudadana
SECTOR/ÁMBITO REPRESENTATIVO	Profesionales planificadores de la DIPLADE del Gobierno Regional.	Representantes del Seremi Jefe o Director de Departamento o profesional designado por Servicio Público Regional.	Profesionales representativos del sector privado y sociedad civil residente e inversionista en la cuenca	Representantes de organismo de cuenca, comunidades indígenas asociadas a vegas, humedales y ríos.
CARÁCTER	Técnico con enfoque territorial regional.	Técnico sectorial regional	Técnico regional	Carácter territorial (local)
TIPO DE PARTICIPACIÓN	Participación permanente (que incluye trabajo de terreno en la cuenca).	Participación frecuente (reuniones regulares programadas y sesiones extraordinarias).	Participación periódica (talleres y reuniones programadas).	Participación puntual a convocatorias programadas.
APORTE AL ANÁLISIS TERRITORIAL DEL COMPONENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ejecuta técnicamente el proceso.</li> <li>» Facilita y gestiona el proceso de trabajo y flujo de información, interactúa con profesionales sectoriales.</li> <li>» Recopila, procesa y aporta insumos técnicos en cada fase.</li> <li>» Convoca y procesa los resultados de talleres intersectoriales.</li> <li>» Prepara productos técnicos documenta, sistematiza y presenta resultados en todas las instancias del proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Lleva la conducción técnica general del proceso de ordenamiento territorial regional.</li> <li>» Interactúa permanentemente con el equipo técnico de la DIPLADE-GORE.</li> <li>» Valida técnicamente todos los resultados del proceso en acuerdo con los Seremis respectivos e Intendente.</li> <li>» Aporta directrices e información sectorial temática disponible a nivel regional y nacional.</li> <li>» Apoya al equipo técnico DIPLADE-GORE en logística (sede, acompañamiento a terreno, equipamiento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Aporta al direccionamiento general del proceso (temas estratégicos y prioritarios).</li> <li>» Base de construcción de la imagen objetiva territorial de la cuenca.</li> <li>» Validación de la propuesta de ordenamiento del componente cuenca.</li> <li>» Grupo meta en la gestión del marco orientador territorial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Aporta al conocimiento directo de la realidad territorial de la cuenca (escala regional y local).</li> <li>» Validación (retroalimentación) de la estrategia de desarrollo territorial propuesta.</li> <li>» Aporta propuestas específicas de carácter territorial de la cuenca (escala regional y local).</li> </ul>

Para mayor información ver: Manual Guía para la participación ciudadana en la elaboración del plan regional de ordenamiento territorial, Subdere 2010. Fuente: Elaboración propia.

El equipo técnico ejecutor del instrumento PROT debe permanentemente reafirmar su labor sobre la idea de que la elaboración del instrumento es en sí mismo un proceso técnico-político que requiere ser gestionado para consensuar una propuesta regional. En ese sentido convendrá retroalimentarse en la actividad de identificación y caracterización de actores explicitando un par de criterios que den cuenta de la "gestión para elaborar la zonificación", que aclare a todos los participantes las responsabilidades y compromisos en ese proceso, a saber: ¿quién convoca al proceso de zonificación?, ¿quién coordina el mismo?, ¿quién lleva a la instancia de validación política sus resultados?, ¿quién promueve su implementación?, ¿quién velara por la coherencia entre la propuesta y las políticas sectoriales nacionales y las políticas de desarrollo regional?, ¿cómo participan los diversos actores en la formulación del componente cuenca?, entre otras preguntas, que ayuden a fijar criterios de identificación pertinentes para el componente cuencas y las particularidades de la región respectiva.

La identificación o determinación de los actores de cuenca es prerequisite para conocer cuál es la posición e intereses de los

actores en el proceso de trabajo y al cual se les ha convocado a participar y consiste en averiguar qué hipótesis, teorías, supuestos, creencias, opiniones, ideas, postulados, conceptos, premisas, conclusiones, enfoques, interpretaciones, principios o paradigmas tienen dichos actores. Al respecto resulta práctico ir sistematizando esa caracterización complementaria la tipificación de actores de cuenca en matrices simples que no pretenden en ningún caso convertirse en clasificaciones exhaustivas sociológicamente, sino más bien simplificadas y orientadas a comprender rápidamente el mapa organizacional de la cuenca en función de "descubrir" lo más amplio y objetivamente a través de los actores cuales son los intereses presentes y potenciales relacionados al uso del territorio y los recursos de la cuenca. En muchas publicaciones se habla más propiamente de grupo de interés que de actores de cuenca.

Un ejemplo de matriz complementaria para la caracterización de actores previamente identificados se ilustra a partir de la siguiente plantilla. En el ejemplo que se presenta se ha tipificado el rol genérico de un determinado actor el cual puede ser clasificado como usuario o gestor.

Cuadro 8. Caracterizando Actores de Cuenca

ACTOR	ROL		EXPLICITA POSICIÓN	EXPLICITA INTERES RELACIONADO AL USO DEL TERRITORIO DE CUENCA	INFLUENCIA/PODER				
	USUARIO	GESTOR			ECONÓMICO	SOCIAL	POLÍTICO	LEGAL	CIENTIFICO TÉCNICO
...									
...									
...									

Fuente: Elaboración propia.

Usuario: actores o grupos de interés que requieren permiso para el uso/consumo del agua de acuerdo con la normativa y política de asignación del agua. Pueden estar subdivididos por usos vinculados con rubros socioeconómicos tales como agricultores, forestales, potabilización de agua, industria, minería, hidroenergía, etc. Una empresa concesionaria de distribución de agua potable y servicios de alcantarillado es por ejemplo un actor de tipo usuario.

Gestor: actores que por su rol y competencias como servidores públicos realizan la gestión del agua y recursos relacionados de las cuencas. Particular importancia revisten las instituciones gubernamentales que influyen e impactan en la gestión de los recursos hídricos como la agricultura (uso de la tierra), medioambiente (uso de la tierra, gestión de la contaminación, salud de los ecosistemas). Igualmente son gestores de cuenca actores privados representantes de grandes empresas o grupos de interés asociados que hacen gestión administrativa o empresarial, tales como las Juntas de Vigilancia o Comunidades de Riego. La Comisión Nacional de Riego (CNR) es un actor de tipo gestor.

En esta importante actividad de identificación y caracterización será indispensable aprovechar la experiencia vigente en todas las regiones del país en relación al trabajo mancomunado de actores asociados con la institucionalidad pública regional para encarar los diversos problemas de cuencas en sus respectivos territorios. Por ejemplo, en el caso de la región de Atacama será insoslayable la sinergia potencial que se presenta en la experiencia del Programa Territorial Integrado Hídrico<sup>28</sup> (PTI-Hídrico), el cual trabaja establemente desde hace varios años con la Dirección Regional de CORFO y el Gobierno Regional. Esta instancia regional de trabajo tiene entre otros muchos avances logrados la tipificación de la totalidad de actores de sus cuencas hidrográficas. El enfoque de trabajo de ese programa regional particularmente se presenta muy congruente con el enfoque del ordenamiento territorial aplicado al componente cuencas hidrográficas al reconocer como un obstáculo mayor de la escasa sistematización de la información territorial en la medida que no contempla los intereses del conjunto de los actores relacionados a los recursos de la cuenca, especialmente el recurso hídrico.

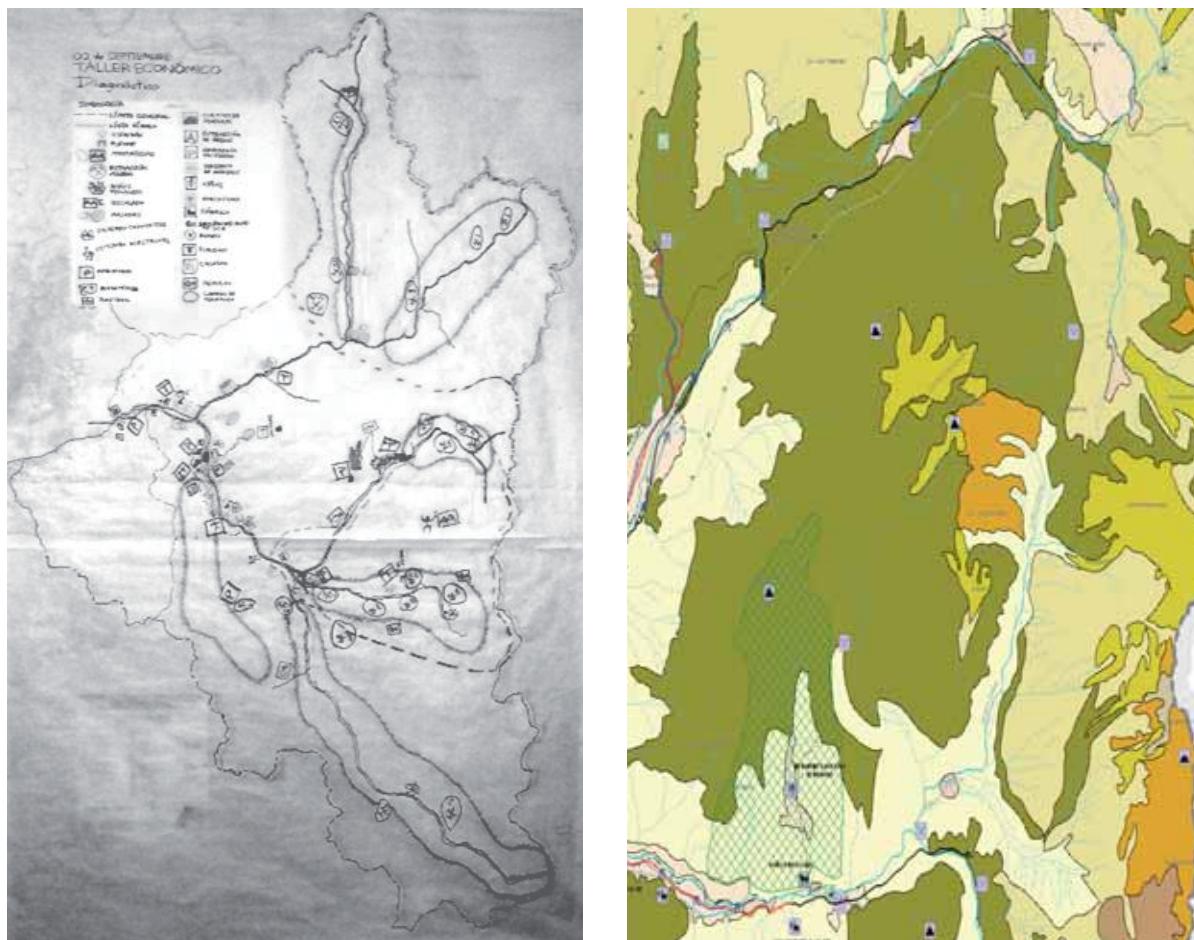
Sin perjuicio de que siempre será recomendable establecer por parte del equipo técnico ejecutor criterios para identificar y caracterizar los posibles actores participantes en el análisis territorial del componente cuencas hidrográficas, también se buscará avanzar en caracterizar y georreferenciar las actuaciones territoriales e intervenciones de los múltiples actores lo cual ya se había iniciado preliminarmente durante las actividades de inducción al análisis del componente.

En las imágenes insertas a la derecha se puede visualizar dos resultados complementarios de cómo el equipo técnico regional puede avanzar en la tarea de ir territorializando la distribución de los diversos actores asociados al uso del territorio de la cuenca. En la imagen a la derecha en tono de grises se trabaja empleando técnicas participativas en base a las cuales los propios actores se auto reconocen en los espacios funcionales de la cuenca. Con base a ese resultado el equipo técnico ajusta y precisa apoyados en el sistema de información geográfica regional, las localizaciones, formas, límites, y superficies, corroborando la información primaria con coberturas temáticas de carácter más técnico.

---

28 Para profundizar más en la base de datos relacionadas al uso del territorio de la cuenca y los recursos hídricos consultar en <http://www.ptihidrico-atacama.cl>.

Fig. 21. Distribución de actores y actividades productivas asociadas al uso del territorio de la cuenca hidrográfica



Fuente: GORE Región metropolitana de Santiago - Universidad de Chile - GTZ 2003. Informe fase diagnóstico territorial del área piloto estratégica comuna San José de Maipo.

## **Taller de Percepción Inicial del Conocimiento de la Cuenca**

Para finalizar la Fase Preparatoria se propone realizar un taller exploratorio cuyo propósito sea capturar en interacción con los actores ya identificados previamente, a nivel preliminar y en forma rápida, la percepción, reconocimiento de la situación actual y potencial de la realidad del ámbito de la cuenca. Se trata de una actividad práctica basada esencialmente en la presentación individual o por grupos de actores de la visión que cada uno de ellos tiene particularmente de la cuenca y el aporte que hace el equipo técnico ejecutor del Gobierno Regional con su visión institucional desde la Estrategia Regional de Desarrollo del propio componente de análisis territorial en contexto del instrumento PROT.

El ejercicio estará dirigido finalmente a contrastar y compatibilizar las diversas perspectivas de conocimiento, de informaciones y experiencias, que permite a su vez obtener la diversidad de puntos de vista de los diferentes actores participantes en el proceso. Para este taller lo más efectivo será propiciar la exposición de cada uno de los actores en torno a dos preguntas abiertas, que pueden ser las siguientes, y en base a las presentaciones de cada actor se puede ir construyendo una línea de tiempo indicando los principales hitos reconocidos por los actores de cuenca:

Fig. 22. Dinámica Taller de percepción inicial del conocimiento de la cuenca



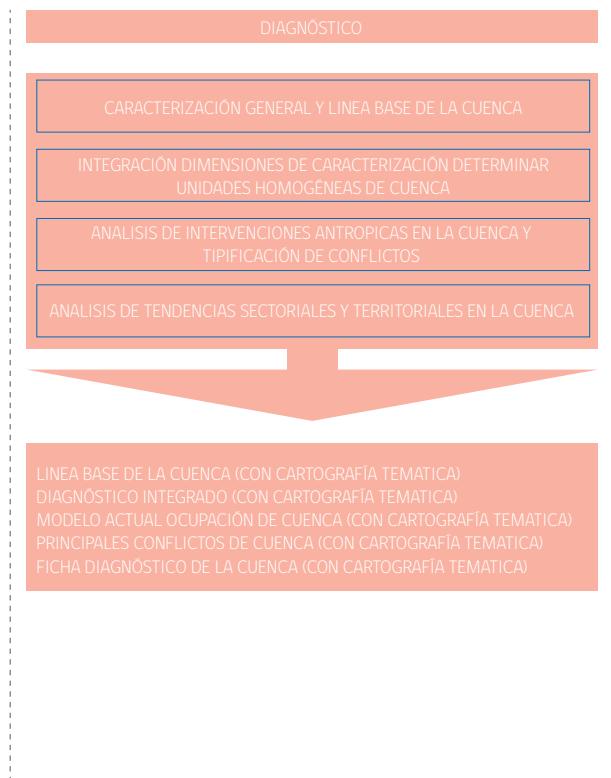
Fuente: Elaboración propia.

Fig. Alcance Taller de percepción inicial del conocimiento de la cuenca

Como resultado de un taller de percepción como el que se propone realizar se obtendrá una base de conocimientos compartida por todos los actores de cuenca a partir de reconocer: aprendizajes de experiencias exitosas realizadas en el pasado en la región en materia de planificación con enfoque territorial a nivel de cuencas, así como identificar los diversos intereses, la importancia y la influencia que estos tienen sobre determinadas cuencas/subcuencas hidrográficas de la región, y sobre los programas y proyectos que en ellas se estén realizando o estén en cartera. No menos importante será clarificar los roles y responsabilidades de los actores que responden a instituciones nacionales, regionales y locales, incluyendo la percepción particular de comunidades de pueblos originarios asentados en la cuenca. Todos esos actores que en mayor o menor medida tienen competencias públicas en la cuenca deberán también manifestar cuál es su percepción sobre las potencialidades y restricciones fundamentales que se presentan en el ordenamiento territorial actual en la cuenca, y poner a disposición la mayor cantidad de información que ellos tienen de la estructura y funcionalidad de la misma. Por ejemplo, un actor clave denominador común en todas las regiones es el director regional de agua y su equipo técnico profesional. Dicho actor deberá presentar al resto de los actores regionales los temas estratégicos que su sector representado está trabajando en el ámbito de la cuenca, en específico sobre el recurso hídrico, defensas fluviales, agua potable rural, entre otros temas estratégicos para el ordenamiento de la cuenca. En la misma lógica, se puede considerar a los integrantes de las mesas regionales de aguas.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 FASE DE DIAGNÓSTICO



Fuente: Elaboración propia.

### ¿QUÉ ES Y CÓMO SE HACE?

La fase de Diagnóstico territorial es el momento del procesamiento, reflexión, análisis y sistematización de toda la información, recopilada y clasificada en la fase previa, suficiente y necesaria para conocer cabalmente la situación actual del sistema regional de cuencas hidrográficas. En esta misma fase sería conveniente aportar elementos de discusión acerca de la evolución futura de la cuenca aplicando metodologías de prospectiva territorial. En esta fase prevalece el enfoque más técnico y normativo del conocimiento de la cuenca, el cual se confrontará y ajustará sinérgicamente con el conocimiento local de los actores de cuenca. Eventualmente implicará reconocimiento de campo y consultas a informantes claves, así como un intenso procesamiento de información histórica, revisión de archivos y otros procedimientos de análisis.

El énfasis del proceso de trabajo deberá ser describir y caracterizar lo que ya no ha sido descrito antes, y fundamentalmente interpretar la especificidad de la estructura y funcionamiento de la cuenca en todas las dimensiones del desarrollo.

Especial atención recabará el análisis de toda aquella información disponible que tenga expresión territorial, preferentemente georreferenciada, es decir, ubicada o ubicable por coordenadas, según su localización real en el territorio.

Al reflexionar en prospectiva se podrán diseñar y explorar escenarios territoriales de cuenca congruentes con la visión y lineamientos de desarrollo territorial acordados en la Estrategia Regional de Desarrollo, lo cual indudablemente facilitaría visualizar contrastadamente la realidad presente y la visión futura del territorio de la cuenca hidrográfica.

Los productos de esta fase son los siguientes: a) una línea de base que desarrolle muy acotadamente la caracterización general de la cuenca, b) un diagnóstico integrado que posibilite la delimitación de zonas relativamente homogéneas dentro de la cuenca, c) una aproximación al modelo actual de ocupación de la cuenca, con sus principales conflictos y/o presiones antrópicas asociadas. Todo ello tiene como propósito superior asegurar que de esta fase de obtenga un diagnóstico compartido del funcionamiento actual y tendencial de la cuenca hidrográfica.

### **Caracterización General de la Cuenca**

Al igual que en los otros componentes de análisis territorial del instrumento PROT es menester identificar los principales rasgos o características generales previo a un diagnóstico analítico de cada una de las cuencas que componen el sistema hidrográfico regional. Dicha caracterización deberá considerar un abanico lo suficientemente amplio de variables o indicadores<sup>29</sup> que incluyan proporcionalmente aspectos sociales, ambientales y económicos.

La caracterización deberá proveer un conjunto de antecedentes, temas y aspectos dependiendo de la disponibilidad de información, del nivel de conocimiento y monitoreo y de las propias características de la cuenca. La caracterización no debe derivar en interpretaciones del estado de la cuenca, sino describir la realidad en términos necesarios para comprender su situación o estado actual.

La caracterización general de la cuenca debe ser concisa y orientada a describir y cuantificar las variables que mejor tipifican la cuenca hidrográfica con el propósito de revelar las potencialidades y limitaciones de sus condiciones y recursos naturales, así como las condiciones sociales y económicas de sus comunidades.

Para esta actividad, habrá que utilizar intensivamente todos los estudios y/o actualizaciones, evaluaciones y análisis sectoriales disponibles en los cuales generalmente se incluyen o asocian estudios básicos requeridos por proyectos de inversión, y que constituyen el marco biofísico, social, económico, cultural e institucional de todos los recursos de la cuenca que sustentan subsiguientemente el diagnóstico analítico.

Para facilitar la elaboración, comprensión y visualización de la caracterización general resultante es conveniente diseñar la presentación de los datos en un formato simple que, adicionalmente se integren sin mayor complejidad de procesamiento, al Sistema de Información Geográfico Regional. Se inserta abajo, un ejemplo de datos tabulados que incluye una imagen de ubicación y límites ilustrando como presentar la caracterización general de cuenca de una de las experiencias piloto realizada en la formulación de Planes de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas en Chile (3) entre 2008-2010.

29 Se deberá utilizar preferentemente indicadores existentes y disponibles a través de las fuentes de datos, programas y proyectos de gestión sectoriales existentes en las diversas reparticiones públicas nacionales y regionales.

Fig. 23. Ejemplo de presentación simple de la caracterización general de la cuenca.

Ubicación	Paralelos 26° 38' y 28° 38' de latitud sur	
Superficie	18.400 km <sup>2</sup>	
Población	254.336 habitantes	
Precipitación media mensual	28 mm	
Industrias relevantes	Agricultura, Minería, Agua Potable.	
Largo de la red de drenaje	172 km	
Caudal promedio en La Puerta	2,4 m <sup>3</sup> /s	
Capacidad de embalse Lautaro	40 hm <sup>3</sup>	
Recarga subterránea entre La Puerta y Angostura	2 m <sup>3</sup> /s	
Superficie de humedales	7.600 ha	
Superficie agrícola	12.753 ha	
Superficie de plantaciones forestales	1.329 ha	
Principales ríos tributarios	Manflas, Jonquera y Pulido	

Fuentes: Ministerio del Medio Ambiente–Dirección General de Agua, 2009. Plan de Gestión para la Cuenca del Río Copiapó.  
 Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. Archivo Geodatabase Cuencas.

Cuadro 9. Ejemplo de variables a caracterizar

característica/variable	Unidad
localización	por coordenadas
zona hidrográfica de Chile	tipología de zona
extensión político-administrativa	nº de comunas
superficie y cursos transfronterizos	Km <sup>2</sup> ; Km
superficie total	km <sup>2</sup>
forma de la cuenca	Tipología de red
población total	nº personas
población rural	nº personas
población originaria de cuenca	comunidades
densidad de población	población/km <sup>2</sup>
localidades/población dispersa	nº localidades
longitud total red drenaje	km
precipitación media mensual	mm <sup>3</sup>
temperatura media	º centígrados
curso de agua principal	nombre
cursos de agua tributarios	nombre
cursos de agua natural	nombre
caudal o gasto promedio	Km <sup>3</sup> /tiempo
cuerpos de agua total	nº cursos y cuerpos
capacidad embalsada	m <sup>3</sup>
escorrentía subterránea	m <sup>3</sup> /s
recarga subterránea	m <sup>3</sup> /s
superficie de humedales	ha
superficie agrícola	ha
superficie agrícola bajo riego	ha
superficie forestal nativa	ha
superficie forestal plantaciones	ha
áreas naturales protegidas	ha
usos de suelo/coberturas predominantes	ha
actividades económicas	rubros

Fuente: Elaboración propia.

Cualquiera sea la forma de presentar la caracterización general de la cuenca deberá abarcar una selección del menú de características/variables más amplio que se presenta a modo de referencia en el Cuadro N° 7. Lo anterior, es conveniente pensando en sistematizar posteriormente una ficha de caracterización para cada una de las cuencas hidrográficas de la región.

En el Cuadro N° 8 se despliega un conjunto de variables cuantitativas y cualitativas idealmente a caracterizar para cada una de las cuencas/subcuencas regionales. El menú de características/variables que se propone en el Cuadro 8 se conformó con propósitos netamente referenciales, y también lo suficientemente genéricas para que cada equipo regional pueda reconfigurar este conjunto apropiadamente a las características y prioridades de sus respectivos territorios de cuencas hidrográficas.

La delimitación o demarcación del territorio de la cuenca hidrográfica, tal como se muestra en la imagen inserta junto al Cuadro de caracterización general, Figura 10 se simplificará utilizando los límites de cuencas y subcuencas que ya están delimitados en la cartografía digital hidrográfica para todo el país. Sobre esa cartografía disponible (sin costo) y actualizada por la Dirección Nacional de Aguas<sup>30</sup> (DGA) del

30 La cartografía digital hidrográfica de cursos y cuerpos hídricos es proporcionada por la DGA y se encuentra en la escala 1:250.000, lo cual es útil tanto para la representación de los resultados del componente cuencas hidrográficas como también para la integración de ese componente con el resto de los componentes considerados para los efectos del instrumento PROT. Los administradores del SIGRH de la DGA recomendaron la utilización de esta cartografía para la toma de decisiones a nivel regional aclarando que es no es recomendable para su uso a nivel comunal debido a que a escala de detalle comienzan a revelarse descalces e imprecisiones con relación a la divisoria natural de aguas.

Ministerio de Obras Públicas se realiza la administración nacional del agua superficial y subterránea.

La principal ventaja de usar dicha base cartográfica digital es que sobre ella se ha georreferenciado los titulares de derechos de aprovechamientos de agua, la red hidrométrica nacional, estaciones meteorológicas, fluviométricas, sedimentométricas, inventario de obras hidráulicas, acuíferos, glaciares, zonas de restricción, reservas, agotamiento, entre otras coberturas temáticas, y en general es la referencia territorial de los actores de cuenca.

Complementariamente a la caracterización general se procurará avanzar en elaborar una línea de base o diagnóstico descriptivo orientada a profundizar el conocimiento de la cuenca. Se realizará así un diagnóstico de la cuenca hidrográfica seleccionando mucha información secundaria e indicadores de caracterización territorial y elaborando en todos sus temas cartografías temáticas que sintetizen la información compilada. Adicionalmente, se podrá ir ajustando la identificación preliminar de actores realizada en la fase de preparación.

### **Diagnóstico Descriptivo o Línea Base de la Cuenca**

El diagnóstico del territorio de la cuenca no se circunscribe a la caracterización general dado que en esa tarea mínimamente se llega a individualizar los rasgos más genéricos y comparables de una determinada cuenca objeto de análisis territorial. Dicho análisis en el contexto del instrumento PROT se inicia en rigor en la medida que el equipo técnico ejecutor se focaliza en la comprensión de la situación de la cuenca, particularmente en cómo funciona hidrológicamente la cuenca.

Se pueden considerar muchos elementos en el análisis de la situación actual que requieren información técnica y no técnica de muchas fuentes, y en ese sentido un desafío clave es alcanzar un balance equilibrado entre las tareas descriptivas, analíticas y la retroalimentación de conocimiento local-regional que aportan los actores de cuenca. Sin embargo, lo más importante para esta fase será confeccionar una línea de base no de tipo exhaustiva sino selectiva y orientada por los temas prioritarios de cuenca en la región.

El diagnóstico descriptivo o línea base deberá abordar un conjunto de temas interdependientes que son indispensables conocer y poder comprender como en su interacción conjunta determinan el estado o situación de la cuenca hidrográfica.

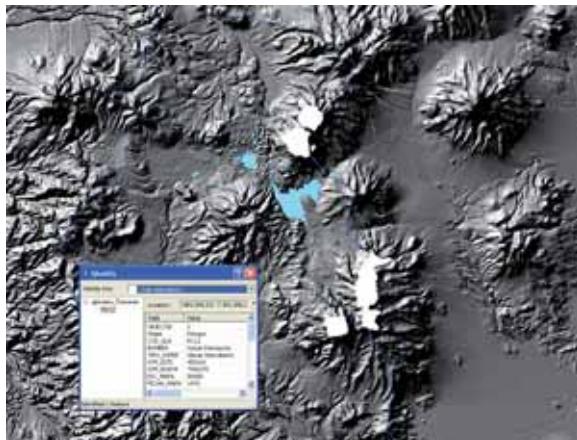
Los contenidos de caracterización territorial a examinar, ya sean agrupados por dimensiones de análisis territorial, o bien como temas individualizados son los siguientes:

a) Caracterizar la cuenca desde la dimensión físico geográfico, excluidas las amenazas naturales<sup>31</sup>, posibilitará conocer los rasgos predominantes a escala regional de las condicionantes naturales que explican la densidad y morfología natural de

---

31 Se excluye el análisis de las amenazas de origen natural, la exposición de comunidades y sistemas estratégicos, dado que ya esto fue tratado anteriormente como componente transversal. No obstante, pueden aparecer nuevos antecedentes sobre las amenazas naturales recurrentes y fuertemente relacionadas con procesos hidrometeorológicos, con particular atención a las inundaciones por desborde de cauces, aluviones, flujos de barro, derrumbes, y la erosión del suelo, que den cuenta de situaciones locales de degradación pero de especial relevancia en el contexto de la cuenca analizada, ver Guía de Análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial, Subdere 2010.

Fig. 24. Límites de cuencas hidrográficas sobre relieve altiplánico



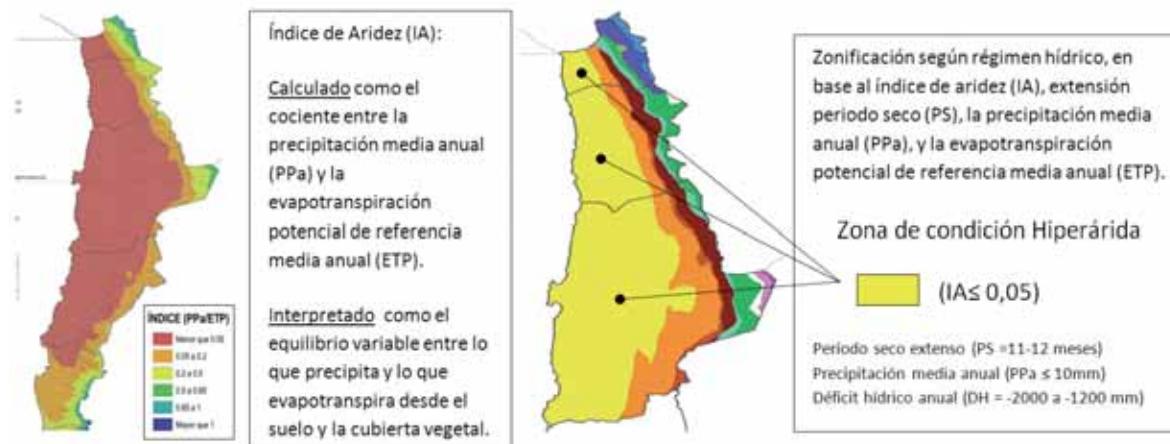
Fuente: Elaboración propia en base al sistema de información de recursos hídricos DGA, MOP.

los cauces, el régimen de escurrimiento del curso fluvial principal y sus tributarios, así como la composición química de los cursos y cuerpos de agua. Para ello se requiere describir brevemente la geomorfología de la cuenca indicando los tipos de paisaje, relieve y orientación dominante en las diferentes secciones o partes de la cuenca que ayuden a entender el régimen de esorrentía.

Se incluye en esta dimensión las características climáticas determinadas por factores inherentes, tales como temperatura, precipitación-radiación-evapotranspiración, y que en su conjunto determinan el comportamiento hidrológico del escurrimiento superficial y subterráneo. Especial importancia tiene la geología de la cuenca, específicamente en relación a su cubierta litológica, formaciones geológicas dominantes, fallamientos, tipos de rocas, sedimentos y yacimientos minerales. Dentro de la dimensión físico-geográfica también se incluye la caracterización del tipo y cobertura

de la vegetación como otro de los factores determinantes del escurrimiento y la recarga del agua subterránea. El inventario y caracterización de cada uno de estos contenidos temáticos debe tener expresión cartográfica en sus correspondientes mapas temáticos. A modo de ejemplo se muestra las características regionales del régimen hídrico dominantes en la macro zona norte de Chile en función de la relación precipitación media anual y evaporación potencial y para las mismas regiones se visualizan -a nivel de distritos bioclimáticos- una zonificación del régimen hídrico en base a: índice de aridez, la extensión del periodo seco, y la precipitación media anual.

Fig. 25. Zonificación según índice de Aridez y régimen hídrico



Fuente: Adaptado en base a la publicación digital cartográfica del Atlas Bioclimático de Chile del Ministerio de Bienes Nacionales, CORFO y la Universidad de Chile. Atlas Bioclimático de Chile 2012. [www.odite.cl](http://www.odite.cl)

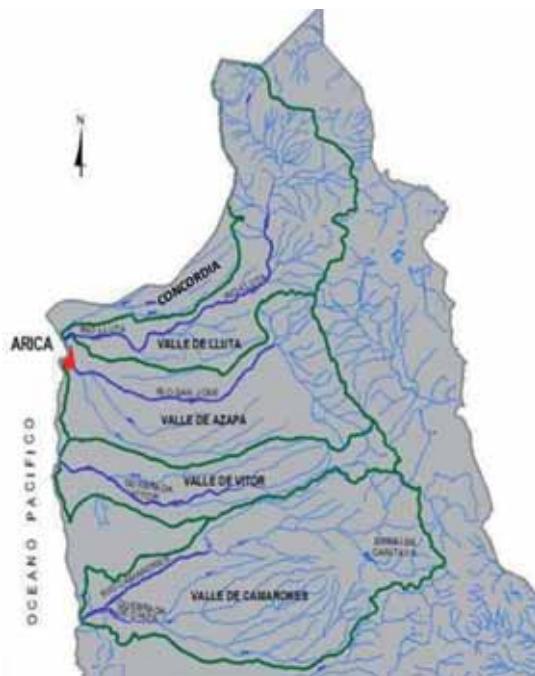
b) Caracterizar la cuenca desde una perspectiva histórico-geográfica facilita comprender el proceso de asimilación del territorio de la cuenca en diferentes estadios temporales. Se trata entonces de una síntesis de la evolución geo-histórica del territorio de la cuenca que permita dimensionar los cambios territoriales en el tiempo y visualizar los valores y restricciones que se mantienen o se han potenciado en el tiempo. Basarse en hitos referentes según épocas o momentos históricos para el país/región que posibiliten describir cómo era el entorno natural de la cuenca, sus cauces y cuerpos de agua, la vegetación original, paleo-humedales, glaciares, especies acuáticas y terrestres extintas, etc., así como los grandes cambios del paisaje resultado de grandes eventos de origen natural ocurridos en el pasado reciente, tales como, sismos, inundaciones, remociones, erupciones de gran magnitud y relevancia regional. Adicionalmente se deberán identificar aquellos determinantes externos a

la cuenca que hayan sido decisivos en las grandes modificaciones que contribuyan a explicar su actual situación, como por ejemplo la localización de un megaproyecto industrial de alcance y relevancia nacional dentro de los límites de la cuenca.

c) Delimitar y caracterizar los principales cursos y cuerpos de agua de la cuenca. La cuenca hidrográfica no es una totalidad uniforme y por el contrario a su interior es posible identificar unidades menores denominadas subcuencas que no son otra cosa que áreas de drenaje aportantes (de cursos de segundo orden) directamente a la cuenca. En cada una de esas áreas aportantes delimitadas al interior de la cuenca se deberán identificar los principales cursos y cuerpos de agua que allí se desarrollan. Regularmente se identifican los cursos de agua de régimen permanente, tales como ríos, esteros, quebradas e incluso los canales conductores

del agua para riego, así como los cuerpos de agua más relevantes por las funciones territoriales que cumplen, tales como lagos, lagunas, humedales. La delimitación de los principales cursos y cuerpos de agua no se restringe al agua superficial de las subcuencas aportantes. Igualmente habrá que inventariar y caracterizar los cuerpos de agua subterráneas, en lo que se denomina acuíferos o sectores de acuíferos, respetando el criterio técnico hidrológico que aplica la DGA para la gestión del agua subterránea. El inventario y caracterización de cada uno de estos contenidos temáticos debe tener expresión cartográfica en sus correspondientes mapas temáticos.

Fig. 26. Red hídrica y límite de cuencas hidrográficas



Fuente: DGA 2011. Plan hídrico estratégico Región Arica y Parinacota.

En la imagen se muestra la delimitación del sistema de cuencas regional de la región Arica y Parinacota destacando sus límites y fuentes (cursos y cuerpos de agua) para cada una de las cuencas de la vertiente Pacífico. Fuente: DGA Plan de Acción Estratégico para el Desarrollo Hídrico de la Región de Arica y Parinacota 2011.

d) Inventariar y caracterizar los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca. Si bien ya se habrá incorporado y georreferenciado la red hídrica regional, configurada por los cursos y cuerpos de agua hasta el nivel de subcuencas, seguirá el examen de la información disponible relacionada con el agua y sistematizarla en función de conocer desde este nivel descriptivo-inventarial, los siguientes aspectos del sistema hidrológico regional: la cantidad de agua, la calidad del agua, y la naturalidad/singularidad de cauces y cuerpos de agua, diferenciado su comportamiento según sean estos superficiales o subterráneos.

La caracterización de la cantidad del agua superficial se inicia con la descripción del comportamiento de la precipitación media anual y mensual regional de la cuenca, dado que en la medida que se conoce que cantidad de agua total precipita se puede estimar que proporción de ella se transformará en escorrentía e indirectamente calcular el caudal de los cauces naturales existentes, considerando también las fluctuaciones temporales y en determinadas partes de la cuenca, así como la ocurrencia de eventos extremos. También se debe describir el aporte de los grandes reservorios naturales de agua dulce (glaciares) presentes en la cuenca, así como su ubicación, superficie características. Para el caso de la mayoría de las cuencas hidrográficas en Chile existen series y registros históricos de precipitación, y caudales medios anuales y mensuales, por lo que los datos históricos tabulados a partir de los cuales se estima la oferta de agua superficial disponible.

Para los fines del ordenamiento territorial de la cuenca es estratégico conocer como se ha comportado en el pasado reciente la fluctuación de la cantidad de agua, en lo que se conoce como la oferta o disponibilidad de agua y cual es pronóstico de esa disponibilidad para el futuro en su relación con los usos del territorio. Se deberá incorporar también la información relativa a las áreas de protección del agua superficial establecidas en normativas legales y que están asociadas a las áreas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE) y complementarias al SNASPE, o que constituyen fuentes directas para el consumo humano o animal vinculadas a localidades indígenas. Así como también se deberá examinar e incorporar directamente las resoluciones vigentes que declaran e individualizan en cada una de las cuencas los cauces naturales agotados, u otras disposiciones que definan zonas condicionadas a la disponibilidad (cantidad) de agua superficial. Particular importancia tienen las cuencas declaradas reservas de caudales ambientales y todos los humedales RAMSAR.

En relación a la calidad del agua superficial se deberá recabar todos aquellos antecedentes científico-técnicos que describan en base a registros y muestreos los parámetros de calidad química y biológica del agua que regularmente se miden en cursos y cuerpos de agua. Para efectos de caracterización, lo relevante se orientará a revelar la calidad natural (entendida como la calidad de agua en la zona de cabecera de cada cuenca, previo a cualquier intervención antrópica), y el estado actual de la calidad del agua (entendida como la calidad de agua actual o presente determinada por los efectos antrópicos con distintos grados de influencia), según sean las características particulares de la cuenca y de los asentamientos humanos. La caracterización de la calidad del agua superficial se complementa estableciendo la influencia de los diversos factores incidentes en

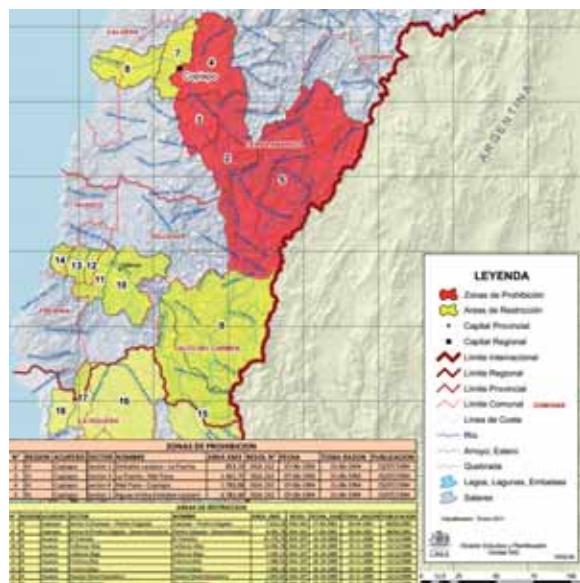
la calidad del agua y las principales fuentes antrópicas de contaminación presentes en la cuenca.

La naturalidad/singularidad de los cursos de agua superficial se puede caracterizar basándose en algún criterio que refleje la cercanía del curso o cuerpo de agua a su estado natural u original, incorporando en el análisis el estado de las riberas, cajas y lechos de ríos y lagos. Este aspecto de la caracterización es frecuentemente evaluado en términos de la morfología la cual considera el estado de las formas naturales del cauce o el lecho de un curso o cuerpo de agua. Por ejemplo, un cuerpo o curso de agua con su vegetación natural de riberas en buen estado de conservación presenta mayor naturalidad que un cauce canalizado o entubado.

En el caso del agua subterránea también interesa caracterizar los aspectos sobre la cantidad, la calidad, y el tipo y vulnerabilidad de los acuíferos que subyacen en la cuenca. En relación a la cantidad de agua subterránea disponible se tendrá que catastrar la distribución de los acuíferos existentes en la cuenca estableciendo su delimitación y volumen almacenado, transmisión y dirección del flujo, tasa de recarga, y lo más importante identificando las zonas de recarga y descarga natural. Al igual que para las aguas superficiales se deberá incorporar también la información relativa a las áreas de protección del aguas subterráneas establecidas en normativas legales, y que están asociadas a las áreas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE) y complementarias al SNASPE, o que constituyen fuentes directa para el consumo humano o animal vinculadas a localidades indígenas. Específicamente para el agua subterránea se deberá examinar las resoluciones sectoriales vigentes que fijan la protección de acuíferos alimentadores de vegas y bofedales, la restricción/prohibición para nuevas explotaciones, u otras disposiciones que definan zonas

condicionadas o sujetas a disponibilidad (cantidad) de agua subterránea. Se inserta un ejemplo de cartografía temática que muestra las zonas condicionadas a la explotación de agua subterránea Región de Atacama. Fuente: DGA. División de Estudios y Planificación. 2011.

Fig. 27. Protección y restricción al uso de agua región de Atacama.



Fuente: Sistema de información de recursos hídricos DGA - MOP 2013

Caracterizar la calidad del agua subterránea requiere inventariar información georreferenciada acerca de su composición química y/o bacteriológica, así como de la aptitud para diferentes usos. En todo caso la calidad deberá estar referida a cada acuífero o sector hidrogeológico de aprovechamiento común localizados dentro de los límites de la cuenca.

Otros aspectos relevantes para completar la caracterización del agua subterránea son las particularidades de su yacencia, y la cobertura superficial en su condición de cuerpos o masas de agua desarrolladas en el subsuelo. Los acuíferos o mantos freáticos varían su vulnerabilidad a la contaminación, así como su aptitud productiva, según sea el espesor del suelo superior, la textura, la profundidad o nivel del agua subterránea, el tipo de acuífero (libre o confinado), entre otras propiedades. Se inserta un ejemplo de cartografía temática de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos y posibles fuentes contaminantes desarrollado por el Servicio Nacional de Geología en la mayoría de las regiones del país, en este caso se muestra la región de Coquimbo.

Fig. 28. Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos y potenciales fuentes contaminantes

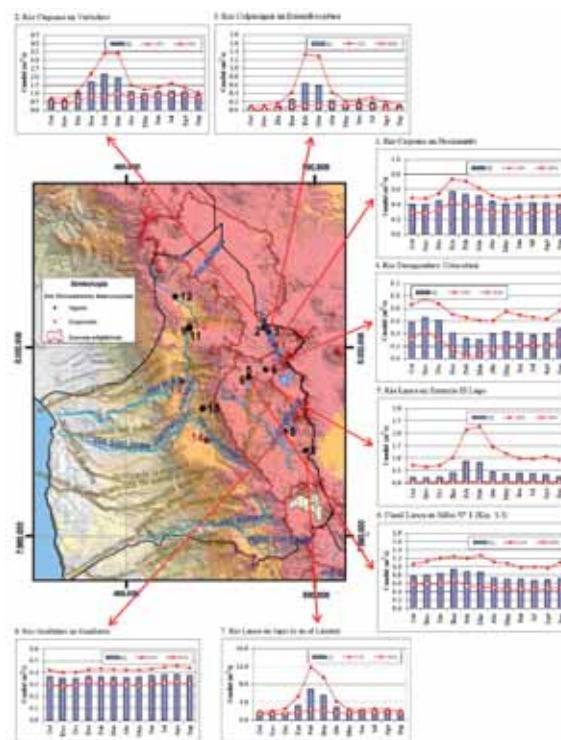


Fuente: SERNAGEOMIN. Departamento de Geología Ambiental. Mapa Nacional de Vulnerabilidad a la contaminación de Acuíferos, escala 1:250.000. Región de Coquimbo 2005.

e) Caracterizar la cuenca desde la perspectiva del balance hídrico. El balance de agua o balance hídrico para un determinado periodo de tiempo de una cuenca en particular, es básicamente el resultado de comparar los ingresos o ganancias de agua (precipitación-deshielo) y los egresos o pérdidas de agua (evaporación-intercepción) como en cualquier otro ejercicio de balance cuantitativo de recursos<sup>32</sup>. En la caracterización de la cuenca por su balance hídrico se diferencian también los recursos hídricos superficiales y subterráneos. En el caso de los recursos superficiales la aproximación al balance parte del razonamiento de que toda el agua que precipita y/o derrite no equivale al total de agua disponible para usar/consumir, por lo que operacionalmente lo que interesa para conocer la disponibilidad de agua real es cuánta agua realmente escurre y de ahí la importancia de estimar o medir la escorrentía como medida indirecta de la disponibilidad u oferta de agua superficial. En consecuencia, la oferta hídrica de una cuenca es la medida del volumen

disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades socio-económicas. Al cuantificar la escorrentía superficial de la cuenca se está estimando la oferta de agua superficial de la misma. Se inserta una imagen ilustrativa de cómo se presentan los resultados del análisis del gasto o caudal medio anual en base a la serie histórica de datos de estaciones fluviométricas de las cuencas altioplánicas.

Fig. 29. Caudales medios anuales en cuencas altioplánicas



Fuente: DGA Plan de Acción Estratégico para el Desarrollo Hídrico Región de Arica y Parinacota 2011.

32 La base física del balance hídrico, independientemente del método de estimación que se utilice, se sustenta en las ecuaciones de conservación de masa para volúmenes de control o unidades hidrográficas determinadas. El resultado del balance expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran al volumen de control y la cantidad de agua que sale considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado. En Chile los estudios de evaluación de la disponibilidad de agua se basan en balances hidrológicos o bien en modelos de simulación de disponibilidad, ambos análisis técnicos se emplean para proyectar la explotación sustentable del recurso en el largo plazo, y es la base técnica para el otorgamiento de derechos de aprovechamiento según los resultados arrojados por dichos estudios. El Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos DGA 2008, describe los procedimientos y requisitos técnico-administrativos exigidos a los Estudios de Evaluación de Disponibilidad de Aguas Superficiales y Subterránea, que incluye la estimación de caudales, balance hídrico, límites a la explotación, entre otros aspectos relevantes.

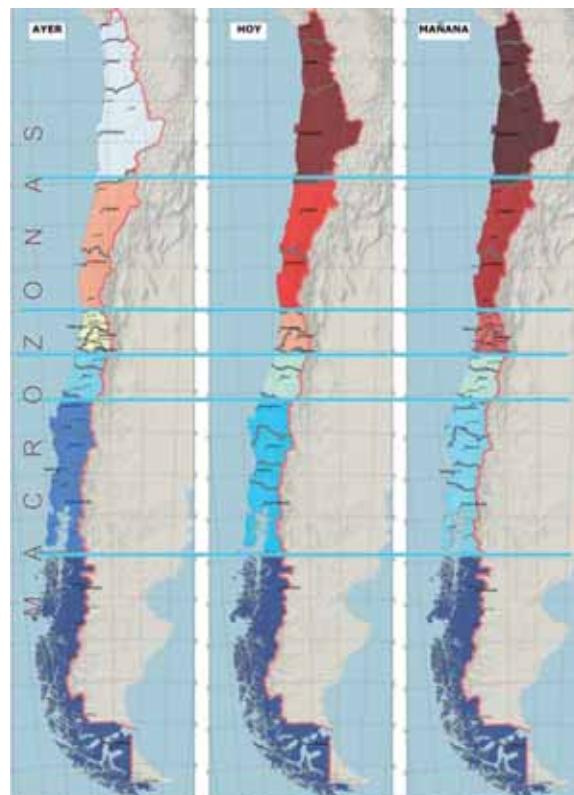
Fig. 30. Escenarios de balances hídricos estimados (1996 - 2010 - 2025)

Macrozonas	Balance Hídrico (millones m <sup>3</sup> anuales)		
	AYER (1996)	HOY (2010)	MAÑANA (2025)
I a II	-40	-928	-1602
III a IV	-397	-873	-1299
V a RM	-1393	-1988	-2844
VI a VII	16452	15173	12688
VIII a X	189204	186763	164517
XI a XII	526801	526005	525708

Fuente: DGA 2010.

En las condiciones geográficas de Chile se tiene que para una gran cantidad de cuencas hidrográficas, ha habido prioridad en las situadas al centro y norte del país, en las cuales la DGA ha realizado o encargado estudios de evaluación de disponibilidad de agua superficial basado en balances hidrológicos, así como también se dispone de un importante número de sectores acuíferos para los cuales también se cuenta con estimaciones de la disponibilidad de recursos subterráneos. La DGA es la institución encargada de determinar la disponibilidad de agua en las cuencas del país con el fin de otorgar el derecho a su uso en función de los recursos que efectivamente existen. Se inserta una imagen del mapa nacional presentado por DGA con la información más actualizada (2010) por macrozonas político-administrativas que muestra la variación temporal del balance hídrico del agua superficial expresado mediante el indicador respectivo de Balance Hídrico (BH).

BH = Disponibilidad/Demanda x 100



Fuente: DGA 2010.

Recientemente la DGA en colaboración con el Banco Mundial<sup>33</sup> presento los resultados de un estudio nacional con desagregación regional en el cual se presenta la estimación más actual que se tenga de la disponibilidad de recursos

33 Banco Mundial - Ministerio de Obras Públicas 2011. CHILE: Informe Final Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Dicho Informe fue presentado en síntesis al público en el Seminario "Agua, un recurso estratégico: del diagnóstico a la Acción" realizado en Junio de 2011. El documento técnico elaborado por el Banco Mundial está disponible en <http://www.dga.cl/Paginas/default.aspx>.

superficiales. Dicho estudio se considera un referente de consulta obligatoria para contextualizar la situación nacional y regional de las cuencas hidrográficas en relación a la disponibilidad y balance hídrico actual y proyectado al 2025. En el citado estudio se diagnostica con datos más precisos que para las aguas superficiales la disponibilidad es deficitaria en la mayoría de las cuencas localizadas entre las regiones de Arica-Parinacota y la Región Metropolitana de Santiago, mientras que para la mayoría de las cuencas ubicadas entre las regiones de O'Higgins hasta Magallanes y Antártica Chilena el balance hídrico sería de superávit.

f) Inventariar y caracterizar el uso y la tenencia del agua. Basándose en información de gestión sectorial del recurso agua como la que desempeña la DGA -vinculada esencialmente a la asignación y administración de los derechos de aprovechamiento de agua- será útil individualizar quienes son los principales propietarios o tenedores de derechos, para qué se utiliza y en qué cantidades, con el doble propósito de determinar qué volumen es posible otorgar en

una determinada cuenca, cauce o acuífero, y asegurar o tratar de evitar su agotamiento. Desde una perspectiva más cercana al ordenamiento territorial esa misma información también es necesaria para establecer y analizar el número y volumen de caudales otorgados según rubros de actividad, su naturaleza subterránea o superficial, su rubro sectorial específico (generación eléctrica, riego, agua potable, minería, industrial, forestal), tipo consuntivo o no consuntivo y su distribución territorial dentro de la cuenca. Además se debe detallar si existen en la cuenca (en fuentes específicas, o tramos de cauces) caudales ecológicos establecidos legalmente mediante el SEIA o resolución de la DGA, así como caudales de reserva y áreas de restricción o prohibición de extracciones. Muy importante también será diferenciar la disponibilidad legal del agua (según derechos otorgados y/o en trámite) y la disponibilidad física el agua. Se inserta a modo de ejemplo una matriz resumen del análisis realizado a un conjunto de cuencas seleccionadas del centro-norte de Chile en la cual se muestra el estado real de la disponibilidad de recursos hídricos.

**Cuadro 10. Disponibilidad legal y física del agua**

Cuenca	Disponibilidad Legal		Disponibilidad física	
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
Lluta	Agotada	Prohibición	Existe escurrimiento superficial, excepto en ciertos tramos donde no hay agua entre los meses de octubre a diciembre	Existe disponibilidad, pero estaría disminuyendo por la mala calidad de las aguas superficiales
Loa	Agotada	No hay información actualizada	En algunos sectores (como Quillgua) ya no existe escurrimiento superficial	Sobreexplotación
Copiapó	Agotada	Prohibición	Cauce seco en algunos tramos del río	Demanda superior a la recarga del acuífero. Sobreexplotación
Limarí	Agotada	Restringido	Sin información concluyente	En el 70% de los sectores acuíferos la demanda supera la recarga. Sobreexplotación

Fuente: Universidad de Chile 2008 Estudio Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile.

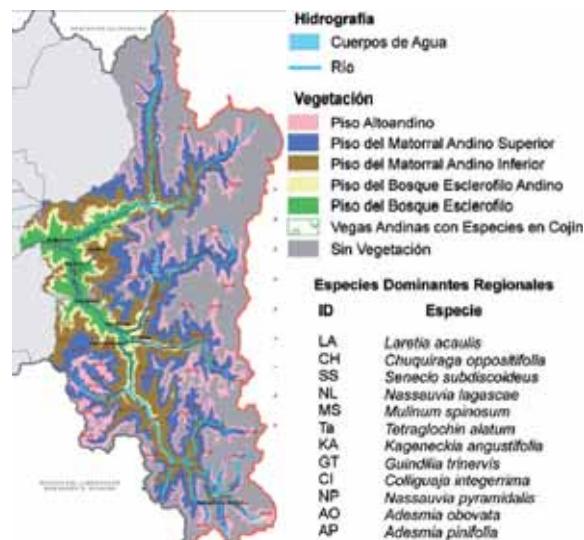
g) Identificar los ecosistemas ambientalmente relevantes es un apartado especialmente relevante en la caracterización de las cuencas hidrográficas. La base de información inicial para este incorporar este tema son los catastros vegetacionales<sup>34</sup> disponibles para cada región del país, así como todos aquellos estudios e inventarios que describan las especies dominantes en cada una de las formaciones vegetacionales que se desarrollan en la cuenca. También se identificarán las especies de fauna asociadas a dichos ecosistemas con especial atención a aquellas dependientes de la cantidad y calidad del agua como los peces, anfibios, aves acuáticas, así como también las especies de vegetación y fauna de riberas.

El énfasis principal será catastrar los ecosistemas de humedales y hábitat de flora y fauna vinculadas directamente a los ambientes acuáticos dentro de la cuenca, tales como ríos, vegas, salares, lagos, albuferas, manantiales, planicies de inundación, y una amplia variedad de otros ambientes que incluye cuerpos de agua artificiales, todos ellos localizados en el territorio de la cuenca. La amplia diversidad de ecosistemas dulceacuícolas con sus características propias en cuanto a composición química del agua, transparencia, velocidad o turbulencia de la corriente, así como de profundidad y morfometría del cuerpo acuático, contribuyen a la diversidad de los recursos biológicos que se presentan en sus aguas.

Otros dos importantes referentes como fuentes secundarias para caracterizar los ecosistemas vinculados a los sistemas

hídricos de la cuenca, particularmente de los humedales y aquellas formaciones vegetacionales altamente dependientes del nivel freático, son las áreas identificadas como prioritarias para la conservación de la biodiversidad regional en las respectivas estrategias regionales, así como todas aquellas áreas protegidas por normativa legal (bajo protección oficial reconocidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado) como los Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales, así como las áreas protegidas complementarias al SNASPE, tales como áreas de interés científico, áreas de valor natural reguladas en los instrumentos de planificación territorial (IPT), formaciones vegetacionales prioritarias de conservación declaradas en la Ley 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, zonas de interés turístico, entre otras.

Fig. 31. Cobertura vegetal y especies dominantes



Fuente: CORFO MINAGRI - MMA 2010. Santiago Andino  
La mayor reserva natural de agua de la Región Metropolitana de Santiago. Sistemas de producción sustentable para ecosistemas de montaña.

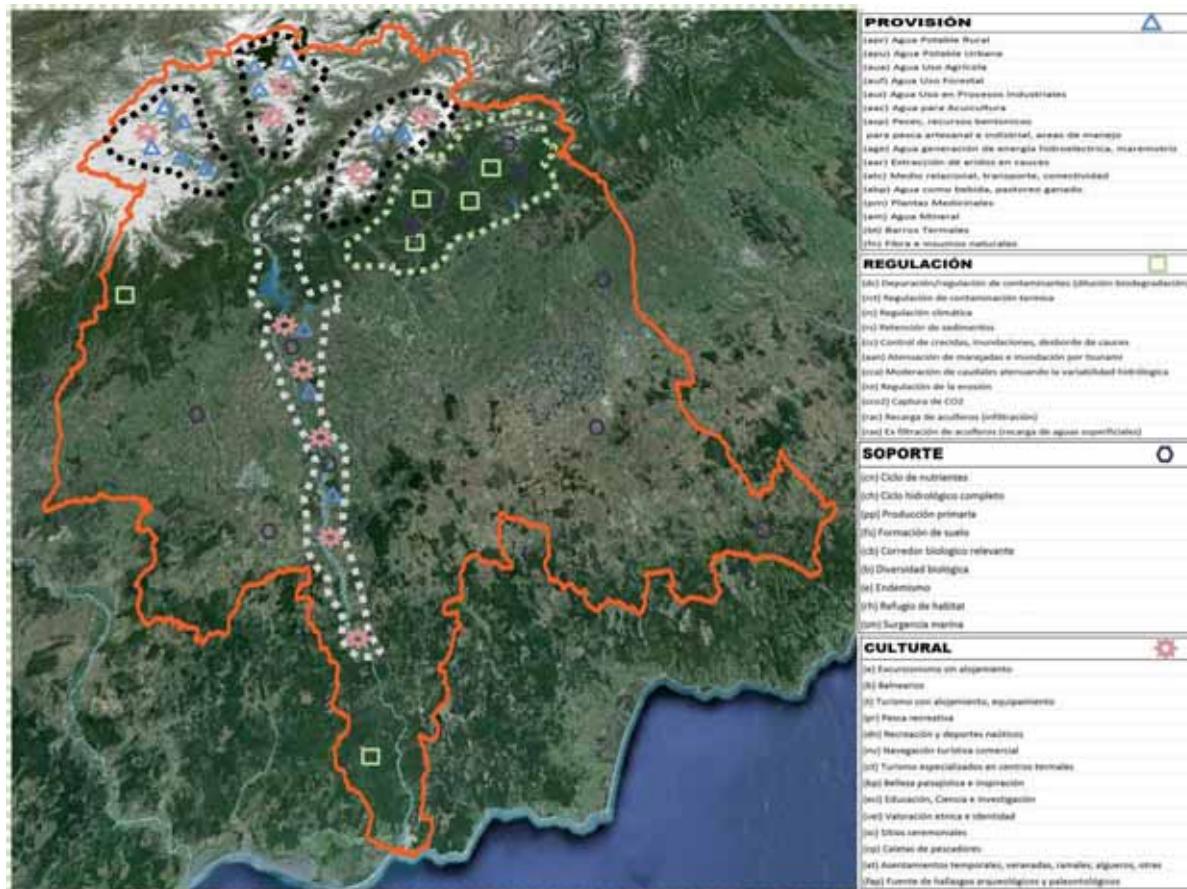
34 Los catastros vegetacionales son los que realiza y actualiza CONAF desde 1993 con una amplia cobertura a nivel nacional. Los resultados son tabulados, caracterizados y cartografiados para cada región poniendo a disposición los mismos en formato digital compatibles con sistemas de información geográficos. Las comunidades o formaciones vegetacionales presentes en una cuenca son una primera diferenciación a la identificación de las áreas que cumplen funciones de hábitat (espacios de vida) altamente dependientes de los ambientes dulceacuícolas.

Una contribución reciente a este aspecto del conocimiento y la caracterización de los ecosistemas de la cuenca son los resultados disponibles desde fines del 2012 para cada región del país derivados del estudio Diagnóstico de Servicios Ecosistémicos priorizados en los Sistemas Hídricos de Chile<sup>35</sup>. Dicho estudio sistematizado en 2011 arribó a la fundamentación de cada una de las funciones/servicios ecosistémicos reconocidos a nivel de unidades territoriales o ecotopos. Las funciones identificadas fueron agrupadas en 4 grandes grupos, éstas son: funciones o servicios de provisión, de regulación, de soporte, y culturales-recreación. Así mismo se identificaron y territorializaron las presiones actuales vinculadas a la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos presentes en el territorio regional.

---

35 Ministerio del Medio Ambiente. División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgos.

Fig. 32. Distribución territorial de los servicios ecosistémicos en una cuenca hidrográfica



Fuente: Elaboración propia en base al estudio Diagnóstico de los Servicios ecosistémicos asociados a los sistemas hídricos de Chile.

La imagen que se muestra ha sido recreada para ilustrar cómo incorporar al análisis territorial de las cuencas la dimensión ambiental. Tomando como referencia la cuenca del río Maule, en la Región del Maule, y en base a los resultados preliminares (en proceso de validación científica) que el Ministerio del Medio Ambiente ha sistematizado sobre la identificación, priorización y georreferenciación de servicios

ecosistémicos asociados a sistemas hídricos. arriba, y solo para efectos de esta Guía, se ha adaptado en una imagen la distribución los servicios ecosistémicos mayormente reconocidos en una cuenca hidrográfica los cuales se distribuyen en diversas combinaciones dentro de los ecotopos o unidades proveedoras de servicios ecosistémicos.

h) El poblamiento y actividad socioeconómica en este tema será necesario caracterizar la estructura sectorial de la base económica de la cuenca a través de la cual se revelarán los principales sectores, ramas y actividades productivas que se desarrollan y su correspondiente expresión territorial en lo que se denomina la estructura del uso del territorio. Lo anterior, incluye actualizar las bases de datos que permitan caracterizar la distribución actual del sistema de asentamientos en la cuenca, sus tendencias y procesos demográficos en cuanto a crecimiento y movilidad, así como los rasgos económicos cuantitativos más relevantes que faciliten comprender de modo complementario el uso y las prioridades sectoriales que tiene el agua en la cuenca. La caracterización de la base económica podría iniciarse con un ejercicio de construcción de una matriz insumo-producto de la cuenca o también la diferenciación del PIB regional y el aporte que hace el territorio de la cuenca a ese total regional, o directamente estimar el Producto Interno Bruto de la cuenca, esto sería aproximarse a estimar un indicador del valor PIB de la cuenca, en términos de valor y empleo. Para llegar a esa estimación necesariamente se tendrá que compilar los datos para cada uno de los sectores de actividad y servicios presentes y con base a esos datos aproximarse a la distribución territorial de las mismas.

En esta caracterización será fundamental que la descripción de las principales actividades productivas, se vincule con el consumo de agua por sector de actividad económica, tipo y volumen de residuos descargados (tratados o no) en cursos y cuerpos de agua, y las que generan mayor cantidad de empleo. También interesa actualizar la información disponible la cobertura de la red de agua potable, alcantarillado y el porcentaje de tratamiento de aguas domiciliarias servidas identificando las localidades más deficitarias en ese servicio de saneamiento.

Será muy gráfico y explicativo poder presentar alguna variante de caracterización comparativa intersectorial que muestre una aproximación a la eficiencia en el uso del agua por sector o servicio de actividad socio-económica. Para ese propósito se sugiere preparar una matriz simple que conjugue las siguientes variables contextualizadas dentro de los límites de la cuenca objeto de caracterización. Si no es posible capturar o aproximarse al dato del consumo o demanda real (actual) de agua (m<sup>3</sup>/s) de cada uno de los sectores presentes en la cuenca se podría entonces estimar el consumo en base a los requerimientos de agua fijados en la tabla de equivalencias entre caudales de agua y usos,<sup>36</sup> las cuales fueron establecidas en 2005 por el Ministerio de Obras Públicas como referente técnico representativo de las prácticas habituales del aprovechamiento del agua superficial y subterránea en el país.

---

36 Ver DS 743/2005 del Ministerio de Obras Públicas que fija tabla de equivalencias entre caudales de agua y usos según sectores de actividad socio-económica.

**Cuadro 11. Actividades económicas, uso del territorio y consumo de agua en la cuenca**

Sector/Servicio de Actividad Socio-Económica	Nº empresas (u)	Superficie (ha)	Valor producto (pesos)	Empleo total (u)	Consumo de agua total (m <sup>3</sup> /s)	Consumo de agua por unidad de valor	Consumo de agua por empleado
Agropecuario (bajo riego)							
Forestal (plantaciones bajo riego)							
Minería (metálica y no metálica)							
Industrial Manufacturero							
Hidroeléctrico							
Turismo							
Sanitario (potabilización del agua)							
Acuicultura							

Fuente: Elaboración propia.

i) En el uso del Territorio de la cuenca hidrográfica<sup>37</sup> se pretende disponer y/o diseñar la cartografía actualizada del uso del territorio de la cuenca es un resultado en sí mismo para complementar cabalmente el conocimiento y caracterización de la cuenca, y al mismo tiempo es un insumo fundamental para el análisis territorial de los factores que inciden en la cantidad, calidad del agua y el estado de la

morfología de los cursos y cuerpos de agua. Ello se explica porque de la imagen actual o lo más próximo a lo actual del uso del territorio posibilita a los planificadores capturar rápidamente una visión de la distribución geográfica de las funciones territoriales de la cuenca, los intereses sectoriales que convergen en ella, así como estimar preliminarmente las vocaciones y potencialidades estratégicas que deben ser relevadas como objetivos de ordenamiento territorial.

<sup>37</sup> Todas las actividades antrópicas se despliegan, ocupan o hacen "uso" en mayor o menor medida del territorio donde se localizan y desarrollan. El término de uso actual del territorio (del suelo o de la tierra) hace referencia genérica al resultado histórico del acondicionamiento y asimilación socioeconómica de diferentes zonas, áreas, franjas del territorio originalmente ocupadas por coberturas naturales como selvas, bosques, praderas, desiertos, pantanos, dunas, etc. Luego la ocupación o uso del territorio caracteriza la funcionalidad utilitaria que la sociedad requiere en un momento dado de su desarrollo para satisfacer sus crecientes necesidades, y que se concretan en propósitos de aprovechamientos diversos socio-productivos del tipo agricultura, silvicultura, ganadería, pesca, industria, comercio, urbanismo, transporte, turismo, investigación, conservación, defensa y fines militares.

En base a la cartografía de uso actual del territorio de la cuenca se puede diferenciar lo que se denomina la coberturas de vegetación o complejos vegetacionales, las cuales son esencialmente cubiertas de suelo muy poco intervenidas o cercano a su estado natural, tales como praderas, bosques, estepas, matorrales, glaciares, cuerpos y cauces naturales, de lo que se denominan los usos o coberturas del suelo antrópicas, tales como las áreas urbanas, industrial, agropecuarias, plantaciones forestales, aeropuertos, instalaciones turísticas, generación de energía, faenas mineras, etc. Los diversos tipos de coberturas o usos funcionales antrópicos requieren diferentes caudales y calidades dado que los

usos del agua están determinados por la calidad, cantidad y temporalidad que dichos usos requieren.

La distribución territorial de las actividades o intervenciones antrópicas que se realizan en la cuenca comprometen superficie de suelo y recursos naturales (minería, agrícola, forestal, urbano, energía, entre otras), influyen de manera importante en la calidad y disponibilidad del agua superficial y subterránea. De ahí que sea tan relevante disponer de la información lo más actualizada posible del uso actual del territorio de la cuenca como un descriptor inicial de las presiones, cargas o potenciales impactos que de ellos se derivan. Si adicionalmente se dispone de información georreferenciada del uso planeado del territorio de la cuenca el alcance del análisis territorial para este componente aumentará en la medida que se puedan anticipar eventuales conflictos y presiones futuras relacionadas al acceso, disponibilidad, calidad del agua, y sus implicancias ambientales, sociales y económicas.

Complementariamente y útil será disponer de una cartografía del uso planeado o futuro de la cuenca capaz de condensar toda la información territorial relevante a nivel regional que esté relacionada con los instrumentos de planificación urbana vigentes, políticas y proyectos con impacto territorial en tramitación, a través del SEIA, por ejemplo. En este sentido son de especial interés las proyecciones territoriales derivadas de planes sectoriales regionales, planes reguladores metropolitanos e intercomunales y planes reguladores comunales.

A modo de ejemplo, pensemos en el impacto potencial que gravita sobre cuerpos acuáticos de alta naturalidad y calidad de sus aguas que se encuentra rodeados de áreas de expansión urbana. En no pocos casos, los potenciales impactos o presiones se verifican en daños ambientales reales a la

biodiversidad de la cuenca, como es el caso de los humedales que son los hábitats naturales de aves acuáticas, peces, reptiles y anfibios, los cuales son drenados sistemáticamente hasta reducir drásticamente el espejo de agua.

Para generar este producto cartográfico e insumo transversal para el análisis territorial posterior del componente cuenca se propone recabar la versión digital más actualizada de la cartografía del uso actual del territorio realizada en base al Catastro de Uso del Suelo y la Vegetación (que se viene realizando, ajustando y actualizando para la totalidad del territorio nacional desde 1997), lo anterior es competencia de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de la Agricultura según lo estipulado en la Ley 20.283/2008 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Para el análisis territorial de la cuenca y considerando las categorías de uso estandarizadas que utiliza el Catastro de Uso del Suelo y Vegetación CONAF el desafío sería generar para la cuenca a una escala regional una cartografía que a lo menos represente la distribución actual de las categorías definidas para el catastro y en función de la disponibilidad de información regional desagregar a nivel de cuencas algunas de ellas: uso urbano-industrial, minero agropecuario, praderas y matorrales, bosque nativo, bosque mixto, bosque plantaciones, humedales, áreas sin vegetación, nieves y glaciares, cuerpos y cursos de agua.

El diagnóstico de la cuenca en relación al uso actual del territorio deberá sistematizar suficiente información que permita comprender y compartir una percepción común acerca del modelo de ocupación actual del territorio de cuenca a fin de identificar las funciones territoriales presentes a través de sus usos y actividades, así como las principales restricciones y riesgos de origen natural a dichos los usos del territorio, de los actores y sus principales intereses.

La fuente de información que se recomienda para caracterizar la cuenca por el uso actual del territorio es el Catastro de Uso del Suelo y Vegetación (que se viene realizando, ajustando y actualizando para la totalidad del territorio nacional desde 1997), lo cual es competencia de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) del Ministerio de la Agricultura según

lo estipulado en la Ley 20.283/2008 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Las tabulaciones y salidas cartográficas han sido facilitadas por la Sección de Monitoreo de Ecosistemas Forestales cuyos profesionales son los mismos que administran el Sistema de Información Territorial de la CONAF (SIT-CONAF: <http://sit.conaf.cl/>).

Fig. 33. Aproximándose al uso actual de territorio de la cuenca hidrográfica

The screenshot shows the website of the Corporación Nacional Forestal (CONAF) of Chile. The header includes the Chilean coat of arms, the Ministry of Agriculture logo, and the CONAF logo. A navigation menu at the top lists: INICIO, NUESTROS BOSQUES, PARQUES NACIONALES, INCENDIOS FORESTALES, CONAF EN REGIONES, FORESTACIÓN, and NOTICIAS. A search bar is located on the right side of the header.

The main content area is titled 'Catastro Vegetacional'. Below the title, there is a paragraph: 'Conocer y cuantificar los recursos forestales (bosques y vegetación natural) fue una de las tareas prioritarias que se planteó en la política forestal chilena de los años 90, dada la importancia que le asigna la sociedad a los bosques y vegetación natural, en términos no tan sólo de producción de madera, sino en todos los servicios ambientales que ofrece, entre ellos: producción de agua, protección del suelo, captura de carbono, hábitat de vida silvestre, recreación.'

Below this text is a photograph of a dense forest with large trees. To the right of the photo, there is a text block: 'Es así que entre los años 1994 y 1997, con financiamiento del Banco Mundial, se realizó en el territorio de Chile el proyecto "Catastro y Evaluación del Recurso Vegetacional Nativo del país", mediante el cual se cuantificó, dimensionó y categorizó cuales son los diferentes usos del suelo en el territorio nacional, tanto del punto de vista de ocupación natural del suelo como desde el punto de vista antrópico, teniendo para cada región, provincia y comuna del país dicha información.'

Below the photo, there is another text block: 'De acuerdo a los resultados obtenidos por el estudio (CONAF-CONAMA 1999), un 20,7% de los 75.662.561 de hectáreas del territorio nacional, están cubiertas por bosques, esto es 15.637.233 hectáreas. Esta superficie está compuesta mayoritariamente por bosque nativo (13.430.603 ha (85,9% de las cuales la mayor superficie lo ocupa el tipo forestal siempreverde con 4.148.905 ha, seguidas por los tipos forestales lenga con 3.791.352 ha, coigue de magallanes con 1.781.098 ha y roble raül coigue con 1.460.531 ha).

At the bottom of the page, there is a 'LINKS' section with the title 'Sistema de Información Territorial CONAF' and the text: 'Sitio Web con el Catastro y Evaluación del Recurso Vegetacional Nativo de Chile'.

Fuente: CONAF 1997 - 2011. Catastro y actualizaciones del uso del suelo y vegetación. SIT - CONAF.

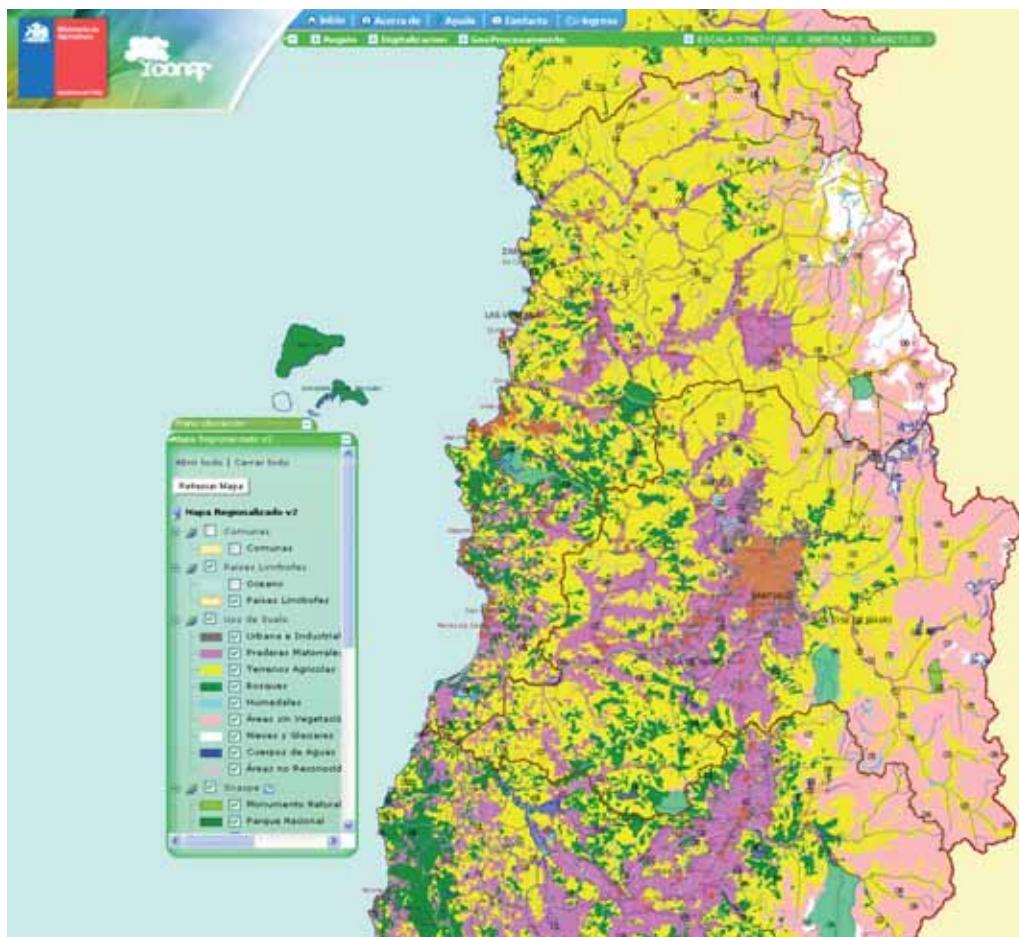
Es indispensable también que los equipos regionales recaben el apoyo y la asesoría de los profesionales de diferentes oficinas regionales y provinciales de CONAF.

Cuadro 12. Aproximándose al uso actual de territorio de la cuenca hidrográfica

Región	Total Superficie Regional (ha)	Áreas Urbanas e Industriales	%	Terrenos Agrícolas	%	Praderas y matorrales	%	Bosques	%	Humedales	%	Áreas Desprovistas de Vegetación	%	Nieves y Glaciares	%	Otros(1)	%
Arica y Parinacota	1687.089	7.727	3,1	21.479	0,6	842.15	4,2	-	-	27.490	0,6	779.732	3,1	4.795	0,1	3.713	0,2
Tarapacá	4.279.494	1.198	0,5	7.864	0,2	1.035.095	5,2	34.275	0,2	18.606	0,4	3.172.395	12,8	680	0,0	9.381	0,6
Antofagasta	12.722.187	3.583	1,4	3.700	0,1	1.813.735	9,1	3.411	0,0	49.467	1,1	10.837.252	43,7	-	-	11.039	0,7
Atacama	7.614.924	1.440	0,6	45.908	1,3	3.113.811	15,6	-	-	7.303	0,2	4.438.795	17,9	-	-	7.667	0,5
Coquimbo	4.052.915	14.386	5,8	132.150	3,9	3.110.620	15,6	34.309	0,2	15.550	0,3	741.245	3,0	-	-	4.655	0,3
Valparaíso	1.602.856	33.809	13,6	190.434	5,6	872.684	4,4	170.778	1,0	5.856	0,1	221.738	0,9	102.166	2,4	5.391	0,3
Metropolitana	1.550.966	83.845	33,8	245.990	7,2	715.175	3,6	112.024	0,7	6.579	0,1	374.023	1,5	8.636	0,2	4.694	0,3
O'Higgins	1.633.463	15.043	6,1	426.419	12,5	559.475	2,8	306.067	1,8	3.857	0,1	303.656	1,2	9.319	0,2	9.627	0,6
Maule	3.035.272	16.183	6,5	667.538	19,6	746.443	3,7	1.011.827	6,1	4.190	0,1	488.877	2,0	68.499	1,6	31.715	2,0
Biobío	3.706.002	35.685	14,4	829.507	24,3	498.496	2,5	2.052.982	12,4	11.595	0,3	132.518	0,5	90.468	2,1	54.751	3,4
La Araucanía	3.170.943	13.697	5,5	815.602	23,9	611.687	3,1	1.538.453	9,3	26.507	0,6	78.047	0,3	30.897	0,7	56.063	3,5
Los Ríos	1.782.514	5.746	2,3	16.276	0,5	532.030	2,7	1.040.155	6,3	14.722	0,3	53.327	0,2	11.193	0,3	109.065	6,8
Los Lagos	4.827.346	8.769	3,5	8.253	0,2	1.172.355	5,9	2.795.921	16,8	57.310	1,2	181.648	0,7	360.213	8,4	242.877	15,1
Aisén	10.698.183	2.222	0,9	3.379	0,1	1.299.881	6,5	4.823.555	29,1	1.146.667	24,8	1.182.172	4,8	1.811.682	42,2	428.625	26,7
Magallanes	13.187.945	4.669	1,9	11	0,0	3.059.948	15,3	2.671.615	16,1	3.236.662	69,9	1.790.953	7,2	1.795.347	41,8	628.740	39,1
Total país	75.552.099*	248.002	100	3.414.510	100	19.983.588	100	16.595.372	100	4.632.361	100	24.776.378	100	4.293.895	100	1.607.993	100

Fuente: CONAF Catastro del Uso del Suelo y Vegetación 1997-2011.

Fig. 34. Mapa nacional del uso y cobertura del territorio que se encuentra disponible para visualización y descarga de información seleccionada desde el sitio Sistema de Información Territorial-CONAF.



Fuente: CONAF Catastro del Uso del Suelo y Vegetación 1997-2011.

El análisis del uso del territorio (tabulado y cartografiado) en la cuenca hidrográfica restringido al propósito de revelar una fotografía fidedigna de la multiplicidad de actividades humanas que se desarrollan allí, quedaría incompleto si dichas actividades socioeconómicas no se relacionan en un nivel de abstracción más adecuado para los efectos del ordenamiento territorial regional. Es por ello que, disponer de la versión más actualizada de la cartografía de uso actual es la base sobre la cual es conveniente comenzar a hablar de funciones territoriales de la cuenca o simplemente funciones de cuenca, entendidas estas como los múltiples requerimientos esenciales y/o demandas que la sociedad requiere del territorio objeto de análisis para satisfacer sus crecientes necesidades existenciales en el marco del desarrollo sustentable<sup>38</sup>.

Transitar de la caracterización del uso del territorio en la cuenca al análisis de las funciones territoriales que allí se verifican, se facilita si previamente recapitulamos en términos generales los llamados “servicios ecosistémicos” que las cuencas hidrográficas proporcionan a la sociedad. Dichos servicios son comúnmente citados y reconocidos en la literatura especializada como bienes y servicios ambientales que brindan los territorios de cuencas, entre los cuales se reconocen más frecuentemente los relativos a la contención de la erosión, fijación de carbono, conservación de la biodiversidad, la vivencia del paisaje natural, sin olvidar

que la propia definición de cuencas hidrográficas -como superficies de drenaje natural de un sistema hidrográfico- invoca la función hídrica, como aquella función territorial que hace de las cuencas ecosistemas únicos e irremplazables en la medida que cumplen su rol de suministro o provisión ininterrumpido de agua fresca.

---

38 El reconocimiento de funciones territoriales de la cuenca hidrográfica se basa en la comprensión de que los ecosistemas poseen valores intrínsecos y proporcionan bienes y servicios esenciales a la sociedad. La cuenca hidrográfica en tanto representa un ecosistema complejo desempeña una gama de funciones (bienes y servicios) que constituyen la base de la seguridad de las personas y de las sociedades, incluyen la producción, la regulación, el hábitat y la información. FAO 2009 Porque Invertir en Cuencas Hidrográficas. UICN 2000 Visión del Agua y la Naturaleza.

Es sumamente importante enfatizar que las funciones territoriales no se reducen a los requerimientos o servicios ecosistémicos. Por el contrario, la cuenca es reconocida como un territorio multifuncional en su totalidad y como parte del conjunto regional. En ese entendido las funciones territoriales de una cuenca se amplían en su análisis territorial a sus respectivas dimensiones de identidad, habitabilidad, productiva, recreación, entre otras, de acuerdo siempre a las particularidades y contextos culturales, históricos y físicos naturales que caracterizan el territorio de la cuenca hidrográfica.

Todos los aspectos analizados y georreferenciados hasta este punto han apuntado a alcanzar la más completa caracterización y comprensión de la estructura y funcionamiento de la cuenca hidrográfica objeto del análisis territorial como componente del PROT enmarcado dentro de lo que hemos denominado diagnóstico descriptivo. Los productos de ese diagnóstico descriptivo serán predominantemente técnicos fundamentados en información cuantitativa y cualitativa secundaria. Expresada en una ficha de caracterización, la que debe contener los siguientes elementos:

**Cuadro 13. Funciones territoriales, servicios ambientales y uso del territorio en la cuenca hidrográfica**

Función Territorial	Valores intrínsecos Bienes y/o servicios provistos	Ejemplo de Uso/Cobertura del Territorio asociados a la Función Territorial
Ambiental	Regulación de procesos ecológicos Retención de agua contra inundaciones Recarga de acuíferos Reservorio/almacenamiento de agua Depuración de residuos y sedimentos Hábitat vida silvestre (vegetación y fauna) Mitigación natural de escorrentía y erosión Protección de napa subterránea (filtro)	Partes altas de la cuenca (alta montaña) cumplen la relevante función ambiental de reservorios naturales de agua dulce en la medida que la precipitación queda depositada en forma de glaciares y depósitos temporales de nieve.
Socio-Productiva	Producción de agua potable Pesca Acuicultura Plantaciones Forestales Agricultura Ganadería Caza Minería Hidroenergía Navegación fluvial-lacustre	Valles y laderas agrícolas irrigadas constituyen una de las más representativas concreciones de la función socio productiva de la cuenca en la medida que provee el agua de riego para sostener la agricultura.
Recreación Identidad Información Cognición	Recreación y Deportes acuáticos Ecoturismo Identidad e inspiración cultural-artística Valor patrimonial e histórico Información educativo-científica Vivencia del paisaje cercano a lo natural	Áreas de alta naturalidad, tranquilidad, seguridad y accesibilidad donde la población local y visitantes satisfacen sus requerimientos de recreación y conocimiento del patrimonio natural y cultural de la cuenca, especialmente en su parte alta y media.

Fuente: Elaboración propia en base a UICN 2006. Establecer pagos por servicios de cuencas. Gland, Suiza.

-Amplio sustrato de información actualizada, sistematizada y georreferenciada de los territorios de cuencas hidrográficas al interior de la región que retroalimentan las bases de datos del sistema de información territorial regional.

-Catálogo de mapas temáticos -preferentemente de síntesis parcial en función de los temas de caracterización mínima referidos anteriormente- que den cuenta de la situación actual lo cual facilitara los siguientes pasos del proceso del análisis territorial.

-Conjunto de indicadores (sectoriales/ temáticos) que reflejen la situación actual de territorio de la cuenca hidrográfica en sus aspectos biofísicos y socioeconómicos.

### **FICHA DE CARACTERIZACIÓN Ó LINEA BASE DE CUENCA/SUBCUENCA**

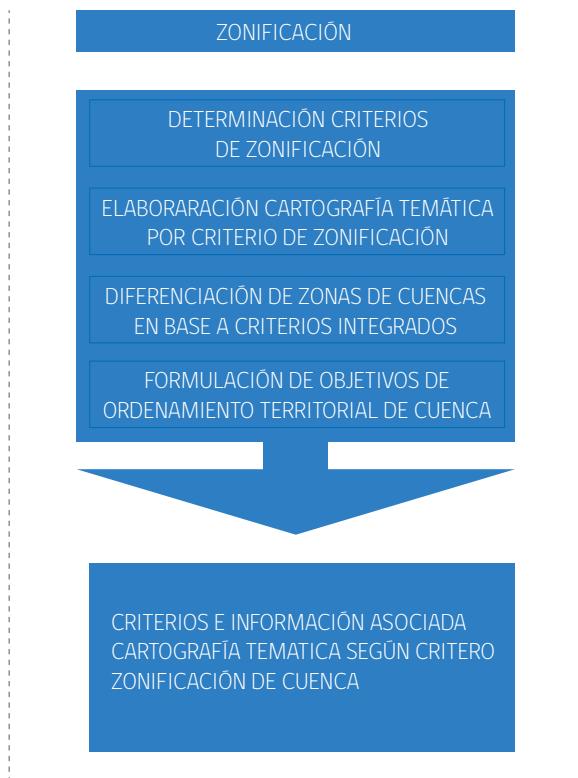
Lo anterior puede resumirse en una ficha que caracterizará de manera resumida y concisa la información colectada, que a modo de ejemplo se expone en el cuadro 12.

Cuadro 14. FICHA de caracterización o línea base de cuenca/subcuenca

DENOMINACIÓN DE CUENCA						
DESCRIPCIÓN GENERAL Ubicación administrativa mayor; Superficie; Curso principal y tributarios; Rasgos fisiográficos principales; Zona Hidrográfica; Régimen hidrográfico ; Régimen climático; Hitos geo-históricos; Actividades socioeconómicas, otros aspectos relevantes.						
Región		Insertar imagen con demarcación hidrográfica y político-administrativa				
Comunas compartidas						
Sub-Cuencas/superficie						
Cuerpos de agua principales naturales y construidos						
Cursos de agua principales						
Estaciones fluviométricas						
Estaciones de calidad de agua						
Cobertura/Usos del territorio predominante						
Categorías de Uso	Superficie	Empleo	Producto	Demanda	Impacto posible	Insertar imagen Uso Actual del Territorio de Cuenca
Agropecuario						
Industrial						
Urbano-residencial						
Forestal plantación						
Bosque nativo						
Recreación						
Praderas y Matorrales						
Cuerpos de agua						
Humedales						
Minería						
Generación eléctrica						
Áreas de relevancia ambiental protegidas y propuestas a proteger						
Potencialidades y vocación territorial						
Problemas/Conflictos						
Actores relevantes						

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 FASE DE ZONIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

### ¿QUÉ ES Y CÓMO SE HACE?

La Fase de Propuesta está orientada a zonificar y formular objetivos de ordenamiento territorial congruentes con el diagnóstico actual del territorio de cuencas, así como con las diversas visiones estratégicas que entorpece a su desarrollo futuro. Todo el trabajo realizado hasta este punto ha proporcionado un conocimiento de la situación actual y las tendencias de la cuenca. En esta fase -en base a los resultados del diagnóstico- el proceso apunta a definir lineamientos y objetivos estratégicos con sentido territorial.

El propósito de esta fase se orienta a la construcción de propuestas sucesivas y complementarias de zonas o áreas que cumplan determinados objetivos y funciones preferentes de acuerdo a la información obtenida en las fases anteriores y el conocimiento e intereses de los distintos actores de cuenca respecto del uso del agua y el territorio de la cuenca. La zonificación consiste en la identificación de distintos subterritorios al interior de las cuencas y la propuesta de funciones territoriales que se les asigna a ellos.

Para ello se sugiere realizar cuatro actividades diferenciadas en orden sucesivo de modo de transitar desde la determinación de criterios a aplicar, aglutinar la información técnica georreferenciada, elaborar cartografía por cada criterio adoptado e integrando en una sola propuesta de zonificación para las cuencas de la región.

Para los efectos de este documento se presenta una propuesta metodológica de cómo operacionalizar la zonificación de cuencas con vistas a integrar sus resultados a la propuesta final de ordenamiento territorial regional del instrumento PROT.

### Zonificación de la Cuenca en base a criterios de aptitud intrínseca

El análisis territorial del componente cuencas hidrográficas seguido hasta este punto comprende dos momentos: la caracterización y la zonificación propiamente tal. La caracterización de cuencas hidrográficas tuvo como finalidad exponer las particularidades de cada una de las cuencas a partir de las cuales se pueden diferenciar unas de otras, correspondiendo a un primer nivel de información. La zonificación, por su parte tiene como propósito específico determinar zonas relativamente homogéneas en cuanto a su comportamiento y características intrínsecas con vistas a establecer objetivos de ordenamiento territorial y en otra escala de gestión a ser manejadas en base a su fragilidad, limitantes y potencialidades.

La zonificación<sup>39</sup> de cuencas que se propone desarrollar en este componente de análisis del PROT servirá para proponer la distribución espacial de los usos del territorio e indirectamente en promover o no diversas actividades asociadas a dichos usos. Es por ello, que se considera un momento clave en la propuesta de ordenamiento territorial de escala regional. En particular cuando la zonificación se realiza sobre unidades geográficas delimitadas por el sistema físico, como

es el caso de las cuencas hidrográficas, la diferenciación de áreas para su uso se estructura considerando al agua como recurso natural prioritario, pues es dicho recurso el que actúa vinculando las acciones o usos del territorio aguas arriba con los efectos aguas abajo. De esta manera, la adecuada ordenación del territorio respecto de su uso y acorde a las potencialidades de cada zona, se plantea desde la perspectiva de las interrelaciones entre las diferentes zonas y no según cada zona de manera independiente.

Es importante diferenciar la aptitud física del territorio y su vocación. La aptitud de un territorio es la conjunción de diversos aspectos que en su totalidad entregan las características necesarias para que una actividad se asiente con los requerimientos necesarios. La vocación de un territorio tiene relación con la cultura de la sociedad que se asienta en ese territorio, influenciando y ejecutando actividades de gran impacto o no adecuadas para ese territorio según sus características y ubicación en la cuenca hidrográfica. En este caso, la propuesta se aborda desde la perspectiva de la aptitud física.

Este acápite del documento aborda el proceso metodológico para la generación de los criterios de zonificación de cuenca. Es relevante mencionar que los criterios de zonificación que se proponen pueden ser enriquecidos mediante la inclusión de especificidades locales reconocidas en cada cuenca dentro del contexto regional. Los criterios pueden enriquecerse en base a información adicional disponible verificando que dicha información y su expresión cartográfica aporte en el sentido y definición del criterio. Las modificaciones a incluir podrían provocar modificaciones en el proceso metodológico las cuales deberán ser abordadas definitivamente por los equipos técnicos de los Gobiernos Regionales. Los criterios de zonificación propuesta han sido seleccionados estudiando experiencias internacionales en zonificación y priorización de cuencas, considerado la plausibilidad de

39 Es importante recordar que el procedimiento propuesto de zonificación en el contexto del análisis territorial del componente cuenca del PROT no se orienta a la asignación de usos concretos o actividades específicas al interior de las cuencas, por ejemplo recomendar desarrollar un determinado cultivo en una zona específica, y mucho menos es un fin en sí mismo. La zonificación resultante de este análisis territorial facilita ciertamente la identificación de zonas relativamente homogéneas respecto a características relevantes de aptitud hídrica y uso del suelo potencial.

aplicación a la realidad nacional, constatando la pertinencia o adaptabilidad a las condiciones nacionales, la disponibilidad de información cartográfica digital con expresión regional para su fácil implementación por parte de las Divisiones de Planificación de los respectivos gobiernos regionales.

### Secuencia metodológica de zonificación de cuencas

La metodología de zonificación se expone en dos secciones: Generación de cartografía de los criterios de zonificación y Zonificación según aptitud intrínseca del territorio. La primera sección aborda la construcción de los criterios mediante la reinterpretación de información georreferenciada disponible a nivel nacional y su generación en base a cartografía de referencia. Complementariamente en la segunda sección se presenta el procedimiento metodológico para la zonificación según los criterios de aptitud intrínsecos definidos previamente.

### Generación de cartografía de los criterios de zonificación

El procedimiento metodológico considera en primera instancia la recopilación de la información cartográfica necesaria para la elaboración de la zonificación a nivel de cuencas. En el Cuadro xxxx se presentan cada uno de los criterios asociados con la información cartográfica básica a utilizar y aquella que se recomienda para el perfeccionamiento del criterio.

La zonificación propuesta para las condiciones de Chile considerará tres criterios básicos y necesarios para el ordenamiento territorial. Estos criterios son el primer filtro a escala regional para zonificar los distintos usos según su aptitud física. La zonificación a escala local requerirá de la generación de información con mayor detalle y resolución territorial. Cabe señalar que no todos los criterios de zonificación necesariamente se derivan o consideran un respaldo normativo o legal; por el contrario, corresponden a un instrumento técnico, factible de adoptar pero no normativo. Existen en Chile textos legales, normas y decretos que podrán estar en acuerdo o bien sustentar algunos de los criterios, como por ejemplo los que rigen el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

Cuadro 15. Información temática y complementaria para la construcción de criterios de zonificación

Alcance/Propósito	Criterio	Información cartográfica temática	Información complementaria recomendada
Revelar la aptitud intrínseca o potencial del territorio de la cuenca en base al suelo	Aptitud de uso de suelo	Capacidad de uso de suelo Modelo digital de elevación	Valoración del suelo silvoagropecuario AGROSOT CIREN-SAG 2007.
Revelar la aptitud intrínseca o potencial del territorio de la cuenca en base a la cantidad y calidad del agua	Aptitud hídrica	Hidrografía Sub-subcuencas Modelo Digital de Elevación	Mapa Nacional de Geoformas. Universidad de Chile
Revelar el uso/ ocupación actual consolidado, ordenada, asignada o normada	Sectores ambientalmente valiosas	SNASPE Sitios Prioritarios Hidrografía Modelo digital de elevación Catastro de Bosque Nativo	Catastro Nacional de Glaciares Sitios RAMSAR Diagnóstico Regional Ecosistemas asociados a Unidades Hídricas Inventario Nacional de Humedales

Fuente: Elaboración propia.

### Criterio aptitud de uso de suelo<sup>40</sup>

El criterio aptitud de uso de suelo busca revelar las zonas que presentan las mejores características y las mínimas restricciones desde la perspectiva de la potencialidad agro-productiva de los suelos. Las categorías de zonificación intrínseca según este criterio son:

- » Suelo con potencial agrícola correspondiente a los sectores ondulados y planos, los cuales por su pendiente presentan menores limitantes y no se degradan con facilidad. Estos terrenos se consideran con el mejor potencial agrícola, sin embargo pudiese utilizarse para otra actividad sin mayores riesgos de degradación por su uso;
- » Suelo con potencial ganadero-forestal, correspondiente a sectores con un mayor porcentaje de pendiente lo que limita las actividades que se pueden fomentar;
- » Suelo con potencial para la vida silvestre, correspondiente a sectores con fuertes pendientes en los cuales no se recomienda cambiar el uso actual, debido a las negativas consecuencias ambientales.

La información adecuada para la obtención de este criterio es la capacidad de uso de suelo. La cobertura de capacidad de uso de suelo se reinterpreta considerando la siguiente agrupación de clases:

---

40 La aptitud de los suelos corresponde a un concepto que deriva de las características edáficas las cuales indican, en términos de la conservación, cuál es el mayor potencial natural productivo de los suelos y, por lo tanto, a qué debiesen ser dedicados. La aptitud de los suelos es representada de forma práctica por las "Clases de Capacidad de Uso del Suelo". Las Clases de Capacidad de Uso del suelo surgieron por un interés de carácter agrícola, en la cual, a medida que aumenta el valor de la clase el suelo tiene una menor aptitud para ser cultivado. Sin embargo, esto también permite la mejor conservación de las aptitudes de los suelos. La aptitud de los suelos según clases de capacidad de uso, es un sistema que se originó en el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, dependiente del Departamento de Agricultura de ese país (USDA-Soil Conservation Service), en la década del 50 del siglo XX. En Chile, la clasificación fue adoptada inicialmente por CIREN.

Cuadro 16. Reinterpretación de clases de capacidad de uso de suelo

Clase de capacidad de uso de suelo	Aptitud de uso preferente
Clase I	Tipo A: Suelo con potencial agrícola
Clase II	
Clase III	
Clase IV	
Clase V	Tipo B: Suelo con potencial ganadero-forestal
Clase VI	
Clase VII	
Clase VIII	Tipo C: Suelo con potencial para la vida silvestre

Fuente: Elaboración propia.

Este criterio toma fuerte relevancia y utilidad para zonificar las cuencas puesto que identifica el uso más eficiente o apropiado de la tierra y permite definir de forma homogénea las prácticas de manejo y conservación que puedan minimizar la erosión del suelo, en particular la inducida por la lluvia.

Las clases de Capacidad de Uso de los suelos se representan convencionalmente con números romanos del I al VIII. Las clases I a IV corresponden a suelos de aptitud para cultivos agrícolas, las clases V y VI identifican los terrenos de aptitud preferente ganadera y forestal, la clase VII representa áreas de aptitud forestal (sin descartar su uso ganadero con restricciones) y finalmente la clase VIII incluye a terrenos cuya única función debería ser el mantener y desarrollar la vida silvestre ó como también se le denomina, de protección del patrimonio natural de cuencas hidrográficas.

La capacidad de uso de suelo es caracterizada por una serie de parámetros físicos (8) como son: pendiente, erodabilidad, profundidad del perfil, peligro de inundaciones, fertilidad, drenaje, pedregosidad y la salinidad. La pendiente es la única de estas características derivable de información disponible con cobertura nacional, por lo tanto, se utilizaron los rangos de pendiente listados en el Cuadro N° 10 para la identificación de las clases de capacidad de uso de suelo en las áreas sin información (mayoritariamente no arables). Es importante mencionar que la pendiente por sí sola suele ser insuficiente, sin embargo, el criterio podría ser enriquecido mediante la incorporación de mapas climáticos y una nueva regla de decisión.

Cuadro 17. Parámetros para determinar las clases de capacidad de uso de los suelos (adaptado de Klingebiel y Montgomery, 1961, citados por Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1995; Buckman y Brady, 1974; Honorato, 1994).

Clase Capacidad de Uso	Pendiente (%)	Erodabilidad	Profundidad del perfil	Peligro de inundación	Fertilidad	Drenaje	Pedregosidad (% volumen)	Salinidad
I	0-2	Nula	Muy profundo	Nulo	Muy buena	Bueno	0-5	Nula
II	2-5	Ligera	Profundo a moderado	Nulo a ocasional	Buena	Bueno o corregible	0-15	Nula a ligera
III	5-9	Moderada	Profundo a moderado	Nulo a ocasional	Buena a moderada	Moderado a imperfecto	0-15	Nula a moderada
IV	9-20	Severa	Profundo a delgado	Nulo a frecuente	Moderada a baja	Imperfecto	0-35	Nula a severa
V	Menor a 5	Baja	Moderado a delgado	Nulo a muy frecuente	Baja	Imperfecto a muy pobre	0-35	Nula a severa
VI	5- 30	Severa	Profundo a delgado	Ocasional	Variable	Bueno a muy pobre	0-50	Nula a severa
VII	30-60	Muy severa	Profundo a delgado	Ocasional	Variable	Bueno a muy pobre	0-60	Nula a severa
VIII	60 o más	Muy severa	Moderado a delgado	-	-	-	Elevada	Nula a severa

Fuente: Elaboración propia.

La dificultad que se presenta con esta valiosa información cartográfica es que se encuentra limitada a los valles productivos y su acceso está restringido. Dada esta situación es que se presenta una segunda alternativa la cual utiliza el modelo digital de elevación y la cartografía nacional de geofomas. Estas últimas corresponden a una interpretación experta de variables cuantitativas simples derivadas de modelos digitales de terreno, que permite identificar formas básicas generales tales como terrenos planos (valles), ondulados (lomajes), serranos y montanos y que permiten entregar información acerca de las “potencialidades esperadas” del territorio.

La pendiente es la única de estas características derivable de información disponible a escala nacional, por lo tanto, se utilizaron los rangos de pendiente listados en el cuadro anterior para la identificación de las clases de capacidad de uso de suelo en los sectores sin información (no arables). Sin embargo, al igual que lo anterior la pendiente es insuficiente y por ende se deberían incorporar otras coberturas. La aproximación presentada pretende llenar un vacío de información, sin embargo la información idónea es la capacidad de uso de suelo.

Cuadro 18. Rangos de pendientes para clases de capacidad de suelo en sectores no arables

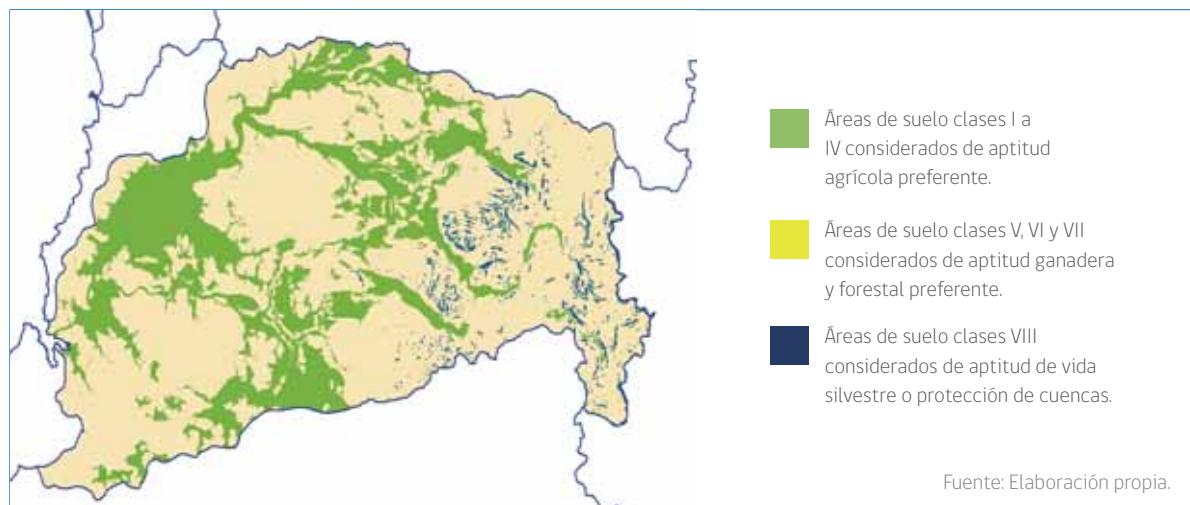
Clase capacidad de uso de suelo	Pendiente (%)	Aptitud de uso de suelo
Clase V	< 45	Suelos con potencial ganadero forestal
Clase VI		
Clase VII		
Clase VIII	>45 <sup>41</sup>	Suelos con potencial para la vida silvestre

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la utilización del parámetro pendiente pretende llenar un vacío de información, sin embargo la información idónea es la capacidad de uso de suelo evaluada para la totalidad de la superficie regional.

En las áreas de cuencas sin información de capacidad de uso de suelo se utilizan las geoformas, desde las cuales se obtienen los sectores planos y ondulados asimilables a los suelos arables con potencial agrícola. Posteriormente, y en los sectores catalogados como serrano/montano, se deben obtener los suelos con potencial ganadero forestal y para la vida silvestre mediante los rangos de pendientes mayores a 45% expuestos en el Cuadro anterior.

Fig. 35. Capacidad de uso de suelo de la cuenca del río Valdivia. Región de Los Ríos.



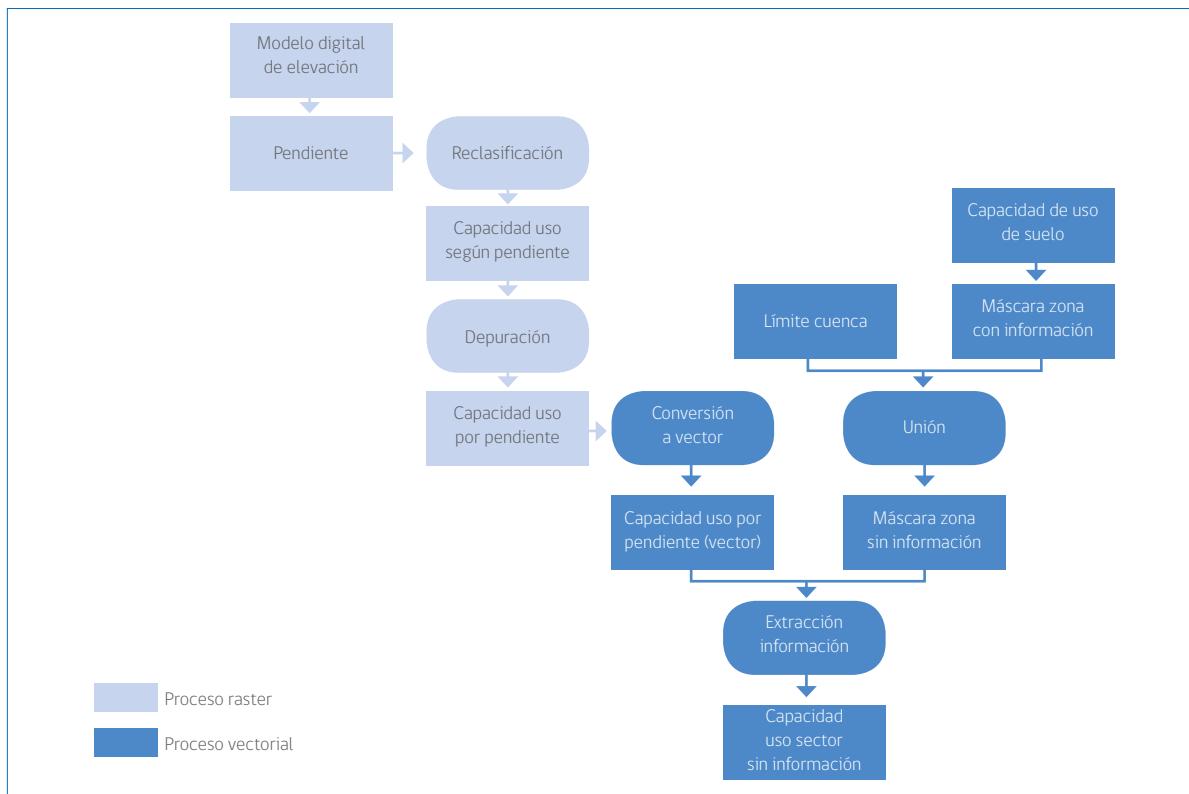
41 El valor de corte de las clases se modificó debido a los insumos de información con los que se trabajó sin embargo en estimaciones en terreno de pendiente se debe utilizar el valor 60%.

### Diagrama general de flujo para derivar la información.

La pendiente se deriva del Modelo Digital de Elevación, posteriormente se debe reclasificar según los tramos de pendiente expuestos en Cuadro 12. El resultado de la reclasificación debe ser tratado con el fin de generalizar la distribución de las clases evitando el ruido en la imagen y la existencia de agrupaciones de píxeles aislados.

Finalmente, esta cobertura tipo raster se convierte en una cobertura tipo vector, de la cual se extrae sólo la información de los sectores sin información en la cartografía de capacidad de uso de suelo, es decir, la información de los sectores no agrícolas. En el diagrama de flujo que se inserta abajo se visualiza el procedimiento explicado anteriormente, tal como se muestra en la figura 13.

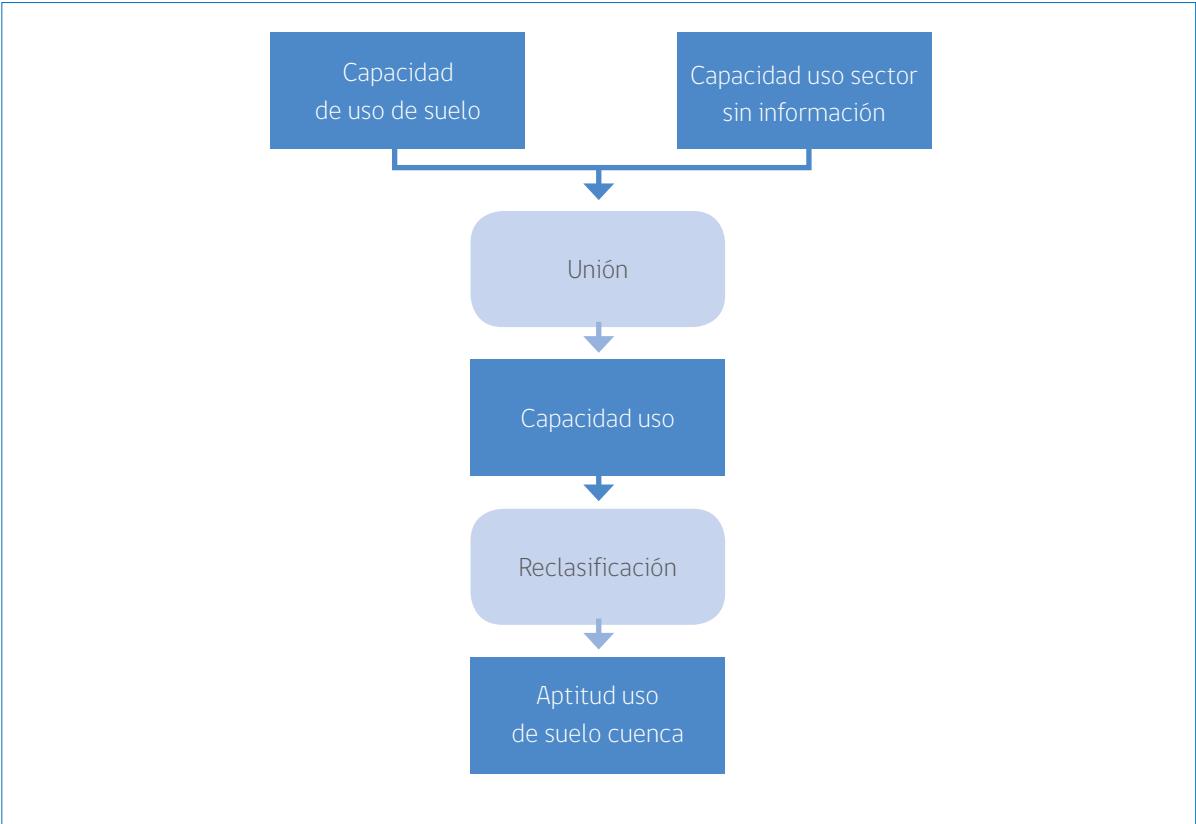
Fig. 36. Diagrama de flujo de la generación de capacidad de uso del suelo en áreas sin información.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se unen las coberturas de la capacidad de uso de suelo agrícola y la capacidad de uso de suelo en el sector sin información y se reclasifican estas clases según la relación clases de capacidad de uso y aptitud preferente de uso expuesta en el Cuadro 11 (Figura 14).

Fig. 37. Diagrama de flujo de la generación de capacidad de uso de suelo en sectores sin información

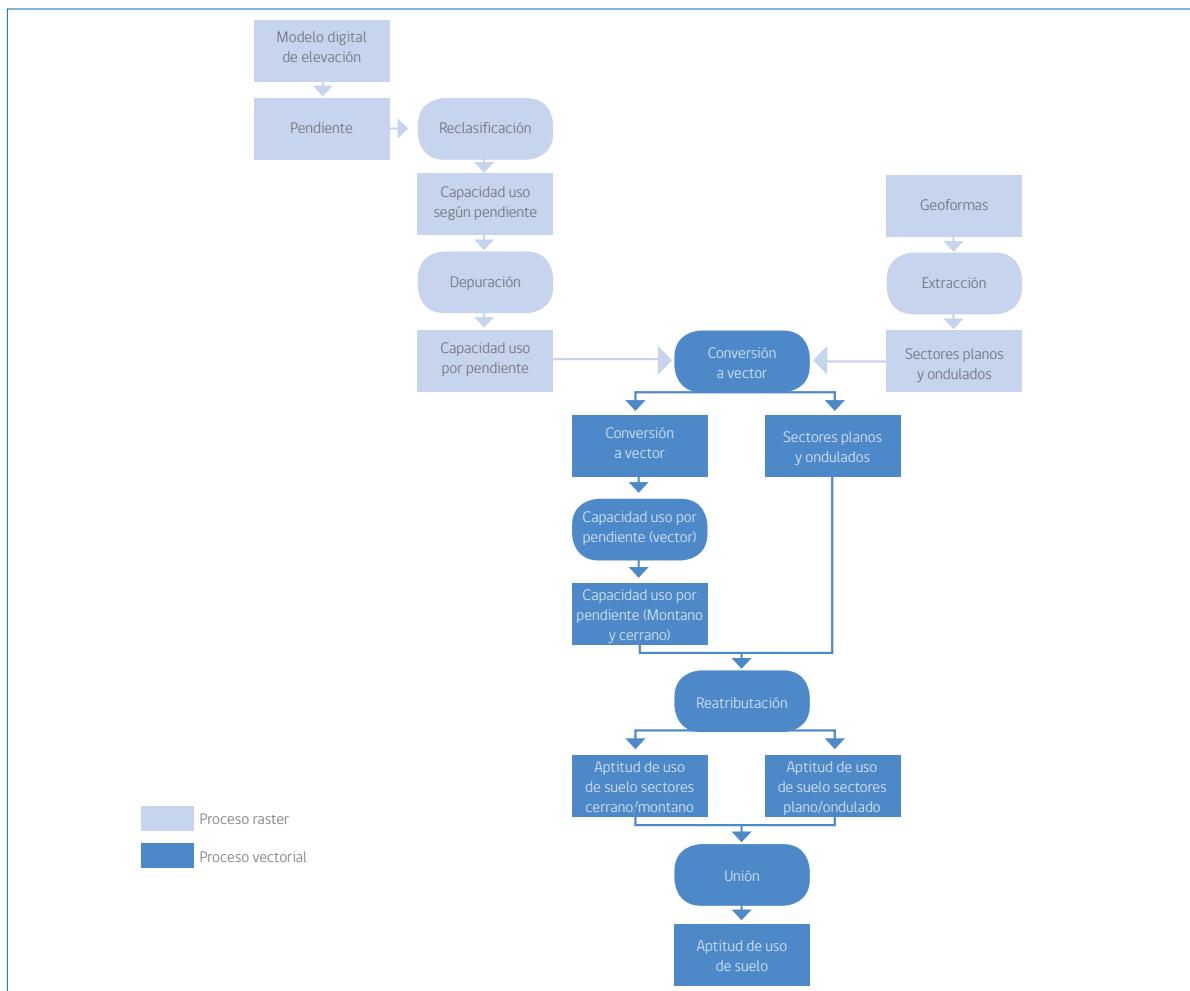


Fuente: Elaboración propia.

La Figura N°36 expone el diagrama de flujo de la opción sin información de capacidad de uso de suelo, en donde se observa la representación de los sectores planos y ondulados (costado derecho) y la obtención de la capacidad de uso de suelo (costado izquierdo). Ambas coberturas se trabajan en

formato raster, para posteriormente convertirlos a vector, sobre el cual podemos extraer la información requerida (sectores serranos/montanos), reatribuir y unir ambas cartografías, con lo cual se obtiene la cartografía del criterio de aptitud de uso de suelo.

Fig. 38. Diagrama de flujo de la generación de la aptitud de uso de suelo según capacidad de uso



Es importante mencionar que el procedimiento expuesto constituye una aproximación simple a las clases de aptitud potencial de uso de suelo. Estas clases pueden ser

identificadas con métodos más complejos o con mayores requerimientos de información, con lo que se obtendría mayor precisión en la definición de las clases del criterio.

## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD DE USO DE SUELO

### Generación de pendiente

Comúnmente los programas SIG utilizados contienen comandos que permiten generar un modelo digital de pendientes, en los cuales cada uno de los píxeles toma un valor de pendiente, en grados o porcentaje, correspondiente a la diferencia en z de cada celda en base a su contexto.

Para su visualización se expone una imagen del Modelo Digital de Elevación (imagen izquierda) y del modelo de pendientes (imagen derecha) generado a partir del Modelo Digital de Elevaciones



A



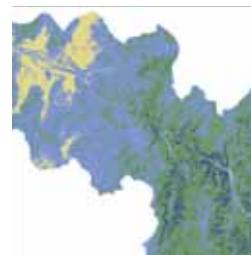
B

### Reclasificación

La reclasificación puede realizarse en coberturas raster o vectoriales. La reclasificación sobre coberturas raster genera una nueva cobertura en la que se exponen las nuevas clases o categorías producto de la reclasificación. El comando de reclasificación presenta una sección en la cual se debe definir los rangos de valores que posteriormente tomarán un nuevo valor. Por ejemplo, en el caso de la reclasificación de la pendiente encontramos un raster con valores continuos (imagen izquierda) a reclasificar para obtener 4 clases correspondientes a las clases de capacidades de uso de suelo V, VI, VII y VIII, resultando una imagen discreta expuesta al costado derecho de la siguiente figura.



Reclassification	
Old values	New values
0 - 5	1
5 - 30	2
30 - 60	3
60 - 99999999	4
NoData	NoData

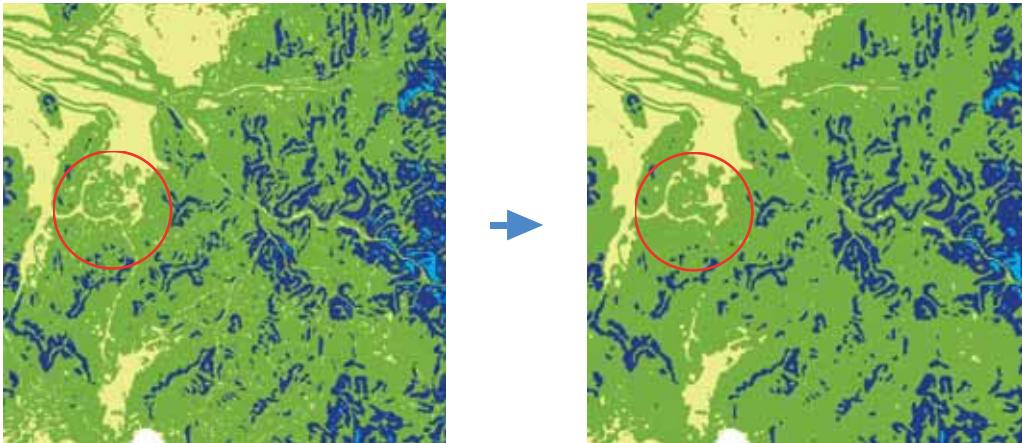




## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD DE USO DE SUELO

### Depuración de datos

El objetivo de la depuración es eliminar pequeñas agrupaciones de píxeles o polígonos los cuales generan ruido en la imagen.



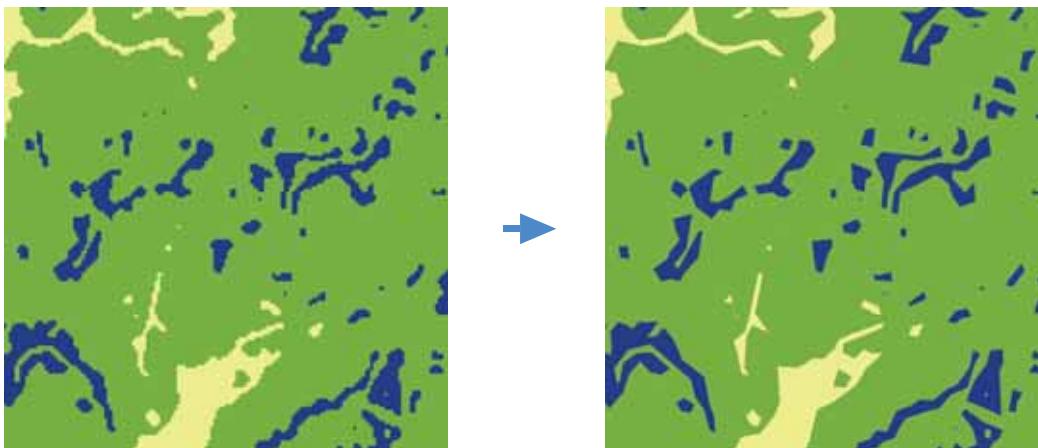
En la figura se expone una generalización de la imagen de reclasificación de pendientes, proceso expuesto en el diagrama de flujo de generación del criterio de aptitud de uso de suelo.

Los comandos a utilizar dependen del objetivo de la depuración, existiendo depuraciones enfocadas a eliminar polígonos o píxeles con un área menor a la requerida, expandir áreas, reducir zonas establecidas o remplazar valores con los valores de los vecinos más cercanos. Adicionalmente, existen operaciones vectoriales que buscan disminuir la cantidad de registros asociados a un atributo específico y la eliminación de pequeños polígonos.

### Conversión a vector

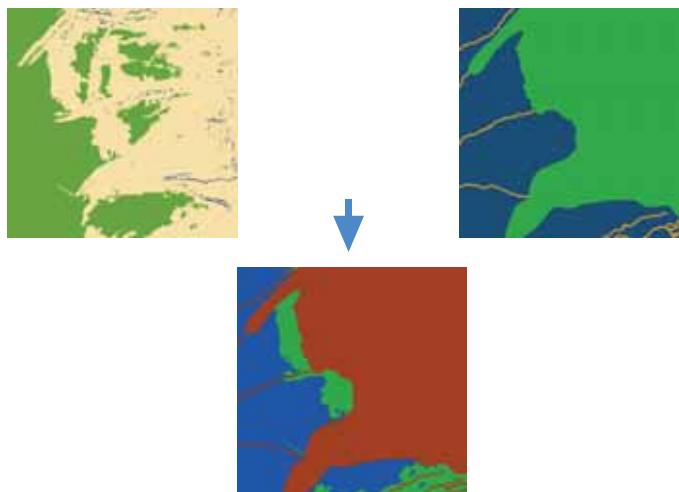
En el procedimiento metodológico de generación de criterios se plantea la conversión de coberturas raster a vectoriales. En la imagen se observa la cobertura raster (costado izquierdo) y la cobertura vectorial (costado derecho). La imagen raster se conforma por píxeles asociados a un valor único numérico, en cambio en el caso de la cobertura vectorial los polígonos tienen asociado un registro en la tabla de atributos.

## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD DE USO DE SUELO



### Unión

La unión de coberturas vectoriales se realiza con diversos comandos dependiendo del objetivo de la operación. La unión corresponde a una fusión de coberturas, generándose una nueva cobertura con la intersección de la distribución espacial y sumatoria de las respectivas tablas de atributos de las coberturas, en este caso de los criterios de zonificación.



## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD DE USO DE SUELO

En la imagen se observa un ejemplo de la unión de los dos criterios realizada en el proceso de zonificación. Esta operación, como ya se mencionó, considera la sumatoria de los campos de las tablas de atributos con lo cual se pueden generar las combinatorias de criterios y posteriormente la reatribución con las categorías de zonificación.

### Extracción de información

La extracción de información en este procedimiento metodológico se enfoca en la obtención de información espacial de un sector geográfico determinado mediante un polígono que abarca la zona de interés.

La operación SIG requiere como input la cobertura con la información espacial en extenso (imagen del costado izquierdo) y el polígono que enmarca la zona de interés (imagen central). En la siguiente figura se observa las imágenes input y el resultado (imagen costado derecho).



Fuente: Elaboración propia.

### Criterio aptitud hídrica

El criterio de aptitud hídrica considera la identificación de cuatro zonas, diferenciadas por la función hídrica que cumplen. Las categorías de zonificación intrínseca según este criterio son:

- » Zona de producción de agua, correspondiente a las zonas de la cuenca en las que se genera o se capta el recurso hídrico (generalmente sectores de altura). Todos los principales ríos del mundo tienen su origen o naciente en las zonas altas. Más de la mitad de la humanidad depende del agua dulce que proporcionan

estos depósitos de agua para beber, para uso doméstico, la agricultura y la industria. Conforme aumenta la demanda, crece el potencial de conflicto por el uso de este recurso escaso. El manejo cuidadoso de los recursos hídricos en las montañas es un importante desafío que lleva a diferenciar estos sectores de las cuencas de aquellos en donde los recursos hídricos tienen concentrado su uso como las ciudades y zonas agrícolas usualmente ubicados en sectores intermedios y bajos de las cuencas.

Esta zona apunta a la mantención y cuidado de los sectores que producen el agua dulce, los cuales aseguran la

disponibilidad de agua en las zonas bajas de la cuenca. El área considerada como productora de agua no coincidirá necesariamente con las áreas de protección establecidas en el SNASPE, las restricciones que imponen la Ley de Bosque, la Ley 20.283, o las áreas de protección ambiental que rige el Ministerio de la Vivienda, estas últimas, protegidas por condiciones de biodiversidad y relevancia ecosistémica. En otras palabras, las zonas preferentes de producción de agua (o recarga de agua tanto de cursos superficiales como sub-superficiales) buscan la mantención de áreas por su relevancia a nivel hídrico. Esta diferenciación repercutirá en los usos y actividades que se recomendarán establecer en cada uno de estos sectores.

- » Zona de aprovechamiento o preferente de uso, correspondiente a los sectores donde se utiliza intensivamente el recurso hídrico. Esta zona de la cuenca corresponde a aquellos sectores en donde las características del de suelo y pendiente del terreno condicionan el uso del territorio por las actividades antrópicas. En este sentido se definen como aquellos sectores donde la extracción de agua desde los diferentes cuerpos de agua está influenciada por las acciones que se lleven a cabo en las zonas de producción o recarga. Además, son zonas que, en función del uso del agua que se realice, influirán en las condiciones de riesgo de la zona de impacto de inundaciones.
- » Zona de impacto hídrico, correspondiente a las zonas de impacto por crecidas o sequías en la cuenca hidrográfica, principalmente riberas de ríos y quebradas y humedales de desembocadura. Al interior de una cuenca, los sectores de bajas pendientes cercanas al cauce de los cuerpos de agua como también las zonas costeras propias de las desembocaduras, corresponden a zonas definidas como de impacto hídrico. Como consecuen-

cia de los usos potenciales aguas arriba, las zonas de impacto hídrico son aquellas que presentan riesgos producto de los excesos de escorrentía (inundaciones) como también de su carencia, dado que pueden verse fuertemente afectadas por las acciones antrópicas en las zonas de captación y/o uso de las aguas. Este criterio apunta de preferencia a la diferenciación de los sectores más susceptibles a sufrir eventos de inundación, los cuales debiesen presentar recomendaciones que apunten a mitigar estos efectos desde la óptica del ordenamiento territorial, es decir, identificar y promover aquellos usos que sean compatibles y más seguros para estos sectores.

- » Zona de regulación, correspondiente a las zonas que cumplen funciones de regulación hidrológica de la cuenca, como por ejemplo los lagos y extensos cuerpos húmedos saturados que regulan las crecidas y corresponden cuerpos de agua que mantienen un constante flujo de agua. En la definición de esta zona de regulación se recomienda que los acuíferos no sean incluidos directamente en el criterio, sino que estos se superpongan a la zonificación. Esta medida busca exponer y complementar la zonificación sin perder los límites de los acuíferos, lo cual facilitaría la posterior zonificación al poseer todos los elementos básicos necesarios para tomar decisiones.

La presencia o ausencia de las zonas expuestas en las cuencas hidrográficas dependerá de las funciones del territorio y de sus características, pudiendo existir cuencas hidrográficas con ausencia de una o más de las zonas descritas.

## Procedimiento metodológico sugerido

En el marco del criterio de aptitud hídrica se ha planteado que es posible identificar y delimitar cuatro zonas en la cuenca hidrográfica, a saber: la zona de producción de agua, la zona de impacto, la zona de regulación, y la zona preferente de uso.

En la aproximación que se expone a continuación se considera que el sector destinado a la producción de agua constituye la agrupación de sub-subcuencas hidrográficas que se ubican en la cabecera de la cuenca y que presentan ríos con órdenes de cauces menores, entendiendo que los sectores con estas características proveen naturalmente este servicio.

La zona de producción o cosecha puede ser identificada por medio de la selección de las sub-subcuencas de cabecera o por medio del índice de aguas arriba con el cual se identifican los cauces que contribuyen o abastecen mayormente a los tramos bajos, mediante los órdenes de cauce (siguiendo la clasificación de Strahler) y un procedimiento iterativo en el que se obtienen sectores altos, medios y bajos de la cuenca según la producción de agua de estos. Este procedimiento entrega una mayor precisión en cuanto a las zonas que efectivamente conforman los sectores de producción de agua en la cuenca<sup>42</sup>.

La zona denominada de impacto hídrico se ha definido como un buffer del sistema hídrico y corresponde a una distancia de 200 metros, distancia determinada razonable

para efectos de la escala de representación y también por ser una distancia establecida en la legislación de Bosque, pudiendo variar dependiendo de las características hidro-lógicas de la cuenca. Esta definición puede perfeccionarse si se posee el conocimiento necesario para identificar con más detalle las zonas o sectores con influencia de crecidas.

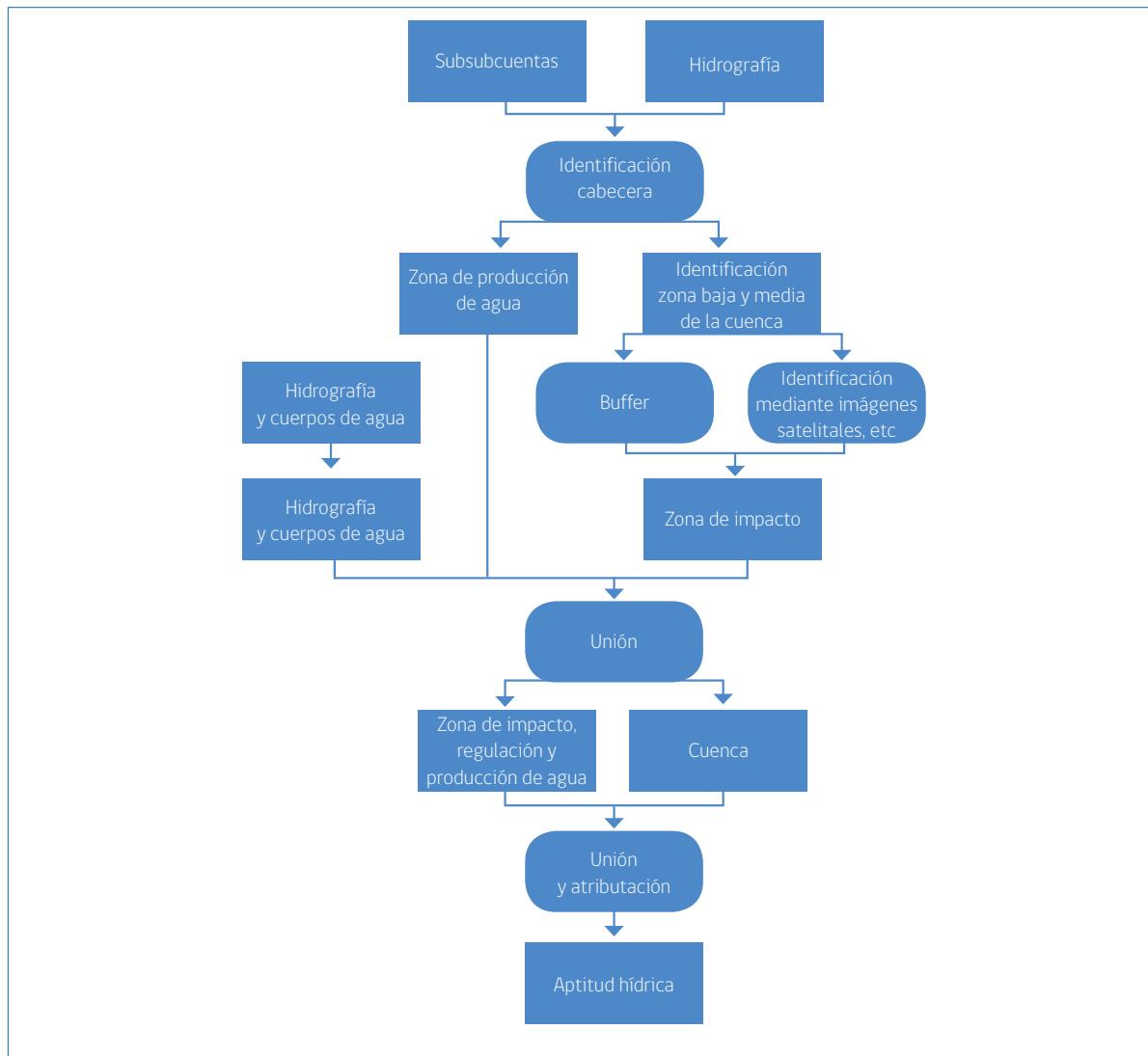
La zona denominada de regulación corresponde a los cuerpos de agua, específicamente a los lagos mayores, que cumplen la función de regulación de recursos hídricos en la cuenca. Esta zona sólo se hace efectiva en las regiones del sur del país.

Finalmente se define la zona de aprovechamiento de agua o sector preferente de uso, el cual constituye todo el terreno no catalogado como zona de impacto hídrico ni zona de producción de agua.

---

42 En las cuencas de las regiones del sur del país la zona de producción de agua abarcará la totalidad del territorio, sin embargo se recomienda realizar la diferenciación entre zona de cabecera y zonas bajas y medias, debido a que comprenden sectores más frágiles y con relevancia ambiental e hídrica.

Fig. 39. Diagrama de flujo para diferenciar la cuenca en base a la aptitud hídrica



Fuente: Elaboración propia.

Todos los criterios expuestos requieren de un tratamiento posterior que busca generalizar los polígonos resultantes con el fin de depurar la cobertura resultante de superposiciones sucesivas (eliminar polígonos pequeños) y facilitar el análisis posterior.

Como se mencionó antes, la zona de regulación hídrica considera a los grandes lagos existentes y distribuidos ampliamente en el sur del país, esta diferenciación se debe a que se encuentran claramente delimitados y a que constituyen una función hídrica relevante a nivel de cuenca hidrográfica. En este contexto es relevante mencionar otro cuerpo de agua de gran relevancia en el norte de Chile, correspondiente a los acuíferos. La existencia de acuíferos puede plantearse como una nueva categoría del criterio aptitud hídrica o considerarse un componente adicional relevante el cual puede ser sobrepuesto a la zonificación al momento de tomar decisiones y realizar análisis espaciales. De esta manera no se pierden los límites de los acuíferos, situándolos como una componente individual de vital importancia para la dinámica regional.

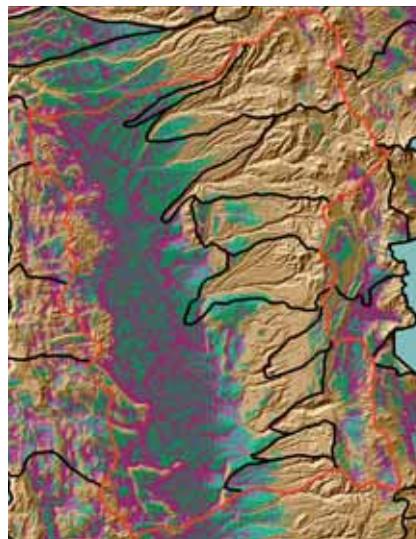
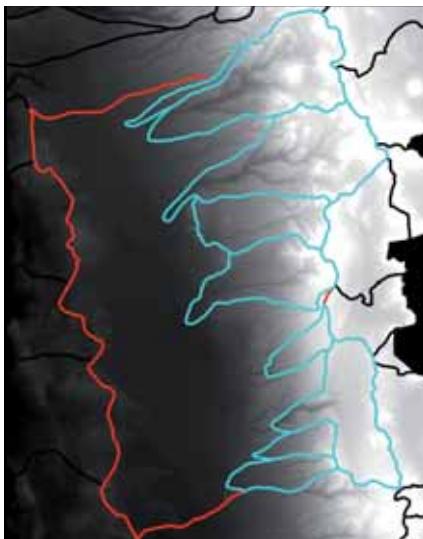
## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD HÍDRICA

### Identificación de zonas de interés

En procedimientos SIG es común la identificación de zonas de interés, estas se pueden localizar mediante coberturas de apoyo o procedimientos más complejos. En este caso se requiere la identificación de los sectores de cabecera y sectores medios y bajos de una cuenca. El primer paso es la definición de criterios o variables que den lugar o que expliquen o caractericen las zonas de interés. En el ejemplo se deben localizar los sectores de cabecera de las cuencas hidrográficas.

La información necesaria para la identificación de estos sectores corresponde a coberturas de hidrografía, glaciares, subsubcuencas, el Modelo Digital de Elevación y coberturas topográficas. Posteriormente, se debe realizar una búsqueda de la información listada, si esta información no se encuentra disponible se debe derivar o predecir desde otra cobertura.

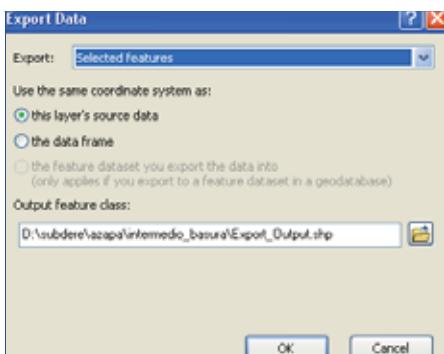
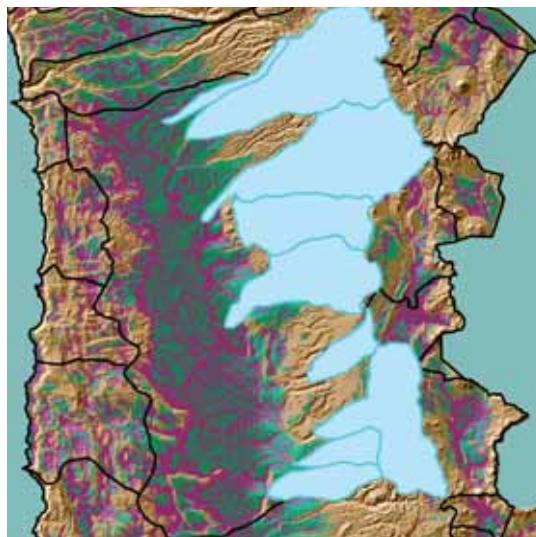
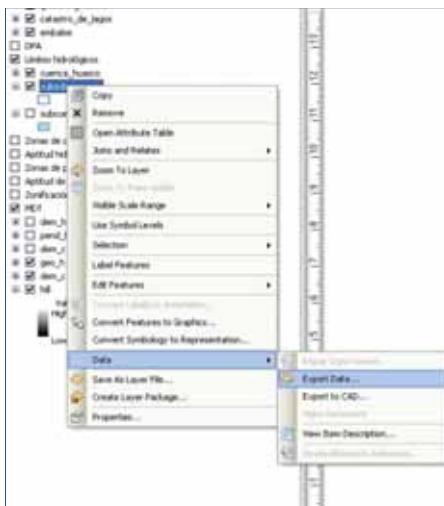
Retomando el ejemplo del área de cabecera se puede realizar la identificación con la contraposición de la información señalada. Con esta información se identifican (seleccionan) las subsubcuencas que corresponden a la zona de cabecera de la cuenca, como se observa en la siguiente imagen:



Fuente: Elaboración propia.

## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD HÍDRICA

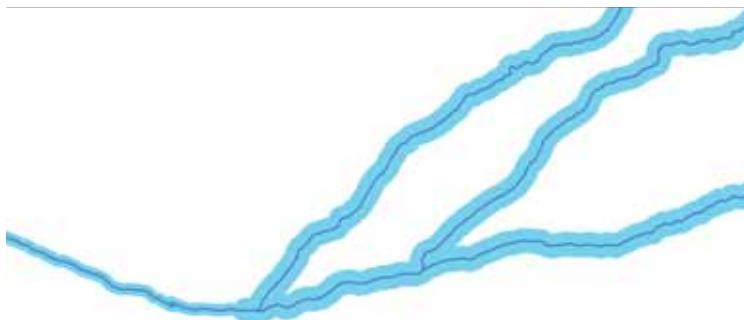
Con la selección realizada se procede a exportar en una nueva cobertura la zona seleccionada, como se observa en la siguiente imagen:



## PROCESOS SIG UTILIZADOS EN LA GENERACIÓN DEL CRITERIO APTITUD HÍDRICA

### Buffer

El buffer corresponde a un área en torno a un elemento de interés conocido, pudiendo ser punto, línea o polígono. En los programas de SIG existen comandos especiales para generar este tipo de sectores, en los cuales se debe ingresar la cobertura de interés y la distancia buffer a considerar. En la siguiente imagen se exponen dos buffers de 200 y 400 metros realizados en torno al sistema hídrico de una cuenca.



La identificación de la zona de impacto mediante imágenes satelitales y geoformas comprende la digitalización de nueva información. Por lo tanto, se debe generar una nueva cobertura en la cual se puedan digitalizar los polígonos correspondientes a la zona de impacto hídrico.

Fuente: Elaboración propia.

Es relevante recalcar que la obtención de los criterios puede ser abordada por diferentes frentes, incorporando conceptos hidrológicos y/o aspectos climáticos, lo relevante es comprender el sentido del criterio y mejorarlo en la medida de lo posible, con mayores capacidades técnicas, asesorías, información más detallada y variada, entre otros.

### criterio áreas ambientalmente valiosas

Este último criterio de zonificación de cuencas tiene como finalidad agrupar todas las áreas ambientalmente valiosas, particularmente aquellas más directamente vinculadas al

agua, las cuales pudiesen estar protegidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) o no estarlo. Estos sectores no cumplen una funcionalidad antrópica, pero su protección corresponde a un acuerdo social.

Se considera para este criterio todos los sectores reconocidos dentro del SNASPE, Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad, bofedales, áreas de protección de riberas, glaciares, cuerpos de agua, salares, estuarios, entre otros. La identificación de estos sectores no implica su no utilización, por el contrario, se identifican para que su uso sea consecuente a su valor ambiental.

En la generación cartográfica de este criterio se debe discutir qué elementos se consideran realmente valiosos a nivel regional. La discusión de este tipo de aspectos requiere del conocimiento de los profesionales regionales relacionados con la temática, ya que los profesionales de la zona poseen el conocimiento necesario para establecer cuáles son los sectores relevantes y por qué lo son. En esta tarea puede facilitar considerar como base de la discusión los resultados georreferenciados del diagnóstico de servicios ecosistémicos caracterizados para los sistemas hídricos por cuencas en cada una de las regiones del país.

### **Procedimiento metodológico sugerido**

Este criterio pretende diferenciar dentro del territorio de la cuenca los sectores que presentan relevancia desde el punto de vista ambiental por los servicios o funciones ecosistémicos que cumplen. El criterio se construye, en primera instancia, en base al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad (SP) y restricciones legales (Ley de bosque), entendiendo que estos representan sectores ambientalmente valiosos y relevantes a nivel de cuenca por su función hídrica y/o entrega de servicios ambientales.

Sin embargo, puede incorporar otra figura de protección como: reservas forestales, reservas de regiones vírgenes, bienes nacionales protegidos, santuarios de la naturaleza, humedales de importancia internacional (Sitios RAMSAR), reservas de la biosfera, áreas privadas de protección, entre otras.

Las figuras de protección consideradas presentan diversos niveles de restricción, los cuales son obviados en el proceso de zonificación, debido a que el objetivo de este criterio es representar los sectores de la cuenca que presentan un

valor ambiental intrínseco. Es por esto que se seleccionan los sectores protegidos por ley o con intención de protección (SP) los que debiesen contener valores ambientales de relevancia regional, los que justifican su existencia. Sin embargo, los niveles de restricción asociados a las figuras de protección se debiesen considerar en la planificación dentro de la zona de protección y en el proceso de análisis y toma de decisiones posterior.

En segundo lugar, se seleccionan sectores considerados relevantes a nivel regional y para el sistema hidrológico. Por ejemplo, se puede incluir zonas de bofedales, vegas, glaciares, cajas de río, entre otros. Este aspecto se construye en base al Catastro de Bosque Nativo, coberturas de humedales, bofedales, glaciares y otras coberturas de interés disponibles en la región.

Las categorías de uso del Catastro de Bosque Nativo consideradas como zonas valiosas desde el punto de vista ambiental se enumeran en el cuadro que se presenta a continuación.

Cuadro 19. Usos actuales del Territorio considerados ambientalmente valiosos

Usos del Territorio en base al Catastro de Uso y Cobertura Vegetacional	Zonas según su valor ambiental intrínseco
Bofedales	apto para protección
Cajas de Ríos	apto para protección
Campos de Hielo	apto para protección
Estepa (Altiplánica, andina norte, etc.)	RD*
Glaciares	apto para protección
Humedales	apto para protección
Lago - Laguna - Embalse - Tranque	RD*
Marismas herbáceas	apto para protección
Nieves	apto para protección
Otros terrenos Húmedos	apto para protección
Protección	apto para protección
Salares	RD*
Turbales	apto para protección
Vegas	apto para protección
Vegetación herbácea en orilla	apto para protección

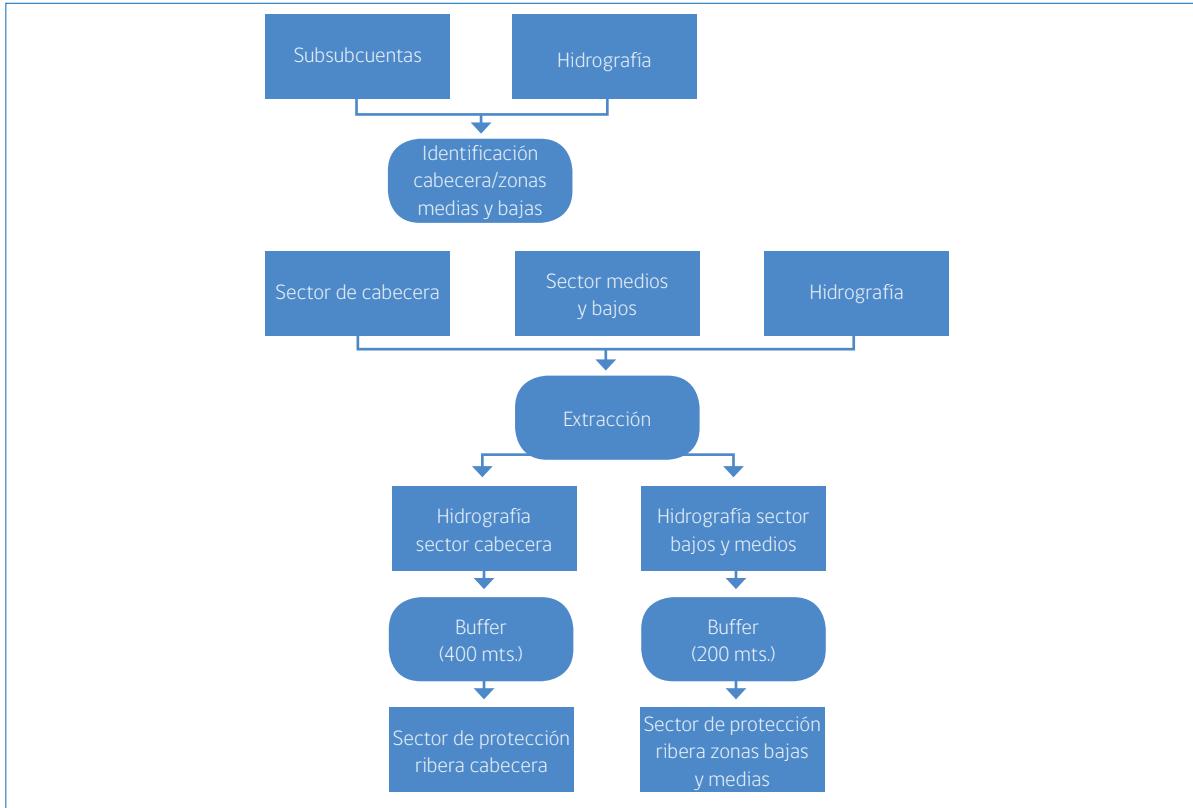
Fuente: Elaboración propia.

\*RD: Requieren Discusión. Estas categorías del catastro de usos requieren ser discutidas en cada una de las regiones ya que esas formaciones pueden ser relevantes en algunas regiones y no serlo en otras.

El proceso metodológico se inicia con la generación de la sección de protección en riberas para lo cual se deben identificar los sectores de cabecera donde nacen los manantiales y sistema hídrico de las cuencas. Estos sectores,

de manera simplificada y generalizando por la escala de trabajo, corresponden a las subsubcuencas de la cabeceras los cuales presentan los órdenes de cauce menores (se reutiliza el resultado de la cabecera identificada en el criterio de aptitud hídrica). En los sectores de cabecera se generará una zona buffer de 400 metros y en los ríos aguas abajo se generará una zona buffer de 200 metros, con el fin de delimitar la franja de protección a lo largo de riberas de cursos de agua (Ley de Bosque) (Figura 16).

Fig. 40. Diagrama de la generación de zona de protección de cauces

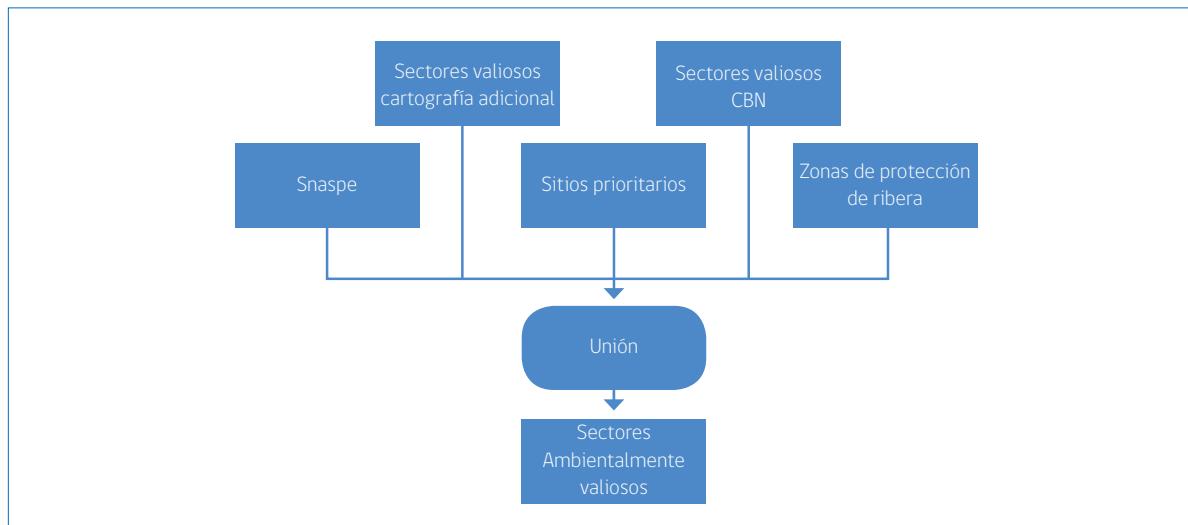


Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se identifican todos los sitios del SNASPE, sitios prioritarios y sectores valiosos ambientalmente (CBN y cartografía temática adicional) que se ubican dentro de la zona de estudio. Luego se unen las cartografías mencionadas, obteniendo el criterio de "sectores ambientalmente valiosos"<sup>43</sup> (Figura 18).

43 Como se mencionó se puede adicionar figuras de protección dependiendo de la cuenca en estudio.

Fig. 41. Diagrama de la generación de zonas de restricción ambiental



Fuente: Elaboración propia.

### Zonificación según criterios de aptitud intrínseca

La zonificación considera el cruce o integración de los criterios predictores de la aptitud intrínseca del territorio y la aplicación de una regla de decisión. Se consideran en el cruce las coberturas derivadas del criterio de la aptitud hídrica y aptitud de uso de suelo. Es decir lo que se cruza son las zonificaciones parciales resultantes de aplicar los criterios aptitud hídrica y uso de suelo respectivamente. Posteriormente se aplica la regla de decisión, obteniendo una clasificación del territorio que considera tres categorías de zonas<sup>44</sup>:

- Zona adecuada o de conveniencia de protección
- Zona adecuada o de conveniencia para el desarrollo productivo con manejo
- Zona adecuada o de conveniencia para el desarrollo productivo

44 Adecuación de categorías de zonificación ambiental, Domínguez, 2008.

Cuadro 20. Aplicación de la regla de decisión expresada en una matriz referencial para obtener aptitud preferente cuyos resultados pueden expresarse cartográficamente como zonas diferenciadas dentro de la cuenca.

		APTITUD HÍDRICA		
		Producción de agua	Aprovechamiento de agua	Impacto hídrico
APTITUD DE USO DE SUELO	Aptitud agrícola	para protección	para desarrollo productivo	para protección
	Aptitud ganadero forestal	para protección	para desarrollo productivo con manejo	para protección
	Aptitud silvestre	para protección	para desarrollo productivo con manejo	para protección

Fuente: Elaboración propia.

La categoría "Zona adecuada para desarrollo productivo" es una orientación a que los usos y actividades que se ejecuten en esas zonas, en términos generales, no requieren precauciones o medidas especiales. Esos terrenos se consideran menos frágiles, con mayor resiliencia y con restricciones normales, es decir, precauciones y tecnología considerada promedio para ejecutar la actividad.

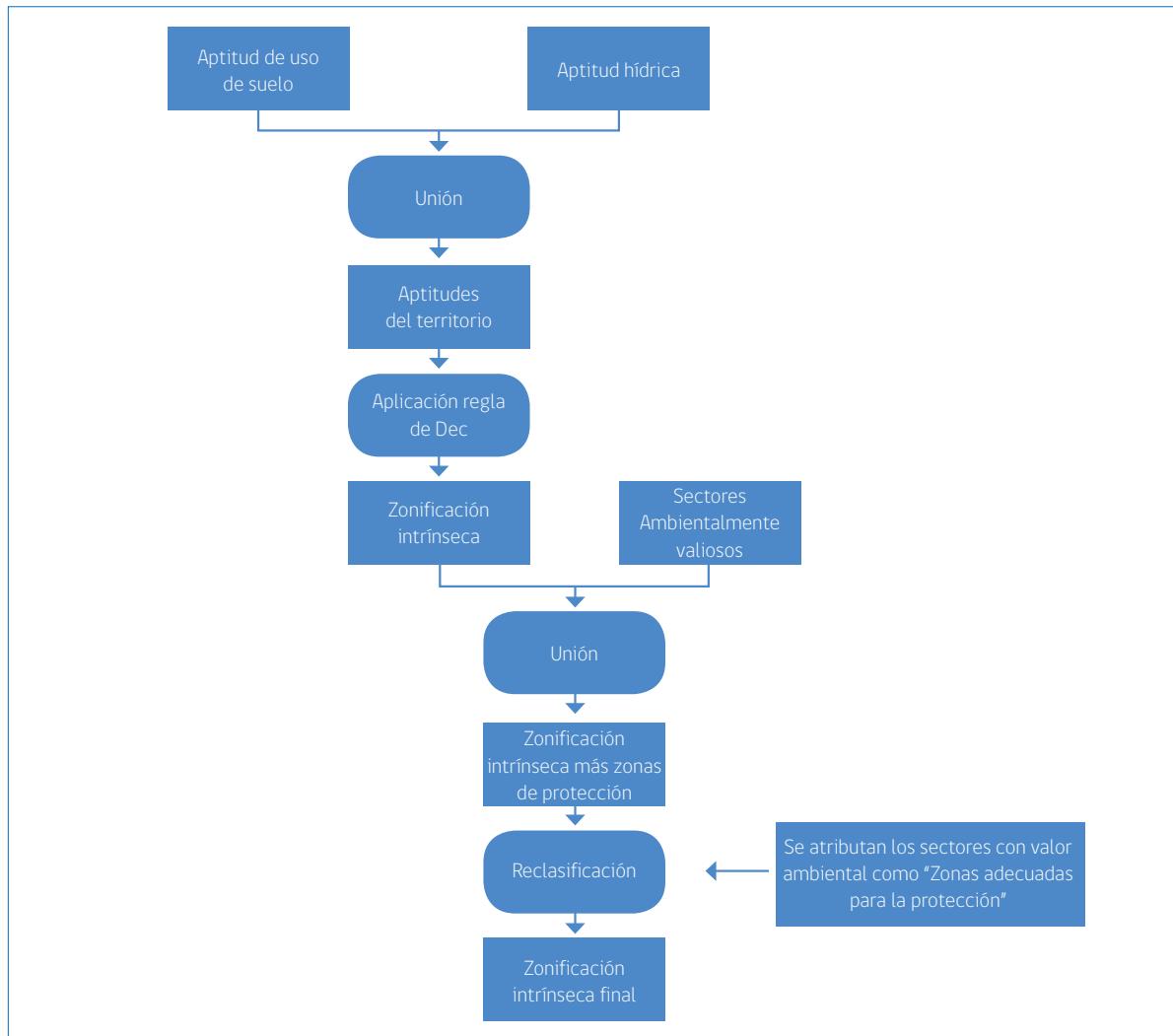
La categoría "Zona adecuada para desarrollo productivo con manejo" comprende zonas con limitaciones al uso, dados por el nivel de pendientes, considerándose sectores frágiles. En estos sectores se deberá promover manejos y tecnologías adecuadas a las actividades y usos que se desarrollen a fin de minimizar su degradación.

La categoría "Zona adecuada para Protección" comprende las áreas protegidas por el Estado, franjas de riberas protegidas, sitios prioritarios, zonas consideradas valiosas, sectores de restauración ecológica, entre otras. La finali-

dad de esta categoría es agrupar todos aquellos sectores con valor ambiental que cumplen una función ecológica relevante por lo que debiesen ser intervenidos bajo ciertas restricciones. Esta categoría de zona no implica la no utilización socio económica del territorio clasificado como de conveniencia de "protección", por el contrario, el objetivo final es diferenciar los sectores que debiesen tener mayores cuidados, tecnologías y manejos especiales adecuada para evitar indeseados impactos ambientales.

Luego de la aplicación de la regla de decisión que se propone en el Cuadro 5 se superpone a la clase "Zona adecuada o de conveniencia de protección" de la zonificación intrínseca aquellos sectores ambientalmente valiosos (tercer criterio generado). Estas áreas se incorporan a la clase de protección de la zonificación, entendiéndose que estas representan los sectores ubicados en zonas bajas y medias relevantes en cuanto a su aporte ambiental ya sea de regulación y provisión de servicios ambientales, los cuales quedarían fuera de la zona de cabecera (producción de agua) protegida ya por su funcionalidad específica de provisión hídrica (Figura 18).

Fig. 42. Diagrama de flujo que ilustra el procedimiento metodológico de la zonificación



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, esta zonificación identificará aquellas zonas de conveniencia de protección, que debiesen ser protegidas por sus valores (zonas adecuadas para protección), las zonas que deben ser utilizadas con condiciones referidas a mayores requisitos para la implementación de actividades, siendo necesaria la presentación de planes de manejo y adecuación del procesos productivo y tecnología (Zonas adecuadas para desarrollo productivo con manejo); y las zonas adecuadas para desarrollo productivo las cuales permiten la realización de cualquier tipo de actividad dentro de lo que dispone la ley.

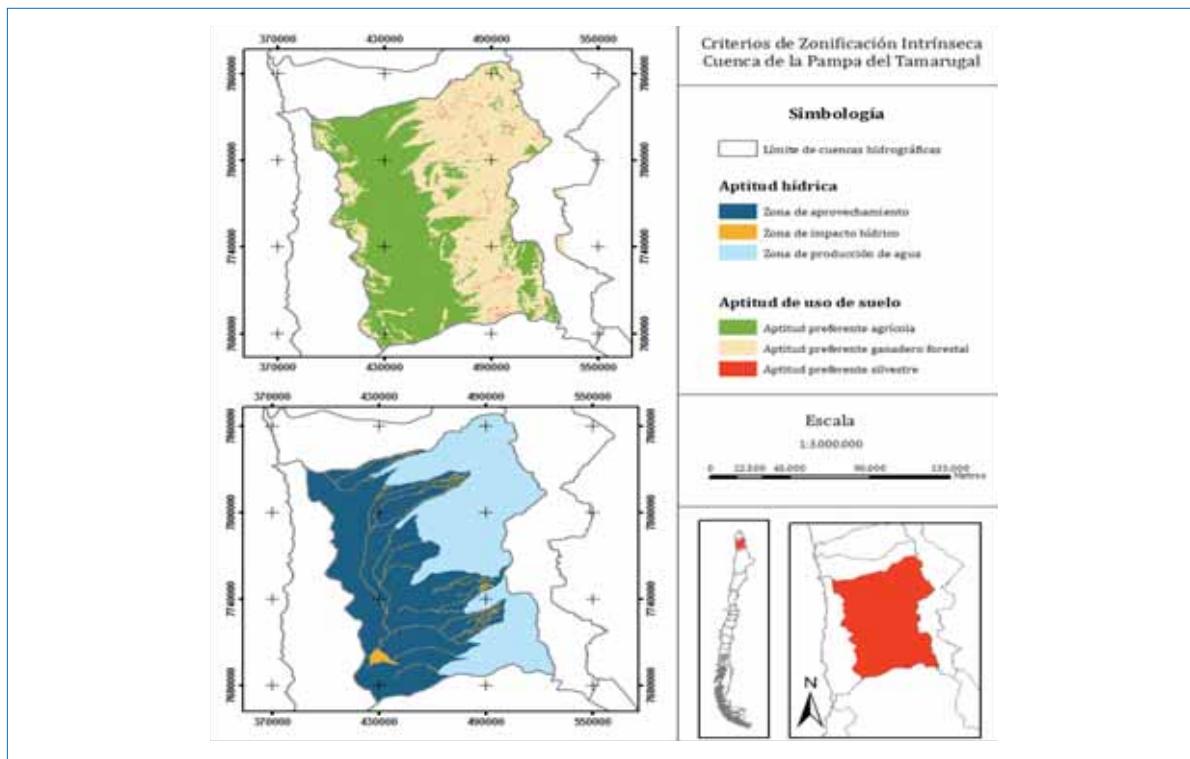
Adicionalmente se expone un listado de usos/actividades inadecuadas las cuales podrían generar efectos ambientales perjudiciales para el sistema hidrológico de cuencas en función de la aptitud preferente resultante de considerar los criterios de aptitud que se han examinado antes. (Cuadro 6).

Cuadro 21. Zonas de aptitud preferente y usos/actividades no recomendadas

Zonificación de Cuenca según categorías de aptitud preferente para	Uso/Actividades inadecuadas y no recomendadas
la protección	Minera-Industrial
	Urbano
	Silvoagropecuaria
el desarrollo productivo con manejo (medidas, adecuaciones, tecnologías especiales)	Agrícola
	Minera
	Industrial
el desarrollo productivo	-

Fuente: Elaboración propia.

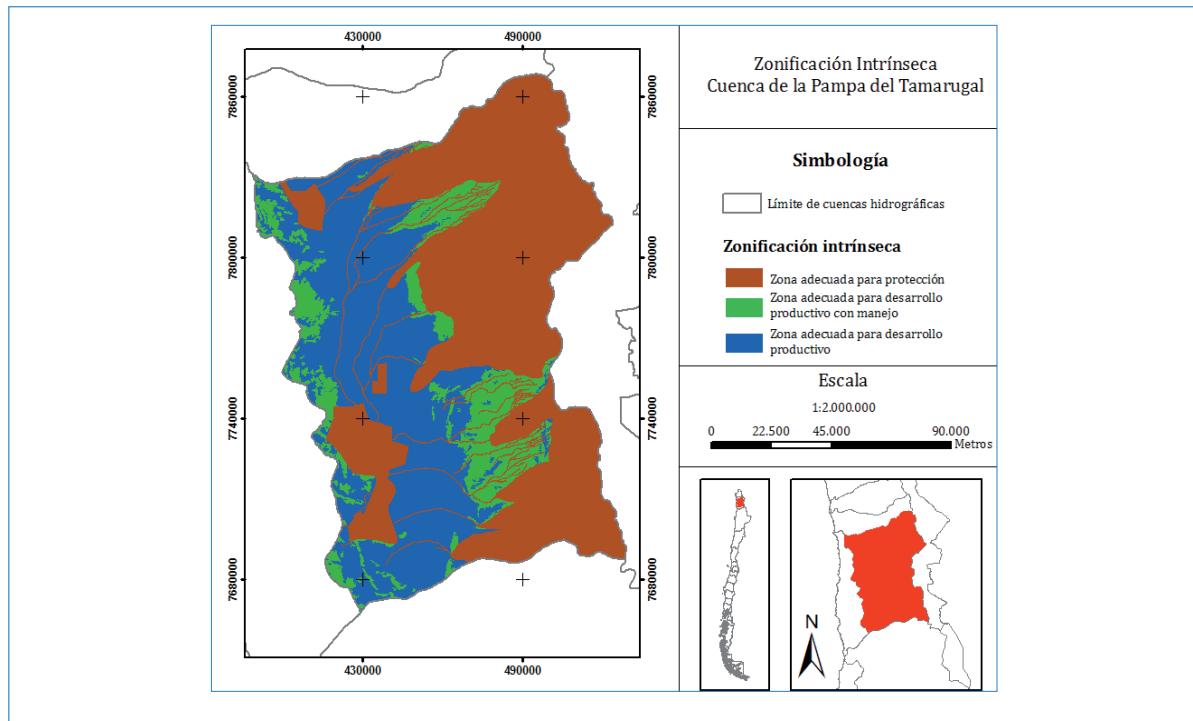
Fig. 43. Zonificaciones parciales en base a criterio de Aptitud de Uso de Suelo y Aptitud Hídrica, aplicados a la cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 23 se expone un ejemplo de las zonificaciones parciales resultantes de aplicar los criterios aptitud de uso de suelo y aptitud hídrica, y la zonificación final en la cuenca de la Pampa del Tamarugal.

Fig. 44. Zonificación final integrando los criterios de aptitud aplicado en la cuenca de la Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 21 se presenta una imagen cartográfica de la zonificación final de la cuenca de la Pampa del Tamarugal. La finalidad de esta zonificación es revelar aquellos sectores que por sus condiciones debiesen ser protegidos o intervenidos pero en la línea de su uso preferencial, es decir, con mayores restricciones y medidas de mitigación.

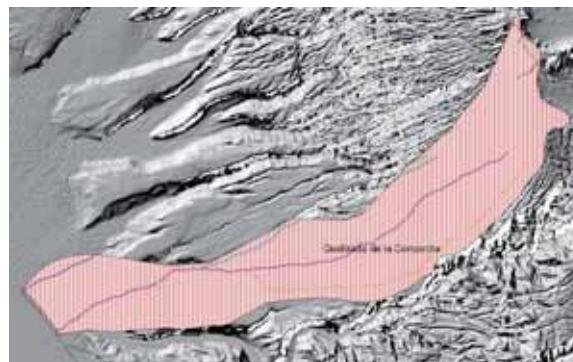
### Formulación de Objetivos de Ordenamiento Territorial de la Cuenca

Una tarea complementaria al análisis territorial del componente cuencas hidrográficas desarrollado hasta este punto -incluyendo la zonificación intrínseca en base a los criterios de aptitud propuestos- es avanzar en una primera propuesta de objetivos zonificados de ordenamiento territorial. Dicha aproximación por lo menos debe asociar (y en la medida de lo posible focalizar a áreas más acotadas) a las categorías de aptitud preferente resultante de la zonificación intrínseca con las categorías de ordenamiento territorial regional que frecuentemente se emplean en planificaciones territorializadas. Para el componente cuencas hidrográficas interesa considerar un mínimo de categorías de ordenamiento territorial genéricas.

En esta aproximación se propone ponderar de acuerdo a cada realidad regional un mínimo de categorías de ordenamiento asociadas directamente al componente cuencas hidrográficas, las cuales se presentan y fundamentan a continuación:

**Área relevante para la producción natural de agua asociada a cantidad/calidad del agua** para grupos de usuarios o de interés social y económico-productivo, tales como el consumo humano, agropecuario y forestal, minería, turismo, manufactura, energía, pesca recreativa. Para esta categoría, el objetivo de OT que se formule debe orientarse prioritariamente a garantizar la función de aprovisionamiento de agua para el consumo humano y la actividad silvoagropecuaria. Para sustentar dicho objetivo será muy efectivo retomar de la etapa de diagnóstico y caracterización la información georreferenciada de acuíferos o sectores de acuíferos que (según sea la región) o aquellos tramos de cursos superficiales en los cuales se ejercen aprovechamientos efectivos de agua para los fines de consumo humano y las actividades primarias silvoagropecuarias.

Fig. 45. Acuíferos de reserva hidrogeológica Región de Arica y Parinacota



Fuente: En base al Plan de Acción Estratégico para el Desarrollo Hídrico 2011.

Por ejemplo, en la región de Arica y Parinacota, en base a los últimos planes estratégicos sectoriales realizados anteriormente, y específicamente al más recientemente publicado Plan de Acción Estratégico para el Desarrollo Hídrico 2011, es evidente la relevancia dada al objetivo de asegurar el no agotamiento de los acuíferos regionales dado que ellos son las fuentes de agua que garantizaran en el largo plazo el consumo de agua potable a la población y la producción agrícola. En función de lo anterior se señalan varias acciones sectoriales que pueden ser formuladas como objetivos de ordenamiento territorial zonificado del tipo:

**RH** Protección de acuífero o sector de acuífero de La Concordia<sup>45</sup>, en la cuenca de La Concordia, por su relevante potencialidad como reserva hidrogeológica (RH) para el abastecimiento de agua potable a la población de la ciudad de Arica.

45 La delimitación georreferenciada del acuífero ó sector acuífero La Concordia se retoma del Informe Técnico "Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos en el sector acuífero de la Concordia 2011, DGA, y SDT N°313 Análisis de los recursos Subterráneos del acuífero de La Concordia 2011, DGA.

**Área relevante por la naturalidad, singularidad o excepcionalidad de sus sistemas hídricos** asociada a la preservación o conservación del patrimonio ambiental y cultural. Para este objetivo de ordenamiento territorial será especialmente útil basarse en una norma de la Ley 20.017 Modificación del Código de Aguas que faculta al Presidente de la República para que, bajo ciertas condiciones, reserve recursos hídricos, según lo que se establece en el artículo 147 bis inciso 3° de dicha ley. Mediante ese mecanismo es posible resguardar aquellos recursos hídricos relevantes para la conservación ambiental y el desarrollo local, en la medida en que dichas aguas no se hayan otorgado como derecho de aprovechamiento, y que existan circunstancias excepcionales y de interés nacional que ameriten la reserva<sup>46</sup>. Existen 8 cursos naturales decretados como caudales de reserva en las cuencas hidrográficas australes localizadas en las regiones de Los Ríos, Los Lagos, Aysén, y Magallanes.

Por ejemplo, la cuenca del río Petrohué, en la Región de Los Lagos está clasificada por la DGA como cuenca no agotada. Su curso de agua principal como pocos en Chile tiene disponibilidad hídrica remanente, lo que significa tener disponibilidad real suficiente como para asegurar los derechos otorgados de aprovechamiento, y garantizar los servicios ambientales de la zona protegida donde se

inserta durante todo el año. El 92% de la superficie de la cuenca está protegida normativamente por SNASPE dado que el 87% de la cuenca corresponde al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (1950), por su sección sur una franja que representa el 4% de la cuenca corresponde a la Reserva Nacional Llanquihue (1982). La cobertura vegetal de esta cuenca de 2.689 km<sup>2</sup> es de bosques nativos los cuales cubren aproximadamente el 73% de la cuenca en buen estado de conservación y representativo de los Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes por lo que fueran considerados como Reserva Mundial de la Biosfera (UNESCO 2007). En función de lo anterior, la baja intervención antrópica del territorio de la cuenca, así como el bajo otorgamiento (caudal y cantidad) de derechos de aprovechamiento de agua consuntivo, y no consuntivo, consecuentemente se sugiere para el caso de las cuencas decretadas como reservas de caudal que deberían reflejarse como objetivo de ordenamiento territorial zonificado del tipo:

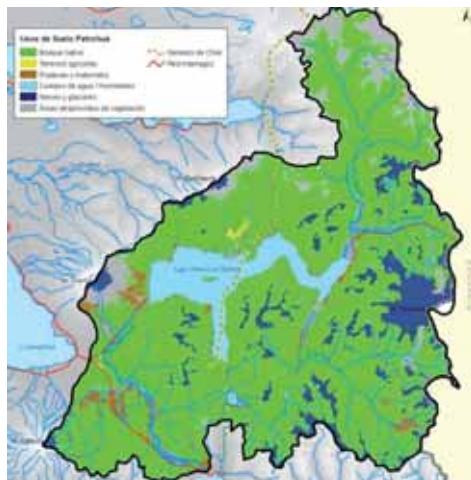
CR

Conservación de la cuenca<sup>47</sup> por el predominio de sus cursos superficiales en régimen natural y su relevante potencialidad como caudal de reserva (CR) para la conservación de la naturaleza, la recreación, la investigación y la educación cercana a la naturaleza.

46 Esencialmente lo que se busca con esa figura normativa inserta en la Ley 20.017 es la conservación caudales superficiales que parcial o totalmente valorizan vastas zonas protegidas como son los Parques Nacionales, Reservas y Monumentos de la Naturaleza, Zonas de Interés Turístico Nacional, entre otras, en las cuales no se han establecido restricciones en cuanto al otorgamiento de los derechos de aprovechamiento de aguas. En este contexto habrían cuencas hidrográficas que contienen casos excepcionales de ríos que poseen alto valor ambiental por prestar servicios ambientales a zonas protegidas y cuyas aguas no se encuentran mayoritariamente otorgadas para su aprovechamiento consuntivo y no consuntivo.

47 La delimitación georreferenciada de la cuenca o la sección de la cuenca decretada como caudal de reserva se retoma de los informes técnicos correspondientes que fundamentan las condiciones excepcionales de las cuencas objeto de estudio para su conservación. Véase por ejemplo el Informe Técnico N° 4 "Reserva del Río Petrohué para la conservación ambiental y el Desarrollo Local 2010, DGA.

Fig. 46. Cuenca Río Petrohué Caudal de Reserva



Fuente: DGA. DS 1706/2009 Reserva del Río Petrohué.

Área relevante como hábitat/refugio de ecosistemas directamente dependientes del agua asociada a la noción de preservar/conservar las zonas húmedas que sirven de soporte natural a formaciones vegetacionales y la biodiversidad asociada a dichas zonas. Este objetivo de ordenamiento territorial apunta en esencia a proteger aquellas partes de la cuenca/subcuenca que funcionan como hábitat o refugio de numerosas especies que se desarrollan sobre suelos saturados o muy húmedos, y sobre los cuales se desarrollan bosques naturales, matorrales y herbáceas, entre otras formaciones.

La fundamentación de este objetivo se basa en la oferta diferenciada de servicios ecosistémicos que desempeñan los distintos tipos de humedales insertos dentro de las cuencas, tales como servicios de provisión, regulación, culturales, y de soporte, según la última clasificación propuesta de dichos servicios en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM 2005).

Para sustentar y expresar cartográficamente dicho objetivo de ordenamiento orientado a proteger zonas que cumplen la función de hábitat/refugio<sup>48</sup> será útil recurrir a la cartografía y ficha regional elaboradas en trabajo conjunto del MMA y la diversidad de instituciones regionales durante la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos en las unidades hídricas proveedoras de servicios ecosistémicos (UHPSE) diferenciadas al interior de las cuencas hidrográficas<sup>49</sup>.

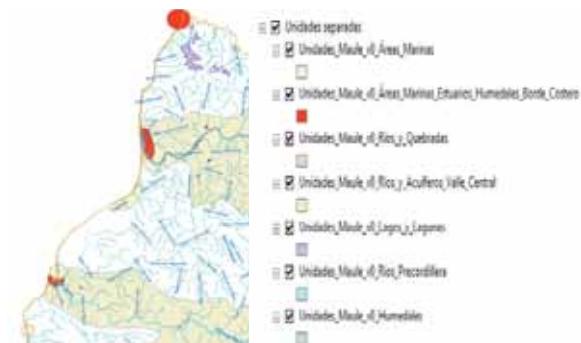
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS NACIONALES			
INDICADOR	INDICACIÓN	CONTADORES	SUBTIPO
1. Agua Potable Rural	1. Disponibilidad y regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	1. Aprovechamiento (uso alimentario)	1. Círculo de Nutrientes
2. Agua Potable Urbano	2. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	2. Aprovechamiento (uso alimentario) o consumo recreativo	2. Ciclo Hidrológico
3. Agua para riego	3. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	3. Turismo (uso alimentario)	3. Producción Primaria
4. Agua para uso en granjas (vacunación)	4. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	4. Pesca Recreativa	4. Producción de Suelo
5. Agua para uso en granjas (vacunación, animales)	5. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	5. Acuicultura: Maricultura, Acuicultura Agrícola y Acuicultura	5. Biodiversidad
6. Agua para uso en granjas (vacunación, animales, mar)	6. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	6. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	6. Servicios Ecosistémicos
7. Agua para uso en granjas (vacunación, animales, mar)	7. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	7. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	7. Servicios Ecosistémicos
8. Agua para uso en granjas (vacunación, animales, mar)	8. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	8. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	8. Servicios Ecosistémicos
9. Agua para uso en granjas (vacunación, animales, mar)	9. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	9. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	9. Servicios Ecosistémicos
10. Agua para uso en granjas (vacunación, animales, mar)	10. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	10. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	10. Servicios Ecosistémicos
11. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	11. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	11. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	11. Servicios Ecosistémicos
12. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	12. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	12. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	12. Servicios Ecosistémicos
13. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	13. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	13. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	13. Servicios Ecosistémicos
14. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	14. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	14. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	14. Servicios Ecosistémicos
15. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	15. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	15. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	15. Servicios Ecosistémicos
16. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	16. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	16. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	16. Servicios Ecosistémicos
17. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	17. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	17. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	17. Servicios Ecosistémicos
18. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	18. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	18. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	18. Servicios Ecosistémicos
19. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	19. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	19. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	19. Servicios Ecosistémicos
20. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	20. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	20. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	20. Servicios Ecosistémicos
21. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	21. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	21. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	21. Servicios Ecosistémicos
22. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	22. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	22. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	22. Servicios Ecosistémicos
23. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	23. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	23. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	23. Servicios Ecosistémicos
24. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	24. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	24. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	24. Servicios Ecosistémicos
25. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	25. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	25. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	25. Servicios Ecosistémicos
26. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	26. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	26. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	26. Servicios Ecosistémicos
27. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	27. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	27. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	27. Servicios Ecosistémicos
28. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	28. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	28. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	28. Servicios Ecosistémicos
29. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	29. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	29. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	29. Servicios Ecosistémicos
30. Pesca, acuicultura, maricultura, piscicultura (Piscicultura)	30. Regulación de contaminantes (desagregación y filtración)	30. Acuicultura: Maricultura y Acuicultura Agrícola	30. Servicios Ecosistémicos

Por ejemplo, en la Región del Maule se diferenció una categoría de unidades hídricas proveedoras de servicios ecosistémicos (UHPSE) denominada Estuarios y Humedales que contiene el complejo de humedales costeros de Mataquito-Maule,

48 La función de refugio o hábitat se refiere a la provisión de espacios para vivir que proveen los territorios naturales, a plantas y animales, permitiendo la diversidad biológica y genética. Asimismo, esta función provee de lugares de apareamiento y crianza para especies que forman parte de la cadena alimenticia del ecosistema, lo que es de utilidad para fines comerciales y para la subsistencia de muchas otras especies.

49 Ministerio del Medio Ambiente 2012. División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgos. Informe Final Diagnóstico de Servicios Ecosistémicos priorizados en los Sistemas Hídricos de Chile (en proceso de publicación).

Fig. 47. Caracterización y Territorialización de Servicios ecosistémicos, Región del Maule.



caracterizados por vegetación palustre, que incluye las desembocaduras del río Maule, del río Mataquito, de la laguna Boyecura y Llico. La valoración otorgada por los actores regionales en base a la percepción del estado ambiental de esas unidades hídricas es que el conjunto de estuarios y humedales costeros se encuentran altamente intervenidos y deteriorados. Consecuentemente dichas áreas fueron priorizadas como objetivos de recuperación, restauración, rehabilitación ya que corresponden a sitios de nidificación con mayor diversidad de vertebrados de la región.

Área relevante para la retención natural de crecidas e inundaciones, asociada a la protección, y o rehabilitación de aquellas áreas de la cuenca que cumplen la importantísima función de mitigación natural de riesgos naturales, principalmente amortiguando y reduciendo caudales extremos, estabilizando orillas, protección costera frente a marejadas, penetración del mar en las desembocaduras, estuarios. Las áreas naturales de retención de crecidas son de suma importancia para la auto-regulación hidrológica, y de ahí la importancia de evitar remover la vegetación natural de riberas, mantenerlas libres de sellamiento y barreras.

Fuente: MMA 2012. Diagnóstico de Servicios Ecosistémicos priorizados en los Sistemas Hídricos de Chile.

La fundamentación de este objetivo se basa en la evidencia empírica de los efectos de la cubierta vegetal natural en la regulación de caudales naturales. En particular se ha comprobado a escala de cuenca los efectos positivos de proteger la vegetación boscosa original de la totalidad de la cuenca y en particular la cubierta nativa de las zonas ribereñas ya que dicha cubierta nativa favorece la acumulación y alimentación auto-regulada de agua a los múltiples cursos de las cuencas. Las llamadas zonas ribereñas o franjas de vegetación nativa que se desarrolla entre el cauce y las laderas de las cuencas son especialmente relevantes por su rol en la disminución de procesos erosivos y modera grandes fluctuaciones de la escorrentía, entre otros efectos positivos.

Para sustentar y expresar cartográficamente dicho objetivo de ordenamiento orientado a proteger zonas que cumplen la

Fig. 48. Valoración cualitativa de las zonas riparianas según tramos en la cuenca del Río Maipo.



Fuente: CONAMA 2010. Estudio para la identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo.

función de retención del escurrimiento superficial previniendo crecidas e inundaciones es necesario primero recurrir a la normativa vigente de protección de zonas ribereñas de cursos naturales explicitadas en la Ley 20.283 de Bosque Nativo y Fomento Forestal y el reglamento respectivo<sup>50</sup> que en conjunto regulan la protección de la vegetación nativa, suelos, cuerpos y cursos de agua. En base a dichas normativas de orden superior, se podrá complementar con todos los estudios regionales que provean conocimiento científico sobre los efectos positivos de la vegetación ribereña en la disminución de los efectos erosivos, la retención de agua y amortiguación de crecidas e inundaciones en las respectivas cuencas regionales. Basados en los antecedentes normativos generales es que se propuso dentro del criterio aptitud hídrica de la cuenca diferenciar una zona denominada de impacto hídrico.

Por ejemplo, para la Región Metropolitana de Santiago se dispone de varios estudios que han permitido identificar, caracterizar y evaluar el estado ecológico de las zonas riparianas relevantes en la cuenca del río Maipo. Dicho estudio se aplicó a 11 tramos de cauces representativos toda la cuenca (cabecera, tramos altos, medios y bajos).

50 Ley 20.283, artículo 17.- Prohíbese la corta, destrucción, eliminación o menoscabo de árboles y arbustos nativos en una distancia de 500 metros de los glaciares, medidas en proyección horizontal en el plano. El Reglamento normará la protección de suelos, cuerpos y cursos naturales de agua, teniendo, a lo menos, los siguientes criterios centrales: la pendiente, la pluviometría, la fragilidad y erodabilidad de los suelos; el nivel de saturación de los mismos y la flotación de los equipos de maderero. En el caso de protección de los cursos naturales de agua considerará además el tamaño de la cuenca, el caudal y su temporalidad. De la misma forma, el Reglamento determinará la normativa para la protección de los humedales declarados Sitios Prioritarios de Conservación, por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, o sitios RAMSAR, debiendo considerar los criterios señalados en el inciso anterior, así como también los requerimientos de protección de las especies que lo habitan. Asimismo dicha normativa deberá responder a las especificidades regionales.

# REFERENCIAS

CONAMA, 2005. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile.

CONAMA, 2008. Estudio "Aspectos Legales de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas".

CONAMA, 2010. Secretaría Regional Ministerial Región Metropolitana de Santiago, 2010. Estudio "Identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo".

CEPAL-SUBDERE, 2012. Seminario Nacional Análisis Territorial de Cuencas hidrográficas para el Ordenamiento Territorial Auditorio Enrique Iglesias, CEPAL Mayo 2012. Presentaciones realizadas por especialistas de diversos ministerios y consultores especializados en el tema.

CEPAL-SUBDERE, 2012. Ciclo de talleres macro regionales para ajustar la metodología de Análisis Territorial de Cuencas hidrográficas para el Ordenamiento Territorial. Agosto-Octubre 2012. Presentaciones realizadas por consultores e investigadores asociados en el tema.

Comisión Nacional de Riego (CNR), 2010. Manual para Obras de Aprovechamiento Hidráulico.

OECD-CEPAL, 2005. Evaluaciones del desempeño ambiental Chile 1990-2005.

Universidad de Chile, 2010. Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2008.

Resolución N° 341 2005 sobre Normas exploración y explotación de aguas subterráneas. (En conjunto con la DGA).

De Mattos, Carlos. La planificación regional a escala nacional. ILPES, 1976, Santiago de Chile.

Domínguez, S. 2008. Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua. Tesis Escuela de Posgrado.

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza como requisito para optar al grado de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. 165p.

MIDEPLAN, 2005. Serie Cuadernos Metodologías Planificación Territorial Cuaderno N° 1 Zonificación para la Planificación Territorial. Santiago de Chile.

Ministerio de la Agricultura, 2008. Ley 20.283 Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.

Ministerio de la Agricultura, 2011. Reglamento de Suelos, Agua y Humedales para la aplicación de la Ley 20.283 Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal.

Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Secretaría Regional Ministerial Región Metropolitana de Santiago 2011. Estudio "Adaptación regional de un índice de estado para zonas riparianas y su aplicación en la cuenca del Maipo".

Ministerio del Medio Ambiente 2011. División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgo. Las áreas protegidas de Chile. Santiago de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente 2011. División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgo. Estudio Diagnostico de los Servicios Ecosistémicos asociados a los Sistemas Hídricos de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente 2012. División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgo. Inventario Nacional de Humedales. Santiago de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente 2011. División de Estudios y Departamento de Estadísticas e Información Ambiental. Informe del Estado del Medio Ambiente. 513 p.

IDEAM 2004, Guía Técnico Científica para la ordenación y manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Bogotá, Colombia.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A., y G. Chávez, 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, N° 47. CEPAL - ECLAC, División de Recursos Naturales e Infraestructura. 83 p.

BANCO MUNDIAL, 2011. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos: Chile. 78 p.

CONAF - CONAMA - BIRF, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con variables ambientales. 89 p.

DGA-MOP. 1978. Clasificación de cuencas hidrográficas de Chile. 72 p.

DGA-MOP, 2000. Divisoria de subsubcuencas por regiones. SDT N° 43. 14 p.

ODEPA, 2012. Producto Interno Bruto por región, anual, volumen a precios del año anterior encadenado. (<http://www.odepa.gob.cl/articulos/MostrarDetalle.action;jsessionid=05AF61E40719B551375F7A542E87460D?idcla=12&idn=1635>)

SUBDERE, 2010. Plan Regional de Ordenamiento Territorial; Contenido y Procedimiento". División de Políticas y Estudios; Departamento de Políticas de Descentralización.

UE. 2000 Consejo del Parlamento Europeo. Marco Comunitario de Activación en el ámbito de la política de Aguas. Directiva Marco del Agua de la Unión Europea. (DMA).





**NACIONES UNIDAS**



Morandé 115 Pisos 7, 10, 11 y 12  
Santiago, Chile  
Fono (56-2) 636 36 00  
[www.subdere.gov.cl](http://www.subdere.gov.cl)