



CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA

ANEXOS

**Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile**

Santiago, 31 de mayo de 2010

Equipo de trabajo

Director del Proyecto:
Rodrigo Fuster G. / rfuster@uchile.cl

Investigadores Principales:
Andrés de la Fuente D.
María Catalina Sabando G.
Jorge Pérez Q.

Co-Investigadores:
Ana Karina Palacios Q.
Gloria Lillo O.
Meliza González C.

Asistentes:
Katherinne Silva U.
Cristian Escobar A.
Caroline Carvacho A.

Profesionales CONAMA

Pilar Valenzuela
Úrsula Partarrieu

Colaboración especial

Tanja Pottgiesser, del Instituto de Ecología, Área Hidrobiología, de la Universidad de Duisburg -Essen, Alemania, y ejecutora de la clasificación de cuerpos de agua en el mismo país.

Arnold Quadflieg, Director Del Departamento de Agua y Protección de los Recursos Hídricos, y del Departamento “Unión Europea – Directiva Marco del Agua y Asuntos Internacionales”, ambos pertenecientes al Ministerio de Medio Ambiente Del Estado federado de Hesse, Alemania.

TABLA DE CONTENIDOS

1	ANEXO 1. ESTADO DEL ARTE EN INDICADORES BIOLÓGICOS	5
1.1	Bioindicadores	5
1.2	Experiencias de aplicación de índices biológicos	5
1.2.1	Índices unimétricos	6
1.2.2	Índices multimétricos	7
1.2.3	Métodos multivariados o predictivos.....	7
1.2.4	Índice de rasgos biológicos.....	8
1.3	Experiencias en Latinoamérica	8
1.4	Experiencias en Chile.....	8
1.5	Recomendaciones	8
2	Anexo 2. Base de datos sobre bioindicadores utilizados en ríos y sistemas lacustres chilenos	10
3	Anexo 3. Modelo de clasificación alemana	15
4	Anexo 4. Criterios de clasificación utilizados en investigaciones nacionales e internacionales	16
5	Anexo 5. Asistencia al primer taller de expertos.....	25
6	Anexo 6. Asistencia al segundo taller de expertos	26
7	Anexo 7. Peces de agua dulce de Chile, según regiones administrativas.....	27
8	Anexo 8. Peces endémicos y característicos de las ecorregiones de agua dulce de Chile	33
9	Anexo 9. Diagramas de flujo, procedimiento SIG.....	34
9.1	Introducción	34
9.2	Diagramas de flujo por criterios con información cartográfica disponible.....	35

1 ANEXO 1. ESTADO DEL ARTE EN INDICADORES BIOLÓGICOS

1.1 Bioindicadores

Es posible entender el funcionamiento de los cuerpos de agua continentales, bajo el concepto de **Estado Ecológico**, lo que significa caracterizar la regularidad de estos sistemas bajo tres ejes: biótico, físico-químico e hidromorfológico (Pratt y Munné, 1999; Parlamento Europeo, 2000). La calidad biológica se puede utilizar como un indicador de la salud de estos ecosistemas. En estos casos, los bioindicadores están basados en la tolerancia o nivel de respuesta de los organismos (especie indicadora, o conjunto de especies) a un patrón de recursos y condiciones ambientales. Las especies indicadoras tienen un particular requerimiento en relación a las variables físicas y/o químicas, y es posible usar más de un indicador biológico en la interpretación del proceso, los que se combinan en un **Índice Biológico**. De esta forma se puede utilizar a las comunidades acuáticas como indicadores, con lo cual se espera detectar alteraciones de las condiciones normales de un ecosistema minimizando errores y multiplicando la capacidad de detección, además de constituirse como una herramienta para evaluar la calidad de las aguas (Alba-Tercedor, 1996).

Los bioindicadores se han usado desde 1909, mediante el sistema saprobio¹ lo que se extendió a otros países europeos (Roldán, 2003). Ya en 1984 se presentaron 18 índices de diversidad, 19 índices bióticos y cinco índices de similitud (Pratt *et al.*, 1986). En 1981, Karr utilizó a la comunidad de peces como indicador, y en 1991 se establece una herramienta multiparamétrica, y se crea el sistema computarizado River Invertebrate Prediction and Classification System (RIPACS) con 63 tipos de mediciones para ecosistemas acuáticos con diversos índices: de diversidad, bióticos y funcionales (Barbour *et al.*, 1995). Se desarrollaron métodos rápidos de evaluación usando macroinvertebrados en Maryland (USA) (Resh *et al.*, 1995), el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) en la península ibérica (Alba-Tercedor, 1996), entre otros. Posteriormente, Lorenz *et al.* (1997) desarrollaron un sistema para el río Rhin basado en conceptos teóricos que describen los ríos naturales, considerando aspectos de zonación, hidráulica, espiral de nutrientes, jerarquía de tributarios y concepto de río continuo.

La mayoría de los organismos acuáticos son potencialmente utilizables para estos estudios y los más convenientes han resultado ser los macroinvertebrados bentónicos (Hellawell, 1986). El uso de los macroinvertebrados (en especial los insectos) como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas (lóticos y lénticos²) está generalizándose en todo el mundo, existiendo hoy en día diversos manuales (Chapman, 1994 citado por De la Lanza, 2000; Bonada *et al.*, 2006) formando parte de la legislación de muchos países europeos. En la Unión Europea, la bioindicación constituye el núcleo del sistema de monitoreo y evaluación de la calidad del agua.

1.2 Experiencias de aplicación de índices biológicos

Los índices son una de las formas numéricas biológicas que nos entregan información y criterios para la evaluación de la contaminación, basados en la integridad ecológica. Los métodos de evaluación se han

¹ El término saprobio (del griego descompuesto, rancio) se refiere a la capacidad que tenían ciertos organismos de vivir en determinados niveles de contaminación. Distinguieron tres niveles de autopurificación o saporiedad: Zona polisapróbica: predominante de procesos reductivos; Zona mesosapróbica: parcialmente reductiva con procesos predominantemente oxidativos; y Zona oligosapróbica: exclusivamente procesos oxidativos.

² Un sistema lótico se vincula con alta velocidad de las aguas, mientras que uno léntico, con aguas de bajas velocidades de desplazamiento, como las riberas de los ríos y las aguas apozadas.

dividido en cuatro grupos: índices unimétricos, multimétricos, multivariados y de rasgos biológicos. A continuación se presentan ejemplos de los índices más utilizados:

1.2.1 Índices unimétricos

Se calcula en base a una característica clave de la comunidad por ejemplo: bajo el “enfoque de la diversidad”. Suele depender del grado de perturbación y su adaptación a las condiciones ambientales puede ser variable (Bonada *et al.*, 2004). En el área baja de ríos chilenos de la zona hidrológica subhúmeda, que se encuentra altamente perturbada, los valores de índices de diversidad han resultado significativamente menores que zonas altas menos perturbadas (CENMA, 2006a; 2009). Otro ejemplo es el porcentaje de individuos de los órdenes Ephemeropteros, Plecópteros o Tricópteros (EPT), ya que estos presentan taxa intolerantes a la contaminación. Para el orden Plecoptera, los géneros y familias aumentan hacia las zonas más australes respecto a las zonas más ecuatoriales (Figueroa *et al.*, 2003). Además, en las zonas ecuatoriales hay variaciones altitudinales en un mismo género (Tomanova and Tedesco, 2007). Sin embargo, se debe considerar la amplia distribución de los géneros y los patrones de distribución geográfica de los taxa.

Índices bióticos: estos abarcan aspectos de saprobiedad, combinando diversidad de especies con información de sensibilidad ecológica de taxones. A continuación se presentan algunos ejemplos:

- **El índice biótico de saprobios:** Este índice considera desde hongos-algas hasta vertebrados. Ha servido de base para otros índices, usando diatomeas y macrófitas (Segnini, 2003; Bonada *et al.*, 2006). Puede ser aplicado a todo tipo de ríos a nivel de especie, por lo que dificulta su aplicación en el neotrópico, por el escaso conocimiento taxonómico disponible. Otros índices derivados de este son **IBGN en Francia, BBI en Bélgica, EBI en Italia o BILL en España**. Se ha adaptado para Argentina diferenciando las zonas de rítrón y potamón, con correlaciones con DBO₅ y nutrientes. En Perú se aplicó en el río Rímac, sistema impactado por minería y vertidos domésticos, resultando ser un índice sensible a situaciones extremas de perturbación. Presenta el problema de subvaloración en zonas de baja riqueza de especies de Plecóptera y Ephemeroptera como en la región Andina (Jacobsen *et al.*, 1997), y presenta dificultades de aplicación para los géneros que tienen amplia distribución. Por otra parte, el uso a nivel taxonómico de familia puede no reflejar la calidad ecológica del río (Tomanova *et al.*, 2007).
- **Índice de Hilsenhoff (1988):** este fue originado del índice de Chutter (1972), aplicado en ríos de Norteamérica. Para su uso se requiere de bajo nivel taxonómico (Familia) y es recomendable por ser de bajo costo en términos de tiempo y dinero. Ha presentado buena correlación con alteraciones antropogénicas (Eaton, 2001). En Chile este índice se ha aplicado en las cuencas del río Chillán en la VIII Región y en el río Damas en la X Región (Figueroa *et al.*, 2003) y se ha hecho una adaptación para Chile: el **Ch IBF**; En comparación con otros índices resultó ser el más exigente como indicador de perturbaciones (Figueroa *et al.*, 2007). En Chile es necesario generar una mayor información acerca de los macroinvertebrados, que presentan un marcado endemismo. Los trabajos sobre su aplicación se concentran preferentemente en la zona en la zona sur de Chile (Arenas, 1995; Valdovinos *et al.*, 1993; Valdovinos, 2001).
- **Biological Monitoring Working Party (BMWP):** este índice se estableció en Inglaterra en 1970, es un método cualitativo (presencia/ausencia), simple, rápido y requiere la identificación a nivel de Familia. Está basado en la tolerancia a la contaminación orgánica, y ha sido adaptado para la península ibérica denominándose BMWP; para el caso de Colombia, el BMWP/Col, y diseñado para

ríos de montaña en Tucumán (Domínguez y Fernández, 1998), y existe una adaptación a ríos mediterráneos de Chile, modificado de Alba-Tercedor (1996). Se han construido mapas de calidad de aguas, con la necesidad de ajustar estos mapas a las condiciones geológicas, de pendiente, de altura y de sustrato de las corrientes de cada región (Pratt y Munné, 1999). También, de este índice se deriva el **Stream Invertebrate Grade Number-Average Level 2 (SIGNAL 2)**, basado en el método original de Armitage *et al.* (1983). Los valores obtenidos de familia son divididos por el total de familias encontradas. Además, se adaptó en Australia ajustando los valores de tolerancia a sus aguas (Chessman, 2003; Tiller and Metzelling, 2002). Se ha aplicado en Chile en cuencas de la zona sur (Figueroa *et al.*, 2007).

1.2.2 Índices multimétricos

Estos combinan en una puntuación final el valor independiente de diversas métricas, que pueden ser métricas simples o índices bióticos. La combinación de métricas es característica de cada índice y se adapta para cada región o incluso para subcuencas de un mismo río. La forma de construir el índice posee dos estrategias principales: Índices de Integridad Biótica (IBI) y aquellos que combinan métricas de forma específica dando pesos diferentes, que serían los llamados Multimétricos (Segnini, 2003).

Los IBI fueron propuestos por Karr (1991) y fueron diseñados para peces. Se genera para una ecorregión determinada y se seleccionan las métricas que responden a las perturbaciones por contaminación o deterioro del hábitat. Se han aplicado sólo para el hemisferio Norte, y actualmente es una de las metodologías más utilizadas en estudios para definir la calidad biológica de los ríos, ya que reúnen en una única medida la variabilidad funcional y estructural de los componentes bióticos de un ecosistema fluvial (Segnini, 2003). Se construye para una región o cuenca determinada, con características de ríos similares en términos de temperatura, geología o vegetación de ribera, eligiendo métricas simples (composición, abundancia, entre otras) para el índice final.

Por la variabilidad del índice en Europa, se definió un índice multimétrico de intercalibración para dicho continente. Este índice está formado de cinco métricas que incluyen datos de: riqueza específica (S, número de familias), grado de intolerancia a la contaminación (EPT, ASPT y H'), y de abundancia relativa (1-GOLD) o absoluta de los organismos (Prat *et al.*, 2009). Sin embargo, este índice debe ser reformulado para diferentes perturbaciones en función de la mayor o menor correlación de cada métrica con la perturbación, como se ha hecho en los ríos mediterráneos (Munné and Prat, *en prensa*). Este método ha sido aplicado a algunos lugares de América del Sur, por ejemplo en la cuenca alta de los ríos Isiboro y Securé en Bolivia (Moya *et al.*, 2007).

1.2.3 Métodos multivariantes o predictivos

Se incluye un conjunto de métodos que utilizan la comparación de las características de la comunidad biológica del sitio en estudio, con un sitio de referencia. Esta comparación se realiza en base a métodos estadísticos y, de forma ideal, comparando la abundancia de cada una de las especies presentes, con las especies que esperaríamos encontrar en los lugares de referencia sin alteraciones humanas. Incluyen métodos tan conocidos como el RIVPACS (Inglaterra) o su equivalente en Australia (AUSRIVAS). El método requiere un conocimiento detallado de las comunidades presentes en los ríos, por lo que hay que realizar una tipología de ríos basada en las comunidades y no en los atributos físicos como los métodos anteriores. Los métodos multivariantes son muy poderosos y se usan a nivel de especie (Inglaterra) o de familia (Australia). Se puede determinar la validez según el nivel de resolución, pero su desventaja radica en que omiten información biológica importante al eliminar las especies raras, no llegando a discriminar entre la

variabilidad natural y la provocada por factores antropogénicos (Segnini, 2003). No hay información de uso para Latinoamérica, pero se han establecido condiciones de referencia como primer paso.

1.2.4 Índice de rasgos biológicos

Uno de los más utilizados son los rasgos biológicos (“species traits”), basado en la relación rasgos biológicos-ambiente. Se ha encontrado que los rasgos evaluados estaban significativamente relacionados a, por lo menos, un atributo ambiental (Prat *et al.*, 2009). Otro ejemplo es la aplicación de grupos funcionales para evaluar la condición ecológica de ríos. Los valores umbrales empleados en este estudio son los valores de América del Norte, los que deben adaptarse a cada área de estudio (Prat, *op cit*).

1.3 Experiencias en Latinoamérica

En Latinoamérica los índices mayormente aplicados han sido BMWP’ (Biological Monitoring Working Party) adaptado y modificado para la fauna del sur occidente de Colombia por la Universidad del Valle (Domínguez and Fernández, 1998), BMWP (Biological Monitoring Working Party) de Armitage *et al.* (1983) utilizado en el río de Tucumán Argentina y el índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) de Carrera y Fierro (2001), aplicado en el río Angosturita en Argentina.

1.4 Experiencias en Chile

En Chile, específicamente, se ha usado el Índice Biótico de Familia IBF, en la cuenca del río Damas, en el sur de Chile (Figueroa *et al.*, 2003) y en el río Traiguén (Weisser, 2003). En la VIII Región, en el río Chillán, se compararon diversos índices adaptados (IBE, BMWP, IBF y SIGNAL), que mostraron el mismo patrón de comportamiento, definiendo áreas en buen estado e impactadas. Sin embargo, el IBF y SIGNAL fueron los más sensibles a perturbaciones no detectadas por el IBE y BMWP (Figueroa *et al.*, 2007). Uno de los ríos más estudiados es el río Biobío en la VIII Región, el cual dispone de información del macrozoobentos (Valdovinos *et al.*, 1993; Arenas, 1995) y se ha incluido a los macroinvertebrados bentónicos para el proceso de la Norma Secundaria (CONAMA, sin año). En la V Región los estudios han sido escasos, se aplicó el IBF en el estero Quintero, para la zonificación de una microcuenca y en un tramo del río Aconcagua. Se trabajó con metodología de sustrato artificial y evaluación rápida de calidad de aguas mediante el método SIGNAL 2 y BMWP’. Se han realizado estudios financiados por el servicio público en ríos aplicando índices tales como en el río Maipo, localizado en la Región Metropolitana (financiado por la Comisión Nacional de Riego, CNR, el año 2000); en la IV Región, río Elqui y en la VI Región, el río Cachapoal (CENMA, 2006a); entre otros, estos han sido enfocados a la búsqueda de un índice potencialmente aplicable para establecer monitoreos ambientales. El objetivo es introducir la bioindicación en la evaluación de calidad de agua para objetivos de fiscalización. Un detalle de los estudios realizados en Chile utilizando indicadores biológicos se muestra en el Anexo 1.

1.5 Recomendaciones

Para poder recomendar el uso de macroinvertebrados para biomonitoreo se han tomado en cuenta doce criterios, considerando fundamentos teóricos, su operatividad y su funcionamiento. No obstante, se requiere robustecer este tipo de metodología, realizando más estudios cuantitativos y bajar los niveles de resolución taxonómica, por ejemplo a nivel de Género, entre otros. Consecuentemente, mejorando la capacidad predictiva, la potencialidad de evaluación de las funciones ecológicas, la discriminación de

impactos por actividades antropogénicas, la evaluación de costos de operación de monitoreos, la implementación de experimentos estandarizados, la proyección de escalas a las cuales pueden ser aplicables y su grado de confiabilidad (Bonada *et al.*, 2006). Un único índice no cumple todos estos criterios, de manera que se deben establecer las prioridades para recomendar el desarrollo de un programa de biomonitoreo adecuado a la realidad de cada país. La aplicación de bioindicadores debe simplificar el conocimiento de la condición del río y facilitar la tarea a los gestores del recurso hídrico. El Anexo 2 entrega un detalle de los estudios que se han desarrollado en Chile utilizando bioindicadores.

2 Anexo 2. Base de datos sobre bioindicadores utilizados en ríos y sistemas lacustres chilenos

Este Anexo consta del Cuadro 1, sobre bioindicadores usados en ríos en Chile, y del Cuadro 2, sobre bioindicadores usados en sistemas lacustres del país.

Cuadro 1. Base de datos sobre bioindicadores usados en ríos en Chile

Ríos estudiados (Referencia)	Variables físicas y químicas correlacionadas con la biota (fito, zoo, peces e invertebrados)	Cuenca Hidrográfica	Época del año	Localidad (Crenón, Ritrón, Potamon)	índice recomendado
Elqui, Limarí, Choapa (Jara, 2002)	pH - CE N Total Al - As	Cuenca Hidrográfica del río Elqui, Limarí y Choapa	Primavera Verano	Ritrón - Potamon	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Choapa, Cuncumén, Illapel (Aguilera, 2008)	Velocidad de la corriente - Altura - CE - DBO ₅ - SST - SDT SE (d) - Al (d)	Cuenca Hidrográfica del río Choapa	Verano	Ritrón - Potamon	ChIBF ChBMWP EPT
Elqui, Cachapoal (Donoso, 2006)	Altura - CE - pH - OD Temperatura - Color verdadero - SST - SDT - Cl - NO ₃ - SO ₄ - NH ₄ - N Total P Total - Cu - B - Ni - Pb - Fe - Mn - Zn - Al - Cr - As Coliformes fecales Aceites - Grasas Hidrocarburos fijos totales y volátiles	Cuenca Hidrográfica del río Elqui y Cuenca Hidrográfica del río Cachapoal	Otoño Verano	Ritrón - Potamon	ChIBF BMWP/Col. ChBMWP EPT
Maipo (Muñoz, 2007)	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.	Cuenca Hidrográfica del río Maipo	Otoño	Ritrón - Potamon	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Maipo, Mapocho, Puangue (EULA, 2007)	Las variables físicas y químicas fueron correlacionadas con los índices bióticos.	Cuenca Hidrográfica del río Maipo	Verano	Ritrón - Potamon	ChBMWP ChSIGNAL
Cachapoal (Carvacho, 2009)	Velocidad de la corriente CE - DBO ₅ - pH SST - SDT - Ca - Na Cu(t) - Fe(t) - Mn(t) - Mo(t) - Zn(t) - Al(t) - Fe(d) - Mn(d) - Mo(d) - Zn(d) - Al(d) - As (d)	Cuenca Hidrográfica del río Cachapoal	Primavera Verano	Ritrón - Potamon	ChIBF
Chillán (Figueroa <i>et al.</i> , 2007)	No se contempla la correlación entre la biota y las variables físicas y	Cuenca Hidrográfica del río Chillán	Primavera Verano	Ritrón - Potamon	IBF IBE BMWP

Ríos estudiados (Referencia)	VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS CORRELACIONADAS CON LA BIOTA (fito, zoo, peces e invertebrados)	Cuenca Hidrográfica	Época del año	Localidad (Crenón, Ritrón, Potamon)	Índice recomendado
	químicas. El trabajo compara índices bióticos aplicados en regiones biogeográficas similares.				SIGNAL
Chillán (Figueroa, 2004)	DBO ₅ - pH - CE - Temperatura - OD NH ₄ - NO ₂ - PO ₄	Cuenca Hidrográfica del río Chillán	Primavera Verano Invierno	Ritrón - Potamon	IBE IBMWP IBF
Damas (Figueroa <i>et al.</i> , 2003)	Las variables físicas y químicas fueron correlacionadas con los índices bióticos.	Cuenca Hidrográfica del río Damas	Verano	Ritrón - Potamon	IBF
Estero Peu Peu (Leiva, 2004)	Las variables físicas y químicas fueron correlacionadas con los índices bióticos.	Cuenca del estero Peu Peu	Primavera Verano Otoño Invierno	Potamon	IBF EPT BMWP BMWP'
Baker (Moya <i>et al.</i> , 2009)	Porcentaje de cobertura de bolones. Velocidad de la corriente	Cuenca Hidrográfica del río Baker	Verano	Ritrón - Potamon	Índice de diversidad de Shannon-Wiever y Equidad (J')
Aysén (Oyanedel <i>et al.</i> , 2008)	Número de Froude, parámetro asociado a la turbulencia, y que integra la profundidad y velocidad de flujo	Cuenca Hidrográfica del río Aysén	Verano	Crenon	Índice de Diversidad de Sustrato

Fuente: Elaboración propia en base a literatura citada.

Cuadro 2. Base de datos sobre bioindicadores usados en sistemas lacustres en Chile

Sistemas lacustres (Embalses lagunas y lagos)	VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS CORRELACIONADAS CON LA BIOTA: fito, zoo, peces e invertebrados	Cuenca Hidrográfica y Localidad	Época del año	Estado de trofía: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	Índice recomendado
Lago Chungará (Dorador <i>et al.</i> , 2003)		Parque Nacional Lauca, Altiplano Chileno	Primavera Verano Otoño Invierno	Eutrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lago Chungará (Pardo, 2009)	Temperatura - Radiación solar	Parque Nacional Lauca, Altiplano Chileno	Otoño Invierno Primavera Verano	Eutrófico	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.

Sistemas lacustres (Embalses lagunas y lagos)	VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS CORRELACIONADAS CON LA BIOTA: fito, zoo, peces e invertebrados	Cuenca Hidrográfica y Localidad	Época del año	Estado de trofia: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	Índice recomendado
Salar de Ascotán, Salar de Carcote, Salar de Huayco, Lago Chungará, Lago Cotacotani, Humedal Parina-cota, Río Isluga, Río Lauca. (Márquez-García <i>et al.</i> , 2009)	Bentos: N total - Alcalinidad - Temperatura - pH Zooplancton: N total - Sulfatos - K - MG - P total Fitoplancton: Ca - N total - K - Sulfatos - Cl - Na - Temperatura	Altiplano Chileno	Otoño Invierno Primavera Verano	Eutroficos, excepto Cotacotani	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Embalse La Paloma (Universidad de Chile, 1990)	Nitrato - Sílice - Amonio - Nitrito - Ortofosfato - pH -Alcalinidad - DBO ₅ - SST - Temperatura - Clorofila - CE - P total - Oxigeno	Cuenca hidrográfica del río Limarí, IV Región	Otoño Invierno Primavera Verano	Meso-eutrófico	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Laguna Carén (Morales, 2000)		Cuenca hidrográfica del río Mapocho Región Metropolitana	Primavera Verano Otoño	Mesotrófico	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Laguna de Aculeo (Andaur, 2008)		Cuenca hidrográfica de río Maipo Región Metropolitana, comuna de Paine	Invierno	Hipereutrófico	Epilimnio Metalimnio	Shannon-Wievers Riqueza de taxa
Embalse Rapel (Vila y Pardo, 2003)		Zona central de Chile, Sexta Región	Primavera Verano Otoño Invierno	Eutrófico	Epilimnio	Shannon-Wievers Riqueza de taxa

Sistemas lacustres (Embalses lagunas y lagos)	Variables físicas y químicas correlacionadas con la biota: fito, zoo, peces e invertebrados	Cuenca Hidrográfica y Localidad	Época del año	Estado de trofía: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	Índice recomendado
Embalse Rapel (Villanueva, 2007)		Zona central de Chile, Sexta Región	Primavera Verano Otoño Invierno	Eutrófico	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lago: Lleulleu, Chica de San Pedro, Quiñenco, Lanalhue, Grande de San Pedro (Muñoz <i>et al.</i> , 2001)		Ubicados en la zona costera de Chile Central entre los 36° y 38° S, VIII Región	Invierno	<u>Oligotrófico</u> *Lleulleu <u>Mesotró- ficos</u> *Quiñenco *Chica de San Pedro <u>Eutróficos</u> *Lanalhue *Grande de San Pedro	No especificado	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lagos Nahuelbutanos: Laguna Grande de San Pedro, Laguna Chica de San Pedro, Laguna Quiñenco, Lago Lanalhue, Lago Lleulleu (Parra <i>et al.</i> , 2003)	Materia Orgánica - Seston Inorgánico - Seston total - N total - F total - Seston inorgánico	VIII Región	Invierno Verano	<u>Oligotrófico</u> *Lleulleu <u>Mesotró- ficos</u> *Chica de San Pedro <u>Eutróficos</u> *Lanalhue *Grande de San Pedro <u>Distrofia</u> * Quiñenco	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Laguna Chica de San Pedro de la Paz (Gómez, 2005)	OD - Nutrientes - Clorofila a	Concepción VIII Región	Primavera Verano Otoño Invierno	Mesotrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.

Sistemas lacustres (Embalses lagunas y lagos)	VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS CORRELACIONADAS CON LA BIOTA: fito, zoo, peces e invertebrados	Cuenca Hidrográfica y Localidad	Época del año	Estado de trofia: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	Índice recomendado
Lago Budi (Catalán, 2009)	CE - pH - Temperatura - Oxígeno Disuelto - Cl ⁻ - Na ⁺ - Nutrientes (N/P)	Puerto Saavedra IX Región	Otoño Invierno	Mesotrófico Salino	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lago Llanquihue (Pesce, 2007)	N total - F total - Transparencia - Temperatura - pH	X Región	Invierno Primavera Verano Otoño	Oligo-mesotrófico	Epilimnio Metalimnio hipolimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lago Llanquihue (CENMA, 2006)		X Región	Primavera	Oligotrófico	hipolimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lagos y estanques de la zona centro y sur de la Patagonia chilena (De los Ríos, 2008)	CE	Región de Magallanes	Primavera Otoño	Oligotrófico	Epilimnio	Índice de Jaccard
Laguna Amarga (Campos <i>et al.</i> , 1996)		Parque Nacional Torres de Paine, XII Región.	Primavera Verano Otoño	Mesosalino	Epilimnio	No utilizan índices biológicos en este trabajo.
Lagos: Del Toro, Sarmiento Nordsdenkjold, Pehoe Lagos chicos: Melliza Oeste, Melliza Este Lagunas: Paso de la Muerte, Larga, Redonda, Cisnes, Jovito, Juncos (De los Ríos y Soto, 2009)	pH - CE Alcalinidad Bicarbonato Fósforo reactivo soluble - NO ₃ , NH ₄ - N total - Mg ²⁺ - Na ⁺ - K ⁺ - Cl ⁻ - Dureza total - Dureza alemana - Clorofila "a" - Seston orgánico	Parque Nacional Torres de Paine, XII Región.	Primavera Verano Otoño Invierno	<u>Oligotrófico</u> Lagos <u>Mesotrófico</u> Lagos chicos y Lagunas	Epilimnio	"Índice de ponderación C"

Fuente: Elaboración propia en base a literatura citada.

3 Anexo 3. Modelo de clasificación alemana

Cuadro 3. Nombres abreviados de los principales tipos de cursos de agua para Alemania

Ecorregión	Tipos
Alpes y Precordillera Alpina	<p>Tipo 1: Ríos alpinos <i>Subtipo 1.1:</i> Grandes ríos de los Alpes calcáreos <i>Subtipo 1.2:</i> Ríos pequeños y medianos de los Alpes calcáreos</p> <p>Tipo 2: Ríos de la precordillera alpina <i>Subtipo 1.1:</i> Ríos medianos de la precordillera alpina <i>Subtipo 1.2:</i> Ríos pequeños de la precordillera alpina</p> <p>Tipo 3: Ríos con sedimentos del pleistoceno en precordillera alpina <i>Subtipo 1.1:</i> Ríos medianos con sedimentos del pleistoceno en precordillera alpina <i>Subtipo 1.2:</i> Ríos pequeños con sedimentos del pleistoceno en precordillera alpina</p> <p>Tipo 4: Ríos grandes en la precordillera alpina</p>
Tierras Altas y Centrales	<p>Tipo 5: Ríos de tierras altas con sílice donde predomina el sustrato grueso y pequeño Tipo 5.1: Ríos de tierras altas con sílice donde predomina el sustrato fino y pequeño</p> <p>Tipo 6: Ríos de tierras altas calcáreos donde predomina el sustrato fino y pequeño <i>Subtipo 6_k:</i> Ríos de tierras altas calcáreos del triásico donde predomina el sustrato fino y pequeño</p> <p>Tipo 7: Ríos de tierras altas calcáreos donde predomina el sustrato grueso y pequeño</p> <p>Tipo 9: Ríos de tierras altas con sílice donde predomina el sustrato fino-grueso y mediano Tipo 9.1: Ríos de tierras altas calcáreos donde predomina el sustrato fino-grueso y mediano Tipo 9.2: Ríos grandes de tierras altas</p> <p>Tipo 10: Ríos muy grandes dominados por grava</p>
Llanuras Centrales	<p>Tipo 14: Ríos pequeños (arroyos) de tierras bajas dominados por arena Tipo 15: Ríos de tierras bajas dominados por arena y arcilla Tipo 15_g: Ríos de tierras bajas dominados por arena gruesa y arcilla Tipo 16: Ríos pequeños (arroyos) de tierras bajas dominados por grava Tipo 17: Ríos de tierras bajas dominados por grava Tipo 18: Ríos pequeños (arroyos) de tierras bajas dominados por arcilla y material sedimentario eólico (Loess) Tipo 20: Ríos muy grandes de tierras bajas dominados por arena Tipo 22: Marismas Tipo 23: Remansos y aguas salobres influidas por los afluentes del mar Báltico</p>
Ríos independientes de la ecorregión	<p>Tipo 11: Ríos pequeños (arroyos) dominados por sustrato orgánico Tipo 12: Ríos dominados por sustrato orgánico Tipo 19: Ríos pequeños en planicies aluviales Tipo 21: Efluentes de lagos (sistemas de aguas que desembocan en el mar) <i>Subtipo 21_n:</i> Efluentes de lagos de tierras bajas del norte <i>Subtipo 21_s:</i> Efluentes de lagos de tierras alta del sur</p>

Fuente: Pottgiesser y Sommerhäuser (2008).

4 Anexo 4. Criterios de clasificación utilizados en investigaciones nacionales e internacionales

Cuadro 4. Criterios de clasificación de cuerpos de agua utilizados en investigaciones nacionales e internacionales

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
Proyecto TWINBASIN (2007), en la cuenca del río Biobío	Adaptación Sistema A de DMA 1. Altitud 2. Área total de drenaje 3. Tipo de suelo dominante 4. Porcentaje total del área de drenaje con contribución de nieve derretida	<p>1. Altitud (msnm) Clase 1: < 200 Clase 2: 200-800 Clase 3: 800-1200 Clase 4: > 1200</p> <p>2. Área total de drenaje (km²) Clase 1: A < 100 Clase 2: 100 < A < 1000 Clase 3: 1000 < A < 10000 Clase 4: A > 10000</p> <p>3. Tipo de suelo dominante Clase 1: Depósitos lacustres Clase 2: Arena Volcánica Clase 3: Otros suelos volcánicos Clase 4: Granito Clase 5: Suelo rocoso Clase 6: Metamórfico</p> <p>4. Porcentaje total del área de drenaje con contribución de nieve derretida Clase 1: % con nieve < 40% Clase 2: % con nieve > 40%</p>
Proyecto TWINLATIN (2008), en la cuenca del río Baker	Adaptación Sistema A de DMA 1. Altitud 2. Área total de drenaje 3. Geología 4. Índice de cobertura de nieve y glacial 5. Efecto de regulación por reservorio natural o artificial	<p>1. Altitud Clase 1: < 200 Clase 2: 200-1160 Clase 3: > 1160</p> <p>2. Área total de drenaje (km²) Clase 1: A < 250 Clase 2: 250 < A < 10000 Clase 3: A > 10000</p> <p>3. Geología (tipo de roca) Clase 1: Metamórfica y sedimentaria Clase 2: Plutónica Clase 3: Volcánica Clase 4: Sedimentaria y volcánica mixta</p> <p>4. Índice de cobertura de nieve y glacial Clase 1: Si IS-G < 20% → régimen pluvial</p>

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		<p>Clase 2: Si IS-G > 20% → régimen glacial-nival.</p> <p>5. Efecto de regulación por reservorio natural o artificial</p> <p>Clase 1: Si IR < 5% → régimen no regulado</p> <p>Clase 2: Si IR > 5% → régimen regulado</p>
<p>Proyecto TWINLATIN (2008), en la cuenca del río Cuareim-Quaraí, de Uruguay</p>	<p>Adaptación Sistema A de DMA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Altitud 2. Área total de drenaje 3. Geología 	<p>Río</p> <p>1. Altitud (msnm)</p> <p>Clase 1: ≤ 100</p> <p>Clase 2: > 100 y ≤ 250</p> <p>Clase 3: > 250</p> <p>2. Área total de drenaje (km²)</p> <p>Clase 1: 5 – 100– Pequeña</p> <p>Clase 2: >100-1000– Media</p> <p>Clase 3: > 1000-10000– Grande</p> <p>Clase 4: > 10000– Muy Grande</p> <p>3. Geología</p> <p>Clase 1: Formación Arapey</p> <p>Clase 2: Formación Rivera</p> <p>Clase 3: Formación Salto</p> <p>Clase 4: Sedimentos Aluviales-Holoceno reciente</p>
<p>Proyecto TWINLATIN (2008), en la cuenca del río Cuareim-Quaraí, de Brasil</p>	<p>Adaptación Sistema A de DMA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Altitud 2. Caudal medio 3. Área total de drenaje 4. Tipo de suelo dominante 	<p>Quaraí–Cuareim River Basin</p> <p>1. Altitud (msnm)</p> <p>Clase 1: < 80-Cuencas de baja altitud</p> <p>Clase 2: 80-150-Cuencas de media-baja altitud</p> <p>Clase 3: 150-220-Cuencas de media-alta altitud</p> <p>Clase 4: > 220-Cuencas de alta altitud</p> <p>2. Caudal medio (m³/s)</p> <p>Clase 1: < 10- Caudal bajo</p> <p>Clase 2: 10-50-Caudal medio</p> <p>Clase 3: > 50-Caudal alto</p> <p>3. Área total de drenaje (km²)</p> <p>Clase 1: A < 100</p> <p>Clase 2: 100 < A < 1000</p> <p>Clase 3: 1000 < A 10000</p> <p>Clase 4: A > 10000</p> <p>4. Tipo de suelo dominante</p> <p>Clase 2: Chernozems</p> <p>Clase 3: Litosol</p> <p>Clase 4: Vertisol</p> <p>Clase 5: Acrisol</p>
<p>Proyecto TWINLATIN (2008), en el lago Cocibolca, de Costa Rica</p>	<p>Adaptación Sistema A de DMA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Altitud 2. Área total de drenaje 3. Pendiente media del área de drenaje 	<p>1. Altitud (Ríos, msnm)</p> <p>Clase 1: 0-100</p> <p>Clase 2: 101-250</p> <p>Clase 3: 251-500</p> <p>Clase 4: 501-1000</p>

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		Clase 5: 1001-1600 2. Área total de drenaje (km²) Clase 1: 0-100 Clase 2: 101-250 Clase 3: 251-500 Clase 4: 501-1000 Clase 5: > 1000 3. Pendiente media del área de drenaje (m) Clase 1: 0-10 Clase 2: 10.1-25 Clase 3: 25-50
Proyecto TWINLATIN (2008), en la cuenca del río Catamayoyo-Chira, de Ecuador y Perú	Adaptación Sistema A de DMA 1. Altitud media 2. Área total de drenaje 3. Geología	1. Altitud (msnm) Clase 1: 0-250 Clase 2: 250-500 Clase 3: 500-1000 Clase 4: 1000-2000 Clase 5: > 2000 2. Área total de drenaje (km²) Clase 1: < 100 Clase 2: 100-1000 Clase 3: 1000 - 10000 Clase 4: > 10000 3. Geología Clase 1: Roca intrusiva Clase 2: Roca metamórfica Clase 3: Volcánica-sedimentaria Clase 4: Sedimentaria Clase 5: Volcánica Clase 6: Marino Clase 7: Marino-continental
Proyecto TWINLATIN (2008), en la cuenca del río Cauca, de Colombia	Adaptación Sistema A de DMA 1. Altitud 2. Tipo de suelo dominante	1. Altitud (msnm) Clase 1: < 1000 Clase 2: 1000-2000 Clase 3: 2000-3000 Clase 4: > 3000 2. Tipo de suelo dominante Clase 1: Alfisoles Clase 2: Andisoles Clase 3: Inceptisoles Clase 4: Misceláneo rocoso páramo Clase 5: Molisoles
Proyecto TWINBASIN (2007), en la cuenca del río Nura, en	1. Ríos Adaptación Sistema A de DMA 1.1 Altitud 1.2 Área total de drenaje 1.3 Geología	1. Ríos 1.1 Altitud (msnm) Clase 1: < 400-Bajo Clase 2: 400-800-Medio Clase 3: > 800-Alto

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
Kazakhstan	<p>2. Lagos Adaptación Sistema B de DMA 2.1 Mineralización 2.1 Profundidad</p>	<p>1.2 Área total de drenaje (km²) Clase 1: < 50 Clase 2: > 50-100 Clase 3: > 100- 1000 Clase 4: > 1000 -10000</p> <p>1.3 Geología Clase 1: Calcáreo Clase 2: Silicio Clase 3: Salino Clase 4: Orgánico</p> <p>2. Lagos 2.1 Mineralización (g/L) Clase 1: < 3- Dulce Clase 2: 3 – 30- Moderadamente salino Clase 3: > 30-Fuertemente salino</p> <p>2.2 Profundidad (m) Clase 1: < 0.7-Muy poco profundo Clase 2: 0.7-2.0- Poco profundo Clase 3: > 2.0-Profundo</p>
Water Frame- work Directive. Summary Report of the characte- risation and impact analyses required by Article 5 (2005) Irlanda del Norte	<p>1. Ríos De acuerdo al Sistema A de DMA 1.1 Altitud 1.2 Área total de drenaje 1.3 Geología</p> <p>2. Lagos De acuerdo al Sistema A de DMA 2.1 Altitud 2.2 Profundidad 2.3 Tamaño 2.4 Geografía</p>	<p>1. Ríos 1.1 Altitud (msnm) Clase 1: < 200. Bajo Clase 2: 200-800. Medio</p> <p>1.2 Área total de drenaje (km²) Clase 1: 10-100. Bajo Clase 2: > 100-1000. Medio Clase 3: > 1000-10000. Grande</p> <p>1.3 Geología Clase 1: Calcáreo Clase 2: Silicio Clase 3: Orgánico</p> <p>2. Lagos 2.1 Altitud (msnm) Clase 1: < 200 Clase 2: > 200</p> <p>2.2 Profundidad (m) Clase 1: 3-15</p> <p>2.3 Tamaño (ha) Clase 1: > 50</p> <p>2.4 Geografía Clase 1: Calcáreo no turboso</p>

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		Clase 2: Calcáreo turboso Clase 3: Silicio no turboso Clase 4: Silicio turboso
UKTAG (2003) Escocia, Inglaterra y Gales	1. Ríos (De acuerdo al Sistema A de DMA) 1.1 Altitud 1.2 Tamaño de la cuenca 1.3 Geología 2. Lagos (Adaptación Sistema B) 2.1 Tipo de geología 2.2 Profundidad del lago 2.3 Altitud del lago 2.4 Tamaño del lago	1. Ríos 1.1 Altitud (m) Clase 1: < 200 Clase 2: 200-800 Clase 3: > 800 1.2 Tamaño de la cuenca (km²) Clase 1: 10-100 Clase 2: 100-1000 Clase 3: 1000-10000 1.3 Geología Clase 1: Silíceo Clase 2: Calcáreo Clase 3: Orgánico 2. Lagos 2.1 Tipo de geología Clase 1: Orgánico (> 75% Turba) Clase 2: Silicio LA (> 90% Silicio) Clase 3: Silicio MA (50-90% Silicio) Clase 4: Calcáreo HA (> 50% Calcáreo) Clase 5: Calcáreo Marl (> 65% Caliza) Clase 6: Salobre (Conduct. > 1000 µS/cm) 2.2 Profundidad del lago Clase 1: Muy poco profundo Clase 2: Profundo 2.3 Altitud del lago Clase 1: Tierras bajas Clase 2: Altura media Clase 3: Alto 2.4 Tamaño del lago Clase 1: Muy pequeño Clase 2: Pequeño Clase 3: Grande
González y García (2003), propuesta para España	1. Ecorregión 2. Cuenca vertiente 2.1 Tamaño 2.2 Geología 3. Segmento fluvial 3.1 Tipo geomorfológico 3.2 Régimen de caudales	1. Ecorregión Provincias biogeográficas Subprovincias biogeográficas 2. Cuenca vertiente 2.1 Tamaño (km²) Clase 1: < 10 Clase 2: 10-100 Clase 3: 100-1000 Clase 4: 1000-10 000

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
	<p>4. Hábitat fluvial</p> <p>4.1 Granulometría del substrato</p> <p>4.2 Vegetación</p> <p>4.3 Otras características</p>	<p>Clase 5: 10 000-25 000</p> <p>Clase 6: > 25 000</p> <p>2.2 Geología</p> <p>Clase 1: Silíceas</p> <p>Clase 2: Caliza</p> <p>Clase 3: Arcillosa</p> <p>3. Segmento fluvial</p> <p>3.1 Tipo geomorfológico³</p> <p>Clase 1: Arroyo o torrente de alta montaña (Aa+)</p> <p>Clase 2: Río de montaña (A)</p> <p>Clase 3: Tramos altos y de piedemonte (B)</p> <p>Clase 4: Tramos trenzados (D)</p> <p>Clase 5: Tramos anastomosados (DA)</p> <p>Clase 6: Tramos meandriiformes (E)</p> <p>Clase 7: Hoces y Cañones angostos (F), Tramos encajonados (G)</p> <p>3.2 Régimen de caudales</p> <p>a) Permanente</p> <p>- Dependiendo del régimen de precipitaciones</p> <p>Clase 1: Nival</p> <p>Clase 2: Nivopluvial</p> <p>Clase 3: Pluvionival</p> <p>Clase 4: Pluvial</p> <p>- Dependiendo de la presencia de acuíferos</p> <p>b) No permanente</p> <p>Clase 1: Efímero</p> <p>Clase 2: Temporal</p> <p>Por agotamiento de escorrentías. Por infiltración de escorrentías.</p> <p>4. Hábitat fluvial</p> <p>4.1 Granulometría del substrato</p> <p>- Cohesivo</p> <p>Clase 1: Roca</p> <p>Clase 2: Arcilla</p> <p>- No cohesivo: Aluvial</p> <p>Clase 1: En cascada</p> <p>Clase 2: Escalones</p> <p>Clase 3: Rápido continuo</p> <p>Clase 4: Rápidos y remansos</p> <p>Clase 5: Arenas con dunas y rizaduras</p> <p>Clase 6: Barras e islas</p> <p>4.2 Vegetación</p> <p>Clase 1: Comunidades arbóreas y arbustivas</p> <p>Clase 2: Macrofitas emergentes de orilla</p>

³ Adaptado de Rosen (1996), citado por González y García (2006).

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		Clase 3: Vegetación acuática 4.3 Otras características Clase 1: Substrato de travertinos Clase 2: Formaciones kársticas Clase 3: Yesos Clase 4: Aguas salinas
Borja <i>et al.</i> (2004), en el País Vasco (norte de España)	Aguas de transición Toma los siguientes factores optativos: - Rango de mareas - Profundidad - Velocidad de la corriente - Exposición a oleaje - Mezcla de agua dulce-salada - Tiempo de residencia - Textura del sustrato - Área intermareal (integra profundidad, rango de mareas y forma)	Categorías resultantes: Definición - SRDE: estuarios dominados por ríos pequeños - EEIF: Estuarios con extensas zonas planas intermareales - EESA: Estuarios con extensas zonas submareales - FMESC: Exposición completa al mar, costa arenosa - FMERC: Exposición completa al mar, costa rocosa Salinidad - SRDE: 5-30 PSU - EEIF: 18->30 PSU - EESA: 18->30 PSU - FMESC: > 30 PSU FMERC: > 30 PSU Rango de mareas - SRDE: 1-3 m - EEIF: 1-3 m - EESA: 1-3 m - FMESC: 1-3 m - FMERC: 1-3 m Profundidad - SRDE: < 30 m - EEIF: < 30 m - EESA: < 30 m - FMESC: < 30 m - FMERC: < 30 m Velocidad de corriente - SRDE: 50-150 cm/s - EEIF: 50-150 cm/s - EESA: 50-150 cm/s - FMESC: 50-150 cm/s - FMERC: 50-150 cm/s Exposición a oleaje - SRDE: Protegido - EEIF: Protegido - EESA: Protegido, muy protegido - FMESC: Expuesto, muy expuesto

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		<p>- FMERC: Expuesto, muy expuesto</p> <p>Mezcla de agua dulce-salada</p> <p>- SRDE: Estratificación permanente</p> <p>- EEIF: Estratificación permanente</p> <p>- EESA: Estratificación permanente</p> <p>- FMESC: Estratificación estacional</p> <p>- FMERC: Estratificación estacional</p> <p>Tiempo de residencia</p> <p>- SRDE: Días</p> <p>- EEIF: Días</p> <p>- EESA: Semanas, meses</p> <p>- FMESC: Días</p> <p>- FMERC: Días</p> <p>Sustrato</p> <p>- SRDE: Sedimentos mezclados</p> <p>- EEIF: Sedimentos mezclados</p> <p>- EESA: Sedimentos mezclados</p> <p>- FMESC: Arena, grava</p> <p>- FMERC: Sustrato duro</p> <p>Área intermareal</p> <p>- SRDE: < 50%</p> <p>- EEIF: > 50%</p> <p>- EESA: < 50%</p> <p>- FMESC: < 50%</p> <p>- FMERC: < 50%</p>
<p>Wasson <i>et al.</i> (2002) y González y García (2003), para Francia, a escala nacional</p>	<p>Determinación de HER:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clima 2. Relieve 3. Geología <p>Validación de HER:</p> <p>Familias de invertebrados de aguas en movimiento</p>	<p>Criterios utilizados</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clima: <ul style="list-style-type: none"> Precipitación anual Precipitaciones máximas en 24 horas Variación estacional de precipitaciones Temperatura máxima media del mes de julio 2. Relieve: <ul style="list-style-type: none"> Altitud Pendiente del terreno Pendiente de la línea que une los puntos más bajos del cauce 3. Geología: <ul style="list-style-type: none"> Permeabilidad Resistencia a la erosión Naturaleza química de las escorrentías <p>Categorías resultantes</p> <p>Relieve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta montaña - Montañoso

Antecedentes	Criterios utilizados	Rangos de los criterios utilizados
		<ul style="list-style-type: none"> - Pequeños relieves - Plano <p>Clima (precipitaciones y temperatura, interpretadas según los patrones de vegetación natural y datos bioclimáticos e hidrológicos).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Húmedo de montaña - Húmedo de montaña y frío - Oceánico templado - Oceánico meridional - Oceánico-continental - Mediterráneo - Sub mediterráneo <p>Geología (estructura litográfica y propiedades de las rocas).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Granito-metamórfico - Sedimentario-calcareo - Detrítico - Heterogéneo

5 Anexo 5. Asistencia al primer taller de expertos

Este taller de expertos se realizó el día lunes 21 de diciembre de 2009, en el Salón Alto Andino de la Comisión Nacional del Medio Ambiente RM, Región Metropolitana.

Objetivo de la reunión

Presentación y discusión de la propuesta metodológica de determinación de hidroecorregiones para Chile, y de criterios de clasificación de los cuerpos de agua del país (ríos, lagos y aguas de transición).

Asistentes

Representantes de la contraparte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), de los colaboradores de la Dirección General de Aguas (DGA), expertos del área biológica de distintas organizaciones, y equipo de trabajo del proyecto, de la Universidad de Chile, como se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Asistentes al primer taller de expertos

Nº	Nombre	Institución
1	Pilar Valenzuela	CONAMA
2	Úrsula Partarrieu	CONAMA
3	Hernán Latuz	CONAMA
4	Sofía Vergara	CONAMA
5	Sonia Mena	DGA
6	Marysol Azocar	DGA
7	María Eugenia Molina	DGA
8	Francisco Riestra	DGA
9	Manuel Contreras	CEA
10	Rodrigo Pardo	CEA
11	Adriana Aránguiz	CENMA
12	Ximena Molina	CENMA, Universidad de Chile
13	Gloria Rojas	Museo Nacional de Historia Natural
14	Stefan Woelf	Universidad Austral de Chile
15	Ana María Sancha	Universidad de Chile
16	Raquel Peñaloza	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
17	Rodrigo Fuster	Universidad de Chile*
18	Catalina Sabando	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación*
19	Jorge Pérez	Universidad de Chile*
20	Andrés de la Fuente	Universidad de Chile*
21	Ana Karina Palacios	Universidad de Chile*
22	Meliza González	Universidad de Chile*
23	Gloria Lillo	Universidad de Chile*
24	Cristian Escobar	Universidad de Chile*
25	Katherine Silva	Universidad de Chile*
26	Caroline Carvacho	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación*
* Equipo de trabajo		

6 Anexo 6. Asistencia al segundo taller de expertos

Esta segunda reunión se llevó a cabo el día lunes 10 de mayo de 2010, en el Salón Alto Andino de la Comisión Nacional del Medio Ambiente RM, Región Metropolitana.

Objetivo de la reunión

Presentación y discusión de la propuesta de ecorregiones para Chile, y de criterios y rangos de descriptores para la clasificación de cuerpos de agua del país (ríos, lagos y aguas de transición).

Asistentes

Representantes de la contraparte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), de los colaboradores de la Dirección General de Aguas (DGA), expertos del área biológica de distintas organizaciones, expertos en clasificación de cuerpos de agua de Alemania, y equipo de trabajo del proyecto, de la Universidad de Chile, como se observa en el Cuadro 6 **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Cuadro 6. Asistentes al primer taller de expertos

Nº	Nombre	Institución
1	Pilar Valenzuela	CONAMA
2	Úrsula Partarrieu	CONAMA
3	Francisco Donoso	CONAMA
4	Hernán Latuz	CONAMA
5	Cecilia Aburto	CONAMA
6	Sonia Mena	DGA
7	Fernando Aguirre	DGA
8	Francisco Riestra	DGA
9	Mesenia Atenas	DGA
10	Tanja Pottgiesser	Umweltbüro Essen, Alemania
11	Arnold Quadflieg	CIM / GTZ – CONAMA
12	Brian Dyer	Universidad del Mar
13	Matías Peredo	Eco Hyd
14	Stefan Woelfl	Universidad Austral de Chile
15	Rodrigo Fuster	Universidad de Chile*
16	Jorge Pérez	Universidad de Chile*
17	Andrés de la Fuente	Universidad de Chile*
18	Meliza González	Universidad de Chile*
19	Gloria Lillo	Universidad de Chile*
20	Cristian Escobar	Universidad de Chile*
21	Katherinne Silva	Universidad de Chile*
22	Caroline Carvacho	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación*
* Equipo de trabajo		

7 Anexo 7. Peces de agua dulce de Chile, según regiones administrativas

Cuadro 7. Peces de agua dulce

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
I Región				
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	Bagrecito	Sí	Rara	Valenciennes (1840)
<i>Trichomycterus chungaraensis</i>	Bagrecito	Sí	En peligro	Arratia (1983)
<i>Trichomycterus laucaensis</i>	Bagrecito	Sí	En peligro	Arratia (1983)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Orestias chungarensis</i>	Karachi	Sí	En peligro	Vila & Pinto (1986)
<i>Orestias agassii</i>	Karachi	No	Insuficientemente conocida	Valenciennes (1846)
<i>Orestias laucaensis</i>	Karachi	Sí	En peligro	Arratia (1983)
<i>Orestias parinacotensis</i>	Karachi	Sí	En peligro	Arratia (1982)
<i>Basilichthys cf. semotilus</i>	Pejerrey	Sí	En peligro	Cope (1874)
<i>Orestias piacotensis</i>	Karachi	Sí	En peligro	Vila (2006)
II Región				
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Orestias ascotanensis</i>	Karachi	Sí	En peligro	Parenti (1984)
<i>Basilichthys cf. semotilus</i>	Pejerrey	Sí	En peligro	Cope (1874)
III Región				
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha		Vulnerable	Girard (1855)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable & Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Sí	En peligro	Jenyns (1841)
IV Región				
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha		Vulnerable	Girard (1855)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Sí	En peligro	Jenyns (1841)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
V Región				
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce	Sí	Insuficientemente conocida	Gray (1851)
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Sí	Vulnerable	Girard (1855)

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
<i>Diplomystes chilensis</i>	Tollo de agua dulce	Sí	En peligro	Molina (1782)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Sí	En peligro	Jenyns (1841)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percichthys melanops</i>	Perca trucha	Sí	En peligro	Girard (1855)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
Región Metropolitana				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Sí	Vulnerable	Girard (1855)
<i>Diplomystes chilensis</i>	Tollo de agua dulce	Sí	En peligro	Molina (1782)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percichthys melanops</i>	Perca trucha	Sí	En peligro	Girard (1855)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
VI Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Sí	Vulnerable	Girard (1855)

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
<i>Diplomystes chilensis</i>	Tollo de agua dulce	Sí	En peligro	Molina (1782)
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Tollo	Sí	Insuficientemente conocida y En peligro	Arratia (1987)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percichthys melanops</i>	Perca trucha	Sí	En peligro	Girard (1855)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
VII Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Sí	Vulnerable	Girard (1855)
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los lagos	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Tollo	Sí	Insuficientemente conocida y En peligro	Arratia (1987)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Brachygalaxias gothei</i>	Puye	Sí	Vulnerable	Busse (1758)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percichthys melanops</i>	Perca trucha	Sí	En peligro	Girard (1855)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y	Girard (1855)

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
			Vulnerable	
VIII Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los lagos	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Tollo	Sí	Insuficientemente conocida y En peligro	Arratia (1987)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagrecito	Sí	En peligro	Eigenmann (1928)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	Bagrecito	Sí	En Peligro	Eigenmann (1928)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Sí	Insuficientemente conocida	Regan (1908)
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Odontesthes (cauque) itatanum</i>	Cauque de itata	Sí	Insuficientemente conocida	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percichthys melanops</i>	Perca trucha	Sí	En peligro	Girard (1855)
<i>Percilia irwini</i>	Carmelita de concepción	Sí	En peligro	Eigenmann (1928)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
IX Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los lagos	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Tollo	Sí	Insuficientemente conocida y En peligro	Arratia (1987)
<i>Diplomystes camposensis</i>	Tollo	Sí	Vulnerable	Arratia (1987)
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande	Sí	En peligro	Guichenot (1848)

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagrecito	Sí	En peligro	Eigenmann (1928)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Sí	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Galaxias alpinus</i>	Puye	Sí	Insuficientemente conocida	Jenyns (1842)
<i>Galaxias platei</i>	Puye	Sí	Vulnerable	Steindacner (1896)
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Sí	Insuficientemente conocida	Regan (1908)
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Sí	Insuficientemente conocida	Eigenmann (1928)
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes (cauque) brevianalis</i>	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes (cauque) mauleanum</i>	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
X Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha del sur	Sí	Fuera de peligro	Eigenmann (1928)
<i>Cheirodon kiliani</i>	Pocha	Sí	Rara	Campos (1982)
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1840)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Galaxias platei</i>	Puye	Sí	Vulnerable	Steindacner (1898)
<i>Galaxias globiceps</i>	Puye	Sí	Rara	Eigenmann (1928)
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye	Sí	Insuficientemente conocida	Regan (1908)
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Sí	Insuficientemente conocida	Eigenmann (1928)
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Sí	En peligro y	Jenyns (1842)

Nombre Científico	Nombre Común	Endémico	Estado de Conservación	Referencia
			Vulnerable	
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno	Sí	Vulnerable	Eigenmann (1928)
<i>Odontesthes brevianalis</i> (cauque)	Cauque del norte	Sí	Vulnerable e Insuficientemente conocida	Gunther (1880)
<i>Odontesthes mauleanum</i> (cauque)	Cauque	Sí	Insuficientemente conocida y Vulnerable	Steindachner (1896)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Sí	En peligro y Vulnerable	Girard (1855)
XI Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Hatcheria macraei</i>	Bagre	No	Rara	Girard (1855)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Sí	Insuficientemente conocida	Eigenmann (1928)
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	No	Fuera de Peligro	Linnaeus (1758)
<i>Odontesthes hatcheri</i>	Pejerrey	No	Insuficientemente conocida	Eigenmann (1909)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)
XII Región				
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	Gray (1851)
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	No	Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton zebra</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Aplochiton marinus</i>	Peladilla	Sí	Insuficientemente conocida	Eigenmann (1928)
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Peladilla	Sí	En peligro y Vulnerable	Jenyns (1842)
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha	No	Vulnerable y Fuera de Peligro	Valenciennes (1833)

Fuente: Elaboración propia en base a Habit *et al.* (2006) y Vila *et al.* (2006)

8 Anexo 8. Peces endémicos y característicos de las ecorregiones de agua dulce de Chile

Cuadro 8. Principales especies con diagnóstico de endemismo presentes en las ecorregiones de Atacama, Valles Transversales, Centro Norte, Centro Sur y Lagos Valdivianos

Familia/subfamilia	Especie
Ecorregión Atacama	
Atheriniformes/Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>
Atheriniformes	<i>Basilichthys sp</i>
Ecorregión Mediterránea	
Characidae/Cheirodon	<i>Cheirodon pisciculus</i>
Atherinopsidae	<i>Basilichthys microlepidotus</i>
Diplomystidae	<i>Diplomystes chilensis</i>
Trichomycteridae/Trichomycterinae	<i>Bullockia maldonadoi</i>
Characidae/Cheirodon	<i>Cheirodon galusdae</i>
Diplomystidae	<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>
Trichomycteridae/Trichomycterinae	<i>Trichomycterus chiltoni</i>
Perciliidae	<i>Percilia irwini</i>
Ecorregión Lagos Valdivianos	
Characidae/Cheirodontinae	<i>Cheirodon australe</i>
Diplomystidae	<i>Diplomystes camposensis</i>
Galaxiidae/Galaxiinae	<i>Galaxias globiceps</i>

Fuente. Adaptación desde Dyer, (2001).

Cuadro 9. Especies presentes en Chile en las ecorregiones Altiplano y Patagonia

Familia/subfamilia	Especie
Ecorregión Altiplano	
Trichomycteridae /Trichomycterinae	<i>Trichomycterus rivulatu</i>
	* <i>Trichomycterus chungaraensi</i>
	* <i>Trichomycterus laucaensis</i>
Cyprinodontidae	<i>Orestias agassii</i>
	* <i>Orestias chungarensis</i>
	* <i>Orestias laucaensis</i>
	* <i>Orestias ascotanensis</i>
	* <i>Orestias parinacotensis</i>
Ecorregión Patagonia	
Petromyzontidae/Geotriinae	<i>Geotria australis</i>
Petromyzontidae/Mordaciinae	* <i>Mordacia lapicida</i>
Trichomycteridae/Trichomycterinae	<i>Hatcheria macraei</i>
Galaxiidae/Galaxiinae	<i>Galaxias maculatus, Galaxias platei</i>
Galaxiidae/Aplochitoninae	<i>Aplochiton zebra, Aplochiton taeniatus</i>
Atherinopsidae	<i>Odontesthes hatcheri</i>
Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i>

*Especie endémica para Chile.

Fuente: Dyer (2001).

9 Anexo 9. Diagramas de flujo, procedimiento SIG

9.1 Introducción

En este apartado se presentan los diagramas de flujo que describen los procedimientos que se realizaron para cada criterio de clasificación señalado con existencia de información cartográfica. Estos diagramas corresponden a una representación gráfica de la secuencia de operaciones, cuya finalidad es facilitar que el procedimiento completo pueda replicarse y, eventualmente, modificarse.

Cada diagrama de flujo es acompañado por una explicación en prosa que describe sintéticamente los procedimientos señalados en el diagrama, así como menciona otros detalles no explicitados. A continuación se presenta la simbología utilizada para la elaboración de los diagramas de flujo que se presentan.

Cuadro 10. Simbología utilizada para la elaboración de los diagramas de flujo.

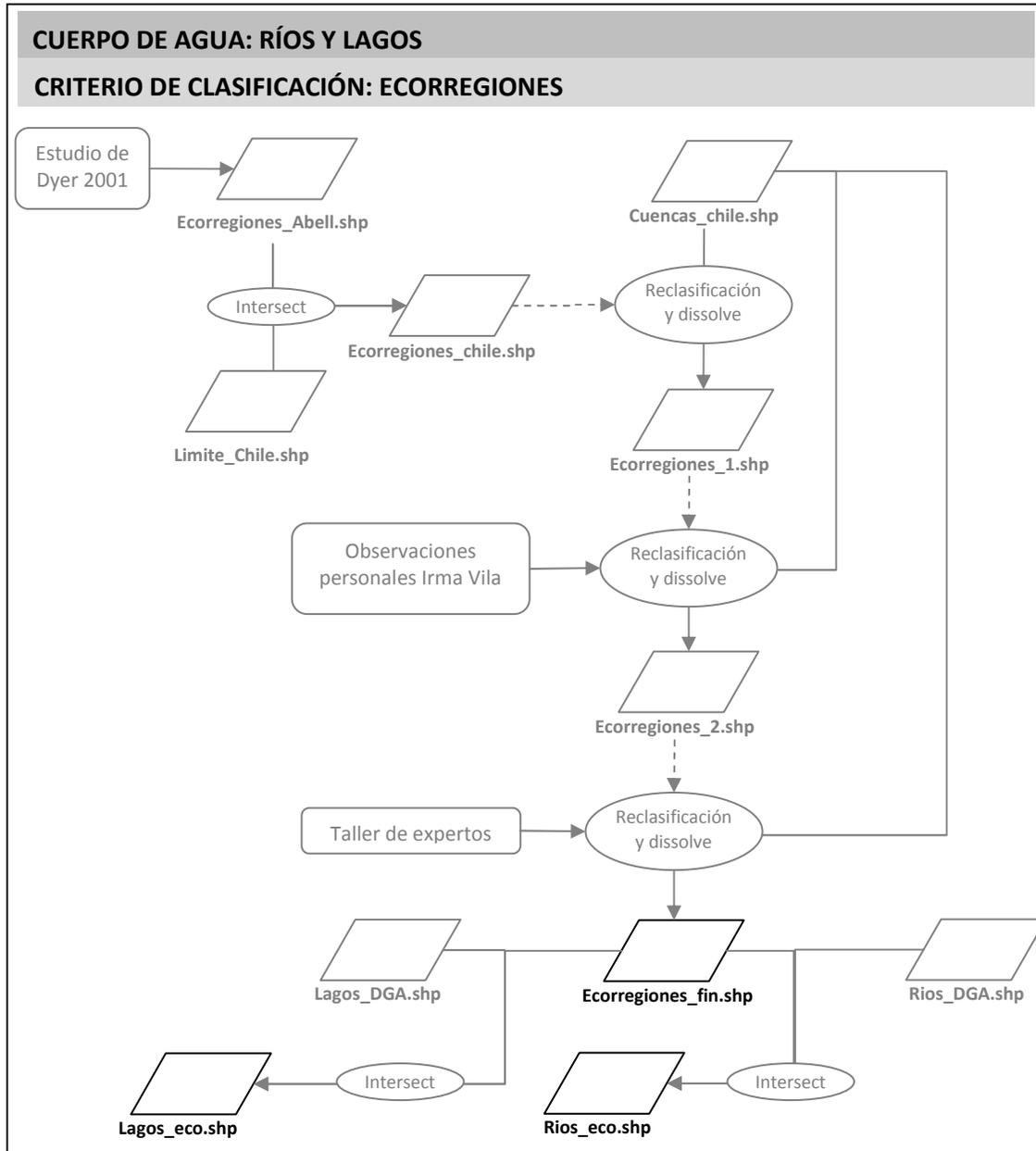
Símbolo	Significado	¿Para qué se utiliza?
	Cobertura cartográfica	Para indicar que los resultados de un procedimiento son almacenados en el archivo con la extensión indicada (*.shp, *.rst). A su vez, estos archivos sirven como input para los procedimientos siguientes.
	Procedimiento	Indica el nombre del procedimiento seguido en el software SIG. Puede ser un comando (cuando se indica un nombre en inglés) o bien otro tipo de análisis.
	Inputs no cartográficos	Información utilizada para el procedimiento que no tiene expresión espacial en un archivo de formato cartográfico.
	Líneas de flujo simple	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Líneas de flujo indirecto	Cumple la misma función que las líneas de flujo simples, sin embargo indica que la cobertura cartográfica señalada se utiliza solo como referencia y no como input para el procedimiento.
	Tabla de atributos	Indica aquellos procedimientos en que solamente se modificó una tabla de atributos ya existente, o bien se creó una nueva.

Fuente: Elaboración propia.

9.2 Diagramas de flujo por criterios con información cartográfica disponible

A continuación se muestran los diagramas de flujo utilizados para el desarrollo de la cartografía de cada criterio con información cartográfica disponible (ver Figura 11 en capítulo 6.3, en el informe final). Algunos de ellos son comunes para ríos y lagos, por lo que se presenta sólo un diagrama de flujo para ambos tipos de cuerpo de agua. Para el caso de las aguas de transición, los diagramas de flujo no se muestran ya que no existe información cartográfica disponible para ninguno de los criterios seleccionados para aquello.

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de ecorregiones para ríos y lagos



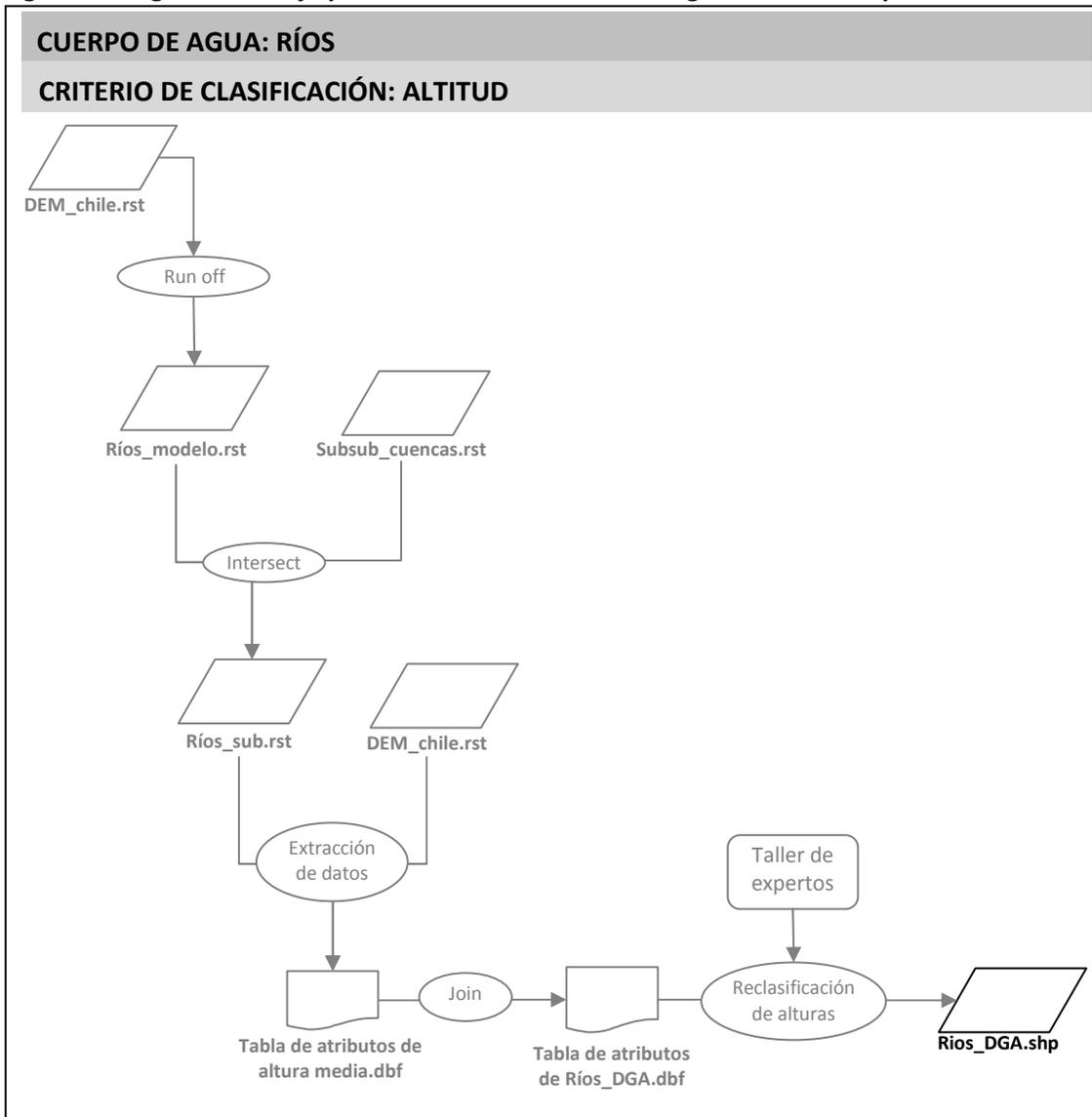
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la **Figura 1**, la entrada basal para esta cartografía fue la elaborada por Abell *et al.* (2008), la que consiste en un archivo en formato vectorial (polígonos, en shape) para toda Sudamérica, por lo que la primera tarea consistió en limitar esta cartografía para que coincidiera con los límites de Chile, eliminando la información de otros países. Luego, ya que este estudio utilizó como unidad territorial básica a la cuenca, se corrigieron los límites de las ecorregiones basándose en los límites de cuencas establecidos por la DGA para el territorio nacional continental, este procedimiento permitió, posteriormente, actualizar dinámicamente los límites de las ecorregiones a medida que se recogían sugerencias de expertos y de la contraparte. Es así, como luego se realizaron ajustes basados en los acuerdos logrados en el segundo taller de expertos y su posterior ratificación en la mesa de trabajo con profesionales de CONAMA y expertos alemanes. En términos técnicos, el procedimiento consistió en asignar un nuevo valor de pertenencia a las cuencas que definirían los nuevos límites para las ecorregiones y luego disolver los límites de las cuencas agrupándolas según su pertenencia a una determinada ecorregión; este procedimiento se puede replicar cuantas veces se estime conveniente, reagrupando las cuencas en diferentes ecorregiones, sin embargo, se espera que luego de las discusiones realizadas en las diferentes instancias de trabajo, la propuesta de ecorregiones que se presenta en el presente estudio sea la definitiva. Finalmente, una vez decididos los límites definitivos de las ecorregiones, esta cartografía se intersecta con las coberturas de ríos y lagos entregados por la DGA, lo que entrega un valor de pertenencia a una ecorregión para cada segmento de río y lago.

Para el caso de la altitud, la base cartográfica utilizada es la entregada por un Modelo Digital de Elevación (DEM), el cual se procesó a partir de la información disponible para todo usuario por el proyecto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) y la National Aeronautics and Space Administration (NASA)⁴, el que tiene una resolución de 90 metros. Los procedimientos utilizados para la asignación de valores a ríos y lagos fue diferente para ambos tipos de cuerpos de agua, como se muestra en los siguientes diagramas de flujo.

⁴ Este proyecto generó datos de elevación para todo el mundo, a través de un sistema de radar especialmente modificado que realizó un vuelo de 11 días durante el año 2000, y es considerado como la base de datos topográfica digital de más alta resolución del mundo. La información correspondiente para Sudamérica está disponible en línea en: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/South_America/

Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de altitud para ríos.



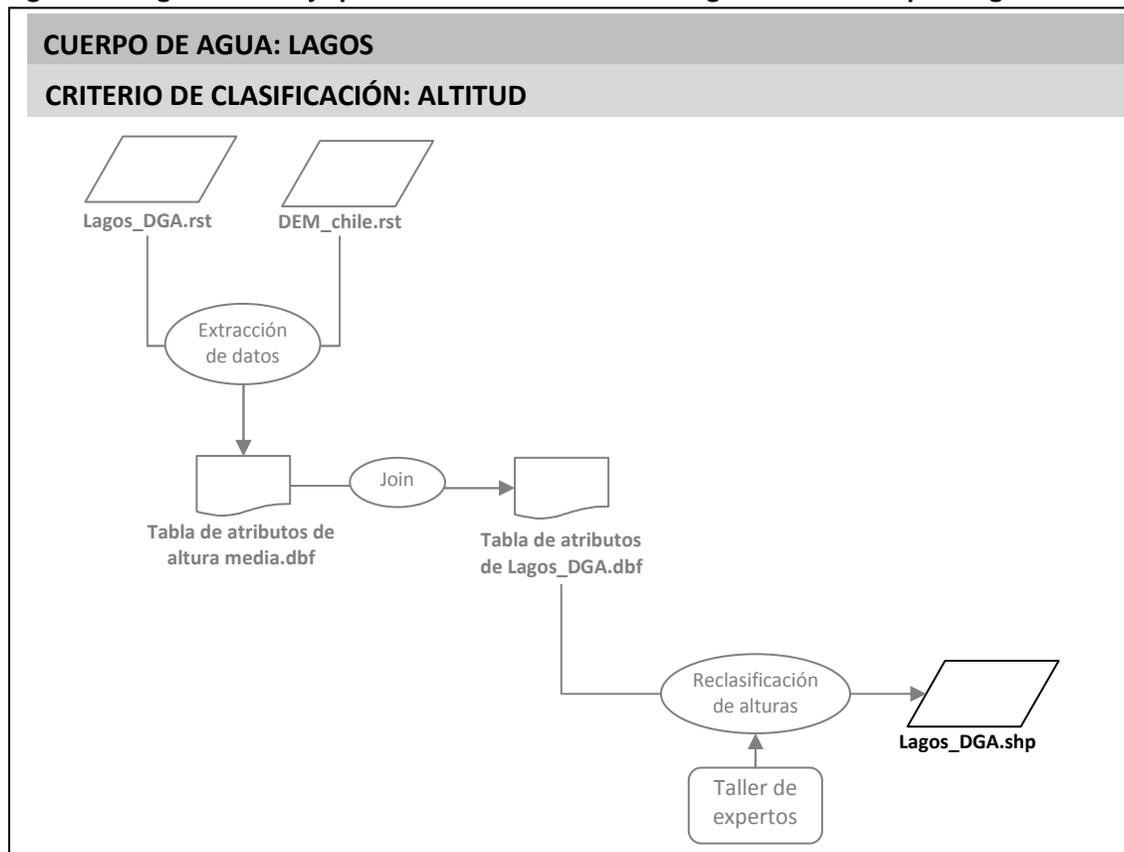
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los ríos, la cartografía de la DGA no coincide espacialmente con el DEM utilizado como base⁵, por lo que fue necesario generar un modelo de escorrentía para todo el país⁶ a partir del cual es posible estimar un valor aproximado de altura para los cursos de agua de la DGA. De esta forma, se extrajo un valor promedio de altura de todos los cursos de agua del modelo de escorrentía generado, en cada sub sub cuenca del país, valor que luego se asignó a los cuerpos de agua utilizados por la DGA en un archivo vectorial, a través su tabla de atributos. Finalmente, estos valores se reclasificaron según los rangos identificadas para este criterio en el segundo taller de expertos (ver Anexo 5) y la mesa de trabajo antes nombrada.

⁵ Es decir, los cursos de agua no atraviesan los fondos de valle que se identifican en el DEM, esto se produce porque la cartografía de ríos oficial de la DGA es elaborada a partir de imágenes aéreas o satelitales, las que no necesariamente coinciden con imágenes de radar como las utilizadas en este estudio.

⁶ El que entrega como resultado los cursos de agua potenciales para el territorio, lo cuales siguen como recorrido la dirección de la pendiente más alta en el DEM.

Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de altitud para lagos

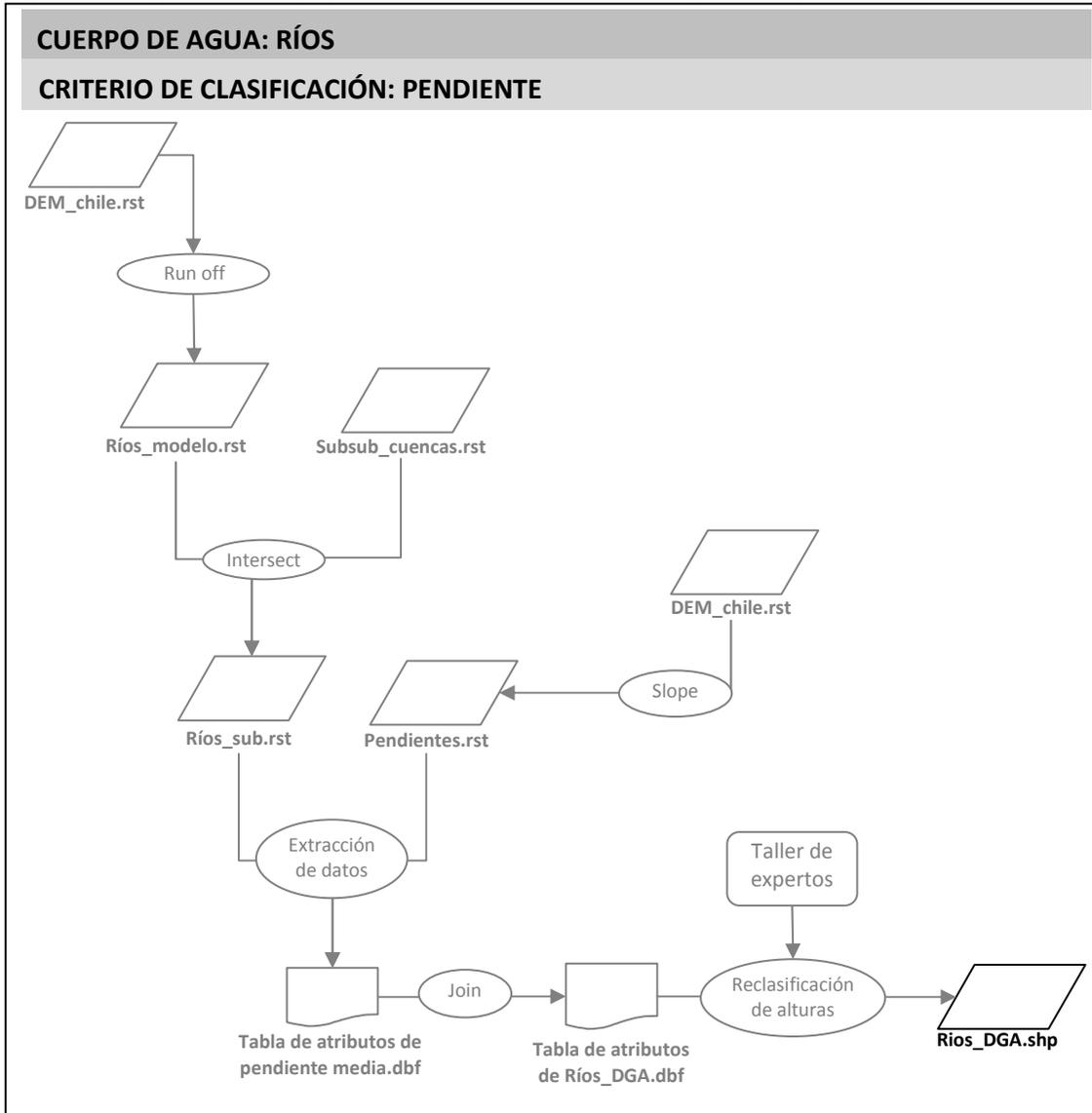


Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 3, el procedimiento para asignar rangos de altura a los lagos del país fue más sencillo que para el caso de los ríos, sin embargo mantiene la misma lógica, en que un valor promedio de altura es extraído para cada lago desde el DEM, los que luego son asignados a la tabla de atributos de la cartografía de lagos de la DGA. Luego, estos valores son reclasificados según los rangos de alturas establecidos en el segundo taller de expertos y la mesa de trabajo.

El DEM derivado del SRTM también fue la base para la asignación de valores de pendiente para los cursos de agua del país. Para esto se siguió una metodología similar a la utilizada para el caso de las alturas en los ríos, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de pendiente para ríos



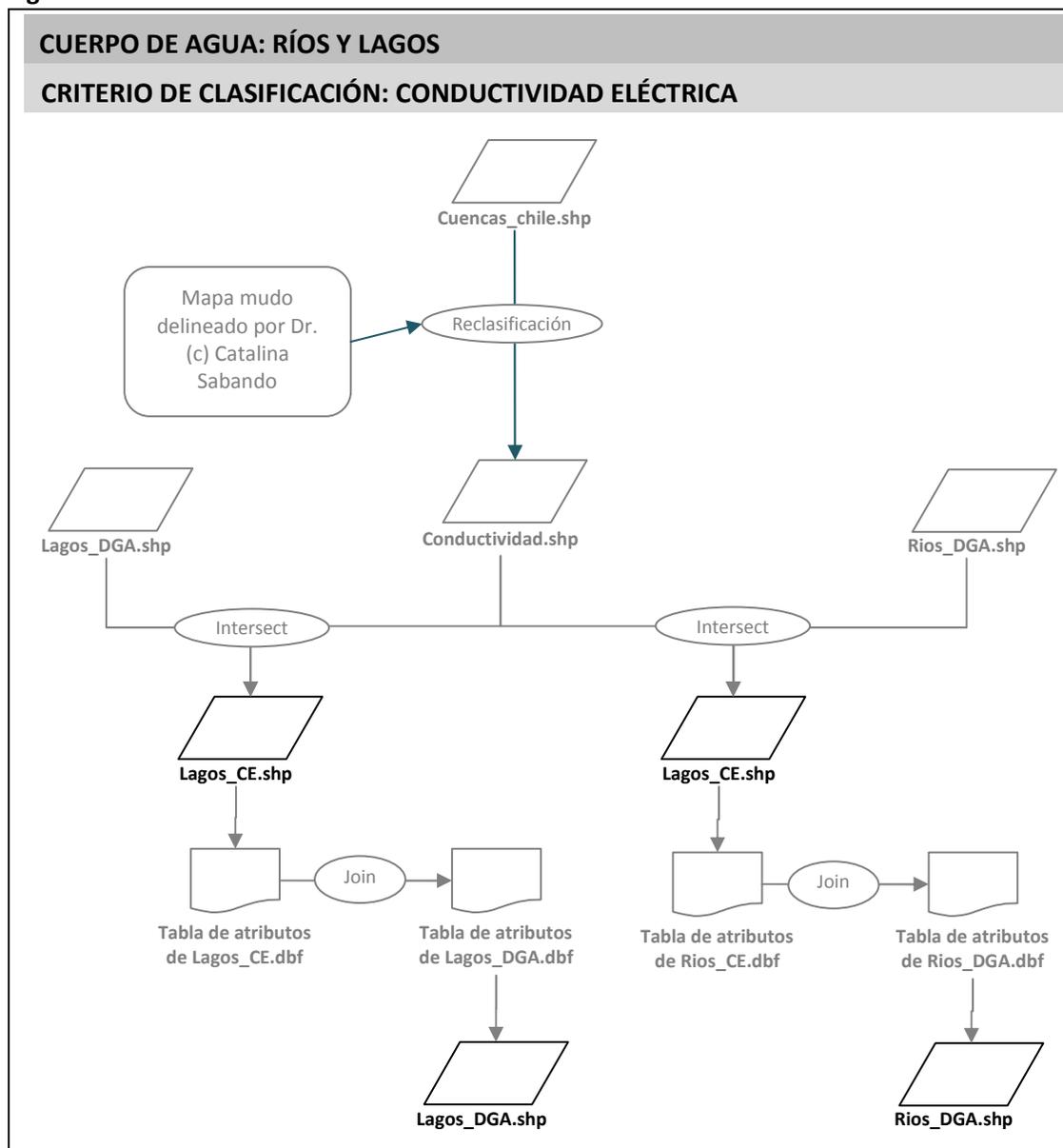
Fuente: Elaboración propia.

Según lo descrito en la figura anterior, el procedimiento solo cambia en la utilización de una cobertura de pendientes (también derivada del DEM⁷) para la extracción de los valores de los ríos modelados, para luego asignar un valor de pendiente promedio por sub sub cuenca a la cartografía de ríos de la DGA. Será importante considerar que, para el caso de la pendiente, la generalización por sub sub-cuenca puede aumentar la inexactitud del método cuando las diferencias entre las pendientes del valle y de la montaña de la sub sub-cuenca son demasiado altas; esta condición puede ser mejorada integrando en el análisis información sobre la geomorfología de la sub sub cuenca, diferenciando en ella entre los sectores montañosos y de valle para la estimación de un valor promedio de pendiente.

⁷ Modelo generado utilizando el software Idrisi Kilimanjaro, el cual entrega como resultado una imagen que refleja la pendiente local expresada como la máxima pendiente alrededor de cada píxel entre cuatro direcciones (Norte, Sur, Este y Oeste), es decir el cálculo de la gradiente en la dirección de la mayor pendiente.

Para la espacialización de la conductividad eléctrica en el país el procedimiento seguido difiere del resto de los criterios presentados, ya que la base de trabajo no es una cartografía previamente fabricada, sino que el criterio experto de la Dra. (c) Catalina Sabando, especialista de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE, quien utilizó un mapa mudo con los límites de las cuencas del país para designar zonas relativamente homogéneas de conductividad eléctrica (se puede obtener más detalle de esto en el capítulo 6.2.1 del informe final). La Figura 5 resume los pasos seguidos para la elaboración de la cartografía de este criterio.

Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de conductividad eléctrica para ríos y lagos



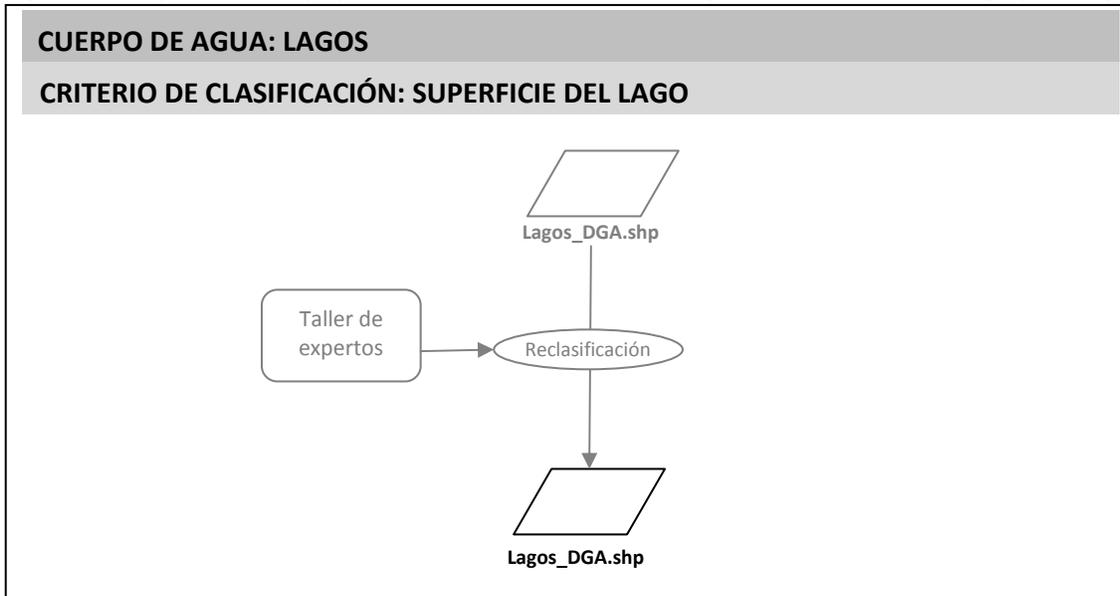
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 5 muestra que se utilizó el conocimiento de la experta reclasificando las cuencas del país según lo expresado en el mapa de referencia, lo que dio como resultado una cartografía de conductividad eléctrica

que divide al país en cuatro grandes regiones. Esta cartografía fue intersectada con la de lagos y ríos entregada por la DGA, asignando una categoría de conductividad eléctrica a cada cuerpo de agua de dichas cartografías.

Finalmente, para determinar categorías de superficie de lagos, solamente fue necesario reclasificar los valores que ya venían integrados en la tabla de atributos de la cartografía de lagos entregada por la DGA. El procedimiento se puede observar en la Figura 6.

Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de la cartografía de tamaño del lago para lagos



Fuente: Elaboración propia.