



AGUA PARA EL FUTURO

**Estrategia de
Seguridad Hídrica
para América Latina
y el Caribe**

ANEXOS

Fernando Bretas
Guillermo Casanova
Thomas Crisman
Antonio Embid
Liber Martin
Fernando Miralles
Raul Muñoz

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Agua para el futuro: estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe: anexos / Fernando Bretas, Guillermo Casanova, Thomas Crisman, Antonio Embid, Liber Martin, Fernando Miralles, Raúl Muñoz.

p. cm. — (Monografía del BID ; 842)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Water security-Latin America. 2. Water security-Caribbean Area. 3. Water-supply-Latin America. 4. Water-supply-Caribbean Area. I. Bretas, Fernando. II. Casanova, Guillermo. III. Crisman, Thomas L. IV. Embid, Antonio. V. Martin, Liber. VI. Miralles-Wilhelm, Fernando. VII. Muñoz-Castillo, Raúl. VIII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Agua y Saneamiento. IX. Serie. IDB-MG-842

Códigos JEL: Q15, Q25, Q53.

Palabras clave: Agua y Saneamiento, Seguridad Hídrica, Estrategia, BID, Innovación, América Latina y el Caribe

<https://www.iadb.org/>

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Agradecimientos

Esta publicación es parte de los resultados generados bajo el Marco Sectorial de Agua y Saneamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), aprobado en diciembre 2017. La implementación de dicho Marco Sectorial es llevada a cabo bajo la División de Agua y Saneamiento del BID (INE/WSA por sus siglas en inglés), y dirigida por el Sr. Sergio I. Campos G.

Esta publicación fue preparada por Fernando Bretas, Guillermo Casanova, Thomas Crisman, Antonio Embid, Liber Martin, y Fernando Miralles, bajo la dirección y coordinación de Raúl Muñoz Castillo (INE/WSA). Giulia Carcasci (INE/WSA) colaboró con información adicional a lo largo del documento y Anamaría Núñez apoyó con la producción de la misma.

El contenido de esta publicación ha sido enriquecido gracias a las contribuciones del siguiente personal del Banco: Sergio I. Campos G., Marcello Basani, Lucio Javier Garcia, Omar Garzonio, Francisco Gonzalez, Kleber Machado, Gustavo Mendez, Henry Moreno, Mauro Nalesso, Maria Alejandra Perroni, Keisuke Sasaki, y David Wilk; Sergio Lacambra, Lina Salazar, y Hector Valdes (CSD/RND); Maricarmen Esquivel, Alfred Grunwaldt, y Adrien Vogt-Schilb (CSD/CCS); Melissa Barandiaran (RMG/ESR); y Patricio Zambrano (CSD/HUD). Además se agradece los aportes de Pedro Coli de RTI.

Este estudio se ha financiado con el apoyo del AquaFund Multidonante (MAF). El MAF es el principal mecanismo de financiamiento para apoyar las inversiones del Banco en el sector de agua y saneamiento desde su creación en 2008. Es un fondo flexible, abierto a la innovación, para ayudar a los gobiernos de la región a lograr los Objetivos de Desarrollo sostenible a través del agua de calidad y servicios de saneamiento para todos, trabajando en la gestión de residuos sólidos y capaces de enfrentar los desafíos del cambio climático, la degradación del ecosistema y la creciente inseguridad del agua. La Iniciativa de Agua y Saneamiento AquaFund es financiada con recursos propios del BID y con recursos de socios donantes, siendo estos Austria, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la Fundación PepsiCo y la Cooperación Suiza a través de su Agencia de Desarrollo y Cooperación COSUDE y la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos de Suiza (SECO).

Los recursos para elaborar estudios y desarrollar la Iniciativa de Seguridad Hídrica proceden de la Facilidad de Inversiones para América Latina (LAIF) de la Unión Europea. En el marco de este instrumento de financiamiento, la Unión Europea firmó un acuerdo con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) para la gestión del proyecto regional “Promover la adaptación al cambio climático y la gestión integral de los recursos hídricos en el sector de agua y saneamiento en América Latina en el marco del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS)”, el cual establece que las actividades relacionadas con asistencias técnicas serán ejecutadas a través del BID.

Índice de Contenido

ANEXOS	5
ANEXO A. Situación actual de la SH en LAC	6
ANEXO B. Experiencia del BID en la búsqueda de la Seguridad Hídrica	26
ANEXO C. Mejores prácticas en innovación en seguridad hídrica	52
ANEXO D. Componente legal, institucional y socio-económica	84
ANEXO E. Taller seguridad hídrica	130
ANEXO F. Al Capítulo V. Retos y oportunidades para la SH en LAC para las infraestructura hídricas en la región	132



ANEXOS

ANEXO A. Situación actual de la SH en LAC

A.1.- ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA HÍDRICA EN LA REGIÓN

A.1.1.- UNA VISIÓN GENERAL

El enfoque general de la cuestión de la SH pertenece al ámbito de la planificación hidrológica y, de manera más general, a la legislación sobre aguas, cuya unidad de actuación es la cuenca hidrográfica. Ésta, en tanto que entidad fisiográfica/hidrológica, no se atiene a la delimitación política del territorio y de los países. De ahí que existan cuencas transfronterizas que abarquen diversos países. El caso de la cuenca del Amazonas es un ejemplo paradigmático de cuenca transfronteriza, que afecta a Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Guyana y Surinam.

El análisis de la SH por cuencas sería el más científicamente correcto y elegante. Ahora bien, incluso las grandes cuencas, para ser manejables, necesitan subdividirse en diferentes subcuencas que permitan una aproximación rigurosa a su conocimiento. Por tanto, si se tiene en cuenta que el territorio de ALC tiene una extensión estimada de unos 20 millones de kilómetros cuadrados, son tantas las cuencas con identidad propia que aparecen, que su comprensión y encaje global entrañaría una gran dificultad y se perdería la visión de conjunto que requiere la Región.

En esas condiciones, parece más razonable acudir a otra discretización con menos unidades de análisis que permitan aportar una visión global del territorio de ALC: i) los países, ii) las subregiones que, con ciertas variantes, son utilizadas por los Organismos Internacionales, como Banco Mundial, FAO, BID, etc. Ahora bien, para presentar la visión del estado actual de la infraestructura hídrica en la Región se ha optado por tomar prestado el criterio de la planificación hidrológica sobre usos del agua.: i) abastecimiento urbano, ii) industria y minería, iii) sector agropecuario, regadío y ganadería, iv) energía, el sector hidroeléctrico; dentro de cada uso, se utilizará el criterio de discretización territorial que más convenga, subregiones o países.

Los usos tienen aspectos comunes, como las fuentes de alimentación, que pueden ser de aguas superficiales, tomadas directamente de ríos o de embalses, o de aguas subterráneas; la reutilización de las aguas a lo largo de la red fluvial es un hecho natural en las cuencas hidrográficas y también se produce la reutilización directa (“reúso”) de las aguas tratadas que son utilizadas para atender otros usos, sobre todo en explotaciones próximas a ciudades a sus PTARs. Se ha reportado el caso de Monterrey (México) en donde la escasez crónica del agua ha llevado a extremos inverosímiles para su aprovechamiento, con el empleo del reúso (previa depuración).

Los usos compiten entre sí debido a la escasez del recurso, siendo por lo general la agricultura el máximo consumidor. Debido a la protección y prioridad que las legislaciones atribuyen al abastecimiento urbano, en episodios de sequía, el regadío es el que más soporta los efectos de este fenómeno extremo. Para finalizar esta presentación, se presentan los consumos totales del recurso y la participación porcentual de los usos en ALC, con datos de 2010 obtenidos de FAO, noviembre 2016.

CONSUMO TOTAL DE AGUA : 329,3 Km³/año

(s/ FAO, 2016, datos de 2010)

Uso urbano:	16,8 %
Uso agrario:	71,3 %
Uso industrial:	11,9 %
Uso hidroeléctrico:	No consuntivo

A.1.2.- LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO URBANO

A.1.2.1.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO URBANO Y SANEAMIENTO

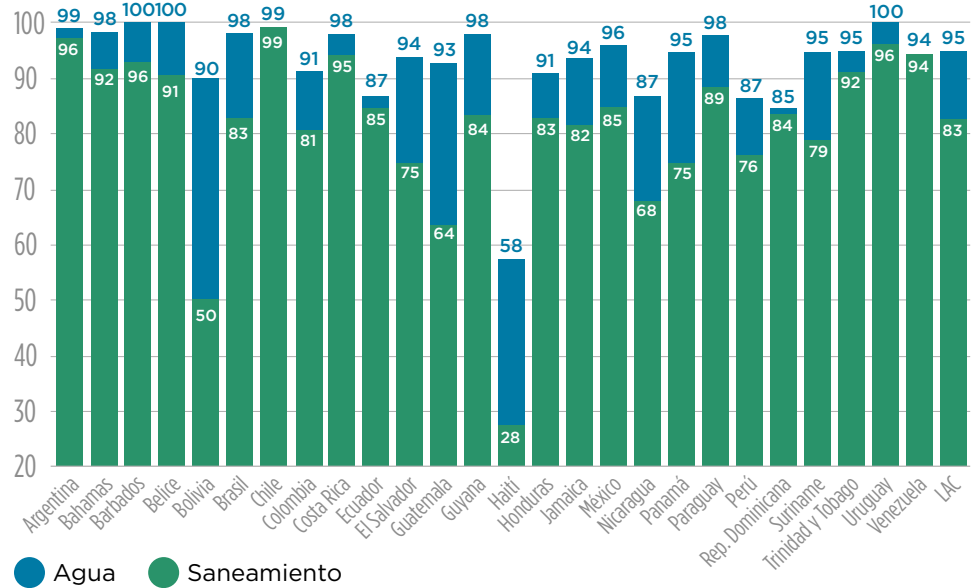
La primera cuestión relevante en la SH es, por tanto, el aseguramiento del suministro de agua para el abastecimiento urbano con calidad aceptable para la salud. Asociado al abastecimiento, se encuentra la recogida de las aguas domésticas usadas a través de una red de saneamiento, que mejora la higiene de las familias y, consecuentemente, su nivel sanitario.

Como es previsible, la situación es muy variable, según país y región de ALC. La información más completa y actualizada sobre los niveles de acceso a estos servicios, corresponde a la reportada por la OMS y UNICEF en 2015 que presenta la Figura que sigue ¹. De ella se deduce que el conjunto de los países de ALC presenta un nivel de acceso a “agua segura” del 95 % y a saneamiento mejorado, del 83 %, con una gran variabilidad entre países.

El país en cola es Haití en el que la cobertura de agua segura es tan sólo del 58 %, en tanto que la cobertura de saneamiento es realmente baja, de tan sólo el 28 %. Los que más alto grado de cobertura en agua segura han alcanzado son: Barbados, Belice y Uruguay, con el 100 %. Y por encima del 95 % se encuentran Argentina, Bahamas, Brasil, Chile, Costa Rica, Guyana, México, Panamá, Paraguay, Trinidad y Tobago. En saneamiento, estarían en cabeza: Argentina, Barbados, Chile, Costa Rica y Uruguay, con porcentajes superiores al 95 %. Los mismos desequilibrios que se producen entre los países, tienen lugar dentro de estos. Valga algún ejemplo, extraído de DMSAS: en México, los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca tienen coberturas cercanas al 74%, mientras que a nivel nacional los porcentajes son del 96 % y de 85 % en saneamiento.

¹ Documento de Marco Sectorial de Agua y Saneamiento, BID. Diciembre 2017. En lo sucesivo, DMSAS

Figura II.5.1. Porcentajes de cobertura de agua y saneamiento, global para la ALC y por países.



Fuente: Documento de Marco Sectorial de Agua y Saneamiento. BID, diciembre 2017.

A ello se añade que la calidad del servicio no es plenamente satisfactoria, incluso en las zonas con una razonable cobertura de redes. Los problemas principales detectados, muy generalizados en la Región, son: a) Falta de potabilidad, por presencia de materia fecal y contaminantes químicos, b) Falta de suficiente presión para asegurar la llegada de agua a pisos superiores, c) Falta de continuidad en el servicio, con amplios períodos de cortes de agua. Se reportan porcentajes del 60 % de sistemas de agua que no aseguran el servicio las 24 horas durante los 7 días de la semana, con el riesgo de roturas al restituir el servicio por los golpes de ariete que provoca el aire que haya entrada en los conductos, d) Déficit en la generalización de las conexiones intradomiciliarias; este problema está detectado y se están llevando a cabo intervenciones con microcréditos que permitan atenuarlo, para así aumentar el porcentaje de conexiones.

Es opinión compartida por expertos en la materia que, aunque se siguen construyendo redes gastando importantes montos económicos, la realidad es que se sigue perdiendo mucha agua por contar con tuberías envejecidas, roturas por escaso mantenimiento, por fraudes de agua, etc. Se menciona, por ejemplo, el caso de Uruguay en el que si bien la cobertura de la red de agua es del 100% casi la mitad del agua potabilizada se pierde debido a los problemas mencionados².

El suministro con aguas subterráneas presenta también falta de potabilidad por la presencia de nitratos, arsénico, boro y otros contaminantes. En zo-

² Los ríos de ALC, entre los más contaminados del mundo. Artículo en Agronoticias, del 09/01/2014

nas costeras, y de manera muy especial en las Islas del Caribe, la sobreexplotación de los acuíferos favorece la intrusión salina, lo que inhabilita estas aguas para el abastecimiento urbano al convertirlas en aguas salobres, con alto contenido salino. Los efectos del cambio climático todavía agudizarán más estos problemas, de forma que o bien se identifican fuentes de recursos potables dentro de las islas o habría que contemplar la tecnología de desalación. Por otro lado, la pérdida de estas reservas subterráneas, en tanto que reservas estratégicas, añaden dificultad para afrontar los episodios de sequía.

Con las reservas propias de los análisis llevados a cabo para el presente trabajo, las conclusiones alcanzadas son las siguientes:

- | | |
|---|--------------|
| 1) Cobertura agua (promedio): | 95 %; |
| 2) Cobertura agua segura (promedio): | 68 % |
| 3) Objetivo agenda 2030: | 100 % |
| 4) Cobertura saneamiento promedio: | 68 % |
| 5) Cobertura saneamiento real: | 22 % |
| 6) Objetivo agenda 2030: | 100 % |
| 7) Población sin cobertura de agua segura: | 198 millones |
| 8) Población sin cobertura de saneamiento real: | 457 millones |

El problema para hacer frente al gran reto planteado se complica por el proceso que está viviendo ALC de concentración de la población en ciudades medianas y grandes. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), referenciado en DMSAS, se puede afirmar que la Región es la más urbanizada del mundo, con el 80 % de la población habitando en ciudades. Para el año 2030 se estima que los centros urbanos con más de 300.000 habitantes concentrarán el 51,1% de la población de la región. Este acelerado crecimiento no se está haciendo de manera ordenada, lo que añade dificultad adicional al esfuerzo que se pretende llevar a cabo para lograr los ODS tendentes a la universalización de los servicios de agua y saneamiento.

Poniendo el acento en el conjunto de ciudades de más de 300.000 habitantes ³, se ha implantado la micro-medición, que alcanza, en media, al 78,9 % de los usuarios, con un mínimo del 19 % y un máximo del 100 %, sin que se haya podido comprobar que incida de una manera efectiva en la reducción del consumo. En este sentido, la mayoría de las dotaciones unitarias se encuentran en una banda comprendida entre 100 y 200 litros por habitante y día, con un promedio que no alcanza los 160 l/hab y día. Estas cifras están dentro de las bandas estipuladas en países europeos. En España, por ejemplo, las dotaciones para suministro de agua que recoge la Instrucción de Planificación Hidrológica, para ciudades entre 100.000 y 500.000 habitantes se mueve entre 180 y 490 litros por habitante y día.

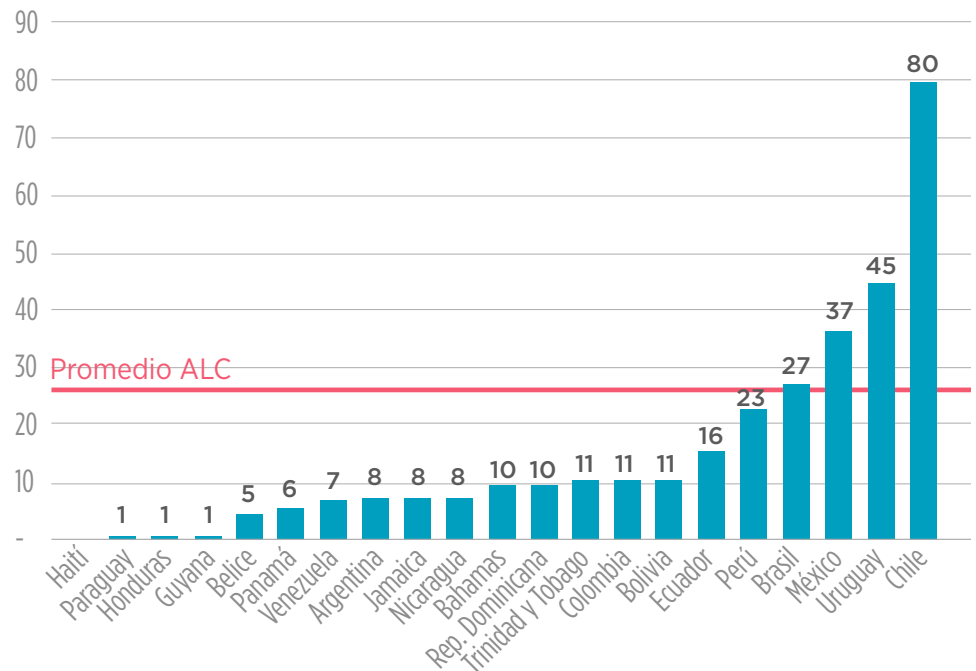
³ El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Desafíos de los operadores de áreas urbanas de más de 300.000 habitantes. BID 2015.

Otro dato interesante sobre la gestión de las redes de abastecimiento que recoge el mencionado trabajo es el porcentaje de agua “perdida”, es decir, no facturada que, en media, está en el 38,3 %, con mínimos y máximos del 15% y del 75,6 %, valores muestrales ambos detectados en Brasil.

A.1.2.2. SOBRE EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS EN LOS VERTIDOS PROCEDENTES DE LAS REDES URBANAS

El Joint Monitoring Programme (Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo), que menciona el DMSAS, estima que a nivel regional la cobertura de hogares con aguas residuales tratadas está alrededor del 22% en promedio, con una variación muy alta entre países (Chile, donde supera el 80%, le sigue Uruguay con el 45%, México con 37%, Brasil con 27%, Perú con 23% y en países como Ecuador, Bolivia, Colombia y Trinidad y Tobago estos valores varían entre el 10% y el 20%), como se presenta en la Figura que sigue. La línea roja marca el nivel promedio para ALC que, como se ha indicado, es del 22 %.

Figura II.5.2. Porcentajes de cobertura de hogares cuyas aguas residuales son tratadas.



Fuente: Documento de Marco Sectorial de Agua y Saneamiento. BID, diciembre 2017.

Según un informe de Naciones Unidas⁴ en el mundo, las aguas residuales del 26 % de hogares no reciben tratamiento, lo que significa que ALC sólo está ligeramente retrasada respecto a la media mundial. Pese a todo ello, en los últimos veinte años se ha producido un avance sustancial en el tratamiento de

⁴ Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, 2017. Aguas Residuales. El Recurso desaprovechado.

aguas residuales urbanas que ha duplicado la cobertura de tratamiento hasta alcanzar los porcentajes reseñados en la Figura anterior. Se da la paradoja de que se está avanzando en el alcantarillado, como uno de los ODS, pero si no se actúa en el tratamiento de las aguas residuales lo que se hace es facilitar la llegada de más contaminación urbana a los ríos. Las grandes municipalidades pueden acometer los costes de inversión y de mantenimiento, pero deben estar incorporados a las tarifas para que el proceso sea sostenible: Recientemente entró en servicio la PTAR de Atotonilco (México), la mayor planta de tratamiento de aguas residuales del mundo, para 31,5 m³/s.

Un caso paradigmático es el río Bogotá en el que en 2004 se produjo una sentencia del Tribunal Administrativo de Cundimarca (Sentencia 479 de 2004). La novedad de la sentencia es que declara responsables del estado del río a instituciones públicas y particulares. Y es que en su parte alta existen industrias de curtidos de piel (curtiembres) que vierten metales (cromo y sulfuros) y desechos de los mataderos, a lo que se añade los vertidos sin tratar de las poblaciones, incluidos los de Bogotá, más otros vertidos industriales y de minería extractiva. La sentencia dio pie para emprender una acción decidida sobre el conjunto de la cuenca para tratar de enfocar el problema globalmente.

En el momento actual se están llevando a cabo inversiones en las PTAR de la ciudad de Bogotá pero según informa la prensa local ⁵ el programa discurre lentamente, y con escasas expectativas de éxito por el desinterés de los ciudadanos por conservar el río, pese a las campañas de concienciación que parecen haberse llevado a cabo. Por otro lado, sin abordar el tratamiento en los procesos de aguas arriba (curtiembres) y de las explotaciones mineras, el efecto sobre la cuenca será muy modesto. Una vez más, es un caso claro de que el enfoque ha de ser integral.

De hecho, se reporta que existen planes ambiciosos para la ampliación del tratamiento de las aguas residuales urbanas en ciudades como Buenos Aires, Bogotá, Lima, México y San Pablo (Ballester et al., 2015), pero en su mayoría han sido aplazados por muchos años debido a restricciones presupuestarias e institucionales (Informe Mundial de Naciones Unidas).

Las dos cuencas mencionadas, Bogotá y Matanza-Riachuelo forman parte del subconjunto de las cuatro cuencas más contaminadas de América del Sur, a las que se añaden las de río Tieté – que atraviesa la ciudad de San Paulo, en Brasil – y la del lago Ypacarai, en Paraguay (Katherine Watkins, 2013). Pero no son las únicas contaminadas⁶. En México están identificadas las de los ríos Lerma, Río Bravo, Suchiate; en Argentina, Riachuelo – ya reseñada –, Reconquista, Suquia, Caracaña, Río de la Plata, Curaco, Colorado, Negro; en Chile, las de los ríos Maipo, Biobío, Elqui, Loa; en Colombia, Bogotá – ya reseñada –, Cauca, Magdalena; en Brasil, ríos Negro, San Francisco; en Paraguay, ríos Paraná, Paraguay; en Venezuela, ríos Guaire y Murillo; en Perú, río Ucayali y, finalmente, en Costa Rica, las cuencas de los ríos Tarcoles y Virilla.

⁵ Las necesidades del río Bogotá. El Espectador, 28.06.2018

⁶ Ríos contaminados en América Latina. Revista Vinculando. Lenin Cardozo, Agosto 2011

A.1.3.- EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL SECTOR DEL REGADÍO

A.1.3.1.- EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DEL REGADÍO EN ALC

De acuerdo con el Estudio sobre Gestión Integral de los Recursos Naturales⁷ en la mayoría de países de ALC, el riego se ha desarrollado de una forma significativa durante el siglo XX, especialmente a partir de los años 50 habiéndose más que duplicado en las cuatro décadas que van de los años 60 a los 90, pasando de 8 millones de hectáreas a principios de los años 60, a 18 millones de hectáreas a finales de los años 90, alcanzándose en 2010, también según FAO, las 24,22 millones de ha, de las cuales, 6,31 millones se riegan con aguas subterráneas.

Este desarrollo no puede extrañar por el aumento que el regadío supone para la renta familiar del agricultor y una mayor estabilidad en sus producciones e ingresos, ya que no ha de depender de la climatología en la medida que lo hace el secano. Esta idea se pone de manifiesto en un análisis del portafolio de operaciones de riego financiadas por el Banco Mundial⁸ entre 1998 y 2008: el 92% de los proyectos analizados reportó aumentos en la producción agrícola y en los ingresos. En España, por ejemplo, la productividad media del regadío es de unos 5.400 \$US, casi 9 veces más que la hectárea en secano.

Los datos que reporta FAO sobre superficies puestas en regadío y superficie total cultivada (incluyendo secano y regadío), en tres años horizonte: 1973, 1993 y 2013, permite analizar la evolución que se está produciendo en el sector: i) en la Región Andina (Chile, Perú,, etc.) y Brasil es donde ha tenido lugar el mayor impulso de crecimiento del regadío, ii) en los demás países de América del Sur el crecimiento del regadío ha sido moderado, iii) en México se observa un crecimiento importante en el primer período (1973 a 1993), alcanzándose una razonable estabilización en el segundo.

Sobre las 18 millones de hectáreas que a finales de la década del los 90 se regaban, indica FAO que, por lo menos 8 millones tenían más de 40 años de existencia, lo que apunta a la necesidad de su rehabilitación y mejora. En el momento actual no sería exagerado afirmar que las hectáreas susceptibles de ser rehabilitadas rondarían los 10 millones de ha.

El desarrollo del regadío se ha hecho tanto por iniciativa pública como privada. La pública se ha orientado más a la seguridad alimentaria nacional (productos básicos como cereales, oleaginosas, leguminosas, tubérculos), mientras que la privada ha optado por cultivos de alto valor añadido con destino a la exportación (especialmente, frutas y hortalizas). El sector privado ha ejecutado infraestructuras “sencillas”, sobre todo pozos para la captación de aguas subterráneas y pequeños azudes y canalizaciones para la captación de

7 Proyecto FODEPAL, Gestión Integral de los Recursos Naturales, Capítulo VI, Políticas de Desarrollo del Riego. FAO.

8 Documento de Marco Sectorial de Agricultura y Gestión de Recursos Naturales. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestión de Riesgos por Desastres Naturales. BID. Junio 2016.

aguas en ríos, así como balsas de almacenamiento en la propia explotación y ha recibido ayudas por parte estatal para la impulsión de las transformaciones, (Fodepal, FAO, ya citado).

La iniciativa pública ha emprendido las transformaciones de grandes zonas regables que, por el montante de la inversión, el largo plazo de recuperación, la escasa rentabilidad esperada, la complejidad técnica de los proyectos y obras, etc, no estaban al alcance de la iniciativa privada.

El riego privado es predominante en países como Brasil, Chile, Ecuador o Uruguay. En otros como Argentina, Colombia, Venezuela y América Central, se da una situación mixta, en la que el riego público alcanza un peso significativo. Por último, en países con tradición de grandes transformaciones en regadío, como es el caso de México o Perú, o de economía planificada, como es el caso de Cuba, el peso del riego público es muy fuerte. Se asiste a un proceso generalizado de transferencia desde el sector público al privado, de manera que sean los usuarios quienes se hagan carga de la operación y mantenimiento de los sistemas.

La planificación en el sector agrario ha recibido cada vez mayor atención y ejemplos de ello son - Proyecto Fodepal, FAO -: la Proposición del Plan Maestro de obras de riego para el período 1997-2005 de Chile, etc. En este apunte cabe señalar la experiencia impulsada recientemente en Bolivia por el BID que condujo a la redacción de un Plan Nacional de Riegos que estableció como objetivo la puesta en regadío de 1.000.000 ha, que duplicaría las que existían en ese momento, apoyado en la correspondiente Ley.

A.1.3.2.- CONSUMOS DE AGUA PARA EL REGADÍO Y DOTACIONES

De acuerdo con FAO (Informe de Noviembre 2016), en el conjunto de ALC el consumo en 2010 alcanzó a cifra de 235,6 km³, de los cuales, unos 50 km³ se obtienen de aguas subterráneas. Los mayores consumidores del recurso son: México, la Región Andina, Brasil y restantes países de América del Sur. La región de Centroamérica, así como el Caribe y Guyana quedan muy por detrás.

Resulta interesante tener una aproximación a la dotación bruta media por hectárea. Para ello se utiliza el consumo en el año 2010 con la superficie en riego del 2013. La cifra resultante es aproximada a la realidad, pero suficiente a los efectos que se busca: i) en el conjunto de ALC, la dotación bruta media es de 9.477 m³/ha, valor moderadamente alto, lo que indica que se podría aspirar a su reducción mediante proyectos de modernización, ii) dentro de las regiones con máxima expansión del regadío, la región andina es la que tiene un menor consumo de agua por hectárea, 6.954 m³/ha y año, lo que revela que, en conjunto, ha de tener instalaciones más modernas y tecnificadas, iii) Brasil está por debajo de la media de ALC, 8.315 m³/ha y año, pero casi un 20 % por encima que la región andina, iv) destacan, por sus fuertes dotaciones, otros países de América del Sur, 16.421 m³/ha y año que tiene su relevancia

desde el punto de vista de presión sobre los recursos por cuanto que cuentan en 2013 con una extensión del regadío de 3,8 millones de hectáreas, y, v) es reseñable el gran consumo en Caribe Grandes Antillas, 12.000 m³/ha y año, también importante por la presión que ejerce sobre los recursos de la región ya que tiene una superficie en riego de 1 millón de hectáreas.

A.1.3.3. ANÁLISIS DE LAS POSIBILIDADES DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN ALC

En general (Fodepal, FAO), se detecta una clara tendencia hacia la rehabilitación y modernización de los sistemas de riego ya existentes, más que hacia la puesta en riego de nuevas zonas, liderando esta tendencia países como Argentina, México o Chile.

En el caso de Brasil, potente exportador agrario y con agua abundante, lo razonable es que opte por la expansión del regadío. En cambio, en países como México, Perú o Chile que ya presentan problemas de escasez de agua, y en los que se han desarrollado desde hace muchos años importantes infraestructuras hidráulicas para regar millones de hectáreas, lo más probable es que la expansión futura del regadío sea muy moderada y que la política de regadío se centre en la mejora y modernización de los regadíos existentes. La rehabilitación y modernización del regadío en esas zonas está apoyada mediante programas de ayuda pública.

Con la información de FAO, señalada mas arriba, es previsible que haya que contar con entre 8 y 10 millones de hectáreas de modernización. A manera orientativa, contando con la predisposición de los países hacia la modernización, en el presente trabajo se ha procedido a una prognosis de reparto en proporción aproximada a sus superficies de riego en 2013, lo que conduce a las siguientes cifras: Argentina, 1,2 millones de ha.; Brasil, 3,3 mill ha.; Chile, 0,7 mill ha.; México, 4 mill ha y Perú, 0,7 mill ha. Se insiste en el carácter orientativo, por cuanto que ya ha sido mencionado el caso de Bolivia en el que hay intereses también al respecto.

A.1.3.4. SOBRE LAS POSIBILIDADES DE EXPANSIÓN DEL REGADÍO

Siguiendo de nuevo el Informe Fodepal, se pueden señalar los países que, en principio, estarían menos proclives a una ampliación de su superficie bajo riego: i) Argentina, El Salvador y Venezuela, por la escasa superficie potencial con relación a la superficie total del país y por la escasez de recursos hídricos disponibles en las áreas de mayor aptitud para el riego lo que limita dicha superficie, ii) Costa Rica y Panamá; las condiciones húmedas de la mayor parte del territorio hacen que la necesidad del riego y, por tanto, su superficie potencial sea baja, así como la escasa superficie potencial con relación a la superficie total del país, iii) según el Informe Fodepal, Bolivia, por las condiciones climáticas, la topografía accidentada y la escasez de agua en buena parte del país, sin embargo, ya se ha reseñado que la nueva política del

regadío, orientada hacia la seguridad alimentaria, apuntaría a un incremento del riego en unos 0,5 millones de hectáreas

En definitiva, como nuevos “focos potenciales” para acoger nuevos regadíos se destacarían Brasil, México, Chile y Perú, a los que se debe incorporar Colombia, al menos a los efectos predictivos con que se acomete el presente trabajo. Nuevamente con carácter orientativo, los 4 millones de hectáreas que según FAO cabría esperar como ampliación del riego se podrían distribuir de la siguiente manera: Colombia, 0,3 mill ha.; Brasil, 1,4 mill ha.; Chile, 0,3 mill ha.; México, 1,7 mill ha y Perú, 0,3 mill ha. Se hacen las reservas oportunas ante la aparición de casos como Bolivia y otros más que pueden aparecer en el curso de los próximos años.

A.1.3.5. CONSIDERACIONES FINALES SOBRE EL REGADÍO EN ALC

En ALC, el porcentaje de superficie regada sobre el total de superficie cultivada - que incluye secano y regadío - ha pasado desde un 9,7 % en 1973 hasta el 12,7 % en 2013 (FAO, Nov. 2016). Según la misma fuente, en el Mundo, el porcentaje medio de superficie regada frente a la superficie total cultivada es del 20,6 %. En Asia se dan los mayores porcentajes, del 40,9 %. En Europa, el porcentaje medio es moderado, del 7,3 %, pero destaca la Europa Mediterránea con un porcentaje del 31,4 %. El marco descrito acerca de diversas regiones del Mundo, permite afirmar que ALC ha alcanzado un desarrollo en regadío muy modesto en su conjunto, por lo que todavía el regadío tendrá un largo recorrido.

Por su carácter de gran consumidor del recurso, el regadío tiene un claro protagonismo en la contaminación. La solución que se atisba más viable es la de prestarle el apoyo necesario, técnico, legal, financiero y de todo tipo para medidas que atenúen los impactos negativos: tecnificación del riego, asesoramiento y formación del agricultor, y aplicación de lo que se puede denominar código de buenas prácticas agrarias.

A.1.4.- AGUA Y ENERGÍA. EL SECTOR HIDROELÉCTRICO

A.1.4.1. PANORAMA GENERAL EN ALC

Procede recordar que, en sus inicios, el desarrollo hidroeléctrico estuvo vinculado al de la minería, en particular en México, Chile, Perú, Bolivia y Brasil. En 1930, período entre la primera y segunda guerras mundiales, el 90% de la capacidad instalada de la región estaba concentrada sólo en tres países (Brasil 47%, México 28% y Chile 12%), siendo ya Brasil el mayor productor de hidroelectricidad de ALC ⁹.

Para 1970, la capacidad instalada hidroeléctrica en ALC era ya de 19 GW, la cual representaba el 48% de la capacidad instalada total de generación

⁹ NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-1405 editada por la División de Energía, Sector de Infraestructura y Energía, del BID, de la que es autor D. Arturo Alarcón, Junio 2018.

en la Región. Es a partir de 1970, y particularmente después de la crisis del petróleo de 1973, cuando la energía hidroeléctrica ganó un nuevo interés como alternativa a la generación fósil, tanto a nivel mundial como también en ALC, y no tanto por razones medioambientales, sino fundamentalmente económicas y de escasez de combustibles fósiles. Es en ese período cuando se ponen en funcionamiento las grandes infraestructuras hidroeléctricas, con potencias realmente importantes que más adelante se señalan. Es preciso admitir que algunos, o muchos, de esos grandes complejos, con enormes embalses y grandes centrales, difícilmente se hubieran podido llevar a cabo en la actualidad, especialmente por la legislación ambiental vigente, que o bien hubiera hecho inviable su ejecución (al menos con el tamaño con que fueron diseñados y ejecutados) o hubieran tenido un coste muy superior por las medidas de compensación ambiental que se les hubiera exigido. Existen casos en Europa, España por ejemplo, en donde el coste de las medidas compensatorias ha llegado a superar el coste de la propia infraestructura.

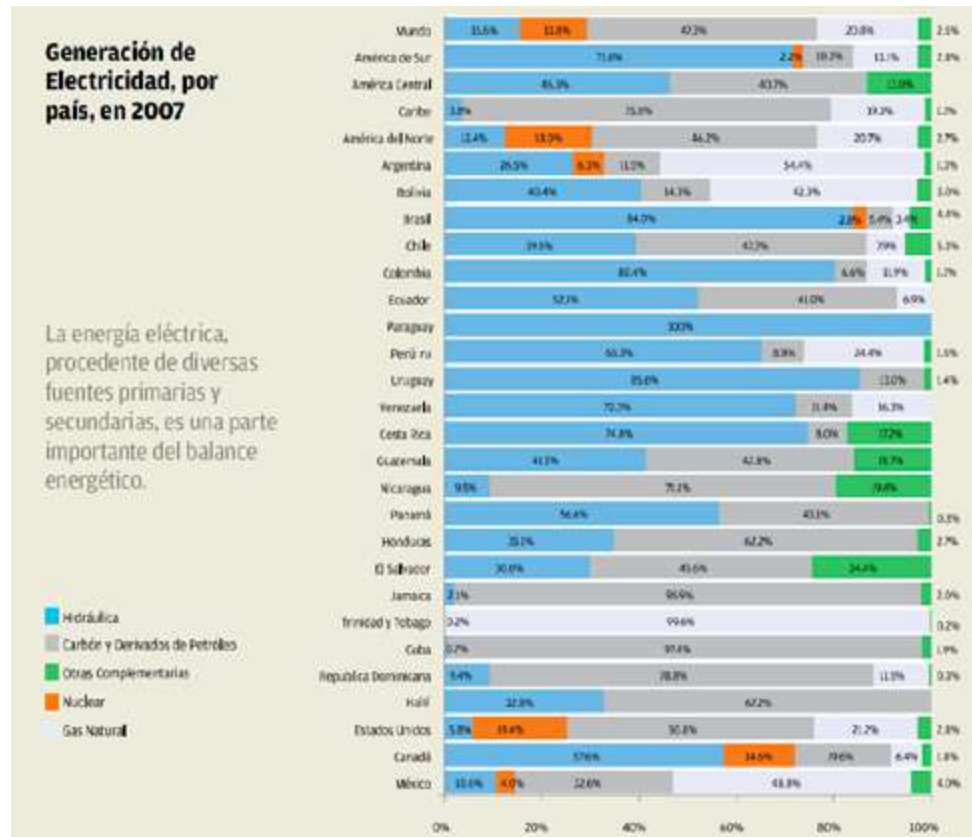
Se puede afirmar, pues, que las décadas de 1970 y 1980 fueron las más fructíferas para el desarrollo hidroeléctrico de ALC, con una capacidad hidroeléctrica instalada que creció 5 veces en 20 años, de 19 GW a 93 GW. Para 1990, esos 93 GW suponían el 15 % de la capacidad instalada mundial (frente al 6 % de 1970). En las décadas de 1990 y 2000 se produjo un punto de inflexión, debido a diversos factores, entre otros, la incorporación del sector privado a los mercados eléctricos, lo que hizo que se buscaran proyectos más discretos con menor riesgo económico y financiero, dando lugar a aprovechamientos hidroeléctricos de menor entidad y a la entrada de la generación térmica, especialmente en países en donde existía acceso a gas natural.

Según documento del BID¹⁰ la población de ALC accede preferentemente al consumo de energía mediante la electricidad, aumentando entre 2000 y 2016 el porcentaje del 87% al 97%, acercándose a la meta de servicio universal para 2030.

La Figura que sigue ofrece un panorama del origen de la energía eléctrica, en América Latina y el Caribe, en el año 2007. Se puede apreciar que la competencia se establece especialmente entre la energía hidroeléctrica y el carbón y derivados del petróleo. En América del Sur toma ventaja la energía hidroeléctrica, con un porcentaje del 71,6 %, en tanto que las térmicas quedan en un 10,3 %. La energía nuclear ocupa un puesto secundario, con el 2,2 %.

¹⁰ Documento de Marco Sectorial de Energía. BID Junio 2018. En lo sucesivo, DMSE

Figura II.5.3. Origen de la electricidad en ALC y otras regiones del Mundo.



Fuente: FIESP, 2007

Paraguay, en 2007, el 100% de la electricidad procedía de la hidroelectricidad. No debe extrañar este resultado por cuanto que Paraguay comparte con Brasil el complejo de Itaipú, en el río Paraná, con una central de 14.000 Mw de potencia instalada y una producción de 98,6 Twh. Pero, además, Paraguay comparte con Argentina el complejo de Yacyretá, también sobre el río Paraná, con una central de 4.050 Mw y producción anual de 19,2 Twh. Si se tiene en cuenta que el consumo anual de electricidad en Paraguay en 2011 fue de 11,51 Twh, se comprende que con sólo estos dos complejos hidroeléctricos se podría aspirar a cubrir el 100 % de las necesidades del país, que es lo que revela el porcentaje del 100 % mencionado para Paraguay.

Le sigue Brasil, con el 84 % electricidad cubierta por la generación hidroeléctrica. En este caso, las térmicas de carbón y petróleo están presentes con un porcentaje modesto, 5,4 %, al igual que la nuclear, el 2,8 %. La Figura anterior permite ver cuál es la situación en otros países de la Región.

Por su importancia en la generación hidroeléctrica, es preciso mencionar las grandes centrales hidroeléctricas: Brasil cuenta con 26 grandes centrales que, considerando la compartida con Paraguay - Itaipú - suponen una potencia total instalada de 62.234 Mw, y una producción estimada de 337 Gwh. A su

vez, Argentina cuenta con 9 grandes centrales que contemplando Yacyretá – compartida con Paraguay – suponen otros 15.235 Mw y producción de 41 Gwh. Venezuela, a su vez, cuenta con 4 grandes centrales con una potencia total de 23.664 Mw; Colombia dispone de otras cuatro grandes centrales, con una potencia total de 5.829 Mw. Perú y México cuentan con sólo una gran central – Mantaro y Malpaso, respectivamente – con potencias respectivas de 1.156 y 1.080 Mw. Globalmente, la potencia instalada en grandes centrales se eleva a 109.198 Mw que suponen el casi el 70 % sobre los 156.850 Mw hidroeléctricos implantados en la Región.

Las posibilidades de crecimiento de la energía hidroeléctrica en ALC son muy elevadas por la oportunidad que ofrece la adaptación al cambio climático que priorizará las energías renovables, tanto convencionales – la hidroeléctrica – como las no convencionales – eólica y termosolar -. Y en este sentido, ALC presenta un potencial hidroeléctrico que se ha estimado en 693.505 Mw (Olano, 2011), lo que significa que sólo está aprovechado el 22,6 % del potencial. El potencial final instalable dependerá de consideraciones económicas, medioambientales y de la demanda eléctrica, pero estos datos revelan el gran rol que todavía le espera a la energía hidroeléctrica.

A.1.4.2. Impactos positivos de la energía hidroeléctrica

Los impactos positivos de la energía, y en el caso que aquí se contempla, la hidroeléctrica, son innegables (DMSE, 2018): i) A nivel privado: aumento del bienestar, aumento de los niveles de empleo, etc., ii) A nivel de beneficios públicos, mayor sensación de seguridad y más oportunidades de realizar actividades sociales y una mejora de las instalaciones de educación y salud.

Desde una perspectiva técnico-hidrológica: i) reducción de emisión de gases de efecto invernadero, ii) Posibilidad de mantener resguardos en sus grandes embalses, laminando las avenidas y atenuando las inundaciones, aumentando la resiliencia frente al cambio climático, iii) Posibilidad de establecer volúmenes de reserva para asegurar el abastecimiento urbano en períodos de sequía, iv) Uso lúdico de los embalses.

Desde la perspectiva específica del sector eléctrico: i) Rol de regulador de la curva de demanda eléctrica al poder producir preferentemente energía de punta y tener una gran agilidad para entrar en, y salir de, la red eléctrica, lo que no le ocurre a las centrales térmicas y nucleares, ii) rol de acumulador energético merced a las centrales de acumulación por bombeo.

A.1.4.3. Impactos negativos de la energía hidroeléctrica

Pueden destacarse: i) sus grandes embalses suponen una alteración hidro-morfológica del ecosistema fluvial, alterando el flujo de caudales y del sedimento, ii) suponen también una barrera que impide el desplazamiento de las especies piscícolas; la implantación de escalas de peces supone una

medida de compensación, pero de alcance limitado, iii) provocan la desaparición de grandes superficies forestales y el desplazamiento de toda clase de mamíferos y aves que en las riberas del río original tenían su espacio vital, así como el desplazamiento de poblaciones que habitan los núcleos que el embalse va a inundar, iv) los grandes embalses suponen una pérdida de recursos por evaporación, v) Riesgo potencial de rotura de la presa¹¹, vi) los grandes embalses provocan desequilibrios hidrostáticos en la corteza terrestre, causantes de terremotos, aunque es un tema no bien conocido.

A.1.4.4. Desarrollo del sector hidroeléctrico en ALC

Se plantean tres posibles líneas de acción para el futuro del desarrollo de la energía hidroeléctrica en la Región: i) Rehabilitación de las grandes centrales con la sustitución de los equipamientos electromecánicos y eléctricos debido al envejecimiento (por antigüedad), ii) Rehabilitación del resto de centrales existentes (no grandes centrales) por el mismo motivo, y, iii) Ampliación del parque hidroeléctrico con la construcción de nuevas centrales.

La idea de partida de la rehabilitación es que la vida útil de los equipamientos electromecánicos (turbinas y alternadores, equipos de bombeo auxiliar, etc) y eléctricos (transformadores, armarios eléctricos, sistemas de control, etc.) se estima que está entre 25 y 30 años. La obra civil tiene una mayor vida útil, que en términos medios se estima en 50 años, aunque la robustez de esa infraestructura permite su alargamiento. Hoy día podría alcanzar los 100 años con determinadas reparaciones para asegurar su integridad.

En este trabajo se apunta a 2030 como año horizonte coincidiendo con los objetivos de la Agenda 2030. Ello significa que todas las plantas que hubieran entrado en operación antes del 2000 deberían ser objeto de rehabilitación en 2030, pero si se tienen en cuenta los plazos para la preparación de proyectos, licencias medioambientales, estudios y decisiones financieras, hay que retrasar ese umbral a 1993. Para presentar una secuencia inversora más realista, se podría establecer un año horizonte intermedio, 2025, al que se llevarían, siguiendo el mismo razonamiento, todas las centrales que hubieran sido construidas antes de 1988.

¹¹ En el Capítulo IV se repasan roturas históricas de presas y se menciona el problema actual en Colombia con la presa de Hidroituango, del aprovechamiento hidroeléctrico del mismo nombre.

Rehabilitación de Grandes Centrales

Cuadro II.5.1. Grandes Centrales susceptibles de ser rehabilitadas hasta 2030.

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES								
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	
BRASIL				ARGENTINA				
TUCURUI	Tocantins	8.370	1984	SALTO GRANDE	Uruguay	1.890	1998	
PAULO ALONSO	Sao Francisco	4.279	1979	GARAGI-RONCADOR	Uruguay	1.775	1982	
SOLTEIRA	Paraná	3.200	1974	PLANICIE BANDEIRITA	Neuquén	1.200	1982	
ITUMBIARA	Paranaíba	2.082	1980	ALICURA	Limay (Patago)	1.020	1987	
SÃO SIMÃO	Paranaíba	1.710	1979	BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Rio Grande (B)	1.000	1980	
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Iguazú	1.674	1980	COLOMBIA				2.240
JUPIÁ SOUZA DIAS	Paraná	1.551	1974	SAN CARLOS	Magdalena	1.240	1984	
ITAPARICA	Sao Francisco	1.500	1975	CHIVOR	Batá	1.000	1977	
MARIMBONDO	Grande	1.436	1977	MEXICO				1.080
SALTO SANTIAGO	Iguazú	1.420	1980	MALPASO	Grijalva	1.080	1977	
AGUA VERMELHAN	Grande	1.396	1979	PERÚ				1.156
FUMAS	Grande	1.216	1974	MANTARO	Mantaro	1.156	1980	
EMBORCAÇÃO	Paranaíba	1.192	1983	VENEZUELA				10.200
SALTO OSÓRIO	Iguazú	1.078	1975	SIMÓN BOLÍVAR	Caroní	10.200	1986	
ESTREITO II	Grande	1.050	1961					
SOBRADINHO	Sao Francisco	1.050	1982					
POTENCIA TOTAL A REHABILITAR:		55.765	MW.	Nº DE CENTRALES IDENTIFICADAS:		26		

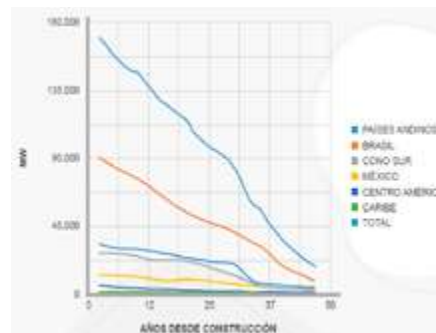
Fuente: Elaboración propia.

Son, pues, 26 las grandes centrales susceptibles de ser rehabilitadas para 2030, con una potencia global de 55.7675 Mw.

Rehabilitación de centrales existentes “no grandes”

El planteamiento de la rehabilitación del resto de centrales existentes es más complicado, por cuanto que en un estudio de este nivel no se puede trabajar sobre las listas de centrales existentes, debiendo acudir a un procedimiento más expeditivo, pero sobre bases razonablemente realistas. En este sentido, se va a seguir el mismo criterio que para las grandes centrales. De esta forma, centrales anteriores a 1988 se asocian a su rehabilitación para 2025 y las posteriores a 1993, para 2030. La Figura que sigue, es la clave para el análisis por cuanto que señala la antigüedad del potencial instalado por subregión.

Figura II.5.4. Antigüedad del conjunto de las centrales hidroeléctricas de ALC, por países y subregiones



Fuente: Alarcón, Arturo. BID 2018

Rehabilitación global de centrales existentes

Cuadro II.5.2. Potencia total a rehabilitar en centrales existentes, grandes y “no grandes” hasta 2030.

PAÍS/ SUBREGIÓN	REHABILITACIÓN PARA 2025			REHABILITACIÓN PARA 2030		
	Potencial Total (MW)	Potencial en grandes centrales (MW)	Potencial convencional	Potencial Total (MW)	Potencial en grandes centrales (MW)	Potencial convencional
Países Andinos	22.500	13.596	8.904	1.500	0	1.500
Brasil	50.000	32.530	17.470	5.000	1.225	3.775
Cono Sur	22.500	6.885	15.615	4.500	0	4.500
México	8.000	1.080	6.920	2.000	0	2.000
Centro América	0	0	0	0	0	0
Caribe	0	0	0	0	0	0
SUMAS	103.000	54.091	48.909	13.000	1.225	11.775

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro precedente, para 2025 habría que rehabilitar un total de 103 Gw, de los cuales, 54 GW corresponden a Grandes Centrales y unos 49 Gw a las restantes centrales, que cubren toda la gama de potencias medias y pequeñas. Para 2030 quedarían por rehabilitar otros 13 Gw, 1,2 en Grandes Centrales y el resto, 11,8, en restantes centrales. En total, para 2030 habría que haber renovado 116 Gw.

Implantación de nuevas centrales hidroeléctricas

A falta de un Plan solvente, para predecir el potencial de nuevas centrales que se podrían implantar hasta 2030 el mejor criterio es dar continuidad a la tendencia marcada en el período más reciente, 2010 a 2015. Ello se resume en el Cuadro que sigue. De él se deduce que la previsión de incremento de potencia instalada para 2030 se estima en 35.642,2 MW, que supone un 22,7 % sobre los 156.850 MW implantados actualmente y, a su vez, supone un incremento acumulativo anual ligeramente por encima del 1,7 %, porcentaje muy inferior a los que se tuvieron en las décadas 1980 y 1990. Hay que aclarar, no obstante, que el incremento de potencial anual no ha variado mucho, lo que ocurre es que el potencial total actual es muy superior a lo que en aquel entonces estaba instalado, de manera que su crecimiento porcentual resulta inferior.

Cuadro II.5.3. Nuevo potencial a implantar hasta 2030.

ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA A IMPLANTAR EN NUEVAS CENTRALES PARA 2025 Y 2030			
PAÍS	Tendencia marcada en 2010-2015. MW por año	Potencial a implantar en 2025 (MW)	Potencial a implantar en 2030 (MW)
ARGENTINA	2,9	20,3	14,5
BELICE	0,3	2,1	1,5
BOLIVIA	-0,7	0,0	0,0
BRASIL	1.835,5	12.848,5	9.177,5
CHILE	176,7	1.236,9	883,5
COLOMBIA	366,6	2.566,2	1.833,0
COSTA RICA	64,5	451,5	322,5
CUBA	0,0	0,0	0,0
ECUADOR	32,1	224,7	160,5
EL SALVADOR	0,1	0,7	0,5
GUATEMALA	30,5	213,5	152,5
GUYANA	0,0	0,0	0,0
HAITÍ	0,0	0,0	0,0
HONDURAS	17,7	123,9	88,5
JAMAICA	1,2	8,4	6,0
MÉXICO	87,4	611,8	437,0
NICARAGUA	2,5	17,5	12,5
PANAMÁ	131,7	921,9	658,5
PARAGUAY	0,0	0,0	0,0
PERÚ	119,0	833,0	595,0
REPÚBLICA DOMINICANA	15,6	109,2	78,0
SURINAM	0,0	0,0	0,0
URUGUAY	0,0	0,0	0,0
VENEZUELA	85,8	600,6	429,0
TOTALES (MW)	2.969,4	20.790,7	14.850,5

Fuente: Elaboración propia

A la vista de lo que refleja el Cuadro anterior, el nuevo potencial a 2030 pendiente de implantación se eleva a unos 35.600 Mw.

No deben ser olvidadas las minicentrales o microcentrales que pueden desempeñar un papel importante en el medio rural.

A.1.5. SOBRE LOS FENÓMENOS EXTREMOS. SEQUÍAS Y AVENIDAS

Sequías

La sequía es un fenómeno cíclico aleatorio que se manifiesta inicialmente por la disminución de precipitaciones – *sequía meteorológica* – pero cuya consecuencia más directa es la reducción de la alimentación a los sistemas hidrológicos, superficiales y subterráneos, que puede poner en riesgo la satisfacción de las demandas atendidas por los mismos y afectar a los ecosistemas acuáticos. En sistemas con suficiente capacidad de almacenamiento, bien en embalses superficiales o en acuíferos – que pueden considerarse como embalses subterráneos – se puede soportar una sequía meteorológica de corta duración sin que apenas se resienta el suministro a los distintos usos, es decir, sin que se produzca una *sequía hidrológica*.

Aunque existen otros tipos de sequías – *agrícola y socioeconómica* - desde la explotación de los sistemas hídricos son las dos primeras, la *meteorológica* y la *hidrológica* las que son objeto de atención, por cuanto que son susceptibles de prevenirse y atenuar sus efectos a través de unas metodologías de *planes de sequía* que actualmente están bien desarrolladas en el mundo occidental, y particularmente en el europeo a través de la Directiva Marco Europea y disposiciones complementarias, lo que no significa que desde la perspectiva de la SH no sea relevante la sequía agrícola por los efectos que puede tener sobre la seguridad alimentaria de determinados sectores de la población.

En los últimos 20 años ALC ha soportado diversos episodios de sequía, como las del Caribe en 2009- 2010 o en Argentina en 2011 o en México en 2011-2012, y, más recientemente, en Chile y en São Paulo, Brasil o la de Bolivia en los años 2016-2017. Algunos de estos eventos se asocian con el fenómeno del Niño. Estos episodios han planteado la necesidad de fomentar un uso racional y eficiente del recurso, circunstancia potenciada por los efectos del cambio climático. Sin embargo, *todavía no se han impulsado planes de sequía que contribuyan a aumentar la resiliencia de los sistemas frente a este adverso fenómeno.*

Como ejemplo reciente se puede resaltar la sequía de 2016-2017 en Bolivia, con repercusión en las ciudades capitales de La Paz, El Alto, Sucre, Oruro y Potosí. En un informe redactado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua boliviano se describe de forma acertada todas las incidencias habidas: i) origen del problema con una reducción importante de precipitaciones y su consecuencia inmediata de reducción de aportaciones a los ríos, ii) efectos producidos, con reducción en el suministro en importantes ciudades del país, resultando en restricciones en La Paz, Sucre, Cochabamba, Potosí y Oruro; se reporta en el documento que el 21 de noviembre se declaró estado de emergencia nacional, aumentando significativamente el apoyo para responder a ésta, incluyendo a las áreas urbanas afectadas. En diciembre de 2016, el 51% de los municipios del país fueron afectados por la sequía y siete de las diez principales ciudades sufrieron de déficit hídrico.

Como consecuencia de ello, el Gobierno de Bolivia adoptó medidas, unas infraestructurales, como la creación del Programa Nacional de Perforación de Pozos de Agua Subterráneas “Nuestro Pozo”, con la finalidad de garantizar la disponibilidad de agua para la seguridad alimentaria, y otras de gobernanza, como la promulgación de 13 decretos supremos el 2 de agosto destinados a mejorar la producción agrícola y enfrentar la sequía.

Estos eventos han afectado al abastecimiento urbano, pero han golpeado con fuerza al sector agrario, causando pérdidas cuantiosas. Todo ello ha generado una respuesta en la Comunidad de ALC, a través de la CELAC, mediante la formulación de una *Estrategia Regional para la Gestión del Riesgo de*

Desastres en el Sector Agrícola y la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe (2018 - 2030). La estrategia cubre el periodo 2017-2030 y propone medidas de diversa índole: económica, financiera, jurídica, social, ambiental y tecnológica para reforzar la resiliencia de los países y sus comunidades.

Con el fin de diagnosticar períodos de sequía (también de inundaciones), la UNESCO ha constituido el Observatorio para América Latina y el Caribe radicado en la oficina de la Institución en Santiago de Chile. En ALC se está también aplicando el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) sobre la Gestión del Riesgo de Desastres, aunque parece que su acción se vuelca sobre eventos sísmicos, tsunamis e inundaciones y no específicamente en sequías. Por otro lado, se centra más en la recuperación que en la prevención.

La respuesta desde los sistemas de las cuencas al fenómeno de la sequía deberían ser los planes de sequía, sobre los que se encuentra una detallada información en el Capítulo IV. La iniciativa de CELAC, en tanto que revela la inquietud de la Comunidad Latinoamericana por un problema que se verá agravado por el cambio climático, puede facilitar un cambio de paradigma y hacer factible la introducción de los planes de sequía.

Inundaciones

En tanto que fenómenos hidrológicos extremos, sequías e inundaciones tienen aspectos comunes, aunque de carácter hidrológico inverso: merma de precipitación el primero y exceso de la misma el segundo. La diferencia es que la sequía produce un fuerte malestar en la ciudadanía y efectos económicos adversos sobre sectores económicos, especialmente en el agrario, pero rara vez ocasiona muertes, en tanto que las inundaciones sí las pueden provocar, además de pérdidas económicas importantes.

La Estrategia Regional para la Gestión del Riesgo de Desastres de CELAC puede ser un instrumento de impulso a la lucha contra las inundaciones, al menos generando una cultura en gobiernos y ciudadanos tendente a prestar atención a la lucha contra este fenómeno extremo. Asimismo, también se ha comentado la iniciativa de la UNESCO para el establecimiento del Observatorio para América Latina y el Caribe de sequías e inundaciones, radicado en la oficina de la Institución en Santiago de Chile.

Pero, nuevamente, se echa en falta una respuesta específica desde los sistemas hidrológico-hidráulico (sistemas de las cuencas) que se podría concretar en los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRl), que en Europa se están implantado a raíz de la Directiva 2007/60/CE y que en España fueron aprobados en 2016 (véase en el Capítulo IV los detalles de estos PGRls). En ALC no parece que se hayan realizado documentos de esta naturaleza, aunque existe una potencial demanda para ello.

Históricamente, ALC ha sufrido episodios de inundaciones. Recientemente (julio 2018), UNICEF ha informado sobre las fuertes inundaciones que ha provocado el paso de la tormenta tropical Noel por México, República Dominicana, Haití, Honduras y Nicaragua, por la que miles de personas han perdido sus hogares, necesitando suministros básicos de emergencia, refugio, y asistencia sanitaria, entre otras. Este es un tipo de desastre de una especial intensidad con afección generalizada a grandes extensiones de territorio – y diferentes cuencas hidrográficas –.

Se presentan otros tipos de inundaciones de menor extensión territorial pero de gran intensidad. En este orden de ideas, la Nota Técnica N° IDB-TN-924 de la División de Agua y Saneamiento del BID, de Febrero 2016, presenta un trabajo sobre la Ocurrencia y Gestión de inundaciones en ALC y de los Factores claves y experiencia adquirida. Se dirige especialmente al suceso que tuvo lugar el 19 de febrero de 2002 de una tormenta de granizo sin precedentes históricos en la ciudad de La Paz y sus alrededores, que registró 70 muertes y daños aproximados por más de US\$70 millones. Es un ejemplo de registro de un evento de inundaciones, probablemente singular, pero que ha de servir para enfocar las acciones a aplicar.

En estos momentos, en ALC, como en el mundo en general, se prefieren soluciones de infraestructuras verdes frente a las tradicionales soluciones infraestructurales – presas, encauzamientos, motas, etc. – para hacer frente a las inundaciones, medidas todas ellas que deberán ser recogidas en los PGRIs. -, pero la dificultad de estas soluciones “blandas” estriba en mostrar su eficiencia y viabilidad antes de emprender los programas de inversiones. Se reporta, por ejemplo, el caso de Colombia que está siguiendo el BID, donde se están comprando tierras para implantar en ellas infraestructuras verdes, que pueden ir desde la reforestación de extensos territorios (páramos, en ese caso) a acciones más específicas en el curso de los ríos para devolverles su naturalidad y la recuperación de sus áreas naturales de inundación. Al igual que ha ocurrido con la estrategia sobre el cambio climático, sería deseable contar con Fondos para acometer experiencias piloto sobre la eficiencia de las infraestructuras verdes en la lucha contra las inundaciones. En cualquier caso, valgan las mismas reservas realizadas para los planes de sequía.

ANEXO B. Experiencia del BID en la búsqueda de la Seguridad Hídrica

B.1.1. Consideraciones iniciales

En este capítulo se revisará la acción del Banco con impactos directos o indirectos en la seguridad hídrica. Una revisión de los hitos que marcaron la trayectoria del Banco hasta la adopción de una acción ambiental más contundente que incluye la necesidad de preservar y conservar los recursos hídricos guiará la definición del período y foco de la revisión. Asimismo, es necesario definir que categoría de proyectos impactan la presente revisión. En una región que no cuenta con cobertura universal de agua y saneamiento (En el 2015 el acceso a agua segura alcanzaba 94,6% y al saneamiento mejorado de 83,1%¹², otras estimativas indican que 70% de las aguas servidas no reciben tratamiento alguno antes de verterse en ríos, lagos o el mar (Jouravlev 2014¹³).), es importante definir, en el contexto de escasez de recursos hídricos y del impacto del cambio climático, que acciones son claramente diseñadas para garantizar la seguridad hídrica. Alcanzar la cobertura universal en agua y saneamiento representa el esfuerzo sectorial para cumplir con una misión con la cual los países están en deuda con la población. Garantizar la cobertura universal a través del manejo sostenible de la disponibilidad y de la calidad de los recursos hídricos en situaciones rutinarias o de estrese, son acciones alineadas con el concepto básico de seguridad hídrica.

El concepto de seguridad hídrica ha tenido varias definiciones similares en objetivo. Por ejemplo, “Existencia de un nivel aceptable de cantidad y calidad de agua para la salud, la subsistencia, los ecosistemas y la producción, junto a un nivel aceptable de riesgos para las personas, el medio ambiente y la economía, asociados al agua. (Grey y Sadoff, 2007)”; “Capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política”. (ONU-Agua)”; “La seguridad hídrica es la red que conecta todos los grandes desafíos (alimentación, energía, cambio climático y desarrollo económico, entre otros) que debe enfrentar la humanidad en las próximas décadas (WEF 2009).”

En este sentido, se concentró en la identificación de acciones, financiadas por el Banco, planeadas para conocer la disponibilidad de recursos hídricos, garantizar estoques para usos actuales y futuros a través de obras de infraestructura ingenieril o recuperación y manejo de servicios ambientales

¹² OMS y UNICEF (2015)

¹³ Jouravlev, A. 2014. Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI. CEPAL, Chile.

en áreas de recarga de aguas superficiales y subterráneas (infraestructura verde), mejoras de eficiencia de producción y de uso del agua en ambientes urbanos; recuperación de la calidad del agua de manantiales y acuíferos estratégicos, reúso y apoyo a la creación de gobernanza específica para la seguridad hídrica.

Si el desafío es elaborar una estrategia efectiva de seguridad hídrica, es importante analizar el tema de escala de actuación. En el sector público, las divisiones del Banco tienen contrapartes específicas que pueden ser compañías de agua y saneamiento, autoridades de agua o de medio ambiente, ministerios y gobiernos nacional y/o subnacional. Algunos países, por ejemplo, Brasil, limitan el montante de los préstamos y el nivel de actuación del Banco¹⁴. Por su lado, el Banco tiene limitaciones para apoyar un número grande de beneficiarios. Brasil tiene alrededor de 5.565 municipios y estimase que 5.153 tienen menos de 50.000 habitantes (32% de la población del país¹⁵), por lo tanto, prácticamente fuera del alcance del Banco. En agua y saneamiento el Banco viene atendiendo a algunos de los grandes municipios (Sao Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Goiânia, Fortaleza, Porto Alegre, Joinville, Belém y Manaus, pero existe una demanda mayor por atender. La población de Joinville es de aproximadamente 500.000 habitantes; las demás ciudades son regiones metropolitanas con poblaciones superiores a 1 millón.

Algunos proyectos y estudios pueden llegar a escala nacional (Desarrollo institucional ambiental, planes nacionales de recursos hídricos, estrategias de mitigación y adaptación al CC y/o desastres naturales, estrategias de biodiversidad y de desarrollo agrícola son algunos ejemplos) otros al nivel de cuencas urbanas o rurales y más recién se empieza a definir acciones por ecosistemas debido a sus funciones ecológicas e impactos económicos como el Pantanal en el Brasil y la puna en los Andes. El procedimiento por seguir en este análisis está guiado a identificar experiencias positivas transformadoras, financiadas por el Banco, y cual la mejor escala y forma de actuación para proponer estrategias que apoyarán el logro de la seguridad hídrica antes del 2030.

Otro tema que considerar en la concepción de la estrategia de SH es como involucrar los gobiernos en el más alto nivel. Esto se da porque, aunque el Banco ha desarrollado misiones y objetivos claros de actuación en cambio climático y gestión de recursos hídricos, la decisión de solicitar un apoyo a través de préstamo o cooperación técnica está en manos de los países.

B.1.2 Medio ambiente en el BID

Desde de su creación en 1959, el BID, en la búsqueda de una formula efectiva para apoyar el desarrollo de sus países miembros, priorizó acciones alineadas con el momento histórico y sus desafíos. El primer préstamo fue aprobado

¹⁴ Difícilmente el país autoriza préstamos directos a pequeños municipios.

¹⁵ Agência Nacional de Águas-ANA, "Atlas Brasil: Panorama Nacional-Volume 1, Abastecimento Urbano de Agua", 2010.

en 1961 por un monto de U\$3.9 millones para implementar obras de agua y Saneamiento en Arequipa, Perú. Siguió varios préstamos en este y otros sectores implementando el fortaleciendo acciones en educación, ciencia y tecnología, transporte y energía.

La conferencia sobre el Ambiente Humano, organizada por las Naciones Unidas, celebrada en Estocolmo en 1972, se tornó el punto de partida para el desarrollo de políticas ambientales en los países miembros. En este año también se publica la Ley Federal de Control de la Contaminación del Agua (*Federal Water Pollution Control Act Amendments' WPCA*) de Estados Unidos y, dando respuesta al movimiento creado en el ámbito internacional, el BID aprueba su Política Ambiental (OP 703) en 1979 y empieza a exigir la consideración del tema ambiental en sus operaciones y a desarrollar operaciones, mayormente de control de la contaminación ambiental.

El desdoblamiento de la publicación e implementación en los Estados Unidos de los mandatos de la WPCA sembró las condiciones para la aprobación en 1989 de la Enmienda Pelosi (*Pelosi Amendment*), que a partir de su vigencia en 1991, definitivamente inserta el tema ambiental en los proyectos y programas del BID al exigir que los Directores Ejecutivos de los Estados Unidos de las Multilaterales se abstengan o voten en contra proyectos con impactos ambientales significativos.

En preparación para la Cumbre de Río del 1992, en enero de este mismo año, un grupo de quinientos expertos en recursos hídricos de origen gubernamental y no gubernamental, reconociendo el estado crítico de la situación de los recursos hídricos a nivel mundial y el desafío de manejarlos para alcanzar el desarrollo sostenible, se reunieron en Dublín, Irlanda y establecieron cuatro principios para orientar los países en sus acciones para revertir el desperdicio, la contaminación y las amenazas de sequías e inundaciones. Estos principios incluyen: el entendimiento que el agua dulce es un recurso finito y vulnerable; la necesidad de la gestión participativa; el rol fundamental de la mujer en la gestión del agua y el reconocimiento del agua como bien económico. En esta reunión se acuerda que los recursos hídricos son escasos y se propone que su gestión sea de forma integrada y a nivel de cuenca. La Agenda 21 de la Cumbre de Río incluye acciones para: la lucha contra la desertificación y sequía y protección y manejo de aguas dulces y en el capítulo 18 presenta el concepto de gestión integrada de recursos hídricos en consonancia con los principios de Dublín.

El Octavo Aumento General de los Recursos del Banco, aprobado en 1994, incluía Medio Ambiente como una de las cuatro áreas prioritarias para operaciones del Banco a través del financiamiento directo de proyectos para proteger el medio ambiente y fortalecer la administración de recursos naturales, además de incorporar componentes ambientales en todas sus operaciones de préstamo. En relación con recursos hídricos, indicaba que el BID “desarrollará e implantará directrices sobre el manejo de recursos hídricos, que sirvan

de base a un enfoque integrado para el ordenamiento de las cuencas hidrográficas, basado en la consideración de todas las fuentes y usos del agua de una cuenca fluvial determinada” (BID, 1994; BID, 1998a).

En el 2006 es aprobado el realineamiento organizacional del BID que entra en vigor en el 2007. En 2006 también se aprueba la Política de Cumplimiento de Salvaguardias Ambientales que reemplaza la Política Ambiental (OP-703) de 1979. La Directriz de Política A-2 (*Apoyo dirigido a financiamiento de operaciones de gestión ambiental y manejo de recursos naturales*) especifica que el Banco apoyará proactivamente a los países a través del financiamiento de operaciones para: “ (i) mejorar la gobernabilidad, el desarrollo de políticas y la formación de capacidades institucionales de carácter ambiental; (ii) revertir el deterioro ambiental; y (iii) promover la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y sus servicios ecológicos”. Específicamente, son enumerados tipos de proyectos que podrán ser contemplados incluyendo “combatir la desertización y revertir la degradación del suelo, el agua y la atmósfera; mejorar el manejo de los recursos hídricos; y promover actividades relacionadas con la fijación de carbono y la reducción y control de las emisiones de gases de efecto invernadero”. El alcance de la política es amplio, pero incluye específicamente el manejo de los recursos hídricos, lo que creó la oportunidad para ampliar la acción del Banco en esta área. La responsabilidad por la supervisión de la aplicación de la Política de Cumplimiento de Salvaguardias Ambientales está al cargo de la Unidad de Salvaguardias ambientales del Banco.

En julio del 2010 el Directorio del Banco aprobó el Noveno Aumento de Capital Ordinario que impulsa la acción del Banco para reducir la pobreza e inequidad, dar respuestas al Cambio Climático y promocionar la integración regional. El aumento de capital fue acompañado de una reforma institucional significativa y genera la creación de la Gerencia de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible. A partir de esta reforma, los temas de recursos hídricos en el Banco son atendidos por las divisiones de Agua y Saneamiento y Energía en la Gerencia de Infraestructura y Energía y las divisiones Vivienda y Desarrollo Urbano, Cambio Climático y Sostenibilidad y Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la recién creada Gerencia de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.

B.1.3. La incorporación de recursos hídricos en la agenda del BID

En la Década de los 90 el Banco aprobó e implementó proyectos de Desarrollo Institucional Ambiental para crear las instituciones ambientales que serían responsables por la gestión ambiental en los países. Por otro lado, los estudios de impacto ambientales buscaban minimizar los impactos de los proyectos financiados por el Banco y ayudaban a difundir la importancia del tema ambiental y el concepto de desarrollo sostenible participativo, consolidado en la Cumbre de Río del junio del 1992. Simultáneamente, fueron financiados proyectos ambiciosos de control de la contaminación como los proyectos

Matanza Riachuelo y Río Reconquista en la Argentina y el proyecto Tiete en el Brasil que se encuentra en su cuarta fase. El objetivo principal de dichos proyectos era la descontaminación de los ríos urbanos: Matanza Riachuelo, Reconquista y Tiete y recuperar la armonía paisajística reincorporándolos a las ciudades que atraviesan. Para alcanzar dicho objetivo, estos proyectos financiaron acciones de control de la contaminación industrial, control de inundaciones, manejo de residuos sólidos, implementación de redes de alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento de aguas servidas, estudios de calidad del agua incluyendo simulaciones matemáticas y fortalecimiento institucional.

Casi que simultáneamente, el Banco aprobó su primera operación de manejo de cuencas hídricas en el 1989 (Manejo y conservación de la cuenca del río Paute en Ecuador) cuyos objetivos apuntaban a soluciones de problemas como erosión del suelo y deforestación. Con el aumento de solicitudes de proyectos similares por parte de los países, el BID, para impulsar su cartera de proyectos en recursos hídricos, apoyó el desarrollo de Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas, en 1996. Respalándose en los principios de Gestión Integrada de Cuencas, el documento analiza 14 proyectos en ejecución y en preparación con financiamiento del BID y propone una ruta para preparar futuras operaciones¹⁶. Esta acción fue complementada con la preparación de la Estrategia para el Manejo Integrado de Recursos Hídricos (MIRH) publicada en 1998¹⁷. Para preparar dicha estrategia se realizó una revisión de los principales problemas de la Región para implementar los conceptos de MIRH y una gran mayoría de éstos aún sobreviven: falta de información hidrológica y meteorológica confiable, actividades de manejo de recursos hídricos son fragmentadas y muy frecuentemente disociadas del manejo ambiental ignorando las funciones de ecosistemas claves, falta de recurso humano debidamente capacitado, falta de reglas y reglamentos para cumplir con la legislación, instituciones centralizadas con poca organización y bajo nivel de financiamiento.

En el 2010 la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) del Banco realizó una revisión de la aplicación del concepto de gestión integrada de recursos hídricos en proyectos del Banco¹⁸. El documento contiene una revisión de los proyectos de cuencas del 1989 al 2010 y concluye que “la cartera de préstamos del Banco en el sector ha sido limitada y su enfoque se movió desde un énfasis en el manejo y conservación de los recursos en los años 90, hacia el apoyo financiero para acciones que propicien el desarrollo sostenible y mejoren la calidad de vida de la población, concluyendo el periodo de evaluación con proyectos que se centran en las reformas institucionales a través del uso de préstamos programáticos de apoyo a las reformas”. Según la revisión de OVE, en el periodo de análisis fueron aprobados 27 proyectos y

¹⁶ Basterrechea, Manuel et al; “Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas”, IDB, 1996.

¹⁷ Strategy for Integrated Water Resources Management, IDB, 1998.

¹⁸ Oficina de Evaluación y Supervisión; “El Reto de la Gestión Integral de Cuencas Hídricas”, IDB, 2010.

52 Cooperaciones Técnicas que incluían el manejo de cuencas. Como suele ocurrir, algunos fueron cancelados y otros tuvieron parte de los recursos cancelados. Según los revisores, un solo proyecto, en la cuenca del río Guaíba, en Porto Alegre, Brasil, encajaba en el concepto de MIRH.

A partir del 2007 el Banco pasó a apoyar más intensamente a los países para enfrentar los desafíos del cambio climático. Al comienzo del 2007 crease la Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI) que se convierte en la División de Cambio Climático y Sostenibilidad (CCS) dentro de la Vicepresidencia de Sectores en el 2012. Actualmente, CCS se transformó en una división de la Gerencia de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible. Del 2007 al 2013 el monto de financiamiento superó los US\$8.000 millones incluyendo proyectos de inversión, proyectos basados en políticas (PBLs), cooperaciones técnicas etc.¹⁹ Estos recursos fueron destinados a proyectos relacionados con el cambio climático en los sectores de agricultura y gestión forestal (5%), energía (43%), reducción del riesgo de desastres y medio ambiente (19%) y transporte (4%), entre otros. La distribución aproximada de este financiamiento fue del 90% para el sector público y el 10% para el sector privado. No obstante, según el informe de OVE, en este momento, había muchas discrepancias en las bases de datos del BID con relación a la clasificación de proyectos como de cambio climático.

Como se puede observar, el Banco está siempre reposicionándose con relación a sus objetivos o a temas que son identificados como críticos en la Región. Con relación al sector de agua y saneamiento, reconociendo que la participación de proyectos de agua y saneamiento en su cartera había sido reducida de 25% en monto de las operaciones globales del Banco (período 1961 a 1990) a 11% (período 1990 a 2005), el Banco aprobó la Iniciativa de Agua y Saneamiento en el 2007, la cual se enfocó en cerrar la brecha de cobertura en servicios de agua y saneamiento en los países de la región de LAC. Para cumplir sus objetivos, la iniciativa ha desarrollado directrices, metas específicas y productos financieros especiales para apoyar soluciones específicas a las necesidades de cada país de la región de LAC. Su Programa Defensores del Agua: La protección de fuentes de agua, descontaminación y tratamiento de aguas residuales se alinea perfectamente a los conceptos de seguridad hídrica. La Iniciativa de Agua y Saneamiento cumplió adecuadamente con sus objetivos.

En este clima de cambio que caracterizó 2007 y los años siguientes, con relación al tema central recursos hídricos, dos esfuerzos posteriores actualizan el marco de conocimiento y propone nuevas líneas de acción en el área de recursos hídricos: *Integrated Water Resources Management and the Water and Sanitation Initiative*²⁰ del 2008 y Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe Directrices Estratégicas y

¹⁹ OVE, "Approach Paper: Climate Change and IDB: Building Resilience and Reducing Emissions", IDB, 2013.

²⁰ Robillard, Paul D.; "Integrated Water Resources Management and the Water and Sanitation Initiative", IDB, 2008.

Líneas de Acción Propuestas del 2012²¹. Para prepararlos fueron revisados los proyectos con componentes y acciones en recursos hídricos hasta el 2006 y 2010, respectivamente. Estas dos iniciativas son distintas, pero complementarias. La primera identificó debilidades en los países de la región para implementar MIRH (debilidad institucional, debilidad en la obtención y flujo de información, dificultades con el concepto de MIRH, falta de instrumentos tecnológicos específicos, de recursos humanos capacitados y financieros etc); la segunda propone líneas de acción para el BID internalizar y expandir su acción en recursos hídricos fortaleciendo su conexión con el cambio climático, entonces una de las prioridades de acción del Banco. Algunas de las propuestas presentadas por los dos estudios fueron implementadas, por ejemplo: geoprocurement está ampliamente utilizado, modelos matemáticos de planificación y previsión de cambios climáticos están más accesibles (HydroDROBID), el BID participa frecuentemente de reuniones internacionales sobre recursos hídricos (Fórum Mundial del Agua) y la creación de la Gerencia de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible crea espacio para integración transversal del tema en el Banco. Persisten las debilidades institucionales, deficiencias en la obtención y disponibilidad de la información hidrometeorológica y poca voluntad política para enfrentar los desafíos de seguridad hídrica que se avecinan.

Dos líneas de acción financiadas mayormente con recursos de cooperaciones técnicas, principalmente a partir del 2005, están representadas por los planes nacionales de recursos hídricos (PNRH) y los fondos de agua, como hoy son conocidos. Actualmente, Brasil, Costa Rica, Panamá y Uruguay cuentan con PNRH. Otros países como Chile disponen de instrumentos similares. Los PNRH presentan un cuadro claro, bajo la perspectiva del país, de las demandas y disponibilidades del recurso hídrico presentado por cuencas o por regiones importantes para el país. Panamá, por ejemplo, tiene dos planes: uno de gestión integrada de recursos hídricos para el período 2010-2030 y otro de seguridad hídrica para el período 2015-2050. Los PNRH presentan las acciones que el país necesita para lograr los objetivos especificados en el plan o de sus diversos programas prioritarios. Los fondos de Perú, Brasil y Costa Rica fueron desarrollados con recursos de cooperaciones técnicas del Banco. El plan de Perú incluye una propuesta para conservación de la oferta de agua, que se alinea perfectamente con el concepto de SH²².

El Banco también apoyó, a través de una cooperación técnica del 2006 (ATN/WP-10098-EC), unas de las primeras actividades del Fondo para Protección del Agua (FONAG) del Ecuador, que representaba el desarrollo de un plan de gestión de recursos hídricos para el área conocida como Hoya de Quito, donde se originan varios cursos de agua que abastecen la ciudad. El FONAG se transformó en una especie de modelo de fondo de agua y actualmente, una alianza entre el BID, FEMSA de México y la ONG TNC (*The Nature*

21 Miralles Wilhelm, Fernando R.; "Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe Directrices Estratégicas y Líneas de Acción Propuestas", IDB, Nota Técnica No. 478.

22 Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú, Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, 2013.

Conservancy), para proveer asistencia técnica y financiera para la creación y fortalecimiento de fondos de agua en la Región, registra 18 fondos de agua activos y 25 en diferentes estadios de preparación. Las acciones promovidas por estos fondos de agua son directamente orientadas hacia SH al fortalecer la gestión integrada de cuencas y la gobernanza de los recursos hídricos a través del financiamiento de proyectos de conservación de largo plazo. Según información incluida en www.waterfunds.org, la población afectada al 2016 ultrapasaba 70 millones de personas.

En el área de apoyo tecnológico el apoyo del BID se ha orientado hacia el desarrollo de herramientas de planificación representadas por el modelo hidro-climatológico HydroBID (2010) y la iniciativa Nexo (2015-2018), que permiten la integración en los escenarios hídricos de consideraciones energéticas, económicas y ecológicas, además de hidrológicas y climáticas. HydroBID viene siendo utilizado en el Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y Perú para apoyar las instituciones al cargo de la gestión de los recursos hídricos a diseñar escenarios fase a situaciones críticas. La iniciativa Nexo agua-energía-alimentos, de fundamental importancia para la planificación estratégica del uso de los recursos naturales en una región que se encuentra bajo la creciente presión del cambio climático y del crecimiento de la población, reconoce la interdependencia entre estos sectores y las consecuencias potenciales de uno sobre el otro. El BID viene utilizando y perfeccionando estas herramientas para apoyar los países e incentivando la adopción de sistemas de toma de decisiones en tiempo real representados por los teatros de decisiones desarrollados por la Universidad Estadual de Arizona en los Estados Unidos (<https://dt.asu.edu/home>). El Teatro de Decisiones tiene como objetivo integrar herramientas de modelado y productos científicos para comprender datos y análisis complejos, y facilitar el proceso de toma de decisiones que sobre la gestión de recursos hídricos utilizando un enfoque multisectorial.

B.1.4. Planificación transectorial en el BID

El Banco vive un clima de continua evaluación de su experiencia en la Región para sacar las lecciones aprendidas y proyectarse hacia el futuro. La Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) realiza evaluaciones importantes sobre la acción del Banco, los proyectos en implementación tienen sus mecanismos de evaluación y al final de la ejecución se produce un Informe de Terminación de Proyecto (PCR), que identifica las fallas y lecciones aprendidas. Para preparar los marcos sectoriales (MS) se revisan la experiencia mundial y del Banco, se cosechan las lecciones aprendidas, se identifican los desafíos de la Región y se proyectan las nuevas líneas de acción para el próximo período, generalmente de tres años. Los economistas del Banco, a cada dos años desarrollan estudios para identificar los desafíos de desarrollo de cada país y a través de un diálogo continuo con los países preparan las estrategias de país que representan las bases para construir el portafolio del apoyo del Banco a solicitud de cada país.

Los actuales marcos sectoriales (MS), definen la propuesta de actuación de los sectores alineadas con los objetivos institucionales fijados por la Novena

Reposición de Capital Ordinario en el 2010. Los marcos sectoriales que tiene relevancia para esta estrategia de seguridad hídrica son: energía, agua y saneamiento, medio ambiente y biodiversidad, agricultura y gestión de recursos naturales, cambio climático y desarrollo urbano y vivienda. Los marcos sectoriales están interrelacionados y tienen en consideración temas transversales como cambio climático y seguridad hídrica. Por ejemplo, algunos de los desafíos para introducir el tema del cambio climático en los países actualmente son similares aquellos presentados para introducir el concepto de MIRH desde de los 90. “La transversalidad del cambio climático y la naturaleza particular de este fenómeno –p. ej., múltiple número de actores relevantes afectados e involucrados en la generación de GEI, efectos intra e intersectoriales, intervenciones con impactos a largo plazo y con inversiones iniciales muchas veces mayores a la de proyectos sin consideraciones climáticas– requiere de un marco normativo, regulatorio e institucional que favorezca la consideración de la temática en las diversas acciones sectoriales, así como en la planificación a largo plazo bajo incertidumbre. Asimismo, el cambio climático impacta negativamente los presupuestos públicos²³.”

Al final, el documento de Marco Sectorial de Cambio Climático y Sostenibilidad identifica las líneas de acción y actividades transversales a los demás sectores, lo cual está presentado abajo para efecto ilustrador de las áreas convergentes identificadas.

Bajo la línea de acción “Mejorar la disponibilidad y el uso de datos e información climática”, tenemos:

Actividad operativa (a). Apoyo para recolectar, analizar, interpretar y utilizar datos climáticos en la planificación, diseño, desarrollo y monitoreo de proyectos y programas de desarrollo en la región.

- La modernización de los sistemas de información agroclimática a los productores, incluyendo estudios sobre mecanismos eficientes para transferir riesgos asociados al cambio climático (SFD de Agricultura y Gestión de Recursos Naturales, SFD de Seguridad Alimentaria). –
- La incorporación de información de cambio climático en los programas de drenaje urbano, residuos sólidos y recursos hídricos que promuevan multisectorialidad en las intervenciones (SFD de Agua y Saneamiento).
- La preparación y ejecución de inversiones y asistencia técnica para fomentar la gestión integrada de recursos hídricos y el manejo de riesgos e inundaciones. Esto implica la inclusión de aspectos de cambio climático en la provisión de los servicios (desde el diseño de la infraestructura hasta su operación y mantenimiento), con el fin de incrementar la seguridad hídrica en la región y fortalecer la gestión ambiental de las empresas (SFD de Agua y Saneamiento).
- El diseño y la implementación de planes de gestión integral de riesgo por desastres naturales, incluidos los efectos del cambio climático, en destinos turísticos vulnerables (SFD de Turismo).

²³ Documento de Marco Sectorial de Cambio Climático, IDB, 2015.

Actividad operativa (b). Fortalecimiento de capacidades a nivel nacional y subnacional para la generación, la interpretación y el uso de información relacionada con emisiones de GEI y vulnerabilidad climática.

- Reducción de riesgos de desastres, aumento de la capacidad de las ciudades para adaptarse al cambio climático y protección de los residentes más vulnerables de sus impactos negativos, así como identificación de oportunidades para la reducción de emisiones de GEI (SFD de Desarrollo Urbano y Vivienda).
- Capacitación regional en temas nuevos de las negociaciones comerciales internacionales incluyendo cambio climático (SFD de Integración y Comercio).
- Mejoras en la resiliencia y adaptabilidad de la infraestructura para enfrentar fenómenos naturales y los efectos de cambio climático (SFD de Transporte).

Actividad operativa (c). Diseño de herramientas de análisis y estudios para asistir a los tomadores de decisiones en la identificación o diseño de estrategias y acciones de mitigación y adaptación.

- Diseño de herramientas para identificar los impactos previsible del cambio climático a escala local, y diseño de medidas más eficientes y efectivas para la adaptación (SFD de Agua y Saneamiento).
- Desarrollo de herramientas de visualización y análisis de datos (SFD de Transporte).

Además de las actividades presentadas anteriormente, el Marco Sectorial de Agua y Saneamiento propone un conjunto de acciones bien definidas para enfrentar los desafíos de la seguridad hídrica en el sector. Sobresalen las propuestas de **actividades operativas**:

- Inversiones y asistencia técnica para fomentar la gestión integrada de recursos hídricos, la gestión del riesgo de desastres, incluidas las inundaciones y la inclusión de aspectos de cambio climático en la provisión de los servicios (desde el diseño de la infraestructura hasta su O&M), con el fin de incrementar la seguridad hídrica y fortalecer la gestión ambiental de las empresas, promoviendo el uso de infraestructura verde en los proyectos.
- Sistemas de alerta temprana y planes de contingencia para disminuir los impactos de eventos extremos, como sequías, inundaciones y elevación del nivel del mar.
- Proyectos que financien la instalación de sistemas de recolección y monitoreo de datos hidro-meteorológicos y de calidad de agua, que apoyen a la gestión integrada de los recursos hídricos y toma de decisiones.
- Medidas de mitigación al cambio climático como cálculo de la huella de carbono de las empresas de AyS, uso de energía eficiente, cogeneración,

termo-valorización de lodos y gestión adecuada de residuos sólidos. Asimismo, medidas de innovación tales como sistemas de desalinización impulsados con energías renovables (que permiten enfrentar los impactos del cambio climático sin aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero).

Las propuestas de estudios (**actividades analíticas**) incluyen:

- Ajuste e implementación de HydroBID, incluyendo los módulos de inundaciones, calidad de agua e hidro-economía, creación de nuevos Fondos de Agua que implementen infraestructura verde en cuencas abastecedoras.
- Incorporar herramientas analíticas para estudiar el Nexo Agua-Energía-Alimentación para mejorar el entendimiento de las interacciones entre estos sectores en términos de competencia por el uso del recurso a escalas nacional, subnacional o de cuenca a fin de incorporar esta visión integrada a través de marcos de apoyo a la toma de decisión en la planificación de políticas públicas y diseño de infraestructura hídrica.
- Incorporar herramientas analíticas y metodologías para apoyar a los países atendidos por el Banco en la adecuada evaluación de servicios hidro-ecosistémicos y caudales ecológicos, especialmente en contextos de vacío de información, a fin de incorporarlos en los planes de gestión de cuenca y el diseño de infraestructura.
- Diseñar herramientas para definir los impactos esperados del cambio climático a escala local, e identificar, planear y diseñar las medidas más eficientes y efectivas para la adaptación (incluyendo el análisis de reúso de aguas servidas). Algunos de estos enfoques incluyen por ejemplo el uso de métodos robustos (basados en métodos probabilísticos para calcular los riesgos frente a diversas amenazas naturales) para apoyar la toma de decisiones en situaciones con alta incertidumbre.
- Divulgación interna y externa del trabajo realizado y/o en implementación.

El documento de marco sectorial (MS) de Medio Ambiente y biodiversidad del 2015 reconoce que hubo una mejora de las instituciones ambientales de la Región, pero que aún son débiles y necesitan de fortalecimiento “permanente”. Con relación a recursos hídricos, identifica que, “en términos ambientales, la disponibilidad del agua a largo plazo para sus diferentes usos es un desafío, especialmente cuando se considera que la distribución del recurso es muy desigual”. Por ejemplo, en Chile 5 de las 13 regiones hidrográficas presentaban estrés hídrico²⁴ y en México, 4 de 13 regiones, con afectación de aproximadamente 60 millones de personas²⁵. La propuesta de **actividad operativa**: “Fortalecimiento de capacidades de gestión ambiental en las instancias locales y sectoriales responsables de la aplicación legal y normati-

²⁴ Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (MOP 2012)

²⁵ Conagua, 2010.

va, incluyendo municipalidades y gobiernos provinciales y/o regionales” y la propuesta de **actividad analítica**: “Realización de estudios analíticos para la medición de la calidad de la gobernanza y el desempeño ambiental en la región, proporcionando indicadores comparables entre los países de la región que ayude en la priorización de actividades de fortalecimiento de la gestión ambiental del Banco”, pareció de relevancia para esta revisión por coincidir, de cierta forma, con actividades incluidas en otros marcos sectoriales. Por ejemplo, adicionalmente a lo resaltado en los MS mencionados anteriormente, el MS de Agricultura y Gestión de Recursos Naturales del 2016 propone como actividades:

- “Mejoramiento de los marcos institucionales y legales que rigen el trabajo de las autoridades responsables de la gestión de los recursos naturales²⁶ para que ejerzan las funciones relacionadas con la gobernanza, diseño de políticas, regulación y supervisión del uso sostenible de los recursos naturales a nivel nacional y subnacional.
- Mejoramiento de las capacidades técnicas y operacionales de las autoridades encargadas del manejo de los recursos naturales en aspectos claves como sistemas de información, monitoreo y control del recurso.
- Inversión, asistencia técnica y trabajo analítico para apoyar el diseño y la implementación de políticas públicas y regímenes de manejo de recursos naturales (recursos hídrico, tierras, forestal y pesquero) adaptadas a las condiciones locales, basados en el otorgamiento de derechos de propiedad que eliminen los problemas de acceso libre, y para apoyar procesos de reforma en las funciones de recaudo y administración de recursos para mejorar el financiamiento de la gestión de los recursos naturales.
- Apoyo a la realización de diálogos de políticas a nivel nacional y regional, con actores relevantes en el sector y con otros sectores cuya actuación tenga impacto sobre los resultados del manejo sostenible de los recursos naturales.
- Realización de estudios sobre la calidad de la gobernanza e instrumentos de gestión de los recursos naturales”.

Este cruce de información identifica, a este nivel de visión, no solo los temas comunes, pero también la constancia de debilidades sectoriales que ultrapasan, quizás la actuación de un banco de desarrollo. La falta de: una gobernanza efectiva, recursos humanos y financieros para la gestión ambiental y de recursos hídricos, información actualizada consistente y disponible sobre recursos hídricos y medio ambiente, voluntad política, coordinación institucional, percepción por parte de la población y gobernantes del riesgo que representa el cambio climático con sus consecuencias en la SH, componen los diagnósticos realizados por el Banco y otros actores (UN,2013²⁷) involucrados con la gestión los recursos hídricos y del medio ambiente. Esta obser-

²⁶ Recursos naturales, incluyendo recursos hídricos, debido a su importancia para el sector agrícola.

²⁷ United Nations, United Nations University, 2013.

vación per se apunta hacia la necesidad de repensar el diseño y presentación de estrategias de acción. El aprendizaje apunta hacia una evolución gradual lenta como se puede constatar con el tema ambiental y de recursos hídricos. Las instituciones ambientales en los países, muchas creadas en la década de los 90, continúan presentando debilidades y la gestión ambiental carece de efectividad (todavía se expande el desbosque en la Amazonia²⁸ y persiste la contaminación de los ríos urbanos de la Región: río Tiete en el Brasil, Matanza-Riachuelo y Reconquista en Buenos Aires, río Guayre en Caracas, río Bogotá en Bogotá etc). En El Salvador, 20% de sus cauces son catalogados como de mala condición ambiental, con indicadores de contaminación por descargas orgánicas y de organismos patógenos (coliformes), muy por encima de los niveles aceptables, a lo que se asocia una mortalidad infantil por enfermedades gastrointestinales de 16 niños por cada 1.000 nacidos vivos (MARN 2014²⁹). Informaciones similares están disponibles para otros países y/o regiones.

Los conceptos de MIRH, acordados en 1972, en Dublín, recién, a partir del comienzo del siglo 21, empiezan a ser incorporados por las instituciones responsables por el manejo de recursos hídricos (Planes nacionales de recursos hídricos mencionados, específicamente el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de Panamá, 2011, Ley de Recursos Hídricos de Perú).

A.1.5 Identificación de proyectos o programas referencia

En 2018, la División de Agua y Saneamiento (WSA por sus siglas en inglés) del BID preparó un inventario de proyectos de la WSA y de otras divisiones con impactos en recursos hídricos SH, según una metodología específica que considera:

- **Sistemas de apoyo a la toma de decisiones**, que incluye herramientas de planificación de la gestión de los recursos hídricos entre usos competitivos, con enfoque multisectorial.
- **Ambiental**, que incluye planes de acciones contra la contaminación de la calidad del agua y la degradación de los ecosistemas de cuenca aumentando la resiliencia de los sistemas socioeconómicos y la infraestructura frente al cambio climático.
- **Gobernanza** para la gestión de recursos hídricos, con iniciativas de elaboración de políticas públicas, fortalecimiento institucional y mecanismos de gobernanza.
- **Drenaje** y control de las inundaciones, para la mejora de las obras de drenaje pluvial y sistemas de control de las inundaciones de los ríos.

²⁸ La tasa anual de pérdida de bosques en la región entre 2000 y 2010 fue del 0,46%, el doble de la tasa mundial, que representa una pérdida de 4,2 millones de hectáreas al año, aunque parece apreciarse una ligera tendencia a la reducción en los últimos años (CEPAL-FAO/IICA 2012).

²⁹ MARN. 2014. Informe de la calidad de las aguas de los ríos de El Salvador 2012-2013. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador.

Los resultados del inventario indican que entre 2010 y 2018 WSA aprobó 336 proyectos entre préstamos, cooperaciones técnicas y estudios con una inversión acumulada total de US\$9.7 billones representando el 7.5% del total de proyectos aprobados en el mismo periodo en el Banco, los cuales alcanzan el 10.5% de las inversiones realizadas. Aplicando los criterios mencionados, fueron seleccionados 71 proyectos con relevancia para el sector de recursos hídricos, siendo 19 fueron préstamos de inversión 51 cooperaciones técnicas, y 1 estudio. Según el eje temático fueron identificados 17 proyectos relacionados a sistema de apoyo para toma de decisiones, 24 con el tema ambiental, 8 con gobernanza y 22 con drenaje y control de inundaciones. Inventario similar de proyectos fue realizado consultando las carteras de las divisiones: Desarrollo Urbano y Vivienda, Cambio Climático y Sostenibilidad y Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible.

El análisis de los documentos de marco sectoriales y de los proyectos incluidos en la cartera del Banco, principalmente a partir del 2007, explicita una amplia acción en recursos hídricos, cambio climático, medio ambiente y recursos naturales. Operativamente, las acciones propuestas en los marcos sectoriales cubren un largo espectro de lo que se puede realizar en la búsqueda de la seguridad hídrica. Se hace necesario entender lo que funcionó y que se puede cosechar como reproducible, a que escala y con que metodología. Para esto se hará una selección de proyectos y/o programas exitosos para un análisis más detallado en el marco del diagnóstico y proposiciones realizadas en los capítulos anteriores.

El análisis de proyectos de la cartera a partir de 1990, que incluyen el tema de recursos hídricos, demuestra que el Banco ha tenido una participación importante en la puesta en marcha de una “nueva” percepción de la importancia de este recurso natural renovable. No obstante, una acción más amplia se inicia a partir del 2006 y se intensifica a partir del 2010 para atender los mandatos de la Novena Reposición de Capital.

Como mencionado, durante los 90 el objetivo mayor era apoyar los países en el proceso de construcción y/o fortalecimiento de su institucionalidad para la gestión ambiental, el tema del momento. La preocupación era con impacto ambiental y aunque los recursos hídricos eran de los más impactados por vuelcos de aguas servidas domésticas e industriales sin tratamiento, la preocupación con la cantidad de agua de buena calidad para abastecer una economía en expansión era restricta a las compañías de agua y saneamiento. Por otro lado, las compañías de agua, con excepciones³⁰, aún no habían internalizado que la protección de nacientes de los manantiales que usaban era parte de su negocio.

Entre el 2000 y el 2006, hubo algunos intentos, sin éxito, de incluir el manejo de las cuencas productoras de agua en proyectos de agua y saneamiento financiados por el BID en la región Andina y en el Caribe. El proyecto para im-

³⁰ La Compañía de Saneamiento de Minas Gerais-COPASA, Brasil, protege varias de sus nacientes desde antes de los 90.

plantar un plan de gestión de recursos hídricos en la Hoya de Quito, ejecutado por FONAG, es una de las excepciones. Este proyecto estaba conectado con el préstamo Programa de Saneamiento Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito (1424/OC-EC). Hay que resaltar que FONAG ya estaba operativo en el 2006 e ya había trabajado en la Hoya de Quito; el apoyo del Banco fue para dar continuidad y el valor agregado fue el desarrollo del plan de gestión de los recursos hídricos de la Hoya de Quito.

En 2005 se aprueba el Programa de Saneamiento Ambiental de Manaus (PROSAMIM) para encontrar soluciones para el problema ambiental, urbanístico y social que afectaba a la ciudad de Manaus y en particular a los moradores de la cuenca urbana conocida como Igarapé (Arroyos en lenguaje de Manaus) Educandos-Quarenta en dicha ciudad. Estos cursos de agua eran anualmente represados por el río Negro (uno de los formadores del río Amazonas) inundando un área ocupada por habitaciones precarias conocidas como palafitas. El PROSAMIM no solo resolvió el problema de drenaje de estos cursos de agua como también transformó el paisaje³¹ de la ciudad y la vida de las personas que ahí vivían reasentándolas en viviendas dignas con todos los servicios. El PROSAMIM llegó a la III fase y su ejecución cambió totalmente el centro de Manaus. El éxito del PROSAMIM se debió al proceso innovador de involucrar la población en el proyecto desde el comienzo y al arreglo ejecutivo involucrando una unidad ejecutora con acceso directo al gobierno del estado.

De las experiencias exitosas del Banco en la promoción de temas de recursos hídricos sobresale el esfuerzo de modernización de la gestión de recursos hídricos en el Perú, lo cual representa un apoyo conjunto BID-Banco Mundial empezado en la década de los 90. El BID apoyó el sector en el Perú con varias cooperaciones técnicas que apoyaron temas puntuales como el apoyo a la gestión de cuenca binacional Puyanbo-Tumbes (frontera con Ecuador), apoyo para preparar el plan nacional de recursos hídricos, apoyo para regularizar derechos de acceso al agua para pequeñas comunidades y apoyo para determinar el valor económico del agua. Enseguida, fue aprobado un préstamo programático de políticas en tres fases que impulsó la modernización del sector de recursos hídricos, la cual incluyó la aprobación en el 2009 de la nueva Ley de Recursos Hídricos, que incluye explícitamente la gestión integrada de recursos hídricos. Este proceso culminó con la aprobación también en el 2009 del proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos, que apoyó la creación de la Autoridad Nacional del Agua, su fortalecimiento institucional, la descentralización de la gestión del agua y la preparación de planes de gestión para tres cuencas críticas del país. Posteriormente se analizarán los logros y pendientes de ejecución y concepción de este proyecto y el conjunto de acciones del Banco que resultó en la implantación de la gestión de cuencas en el Perú.

En tiempos de incertidumbres, de la cartera del Banco sobresalen dos acciones no solo fundamentales, pero también básicas para la SH en los tiem-

³¹ Los locales antes inundables fueron transformados en parques y áreas de esparcimiento.

pos que se avecinan: la preparación de planes nacionales de recursos hídricos y la expansión del alcance de los fondos de agua objetivando seleccionar y establecer la gobernanza de conservación de reservas estratégicas de agua en todos los países. Con relación a los planes nacionales de recursos hídricos, es importante identificar una metodología de preparación y un formato de presentación para transformarlo en un documento vivo, más objetivo y de fácil manejo por parte del usuario. Estos planes nacionales y otras acciones concernientes a seguridad hídrica, como se resalta en el MS de cambio climático con relación a CC, deben de ser incluidos en la programación de los países al más alto nivel. Este punto será abordado posteriormente. La muestra de proyectos presentada en el Cuadro 1 representa la amplitud de acciones que el Banco viene utilizando para apoyar los países en la gestión de sus recursos hídricos. Algunos proyectos, como las cuentas ambientales, están en estadio inicial de desarrollo en el marco de la actuación del BID, pero fueron seleccionadas porque representan quizás la mejor oportunidad de insertar el tema de recursos hídricos, ambiental, y cambio climático en la planificación nacional.

La selección de proyecto tiene objetivo demostrativo y no tiene la intención de ser exhaustiva. El importante es resaltar que a través de proyectos similares el Banco viene apoyando a la Región y que el presente desafío es ampliar el impacto de acciones similares y catalizar otras para atender al desafío que representa alcanzar un nivel de SH que garantice la prosperidad de la Región.

Cuado 1

AMBITO	PROYECTOS	ESTADO DE EJECUCIÓN	ACCIONES	PAÍS	OBSERVACIONES
CUENCAS	Programa de Saneamiento Ambiental de la Cuenca Del Río Ipojuca	Ejecutado	Fortalecimiento de la gestión de recursos hídricos, red de alcantarillado, abastecimiento de agua, muestreo de calidad del agua, recuperación de riberas, pago por servicios ambientales, cobro por el uso del agua, sistema de gestión ambiental en empresa de AyS, recuperación de la calidad del manantial.	Brasil	La cuenca del Río Ipojuca Incluye áreas urbanas y non urbanas
	Programa de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del Río Reconquista	En ejecución	Concepto integral de gestión de cuencas, planes de gestión utilizando visión compartida, redes de alcantarillado, redes de agua potable, comunicación estratégica, sistema de información de RRHH, control de la contaminación industrial, gestión de residuos sólidos y apoyo al ordenamiento territorial.	Argentina	La cuenca alta del Reconquista es área rural.
	Programa de Modernización de los Recursos Hídricos	Ejecutado	Fortalecimiento de la Autoridad Nacional del Agua, descentralización de la gestión de RRHH, planes de gestión para tres cuencas claves, sistema de información de RRHH, sistema de monitoreo de RRHH (calidad y cantidad)	Perú	Incluye áreas urbanas y rurales
	Fondos de Agua apoyados por la <i>Latin American Water Funds Partnership</i>	En ejecución	Mecanismo de financiamiento para protección de cuencas hidrográficas y provisión de pago por servicios ambientales a largo plazo. Facilita la gestión de los recursos hídricos, promueve resolución de conflictos, apoya la conservación y/o preservación de la infraestructura verde.	Brasil, México, Colombia, Perú, Ecuador, República Dominicana y otros países	Existen aproximadamente 40 iniciativas en diversos estados de implementación
EMPRESA DE AyS	Programa de Saneamiento Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito	Ejecutado	Control de ocupación de laderas para protección de infraestructura de drenaje, redes de agua y alcantarillado, control de agua no contabilizada, manejo de áreas de protección ecológica, obras de regulación hídrica, estabilización de taludes, reparación de colectores, reasentamiento y desarrollo comunitario	Ecuador	El apoyo a la empresa de AyS de Quito ya entra en su sexta fase.
MUNICIPALIDAD-ESTADO	Programa social y ambiental para los Igarapés de Manaus- Fase III	Ejecutado	Control de áreas inundables, creación de parques lineales, reasentamiento, red de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, plan director de drenaje, planificación urbana	Brasil	Programa en su tercera fase.
	Programa de recuperación ambiental de Belo Horizonte-Drenurbs	Ejecutado	Controle de inundación, drenaje urbano, protección de arroyos urbanos, creación de área de protección de arroyos urbanos y parques temáticos.	Brasil	
PLANES	Planes Nacionales de Recursos Hídricos o de Seguridad Hídrica	Ejecutados	Instrumento de planificación y de política de recursos hídricos, evaluación de la demanda y disponibilidad de RRHH, proyecciones, identificación de temas críticos, líneas de acción, monitoreo y evaluación de la implementación.	Perú, Brasil, Panamá, Costa Rica, Uruguay y otros países	Debe de estar insertado en la Legislación de RRHH del país

HERRAMIENTAS Y ESTUDIOS	Sistemas de Cuentas Ambientales para el Agua (System of Environmental-Economic Accounting for Water-SEEA-Water) basado en el System of environmental-economic accounting ³²	En desarrollo	Incorporación de información hidrometeorológica en las cuentas económicas nacionales y utilización de modelos de input-output para evaluar escenarios de gestión de RRHH e impactos en la economía y viceversa.	Brasil ³³ , Guatemala ³⁴ , Colombia, Costa Rica ³⁵ , México	O SEEA-Water incluye aspectos de naturaleza económica y ambiental en una misma herramienta de análisis de la gestión de recursos hídricos contemplando las dimensiones económicas y físicas, y considera que el agua es esencialmente dinámica con relación al medio ambiente y la economía. Genera informaciones que permiten un análisis consistente de la contribución del agua en el proceso de desarrollo económico y, por otro lado, del impacto de actividades económicas en los recursos hídricos.
	HyDROBID	En implementación	Simulación de la disponibilidad de RRHH considerando distintos escenarios, contribución a la gestión de RRHH y fortalecimiento de las instituciones responsables.	Brasil, Perú, Chile, Guatemala, Argentina, Haití.	
	NEXO AGUA-COMIDA-ENERGIA	EN DESARROLLO	Identifica y evalúa los impactos mutuos y las sinergias entre la gestión de los recursos hídricos, la generación de energía y la producción de alimentos, cuando se planifiquen de manera integrada.	Colombia, Argentina, Uruguay, y Brasil	Puede ser complementario al SEEA-Water

³² Naciones Unidas. *System of Environmental Economic Accounting for Water*. New York: ONU, 2012. Disponible en: <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawaterwebversion.pdf>.

³³ Agência Nacional de Águas (ANA), Contas Econômicas Ambientais Da Água No Brasil, 2018.

³⁴ Elaborado con fondos holandeses

³⁵ Costa Rica ya lo tiene desarrollado

El análisis de las actividades de los proyectos y estudios financiados con recursos del BID expone la amplitud del trabajo realizado en la Región. Esta visión es ampliada cuando se incorporan los objetivos y metas de los Marcos Sectoriales en el contexto de la Estrategia Institucional. No obstante, durante el proceso de análisis de la influencia de los financiamientos del Banco en la búsqueda de la SH, se depara con una dispersión de la información, la cual traduce los efectos de una sectorización, interna al Banco, que dificulta la construcción de acciones temáticamente más focalizadas, con mayor alcance e impacto regional o al nivel de país. Varias divisiones del Banco (CSD/HUD, CSD/CCS, CSD/RND e INE/AyS) desarrollan y ejecutan proyectos y estudios que impactan la seguridad hídrica bajo objetivos relacionados con adaptación al cambio climático, prevención de desastres naturales, provisión de agua y saneamiento, gestión integrada de RRHH, oferta de agua para riego y generación de energía, planificación urbana y control de la contaminación. De este abanico de acciones macro perfilan los esfuerzos direccionados a:

- **Empresas de agua y saneamiento** (mejora de la gobernanza, tarifas adecuadas, reducción de agua no contabilizada, mejora de la eficiencia y productividad incluyendo eficiencia energética, sistema de gestión ambiental, protección de manantiales, gestión de cuencas productoras de agua, expansión de redes, tratamiento de agua y efluentes, reúso de efluentes tratados, disposición final de residuos, inclusión comunitaria en el negocio etc).
- **Instituciones ambientales** (Fortalecimiento institucional, control de la contaminación del agua, aire y suelo; protección de la biodiversidad y de ecosistemas estratégicos, pagos por servicios ambientales, adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, prevención y mitigación de desastres naturales, gestión ambiental, sistema de información ambiental etc).
- **Instituciones responsables por el manejo de recursos hídricos** (Gestión integrada de recursos hídricos, catastro de usuarios, monitoreo hidrometeorológico, modelos hidro-climatológicos y de cuencas, gestión de cuencas, planes nacionales de RRHH, modelos de gestión de RRHH, modelos de financiamiento de la gestión de RRHH, sistema de información de RRHH etc).
- **Instituciones agrícolas** (Garantía de agua para el riego, mejora de eficiencia de los sistemas de riego, descentralización de la gestión del agua en los distritos de riego, fortalecimiento de juntas de usuarios, operación y mantenimiento de los sistemas de riego, drenaje y manejo del agua de drenaje o percolada hacia los acuíferos subterráneos, tarifas de agua para riego, catastro de regantes, sistema de información, optimización del uso del agua, eficiencia energética etc).
- **Instituciones de planificación nacional** (Cuentas nacionales, objetivos nacionales de desarrollo, cuentas ambientales nacionales, eficiencia hídrica por actividad económica etc).

- **Gobiernos municipales** (Control de inundaciones en ambientes urbanos, recuperación de riberas de ríos y arroyos urbanos con creación de áreas de esparcimiento, drenaje urbano, planes maestros de drenaje urbana, recuperación de la calidad de arroyos y ríos urbanos, adaptación y resiliencia frente al cambio climático y desastres naturales etc).

Estas acciones, ya incorporadas a proyectos del Banco, son fundamentales para construir el apoyo que generará la SH; adicionalmente, la literatura abunda de sugerencias y ejemplos aún más específicas de soluciones para lograr la SH en un tiempo hábil. Una síntesis las conclusiones de la Semana Mundial del Agua del 2015³⁶, incluye los desafíos futuros de la Región para lograr los objetivos de sostenibilidad en agua y saneamiento. Estos son:

- Alcanzar la universalización de los servicios
- Desarrollar mecanismos innovadores para atraer capital
- Mejorar la calidad de los servicios
- Mejorar la eficiencia de la gestión empresarial
- Asegurar la sostenibilidad de los servicios de pequeña escala
- Expandir el tratamiento del agua residual en forma sostenible
- Evaluar integralmente la disponibilidad hídrica
- Monitorear los avances y mejorar la transparencia en la información recolectada
- Mejorar la organización institucional y la gobernabilidad del sector

Muchos de estos desafíos están presentes en el Marco Sectorial de Agua y Saneamiento del BID. Dicho documento presenta la justificativa para cada desafío y sugiere acciones para atenderlos. Por ejemplo, el desafío “Evaluar integralmente la disponibilidad hídrica” vincula agua y saneamiento con:

- La necesidad de efectuar un trabajo coordinado e intersectorial para asegurar la disponibilidad de agua en las fuentes de abastecimiento
- El reconocimiento del capital “natural” y los servicios ecosistémicos
- El compromiso de reducir las cargas contaminantes sobre los cuerpos de agua

Adicionalmente, el documento detalla cada desafío. Con relación a *Evaluar integralmente la disponibilidad hídrica*, reconociese que: “En materia de administración de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe, los casos exitosos de gestión integral son limitados. Un mapeo institucional muestra la heterogeneidad de ministerios, instituciones y niveles de gobierno a cargo de esta labor, así como las superposiciones y vacíos de funciones, aunque en

³⁶ Garzón, Camilo; Sturzenegger, Germán, “Los Desafíos De La Agenda De Desarrollo Post-2015 Para El Sector De Agua Y Saneamiento En América Latina Y El Caribe: Conclusiones De La Semana Mundial Del Agua 2015”

general la responsabilidad se mantiene en los niveles superiores de gobierno. También se observa la carencia de recursos presupuestarios suficientes y estables para desarrollar las actividades propias de esta labor en forma permanente. Las buenas prácticas señalan que la gestión integral es un proceso evolutivo y gradual que debe comenzar por reconocer a los impulsores del cambio, incorporar a todos los actores relevantes, crear organizaciones de cuenca y mejorar los sistemas de información y rendición de cuentas, entre otros aspectos. Un marco legal apropiado y un enfoque institucional de multinivel de gobierno con participación de la sociedad civil son condiciones necesarias para avanzar en la evaluación de las necesidades de agua de los diversos sectores de la economía. Este enfoque permitirá planificar coordinadamente la utilización los recursos hídricos disponibles y evitar conflictos con los habitantes de las cuencas abastecedoras, sean éstas superficiales o subterráneas. A esta competencia entre sectores se suman los efectos del cambio climático que agudizan la situación, incrementan la vulnerabilidad y dificultan las predicciones de la disponibilidad y variabilidad futuras. El sector de agua potable y saneamiento debe asumir un papel más proactivo en las tareas de protección y conservación de las cuencas hidrográficas, partiendo del reconocimiento de los beneficios económicos potenciales resultantes de un mejor control sobre los usos del suelo y de la preservación o restauración de ecosistemas naturales. Se deberán también considerar las posibilidades de: i) adquirir terrenos estratégicamente ubicados en las cuencas abastecedoras para evitar su degradación o acometer su rehabilitación; ii) impulsar medidas de regulación del uso del suelo; iii) proponer mecanismos de pago por servicios ambientales a los moradores de las cuencas que adopten prácticas ambientalmente sostenibles, e iv) incluir en las tarifas tasas ambientales dirigidas a la protección de las cuencas de interés”.

Si agregamos los detalles presentados para los demás desafíos es posible corroborar la amplia acción del Banco en la Región. Por lo tanto, es fácil concluir que el Banco sabe lo que tiene que hacer para lograr la SH. La mayoría de las acciones que conllevan a este objetivo ya son adoptadas o están en proceso de ser adoptada. Falta entender como el Banco necesita organizarse y que tipo de proyectos, estudios o acciones se debe desarrollar para ampliar el alcance y el impacto de las acciones futuras.

A.1.6. Lecciones aprendidas de los proyectos relacionados con la SH

a) Manejo de cuencas. La experiencia con la implantación de proyectos de manejo de cuencas con financiamiento del BID permitió entender los puntos positivos y las limitaciones del concepto. Definitivamente, la unidad territorial denominada cuenca hidrográfica, por sus características geomorfológicas, constituyese en el espacio ideal para implantarse modelos de gestión. Puede ser necesario dividir cuencas de mayores extensiones en subcuencas y establecer estructuras institucionales de manejo en dos niveles. La cuenca del Río Reconquista, aunque no sea

muy extensa (cerca de 1.670 Km²), por sus características está dividida en cuenca alta, media y baja siendo la parte alta esencialmente rural y las demás esencialmente urbanas. Independientemente, de sus características geomorfológicas y de la ocupación su espacio físico, el proceso de implantación de gestión por cuencas toma tiempo. El proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos (PMGRH) en el Perú es una de las experiencias más exitosas del Banco en diseño e implantación de estructuras de gestión de recursos hídricos. Al final del proyecto, seis cuencas tenían planes de gestión elaborados y consejos de cuencas instalados y funcionando (Tres cuencas con financiamiento BID y tres con financiamiento del Banco Mundial). No obstante, Perú empezó a solicitar apoyo, principalmente a través de cooperaciones técnicas, para manejar problemas o conflictos por el uso del agua en una cuenca a partir del 2000. El primer tramo del Programa de Reformas de Recursos Hídricos (PE-L1024) fue aprobado en el 2007 y el tercero y último en el 2010. El PMGRH fue aprobado en el 2009 y el último desembolso se dio en el 2015. A pesar de los resultados positivos del proyecto, el camino es largo si queremos implantar la GIRH en las 159³⁷ cuencas del país.

La trayectoria del proyecto Reconquista en la Argentina es similar. La primera operación fue aprobada en 1993 y terminase su ejecución en el 2006. Con financiamiento de la primera operación se creó el Comité de Cuenca del Río Reconquista-COMIREC, a través de una Ley que aún sigue sin reglamentación. La segunda operación fue aprobada en el 2014 y está en ejecución, la cual encontrase bastante retrasada comparada al cronograma inicial. El Plan de gestión de recursos hídricos, que debería ser la primera contratación del proyecto, fue licitado, pero aún no está contratado.

El proceso de implantación de gestión de recursos hídricos sea por cuencas o creación de áreas de protección y/o conservación (fondos de agua), reservas de agua (México)³⁸, productores de agua (Brasil)³⁹ toma tiempo. Algunas razones identificadas incluyen:

- El concepto de gestión integrada de recursos hídricos, evidenciado a partir de la década de los 80, requiere coordinación institucional en varios niveles (nacional, estatal (regional) y local y la participación de los usuarios en la toma de decisiones. Los sistemas de gestión del agua hasta los 80, muchos siguen hasta hoy, eran sectoriales con decisiones verticales, sin consulta a los usuarios o a los pares. Cada institución tenía su agenda. Las instituciones y quienes la manejaban, por sus tradiciones, no entendían este nuevo concepto. Estas dificultades todavía permanecen en muchos de nuestros países.

37 Autoridad Nacional del Agua, "Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos de Perú", 2012

38 Comisión Nacional del Agua-Conagua 2011

39 Programa da Agência Nacional de Águas (ANA) implantado en el 2001.

- Falta de recursos humanos capacitados en las instituciones de gestión de recursos hídricos por falta de oferta en las universidades o condiciones laborales poco atractivas.
- Falta de información confiable para toma de decisiones. Este tema sigue pendiente según evaluaciones más recientes⁴⁰. Se hace necesario el desarrollo de sistemas de información de recursos hídricos (Algunos países como Brasil y, Perú ya disponen de estos sistemas) e implantar y operar estaciones de muestreo hidrometeorológicas y de calidad del agua. Interesantemente, no es tan difícil conseguir los recursos para implantar dichas estaciones de muestreo, pero los recursos para operación y mantenimiento son escasos y casi siempre provistos por los gobiernos y ni siempre son constantes. El catastro de los principales usuarios la mayoría de las veces no está presente. Por ejemplo, no se sabe al cierto cuantas industrias están ubicadas en la cuenca del río Reconquista y Perú necesitó de préstamos del BID y del Banco Mundial para realizar un catastro de usuarios de los sistemas de riego del país.
- Falta de recursos financieros para financiar la gestión de RRHH (PGRH). En Perú las cuencas incluidas en el PMGRH actualmente cuentan con los planes de gestión de recursos hídricos, pero no disponen de los recursos para implementarlos. Este tema fue corregido en el proyecto Reconquista donde los recursos presupuestados incluyen las acciones que compondrán el plan de gestión de la cuenca, pero este aún no fue desarrollado y los recursos financieros están siendo consumidos en obras definidas con objetivos institucionales y no a partir de definiciones técnicas estratégicas y de un consenso entre representantes de los usuarios y del gobierno. El Programa de Saneamiento Ambiental de la Cuenca Del Río Ipojuca (Brasil) financia la implementación de parte del PGRH, preparado con recursos del gobierno. Este es uno de los temas fundamentales para la sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos. La inexistencia de recursos financieros para financiar un PGRH crea frustración entre los usuarios que a su vez genera descrédito en el sistema de gestión propuesto, generando un ciclo vicioso.
- El cobro por el uso del agua no es adoptado y cuando se adopta no refleja la productividad hídrica por sector económico. Al final del PMGRH en el Perú, el valor recaudado por metro cúbico alcanzó solo el US\$0.13, y esto representa un 289% superior a la meta inicial del programa⁴¹. En el Brasil está implementado en 45 cuencas incluyendo todas las cuencas de los estados de Ceará, Rio de Janeiro e Paraíba y algunas de São Paulo, Minas Gerais y Paraná⁴². El país está dividido en 12 regiones hidrográficas con una multitud de

40 Garzón-Lopez, Camilo, "Regional Platform for Water Resource Management-Final Evaluation", 2017.

41 Informe de Terminación de Programa (PCR), Programa de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos, 2016.

42 Confederação Nacional das Indústrias-CNI, "Segurança Hídrica: Novo Risco Para a Competitividade", Para as eleições de 2018.

cuencas⁴³. El desarrollo de las cuentas económicas ambientales da agua no Brasil, en el período 2013-2015, evidencia la gran dispersión de eficiencia de uso de los recursos hídricos entre las actividades económicas. Por ejemplo, los índices medios para las industrias extractivas (603,74R\$/m³) son superiores aquellos de las industrias de transformación(R\$246,62) y del sector agrícola (R\$10,81)⁴⁴. Estas diferencias reflejan el alto valor agregado bruto y el bajo consumo de agua de las industrias extractivistas en comparación con los demás sectores. En momentos de escasez los sectores más eficientes son perjudicados se son adoptados los mismos criterios de restricción al uso. Por ejemplo, la *Confederação Nacional das Industrias de Brasil*, en su trabajo preparado para las elecciones del 2018, alega que, por estar adoptando medidas de conservación de agua, para el sector industrial, el costo marginal de reducir 1m³ de capitación de agua es muy superior al costo marginal de un usuario con 30% a 35% de pérdidas.

b) Fondos de agua. La iniciativa de crear reservas estrategias de agua en cada país como medidas preventivas o de adaptación a escenarios de escasez hídrica no solo es fundamental para estas situaciones como para el cotidiano. El uso sostenible de la infraestructura verde no solo preserva el potencial de manantiales como también garantiza su calidad con repercusiones en los costos de tratamiento de agua. Reconociendo el potencial de esta iniciativa, el BID, la Fundación Fomento Económico Mexicano, S.A.B de C.V. (FEMSA), *The Nature Conservancy* (TNC), y el *Global Environmental Facility* (GEF) lanzaron la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua (ALFA) para proveer asistencia técnica y financiera para la creación y fortalecimiento de fondos de agua, como un instrumento innovador de protección de cuencas hidrográficas. Una evaluación de cinco fondos financiados por la ALFA: Espirito Santo, Palmas, and Camboriu (Brazil); Bogota, Medellin and Santa Marta (Colombia) ; Santo Domingo and Yaque del Norte (Dominican Republic); Monterrey (Mexico) y Lima (Peru), fue realizada al final de cinco años de ejecución y concluye que el proceso fue satisfactorio, pero identifica varios aspectos que pueden ser perfeccionados y aquí recogemos aquellos relacionados al diseño y monitoreo⁴⁵. Con relación al diseño de los fondos, es recomendable: “la realización de una evaluación detallada de la cuenca hidrográfica, reconocimiento de las limitaciones de los modelos utilizados y trabajar las recomendaciones que el proceso genera para que sean prácticas y de fácil implantación. También recomienda la inclusión de indicadores robustos que reflejen las mejoras de la calidad y cantidad de agua debido a los esfuerzos de conservación y restauración”. La revisión reconoce también que la conformación de fondos de agua es un proceso de largo plazo.

43 Agência Nacional de Aguas-ANA, “Atlas Brasil: Panorama Nacional-Volume 1, Abastecimento Urbano de Agua”, 2010.

44 Agência Nacional de Águas (ANA), *Contas Econômicas Ambientais Da Água No Brasil*, 2018

45 Garzón-Lopez, Camilo, “Regional Platform for Water Resource Management-Final Evaluation”, 2017

b) Proyectos con Empresas de Agua y Saneamiento (EAS). El Banco, a través de INE/WSA, tiene una vasta experiencia en trabajar con las EAS sobresalen, por ejemplo, las experiencias con las siguientes EAS: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento-Quito-Ecuador, SABESP-Brasil, Empresas Públicas de Medellín-EPM, CAESB-Brasilia-Brasil, AySA-Argentina. Muchos de los proyectos con estas empresas ya acumulan varias fases y varios años de trabajo juntos. INE/WSA tiene un abanico de productos para estas empresas que incluyen: fortalecimiento de la empresa incluyendo reestructuración de la gobernanza corporativa, estudio de tarifas, reducción de agua no contabilizada, valoración de activos, monitoreo de redes de agua y alcantarillado, tratamiento de agua y efluentes, reúso y disposición final de efluentes tratados etc. En algunos proyectos el Banco ha apoyado el desarrollo de sistemas de gestión ambiental. El desafío del cambio climático y sus consecuencias acrecientan nuevas áreas de actuación para las EAS que tendrán que desarrollar sus planes de adaptación y estrategias de seguridad hídrica. Entre las conclusiones de la Semana Mundial del Agua del 2015 fueron identificadas áreas en que el sector de agua y saneamiento necesita ser más proactivo para garantizar la sostenibilidad de la disponibilidad de su insumo principal que es el agua. “El sector de agua potable y saneamiento debe asumir un papel más proactivo en las tareas de protección y conservación de las cuencas hidrográficas, partiendo del reconocimiento de los beneficios económicos potenciales resultantes de un mejor control sobre los usos del suelo y de la preservación o restauración de ecosistemas naturales. Se deberán también considerar las posibilidades de: i) adquirir terrenos estratégicamente ubicados en las cuencas abastecedoras para evitar su degradación o acometer su rehabilitación; ii) impulsar medidas de regulación del uso del suelo; iii) proponer mecanismos de pago por servicios ambientales a los moradores de las cuencas que adopten prácticas ambientalmente sostenibles, e iv) incluir en las tarifas tasas ambientales dirigidas a la protección de las cuencas de interés”⁴⁶. Estos nuevos tiempos requerirán que el BID empiece a analizar y proponer proyectos de agua y saneamiento en los moldes de los proyectos de control de la contaminación industrial que incluyen todos los pasos de la producción, distribución, venta al consumidor, tratamiento y disposición final de los residuos generados. La EAS tendrá que ser vista como una industria del agua que obtiene su insumo de una cuenca que necesita de conservación y/o recuperación, manejo y en algunos casos preservación con perspectivas de largo plazo. Procesado el insumo agua, los desperdicios tienen que ser minimizados para que sea rentable el negocio y los efluentes generados deberán ser debidamente tratados, reutilizados en un nuevo proceso productivo o en procesos de recuperación y/o devolución al ambiente para que cumpla con sus funciones.

46 Garzón, Camilo; Sturzenegger, Germán, “Los Desafíos De La Agenda De Desarrollo Post-2015 Para El Sector De Agua Y Saneamiento En América Latina Y El Caribe: Conclusiones De La Semana Mundial Del Agua 2015”

c) Recuperación Urbana y Control de la Contaminación: La experiencia con los proyectos PROSAMIM, DRENURBES, Matanza-Riachuelo, Reconquista y Tiete tiene aspectos positivos y muchas lecciones que aprender. El PROSAMIM cambió el paisaje de Manaus y ha impactado positivamente la población afectada a través de intervenciones urbanas, proyectos de drenaje, agua y saneamiento, reasentamiento y contacto con la población⁴⁷. Una de las solicitudes durante la confección del PCR era que se incluyera la preservación de las nacientes de los arroyos urbanos en las próximas operaciones. DRENURBS incorpora esta acción y también el Reconquista y el Tiete. Por lo tanto, hay que repensar estos proyectos como intervenciones integrales al nivel de cuenca urbana. La iniciativa ICES apunta hacia esta dirección, pero la amplitud de la demanda la trasciende. Por ejemplo, según CONAGUA, seis de diez ríos de México están contaminados⁴⁸. Entre ellos se incluyen: el Balsas, Santiago, Pánuco, Grijalva, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonabá. Situación similar ocurre en el Brasil, el Salvador, Argentina y otros países.

d) Planes Nacionales de Recursos Hídricos (PNRH). Los PNRRHH, aunque sean instrumentos de la Política de Recursos Hídricos de un país, necesitan de estar ampliamente amparado por la legislación de recursos hídricos. Por ejemplo, en el Brasil, aunque existe un marco legal bien definido, aun no está reglamentado el inciso VII del artículo 7º de la ley 9.984 del 2000, que establece la competencia de los Planes de Recursos Hídricos, para definir una regla general sobre prioridades para la otorga de recursos hídricos. También es necesario una estrecha coordinación entre el plan nacional y los planes de cuencas y, quizás lo más importante, la garantía de recursos para financiar las acciones propuestas en los PNRH. El plan del Perú presenta un cuadro optimista de que se puede financiar las acciones programadas para 20121 y 2035, teniendo como punto de partida los costos de la gestión de recursos hídricos del 2011, los cuales representaron solo un 4,9% de las inversiones totales del Estado. La cooperación técnica internacional, en el PNRH del Perú, fue cargada como responsable por financiar parte de varias de las acciones identificadas. El análisis de varios planes demuestra la necesidad de una estandarización, principalmente con relación a contenido mínimo, mecanismos legales para su debida implementación y como presentar la necesidad de compromiso financiero atada a las responsabilidades por su implementación.

e) Cuentas Económicas Ambientales del Agua (CEAA). Esta es una herramienta promisoría para la seguridad hídrica porque evidencia los sectores económicos menos eficientes en el uso del agua y facilita la definición de políticas para la gestión de los RRHH en situaciones rutinarias y de escasez. Las CEAA representa una puerta importante para insertar el tema de la gestión hídrica en las decisiones de desarrollo económico nacional a través de las cuentas nacionales.

47 Informe de Terminación de Proyecto-PCR, 2013.

48 CONAGUA, "Atlas de Agua", 2016.

Anexo C. Mejores prácticas en innovación en seguridad hídrica

C.1.5. EN INFRAESTRUCTURAS HÍDRICAS EN LA REGIÓN

C.1.1. Cuestiones generales

En el momento actual no se puede abordar la innovación en seguridad hídrica sin tener presente el concepto de cambio climático y las implicaciones que cabe esperar en el sector del agua, pese a las incertidumbres que presentan los modelos en los distintos escenarios que se han formulado. En otros apartados del presente documento se analiza esta materia con suficiente profundidad para que no sea preciso abundar sobre ello.

La complejidad del tema no ha de desincentivar la aproximación a las propuestas de adaptación al problema del cambio climático. Hay actores que aconsejan simplificar esta aproximación *reconociendo que el hecho de proponer proyectos usuales de desarrollo constituye una estrategia misma de adaptación*⁴⁹. Es tal el camino por recorrer en ALC que esta máxima ha de transmitir cierta tranquilidad de que se va por buen camino con acciones como las que este documento auspicia.

C.1.2.-ABASTECIMIENTO URBANO

Aspectos generales del marco global garantista de la SH en el abastecimiento

Desde una perspectiva de rigor técnico, ello implica: i) cobertura al 100 % de la población, lo que constituye uno de los ODS de la Agenda 2030, ii) suministro con un adecuado nivel de garantía⁵⁰ iii) consecución de la garantía mediante la consideración conjunta de la oferta y de la demanda del recurso y su tratamiento mediante modelos matemáticos de simulación, considerando los diversos usos presentes en la cuenca y que son competidores con el abastecimiento urbano. Hydro-Bid es una herramienta de gran utilidad que se deberá ir ampliando para atender las distintas necesidades de la planificación: recursos, simulación de sistemas y obtención de balances, apoyo a modelos en sequías e inundaciones, etc.

En lo que se refiere a la oferta del recurso, es necesario contar con fuentes alternativas de suministro, deseablemente en un “mix” de agua superficial y subterránea. Respecto a las aguas superficiales es conveniente – no impre-

49 ONGs francesas en Identificación de Riesgo Climático y definición de estrategias financieras para su mitigación en el sector del agua y saneamiento en ALC. BID RG-E1507. Diciembre de 2017.

50 Esta garantía debería contar con una razonable armonización dentro de ALC. A manera de ejemplo, el criterio que se sigue en España dentro de la planificación hidrológica: se considera satisfecha la demanda urbana cuando el déficit en un mes no sea superior al 10% de la correspondiente demanda mensual y en diez años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 8% de la demanda anual.

scindible - su regulación mediante embalses a fin de otorgar una robustez adicional al suministro, esencial en sequías. Las aguas subterráneas, entrañan ya una regulación en la medida que los acuíferos constituyen embalses subterráneos que otorgan, por tanto, una gran robustez en la disponibilidad del recurso con la condición de que el acuífero no esté contaminado.

En cuanto a las demandas, lo deseable es partir de los datos de consumo reales, que están relacionados con el tipo de población y de su actividad industrial por cuanto que una parte importante del consumo industrial en las ciudades se suministra desde las redes municipales.

La vigilancia y el seguimiento de la calidad de las aguas a lo largo de las redes de distribución ha de ser permanente, realizando los controles que la legislación establezca para asegurar la permanente potabilidad del agua que llega al consumidor. Planes de sequía. Se remite al apartado IV.5.5.1 sobre este de fenómeno extremo.

Aspectos técnicos específicos relacionados con el diseño de las redes de abastecimiento

- 1) Las redes han de ser diseñadas siguiendo las mejores prácticas de la ingeniería civil e hidráulica, comenzando por una buena elección de los materiales de los tubos: la fundición y el acero son excelentes materiales, siendo hoy día recomendable disponer para ambos tipos sistemas de protección catódica para prevenir la oxidación, siendo importante el estudio de la resistividad del terreno. También el polietileno es ampliamente utilizado y resiste bien. Hoy día el fibrocemento ha dejado de utilizarse por su carácter cancerígeno y su gran vulnerabilidad frente a las sobrepresiones. Se deben seguir Normas como la AWWA que tienen gran aplicación en el mundo occidental.
- 2) A medida que las redes van envejeciendo, es necesario elaborar planes para la renovación de las tuberías. Esta disposición es obligada para minimizar las fugas en la red y evitar roturas. Se puede mencionar, a este respecto, el estudio patrocinado por AWWA en Mayo 2001 para la sustitución de tuberías en sistemas de veinte ciudades americanas, de tamaños medios que engloban en conjunto una población de más de 6 millones de habitantes. La sustitución implica tanto los tubos como los distintos elementos de control: *válvulas, ventosas, desagües, etc.* Esto es muy importante porque, como ya se comentó en el Capítulo II, se siguen construyendo redes y gastando mucho dinero, pero se sigue perdiendo mucha agua (el caso ya citado de Uruguay).
- 3) Consideración en el diseño de las presiones debidos a los transitorios, también conocidos como golpe de ariete, aspecto que la normativa apenas dedica atención por el desconocimiento que se tiene sobre esta materia. Recientemente, CYII (Madrid) ha previsto un plan piloto para la instalación de medidores de presión de manera que puedan registrar estas sobrepresiones aleatorias por golpe de ariete para derivar criteri-

os solventes de diseño para la definición de las presiones de timbre de las nuevas tuberías.

- 4) Es necesario establecer un plan de prevención de fugas, de manera que éstas puedan quedar por debajo del 15 %, utilizando la última tecnología de *prelocalizadores, geófonos y correladores*. En una red, el concepto de fuga de agua queda subsumido en un concepto más amplio, cual es la relación entre el agua facturada a los usuarios y el agua suministrada en la cabecera de la red. Esto es lo que de verdad se puede medir. Ahora bien, este concepto incluye dos conceptos diferentes: i) La fuga propiamente dicha, debido a la falta de estanqueidad del tubo o de sus uniones o a roturas. ii) los “fraudes de agua” mediante técnicas que aplican determinados usuarios consistentes en derivar el agua evitando que pase por el contador. La sectorización de la red es una técnica que se está empleando con buenos resultados en la localización de fraudes y control de fugas.
- 5) Hay que extender la instalación de contadores al 100 % de los clientes (al menos al 100 % de comunidades de vecinos). Un estudio de 2015 ⁵¹ señala que, en media, sólo el 78,9 % de los usuarios son medidos, con unas “pérdidas” medias en las redes del 38,3 %.

Sobre las tarifas de agua en el abastecimiento urbano

Las tarifas deben ser progresivas a fin de desincentivar un uso irracional del recurso. Las tarifas aplicadas en las ciudades de más de 300.000 habitantes, de acuerdo al estudio de 2015 mencionado más arriba, no reflejan una influencia apreciable en la reducción del consumo. Sin embargo, la experiencia indica que tarifas adecuadas sí pueden conducir a un menor consumo unitario.

El acceso al agua y al saneamiento ha sido reconocido por las Naciones Unidas como un derecho humano, pero ello no necesariamente implica su gratuidad, por lo que el tema se ha derivado hacia la equidad más que a la gratuidad, de ahí que haya surgido el concepto de *Mínimo Vital* con el que se busca garantizar el suministro a sectores muy vulnerables de la población, aunque es un concepto que se presta a múltiples interpretaciones y que es objeto de numerosos debates en los distintos países de ALC (véase la cita más abajo al reciente Plan Director Agua y Saneamiento Básico del Gobierno de Colombia).

Como caso externo a ALC, se puede señalar que la tarifa en Madrid (España), se compone de cuatro conceptos: i) aducción, es decir, por las conducciones en alta, ii) distribución, por las redes de distribución, en baja, iii) alcantarillado y, iv), depuración de los vertidos. Se observa que la tarifa abarca el ciclo completo del agua en el abastecimiento urbano, desde su captación en una fuente de recursos, bien superficial o subterránea, hasta su vertido a los ecosistemas acuáticos (normalmente, ríos).

A fin de mostrar sus aspectos cuantitativos, el cuadro que sigue presenta los valores de la tarifa por consumo.

⁵¹ El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Desafíos de los operadores de áreas urbanas de más de 300.000 habitantes. BID, CAF y ADERASA, 2015.

Cuadro C.1.2.3. Estructura de la tarifa de agua que aplica CYII a sus usuarios en Madrid (España).

Aducción

Consumo	Invierno (resto del año)	Verano (1 junio/30 septiembre)
Hasta 25 m ³ /bimestre	0,2965 euros/m ³	0,2965 euros/m ³
De 25 a 50 m ³ /bimestre	0,5486 euros/m ³	0,6855 euros/m ³
Más de 50 m ³ /bimestre	1,3163 euros/m ³	1,9746 euros/m ³

Distribución

Consumo	Precio del metro cúbico
Hasta 25 m ³ /bimestre	0,1335 euros/m ³
De 25 a 50 m ³ /bimestre	0,2103 euros/m ³
Más de 50 m ³ /bimestre	0,5016 euros/m ³

Alcantarillado

Consumo	Precio del metro cúbico
Hasta 25 m ³ /bimestre	0,1094 euros/m ³
De 25 a 50 m ³ /bimestre	0,1203 euros/m ³
Más de 50 m ³ /bimestre	0,1472 euros/m ³

Depuración

Consumo	Precio del metro cúbico
Hasta 25 m ³ /bimestre	0,3115 euros/m ³
De 25 a 50 m ³ /bimestre	0,3556 euros/m ³
Más de 50 m ³ /bimestre	0,5431 euros/m ³

Fuente: CYII. A efectos de equivalencia, 1€=1,17 \$US.

Obsérvese cómo la solidaridad se aplica a través del establecimiento de tres bloques de consumo bimestral. Por ejemplo, en aducción en verano el bloque de más de 50 m³/bimestre cuesta casi 7 veces lo que el bloque de menor consumo (25 m³/bimestre). Y así, un jubilado o jubilada que viva sólo/a consumiendo a razón de 250 litros/habitante y día consumiría 15 m³ en un bimestre, por lo que abonaría por aducción en verano 4,4 € cada dos meses. En cambio, una familia de cuatro hijos, con alto nivel económico, habitando una casa con jardín de unos 1.000 m², en un bimestre de verano podría consumir del orden de 300 m³ y abonaría casi 500 € en el bimestre, más de 113 veces que en el primer ejemplo. Se muestra, por tanto, que sin que se haga uso del mínimo vital, hay una clara progresividad que está relacionada con la solidaridad que debe animar una tarifa de agua.

Ya se ha señalado que la tarifa puede —y debe— ser un vector para la desincentivación del consumo, pero al que se deben incorporar campañas de concienciación al ahorro (los episodios de sequía son una buena oportunidad), así como actuaciones en detección de fugas, control de fraude de agua y renovación de la red. Es por ello que en el caso de Madrid, en los últimos años

el consumo global anual ha descendido en más de un 10%. En el estudio del BID 2015 mencionado más arriba, se reporta que este mismo efecto se está observando en países de ALC como Chile, Colombia y Perú.

Dentro de ALC, se pueden mencionar las tarifas que aplica COLOMBIA⁵², año 2017.

Cuadro C.1.2.4. Primer concepto en la estructura de la tarifa de agua que se aplica en COLOMBIA al amparo de la Resolución CRA 688 de 2014: Cargo fijo por suscriptor/usuario para los dos conceptos que maneja la tarifa: acueducto y alcantarillado.



Fuente: Gobierno de Colombia. Plan Director de Agua y Saneamiento Básicos. Visión Estratégica 2018-2030. A efectos de equivalencia, 1.000 COP=0,338 \$US.

A efectos comparativos, tomando un caso intermedio, Medellín por ejemplo, el cargo por acueducto es de 1.760 COP/m³, equivalente a 0,594 \$US= 0,508 €/m³. En el caso de Madrid, para poder comparar se adopta el bloque intermedio y se suman los dos conceptos de acueducto y distribución para hacerlo equivalente al concepto colombiano de acueducto; el precio que se obtiene es de 0,7589 €/m³, lo que supondría que Madrid es casi un 50 % más costoso que Medellín.

Como ya se ha adelantado, Colombia ha introducido el concepto de Mínimo Vital en sus tarifas. El volumen de ese mínimo vital varía desde los 2,5 m³/mes de Medellín, a los 10 de La Estrella. Un valor más representativo de lo que supone el mínimo vital son 6 m³/mes. Es un valor muy reducido; para una familia de cuatro miembros, supondría un consumo de 50 litros por habitante y día, pero, aún así, puede significar una gran ayuda para economías de subsistencia. De todas formas, el Mínimo Vital aplica a una población de casi 3 millones de ciudadanos, que viene a suponer el 6 % del total de la población del país. Seguramente es un porcentaje modesto pero que muestra la inquietud por mejorar las condiciones de la población más desprotegida.

⁵² Plan Director Agua y Saneamiento Básico. Visión Estratégica 2018 - 2030. Gobierno de Colombia. Ministerio de la Vivienda. Agosto 2018.

Cuadro C.1.2.5. Segundo concepto en la estructura de la tarifa de agua que se aplica en COLOMBIA al amparo de la Resolución CRA 688 de 2014: Cargo por consumo (peso/m³) para los dos conceptos que maneja la tarifa: acueducto y alcantarillado.



Fuente: Gobierno de Colombia. Plan Director de Agua y Saneamiento Básicos. Visión Estratégica 2018-2030. A efectos de equivalencia, 1.000 COP=0,338 \$US.

Buenos Aires tiene también una estructura tarifaria progresiva. El valor del m³ de referencia se establece en 8,04 pesos argentinos, equivalente a 0,256 \$US. El paso de un consumo mensual de 15 m³/mes a 75 m³/mes, multiplica el precio del m³ por 4,5, elevándose a 1,152 \$US. La factura integra tanto el abastecimiento como el alcantarillado, para lo que multiplica el valor anterior por 2. De esa forma, un consumidor de 75 m³/mes pagaría el m³ consumido a 2,304 \$US/m³, que se sitúa en entornos similares a ciudades europeas, como Madrid.

Según la IWA, los precios del agua en Europa son incluso superiores a los indicados para Madrid. En tanto que el “precio medio” pagado en Madrid se sitúa en 1,94 \$US/m³, en París se eleva a 4,30 \$US/m³, Londres, 4,32 \$US/m³, lo que señala la fuerte presión que se ejerce sobre la tarifa del agua a fin de lograr el objetivo de incentivar el ahorro.

Los criterios para el establecimiento de tarifas están siendo objeto de gran atención en la normativa de los diferentes países. Por ejemplo, la Directiva Europea del Agua (DIRECTIVA 2000/60/CE) dedica su artículo 9 a la recuperación de los costes relacionados con el agua, definiendo tres conceptos: i) *coste de los servicios*, ii) *costes ambientales*, iii) *coste del recurso*, recordando el principio de *que quien contamina paga*.

La interpretación de los costes ambientales está siendo objeto de numerosos debates dentro de la UE, pero la idea esencial es que se tengan en cuenta todas las actuaciones que se deberán llevar a cabo para alcanzar (simplificando la cuestión) el buen estado de las masas de agua. Pero también exige la consideración del coste del recurso, asunto sobre el que no hay consenso

en el momento actual, hasta el punto de que no se está considerando. En una interpretación simplificada, podría hacerse equivalente al coste de oportunidad, pero para ello deberían existir mercados de derechos a los que poderse referir, circunstancia que no se da en numerosas cuencas hidrográficas europeas.

Los vigentes Planes Hidrológicos en España reflejan un porcentaje de recuperación que dista mucho del 100 % que propugna la Directiva Marco. Tomando como ejemplo la cuenca hidrográfica del Tajo, el porcentaje de recuperación global está en el entorno del 80 %. Como es natural, en el abastecimiento urbano es donde se obtiene un mayor porcentaje de recuperación que supera el 90 %, gracias a las tarifas que paga el usuario y de las que se ha mostrado el ejemplo de Madrid que tiene un gran peso en esa cuenca hidrográfica. Por el contrario, en regadío, el porcentaje de recuperación apenas supera el 42 %. La Unión Europea está poniendo un especial énfasis en los análisis de recuperación de costes, en donde tienen una gran influencia los costes ambientales antes mencionados.

La idea de que las tarifas deben cubrir los costes del servicio está presente en la mayoría de las legislaciones de ALC. Es el caso de Colombia, por ejemplo. En la Resolución CRA 688 de 2014, se señala que *el régimen de tarifas procurará que éstas se aproximen a lo que serían los precios de un mercado competitivo. Ahora bien, para nada se plantea la introducción del concepto el coste ambiental en los términos de la UE y que, sin embargo, en ALC serían muy importantes dado el grado de contaminación que presentan los ecosistemas acuáticos: ¿ cómo se podría financiar la ingente tarea de descontaminación⁵³ si no es a través de ayudas de los Estados, pero también de las tarifas? Es una cuestión que exige un marco legal, institucional y financiero de primera magnitud, así como de un consenso social, lo que lo eleva al primer plano de la política de la Región.*

Otras cuestiones a considerar en el abastecimiento urbano

Además de la planificación hidrológica y la legislación y marco institucional que se analizan en otros apartados, es preciso tener en cuenta estos otros criterios para la gestión del abastecimiento urbano: i) *Participación social*, eje prioritario de la Directiva Marco Europea, promoviendo y fortaleciendo la participación de todos los actores, ii) *Eficiencia en la gestión*. Es la forma de optimizar la tarifa y sus potenciales incrementos, de forma que se pueda contribuir a la mejora de la calidad del servicio, iii) *Información*. Va necesariamente asociada al fomento de la participación pública.

⁵³ En el Capítulo V se presentan los resultados de estimación de las inversiones necesarias en los diversos ámbitos de acción. Como cifra orientativa, en alcantarillado y descontaminación se presenta una cifra de 773 billones \$US. que equivale al 13,8 % del PIB de la Región (2016).

C.1.3. SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

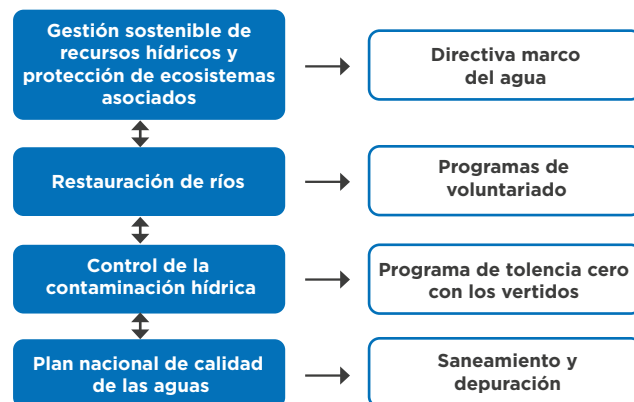
C.1.3.1. Planteamiento General del Problema

En el capítulo II se han mencionado las cuencas de los ríos más contaminados de ALC. En algunas de ellos, como la del río Bogotá en Colombia o la de los ríos Matanza-Riachuelo, en Argentina, sentencias judiciales han declarado responsables a entidades privadas y públicas, lo que ha dado un impulso al tratamiento integral del problema, aunque la ejecución de las medidas es lenta y costosa y, careciendo de un marco legal adecuado, difíciles de implantar y exigir. En este ámbito la legislación debería contemplar el concepto del vertido y su correspondiente autorización en la que se impongan los Estándares de Calidad Ambiental del Agua y los Límites Máximos Permisibles, lo que obligaría al autorizado a realizar los tratamientos adecuados. Ejemplos de ello existen en ALC: es el caso de Ecuador con su Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua del 06 de agosto del 2014 y el Reglamento que la desarrolla.

Procede destacar la Directiva Europea 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas, que se adelantó a la Directiva Marco por los problemas de contaminación por vertidos urbanos, impulsando el alcantarillado y el tratamiento de las aguas a determinados años horizonte y en función del tamaño de las aglomeraciones urbanas.

Sobre esas bases históricas y sobre la Directiva Marco Europea, España ha desarrollado una estrategia para la gestión sostenible de los recursos hídricos y de protección de los ecosistemas asociados que recoge el cuadro que sigue⁵⁴. Pero, hay que insistir, se trata de una estrategia global a aplicar a nivel de cuenca: control de vertidos, saneamiento y depuración y protección de los ecosistemas acuáticos.

Cuadro C.1.3.1. Estrategia seguida en España para la gestión sostenible del recurso hídrico



Fuente: Plan Nacional de Calidad de las Aguas. Ministerio de Medio Ambiente. España, 2007.

⁵⁴ El Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de España, 2007.

C.1.3.2. Sobre la red de alcantarillado

Modernamente, se han impuesto las redes de saneamiento de carácter separativo: aguas negras y de pluviales. En la última década se ha prestado mucha atención a los TANQUES DE TORMENTAS que aumentan la eficiencia del sistema al laminar el caudal y la contaminación (especialmente, la de las primeras lluvias).

En grandes sistemas se deben emplear modelos de régimen variable para analizar la propagación de las ondas de avenida por la red de pluviales para minimizar los caudales de diseño y reducir los costes de los conductos. Hydro-BID está incorporando modelos de cálculo de hidrogramas de avenida, a los que deberían añadirse los modelos de flujo en régimen variable de los que existen en el mercado como instrumento de apoyo al diseño de redes de pluviales.

Las normativas vigentes fijan un periodo de retorno para el diseño de los colectores de redes de pluviales en torno a 25-50 años. *El cambio climático puede exigir su reconsideración.* En el caso de ALC, es necesario revisar los fundamentos hidrológicos de los modelos de generación de ondas de avenida para huracanes y episodios extremos similares, dada su especial virulencia.

C.1.3.3. Sobre el problema de la contaminación en general y su tratamiento. Enfoque integral

En este apartado, a pesar de pertenecer al ámbito del abastecimiento urbano, se aborda el problema global de la contaminación de las cuencas. Los distintos países de ALC tienen su propia normativa sobre la calidad de las aguas salidas de las PTAR. A manera de ejemplo se podría citar el Decreto Ley 2811 de 1974 de Colombia, sobre la **NORMATIVIDAD PARA LA CALIDAD DEL AGUA**. Esa normativa, que debería estar lo más armonizada posible en todo ALC, simplifica la definición y diseño de las plantas de tratamiento.

Pero no se debe perder la perspectiva de la cuenca y de la calidad del ecosistema acuático que, en definitiva, es la red fluvial, sobre el que las propias legislaciones establecen unos objetivos de calidad que es preciso cumplir. En el caso de Europa, la Directiva Marco es más ambiciosa, planteando el concepto de “estado” de las masas de agua, considerando no sólo los aspectos de calidad físico-química, sino también hidro-morfológicos – riberas, bosque en galería, formas del lecho, etc. – y biológicos.

Dado el alto grado de contaminación que ofrecen numerosas cuencas de ALC, sería conveniente lanzar un plan de choque centrado en los objetivos de calidad *físico-química*⁵⁵. La metodología a seguir podría tener el siguiente “tono”:

⁵⁵ En paralelo, podrían ir incorporándose acciones de restauración de riberas y su bosque en galería, es decir, acciones de carácter hidromorfológico.

- i) Elaboración de un inventario de vertidos de la cuenca bajo análisis, creando una base de datos que, en su día, se incorpore a un Registro de Vertidos⁵⁶.
- ii) Campañas de campo con tomas de muestras de vertidos y análisis de laboratorio para conocimiento de sus características.
- iii) Revisión de las redes de monitoreo de la cuenca: red de aforos y red de calidad, proponiendo, en su caso, las necesidades de ampliación y/o mejoras, con sistemas automatizados y la creación de un centro de control para su seguimiento.
- iv) Medición en las estaciones de aforo existentes de los caudales circulantes.
- v) Medición de las características físico-químicas de las aguas del río en las estaciones que existan o con tomas de muestras y ensayos de laboratorio.
- vi) Atención a las cuencas en las que se presenta un problema de exceso de sedimentos y arrastres sólidos, de origen geológico (natural) agravado por acciones antrópicas (tala de bosques, por ejemplo).
- vii) Con la información aportada desde Hydro Bid, calibrada con los datos medidos en las estaciones de aforo, definición de unos regímenes de flujo de diseño.
- viii) Simulación con modelos matemáticos de calidad⁵⁷ para las propuestas de las plantas de tratamiento, contemplando de forma integral todos los usos: urbanos, industriales mineros y agrícolas. Estudio de alternativas y selección de la óptima desde la triple perspectiva hidrológico-técnica, socioeconómica y medioambiental.
- ix) Definición del programa de actuaciones, cronograma de ejecución y evaluación de las inversiones. Aquí se podrían incorporar también propuestas sobre el sector agrario, bien con modernización del regadío y fomento del “reuso” del agua tratada para las explotaciones agrarias próximas a las ciudades y a las PTRAs. La estrategia de los fondos de agua se debería contemplar como una medida más, dado el buen crédito que esta técnica presenta en ALC.

Para los casos de sedimentación y arrastres sólidos en exceso, se deben plantear acciones encaminadas a la reforestación y, de manera más general, al replanteamiento de los usos del suelo.

- x) Análisis de viabilidad del programa y fuentes de financiación del mismo: ayudas estatales, tarifas de usuarios, préstamos de entidades financieras, etc.
- xi) Participación pública e información.
- xii) Redacción de los proyectos e impulsión de su ejecución
- xiii) Seguimiento del programa y, en su caso, revisión del mismo.

⁵⁶ Respecto al marco legal e institucional, tan necesario para hacer efectivo el programa, se debe mencionar que en España la Policía de las Aguas y Cauces Públicos está asignada por la Ley de Aguas a las Comisarías de Aguas de las Confederaciones Hidrográficas, que se apoyan en el SEPRONA (Servicio de Protección de la Naturaleza) de la Guardia Civil, aplicando los procedimientos sancionadores que la Ley establece en caso del incumplimiento del clausulado que establecen las autorizaciones de vertidos.

⁵⁷ Los modelos existentes en el mercado son numerosos: QUAL2E de la EPA, MIKE del Danish Hydraulic Institute, DELF3D de la Universidad de DELF o AQUATOOL de la Universidad Politécnica de Valencia (España).

En esta tarea puede ser de nuevo muy útil el Hydro-BID, al que se podría añadir el módulo de simulación de la propagación de la onda de contaminación por los ríos. En este sentido, sería de gran utilidad la creación de una base de datos de vertidos que en primera fase serviría a la función técnica del estudio – sobre modelo matemático - de descontaminación, pero en la medida que se fuera aplicando la Legislación de Aguas, serviría a las Administraciones Públicas para la aplicación del canon de vertido o figura similar que la legislación definiera.

Para el sector agrario (secano y regadío). Aplicación de los códigos de buenas prácticas agrarias, con programas rurales para la formación del agricultor, capacitándolo para un mejor manejo del laboreo agrícola: tipos y cantidad de pesticidas, fertilizantes, plaguicidas, control de sedimentos, etc.. Cuando fuera posible, económica y socialmente, se podría contemplar la modernización de las zonas regables para reducir caudales y la cantidad de contaminación (especialmente, nitratos).

Los tratamientos urbanos están bien desarrollados y en permanente innovación. Aunque las inversiones globales en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) son inferiores a las de agua y saneamiento – de acuerdo con los estudios que se han llevado a cabo para el presente trabajo -, ofrecen altos costes de explotación (en torno al 10 % sobre la inversión inicial). En España fracasaron planes antiguos por la incapacidad financiera de los municipios (competentes en la materia) para afrontar esos altos costes de explotación.

Las grandes municipalidades pueden acometer los costes de inversión y de mantenimiento, pero deben estar incorporados a las tarifas para que sean sostenibles (PTAR de Atotonilco, México). Para municipios pequeños y medianos es aconsejable actuar en Mancomunidades, con una sola PTAR que trate todas las aguas. Ello requiere un mayor coste en las redes de colectores pero se viabiliza la explotación. En municipios medios conviene tecnologías menos costosas debiéndose prestar atención al Lagunaje. En zonas rurales, pueden dar buen juego los sistemas descentralizados del tipo DEWATS, de bajo coste.

La recogida de basuras debe generalizarse, así como la creación de vertederos. Estos han de emplazarse en zonas poco permeables, de manera que se dificulte la percolación del lixiviado hacia los acuíferos, evitando su contaminación. Además, deben proveerse de sistemas de drenaje y recogida de lixiviados que deben ser llevados a las PTARs de los municipios.

Sobre el tratamiento de la contaminación industrial y minera se puede afirmar que están bien desarrolladas, existiendo diferentes técnicas de mayor o menor coste en función de la entidad del problema a tratar. En el caso de ALC, las grandes explotaciones mineras están bien concebidas y tratan sus lixiviados, evitando su vertido al río. Sin embargo, las pequeñas explotaciones

mineras no cuentan con esos tratamientos y suponen una fuente importante de contaminación, debido a la presencia en los vertidos de metales pesados y otros componentes que forman parte de las sustancias “preferentes y prioritarias” (en terminología de la Directiva Europea) que suponen un riesgo significativo para las aguas. Dada la antigüedad de muchas de estas instalaciones, es posible encontrarse con lechos de río (o de lagos) contaminados por estos materiales, lo que supone una dificultad añadida a la ya ingente tarea de descontaminación⁵⁸.

C.1.4.- LA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO

La modernización del canal principal de riego

Los regadíos públicos, con decenas de miles de hectáreas en explotación, suelen constar de un gran canal conductor de varias decenas de kilómetros de longitud, que conducen las aguas desde su punto de toma, principalmente un río, con o sin embalse, hasta la zona de riego, desde la que se canaliza a través de la red de distribución que con todo un sistema de acequias lleva el agua a la parcela de riego. En estos sistemas los canales han sido tradicionalmente diseñados por gravedad, sin regulación alguna.

Las consecuencias negativas que ello tiene en el marco de los ODS y de lucha contra el cambio climático de la Agenda 2030 se pueden sintetizar en: i) *Carencia de flexibilidad para adecuar la oferta a la demanda*, lo que ocasiona pérdidas de importantes volúmenes de agua en el caso de la interrupción repentina del riego por un episodio de lluvia sobre la zona regable, en el que el agua almacenada en el canal acaba saliendo por el aliviadero en cola del canal, ii) *Lentitud en la respuesta a la demanda*, debido a la lentitud con se propagan las ondas por el canal, con gran perjuicio para el agricultor. Se contemplan dos posibles soluciones:

- a. Entubado del canal, convirtiéndolo en una conducción forzada, lo que agiliza la respuesta a la demanda como ocurre en las redes urbanas. Es la mejor solución cuando su entidad es de moderada a media.⁵⁹
- b. Regulación del Canal con compuertas dotadas de sistema de telemando y control para dirigir la respuesta del canal, procedimiento en permanente innovación tecnológica en procesos de automatización y de comunicaciones.

⁵⁸ En España existen varios precedentes de esta naturaleza; uno de ellos es el caso de los suelos del embalse de Flix (en Tarragona, nordeste de España) en los que se han detectado materiales radioactivos, muy peligrosos para la salud humana y para el medio ambiente y metales pesados (mercurio, arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo, etc) y compuestos organoclorados, de efectos muy negativos para la salud y también para el medio acuático. Con el fin de proceder a su descontaminación, se ha elaborado un programa de actuaciones, en ejecución, que se espera reduzca los riesgos que existían de contaminación aguas abajo del embalse.

⁵⁹ En España, se ha realizado hace unos años el entubado del canal del Bullaque, en Ciudad Real, cuenca del Guadiana. Este canal tiene unos 19 kilómetros de longitud y sirve a una zona regable con varios sectores de riego que totalizan algo más de 7.000 hectáreas de regadío - caudal de 7.14 m³/s -, lo que ha llevado a sustituir el canal por una tubería de 1.800 mm de diámetro.

- c. Se crean así pequeños embalses a lo largo del canal que facilitan la regulación hidráulica. En canales nuevos es más fácil; en existentes, obliga a recrecidos y a sustituir los puentes de paso⁶⁰. Se añaden balsas tradicionales para aumentar estos volúmenes de reserva.
- d. Una mínima rehabilitación consistiría en la rehabilitación de los paños y las juntas de los canales antiguos para evitar fugas y desprendimiento de taludes por efecto de la sub-presión que crean las fugas cuando el canal se vacía. regular el canal.

Se puede también mencionar la modernización que, recientemente, en 2013, ha introducido EDP en Francia en el Canal Durance-Verdon en Provenza. Comenzado a construir en 1955, este Canal produce 6 mil millones de kWh al año, es capaz de tener caudales de hasta 250 m³/s y además ofrece agua potable a toda la cuenca. Además de generar electricidad, el canal también suministra agua de riego a toda la Provenza, una zona que abarca aproximadamente un tercio de todo el riego francés. En este caso, EDF está utilizando tecnología australiana (Rubicón).

El entubado de las acequias

La modernización de un área regable implica, normalmente, el cambio de la técnica de riego, pasando del tradicional riego por gravedad al riego por aspersión y/o al riego localizado (también denominado riego por goteo).

El riego por gravedad no hay necesariamente que descartarlo, sino perfeccionarlo con técnicas sencillas que aumentan significativamente la eficiencia. Ahora bien, lo normal es pasar a las otras técnicas señaladas de regadío. Y ello es así por varios motivos: i) *el riego se puede hacer a la demanda*, abandonando el tradicional riego por turnos que “esclavizaba” al agricultor para atender el turno que le correspondiera, tanto de noche como de día, en día festivo o laborable, ii) *aumenta la eficiencia del regadío*, disminuyendo los volúmenes finalmente consumidos, reduciendo consumos en la cuenca y reduciendo la contaminación. En España, debido a los excesos de abonado o prácticas inadecuadas de laboreo con determinados productos fitosanitarios, se han detectado en las aguas sustancias tales como la simazina o la terbutilazina, todavía más contaminantes que los tradicionales nitratos.

El único efecto adverso en este marco es el adicional consumo energético que ello implica, lo que aplica la necesidad del Nexo WEF, tantas veces mencionado.

⁶⁰ Una actuación relevante en esta materia se ha realizado en España con el Canal de Navarra, con la ventaja de que se concibió así desde el principio, hace unos 10 años. Tiene una longitud de 177 kilómetros y atiende a una zona regable de más de 53.000 hectáreas.

C.1.5. LA SEGURIDAD HÍDRICA (SH) Y LOS FENÓMENOS EXTREMOS: SEQUÍAS Y AVENIDAS

C.1.5.1. Sequías

La forma moderna de afrontar la sequía en una cuenca es mediante la realización de un Plan de Sequía, cuya metodología está ya suficientemente desarrollada en la Unión Europea para que pueda ser de aplicación en ALC⁶¹

Por lo que respecta al Plan de Sequía de cuenca, en el período transcurrido en España desde la aprobación de los primeros planes de sequía, marzo de 2007, se han producido cambios importantes en la consideración conceptual de las sequías. En la primera versión de los Planes de Sequía de marzo de 2007 la interpretación se orientó hacia la satisfacción de las demandas, es decir, a establecer indicadores que alertaran de la proximidad de una sequía y de su afección a los distintos usos.

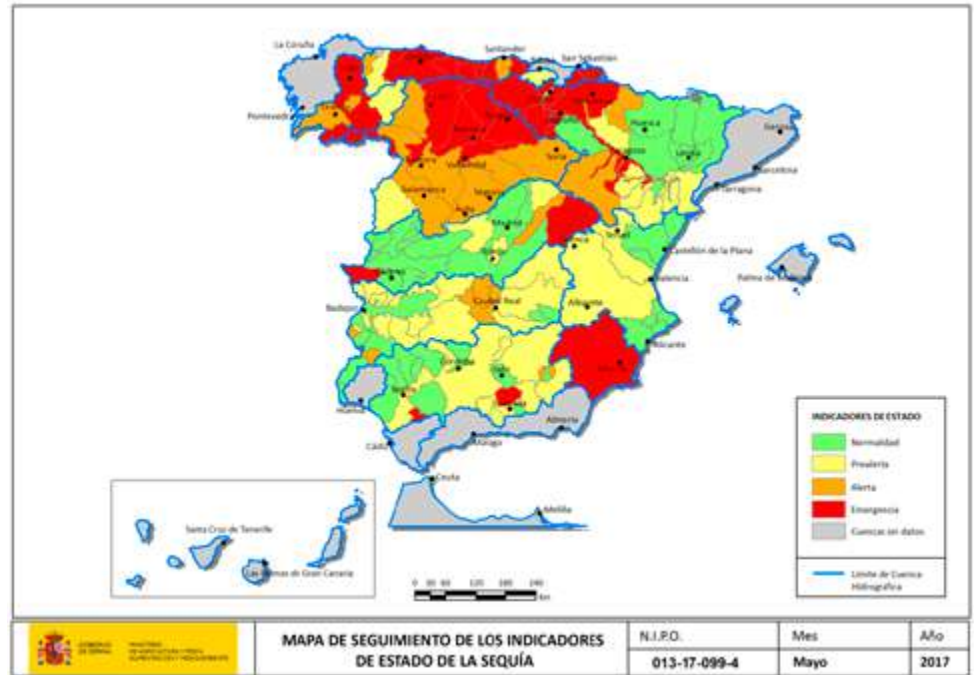
A partir de la relativa ambigüedad de la Directiva Marco del Agua sobre la sequía, el Ministerio de Medio Ambiente español, llegó a la conclusión de que resultaba necesario diagnosticar, claramente y de forma diferenciada, las situaciones de sequía prolongada y las de escasez, ya que las acciones y medidas a tomar y la capacidad de gestión en función de ese diagnóstico también podrían ser diferentes, lo que se logra con la Instrucción Técnica ya mencionada.

En esencia, el Plan de Sequías dispone de:

- **Un sistema de Indicadores** de sequía prolongada y de escasez. El indicador de sequía prolongada se basa en registros de precipitaciones y aportaciones a embalses en régimen natural o cuasi natural. El de escasez coyuntural, en volúmenes almacenados en embalses, o aportaciones en la red fluvial, o volúmenes en acuíferos, o combinaciones de los mismos. Se construyen adimensionales para facilitar su comparación, de forma que se puedan presentar mapas como el que sigue (mensualmente):

⁶¹ Para consolidar la metodología, el Ministerio para la Transición Ecológica Español está en vías de aprobar una Instrucción Técnica para la elaboración de los planes especiales de sequía y la definición del sistema global de indicadores de sequía prolongada y de escasez.

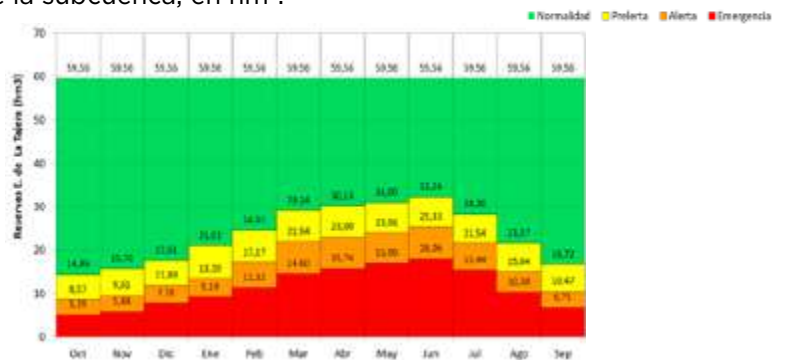
Figura C.1.5.1. Indicadores de sequía de escasez coyuntural en España.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Mayo 2017

- **Umbrales** para definir los diferentes estadios de sequía - normalidad, prealerta, alerta y emergencia -, como el que aparece en la Figura que sigue basado en el volumen almacenado en un embalse característico de la subcuenca hidrográfica bajo análisis. En este caso el indicador no se ha hecho adimensional para mostrar mejor su realidad física (es decir, volumen almacenado en embalse). En el caso de la sequía prolongada, la definición de si se está o no en esa situación es más simple. Se ha optado por el siguiente criterio: si el indicador adimensional de sequía prolongada supera o iguala el valor 0,3 se está en sequía prolongada.

Figura C.1.5.2. Indicador mensual de estadio de escasez coyuntural en una subcuenca española. En ordenadas, el volumen almacenado en un embalse significativo de la subcuenca, en hm³.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. España

- **Un programa de medidas** para ir aplicando progresivamente con el avance de la sequía, de manera que se puedan ir atenuando sus efectos. En el caso de la sequía prolongada, se trata únicamente de dos tipos de medidas: i) aceptar un deterioro temporal de la masa de agua, ii) aceptar una reducción del caudal ecológico establecido para la masa de agua.

En escasez, las medidas abarcan un mayor campo, desde reducción de las dotaciones nominales servidas a los distintos usos, puesta en marcha de nuevos recursos, puesta en servicio de infraestructuras de interconexión de sistemas, etc. En estadio de emergencia, el Organismo de cuenca puede solicitar al Gobierno de la Nación la promulgación de un Decreto para la adopción de medidas adicionales y excepcionales al amparo del artículo 58 de la Ley de Aguas Española.

Como es natural, las medidas se han adoptado desde siempre, antes incluso de disponer de los planes de sequía, tal como ocurrió en la sequía de los años 1994 y siguientes en España: ante la gravedad con que se estaba manifestando la sequía y ante el riesgo en que se ponía el abastecimiento a Madrid capital, con más de 6 millones de usuarios, el Ministerio de Medio Ambiente impulsó un programa de meta-sequía en el que se incluyó una conexión desde el sistema del río Alberche para transferir recursos al sistema de Madrid.

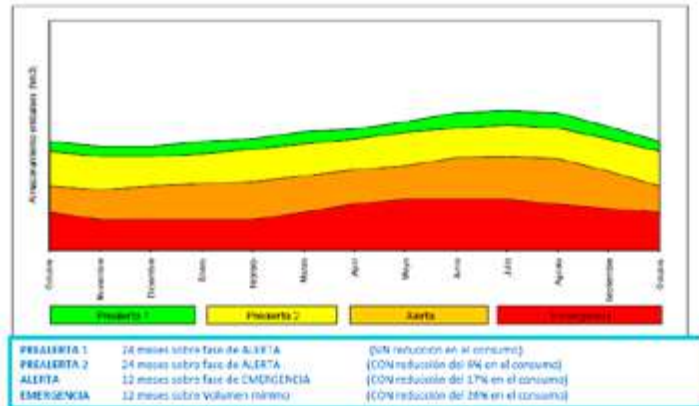
Es el mismo caso vivido en Bolivia con ocasión de la sequía que tuvo lugar en 2016-2017, con repercusión en las ciudades capitales de La Paz, El Alto, Sucre, Oruro y Potosí y que se ha detallado en el Capítulo II. Por lo allí explicado, se puede afirmar que se actuó correctamente, pero ¿qué se hubiera conseguido de existir un Plan de Sequías?: i) tiempo para prevenir la aparición de la sequía, ii) tener preparados los paquetes de medidas, de forma que se hubieran podido ir aplicando progresivamente, y, iii) confiar en que con ello se hubieran podido minimizar las afecciones.

Por la especial sensibilidad de los abastecimientos urbanos frente a la sequía, la legislación española (inspirada en la DMA), exige que los abastecimientos urbanos que supere los 20.000 habitantes tengan su propio Plan de Sequía (Plan de Emergencia ante situaciones de sequía). Este Plan se debe enmarcar en el Plan de la cuenca. El contenido es similar, con sus especificidades: i) sistema de indicadores, ii) umbrales y iii) programa de medidas. Las figuras que siguen recogen dos de los aspectos relevantes del Plan de Emergencia que CYII aplica al abastecimiento a Madrid (España). Es interesante destacar que, por los volúmenes de embalse con que cuenta el sistema, el ciclo para un “default” es de cuatro años, lo que da margen para planificar la gestión de la sequía.

Por la experiencia tenida en España, se recomienda introducir en ALC los Planes de Sequía con una Guía Técnica que permita su redacción de manera

homogénea en todos los países, de forma que tanto indicadores, como umbrales, como estadios de sequía y como tipología de medidas pudieran ser comunes a todos ellos.

Figura C.1.5.3. Fases de sequía y umbrales mensuales que aplica CYII en su Plan de Emergencia, basado en los volúmenes almacenados en sus embalses.



Fuente: CYII. Comunicación presentada para unas jornadas sobre sequía el 22/02/2018

Figura C.1.5.4. Síntesis de las medidas que aplica CYII en su Plan de Emergencia ante situaciones de sequía.



Fuente: CYII. Comunicación presentada para unas jornadas sobre sequía el 22/02/2018

C.1.5.2. Inundaciones

Como ocurre con las sequías, las inundaciones son causadas por una incidencia climatológica de carácter aleatorio, por la que las precipitaciones se incrementan muy por encima de los valores medios, aumentando los caudales que fluyen por los cauces de tal grado que producen su desbordamiento, anegando grandes extensiones del valle, con afectación a bienes económicos y poniendo en riesgo vidas humanas. Como ocurre con las sequías, el cambio climático va a agravar el fenómeno de las inundaciones, según coinciden los diferentes modelos matemáticos que se están utilizando.

La Directiva Marco Europea, hace menciones muy ligeras a las sequías e inundaciones (artículo 4.6) como causas naturales o de fuerza mayor por las que se permite un deterioro temporal del estado de las masas de agua. Las graves inundaciones que tuvieron lugar en Inglaterra y Centro de Europa, dieron lugar a la DIRECTIVA 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. La Directiva señala una serie de observaciones clave sobre las inundaciones que, en lo sustancial, coincide con lo que señala la UNESCO en el documento “Flood Risk Management: A Strategic Approach. 2013”.

Estas ideas se pueden sintetizar en la forma siguiente: i) Planificación de las actuaciones enmarcadas en la planificación hidrológica de las cuencas hidrográficas, ii) el riesgo existe y de lo que se trata es de gestionarlo de la manera más eficiente posible, utilizando un elenco de medidas lo más amplio posible, iii) cada cuenca tiene su propia especificidad y no es posible establecer estándares de protección de aplicación universal a todas las cuencas, iv) la propia dinámica natural y de la evolución humana da lugar a que el problema sea cambiante; así, el cambio climático va a agravar la situación actual; las actividades antrópicas también influyen en la exposición y vulnerabilidad de la población ante las inundaciones, de ahí la necesidad de incorporar acciones de gobernanza que impidan que los planes urbanísticos agraven la situación actual, ya de por sí delicada, v) la protección civil es muy relevante para acudir a paliar de manera inmediata los efectos de las inundaciones, debiéndose establecer mecanismos de colaboración en el ámbito de la protección civil de los países de ALC para aumentar la eficiencia de la intervención ante inundaciones, especialmente en las cuencas internacionales, vi) hay que resaltar la importancia de una información puntual y predictiva y una participación pública en la aceptación del programa de medidas.

La respuesta al problema de las inundaciones se materializa en los *Planes de Gestión del Riesgo de Inundación* que se estructuran en tres progresivos niveles⁶²:

⁶² Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Cuenca del Ebro. Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro. Septiembre 2015.

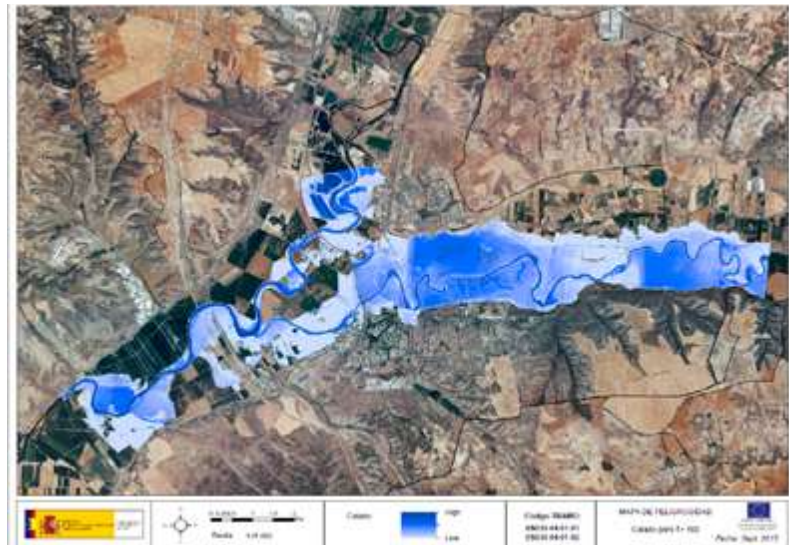
- a) **Evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI)** e identificación de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs). Implica la determinación de las zonas para las cuales existe un riesgo potencial de inundación significativo en base al estudio de la información disponible sobre inundaciones históricas, estudios de zonas inundables, etc. Posteriormente se establecen unos baremos de riesgo por peligrosidad y exposición que permiten valorar los daños identificados y se establecen los umbrales que definen el concepto de “significativo”, con el objeto de identificar las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs).

En este orden de ideas, el incidente relatado en el Capítulo II, ocurrido el 19.02.2002 en la Paz y sus alrededores constituye un ejemplo de registro de un evento de inundaciones, probablemente singular, pero que ha de servir para enfocar las acciones a aplicar.

- b) **Mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación:** Para las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) seleccionadas en la fase anterior es necesario elaborar mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación que delimiten las zonas inundables así como los calados del agua, e indiquen los daños potenciales que una inundación pueda ocasionar a la población, a las actividades económicas y al medio ambiente y todo ello para los distintos escenarios de probabilidad: probabilidad alta, cuando proceda, probabilidad media (período de retorno mayor o igual a 100 años) y para baja probabilidad o escenario de eventos extremos (período de retorno igual a 500 años).

A manera de ejemplo, la figura que sigue presentan para un determinado tramo de la cuenca del río Tajo (España), un mapa de peligrosidad, medido por el calado alcanzado por las aguas para la avenida de 100 años de período de retorno.

Figura C.1.5.5. Mapa de peligrosidad de un tramo de la cuenca del Tajo (España) referido al calado de las aguas para la avenida de 100 años de período de retorno



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. España

- c) **Planes de Gestión del Riesgo de Inundación:** Los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación se elaboran en el ámbito de las cuencas hidrográficas y las ARPSIs identificadas. Tienen como objetivo lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para disminuir los riesgos de inundación y reducir las consecuencias negativas de las inundaciones.

El Estudio mencionado del BID sobre los problemas de inundaciones en La Paz aborda de manera integral el Plan Maestro de Drenaje Pluvial, con un detallado diagnóstico y toda una batería específica de medidas relacionadas con la financiación, asunto importante y vinculado a la especificidad del BID.

El planteamiento que aquí se hace va mucho más lejos pues lo que permitiría sería disponer para todo ALC de un diagnóstico sobre las zonas susceptibles de sufrir inundaciones, de un elenco de medidas y sus zonas de aplicación, de manera que se podría impulsar un plan a gran escala para resolver o al menos atenuar de manera rotunda el problema de las inundaciones en los plazos que se estimaran convenientes, contribuyendo al aumento de la SH y a generar estructuras y comunidades más resilientes. Ello no significa renunciar a planes de choque sobre problemas que ya se hayan detectado y este es, precisamente, el objetivo del Capítulo VI del presente documento: es evidente que en el caso de La Paz, no iba a estarse a la espera de disponer de estos trabajos de planificación: era obligado abordarlo de la manera más directa y efectiva posible y así se redactó el Plan Maestro de Drenaje Pluvial de la Ciudad de la Paz (PMDP).

Hay que indicar que todos estos trabajos se compatibilizan con todas las disposiciones que los países han redactado en el ámbito de la Protección Civil. En España, por ejemplo, existen planes de Protección Civil a nivel Estatal, Autonómico y Local.

Para contemplar toda la batería de disposiciones, hay que señalar que en el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones se contempla la necesidad de establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan, a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil, la toma anticipada de las decisiones necesarias. Para ello se cuenta con los sistemas de predicción meteorológica de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y con los sistemas de información hidrológica de las administraciones hidráulicas, que permitirán minimizar los posibles daños.

Sobre los programas de medidas para hacer frente a las inundaciones

Las presas de embalse

Hoy en día las acciones se decantan hacia las infraestructuras verdes, desde la repoblación forestal – efectiva pero costosa y difícil de implementar según las cuencas –, a la supresión de motas y encauzamientos, devolviéndole al

río sus áreas naturales de inundación, etc, medidas que también entran en conflicto con intereses económicos por afectar a grandes zonas de cultivo o a las mismas poblaciones protegidas con esas medidas. Ahora bien, como también se ha señalado, es necesario contar con todas las medidas, aplicadas de manera proporcional y racional a cada caso concreto.

En este sentido es preciso romper una lanza por las presas existentes. España cuenta con más de 1.200 embalses que suponen una regulación de los recursos naturales del orden del 60 %. La situación es diferente en otros países europeos, como Francia, pues sin necesidad de embalses alcanzarían el mismo nivel de regulación de los recursos naturales que tiene España con sus más de 1.200 presas. En ALC la situación es variable, pero en muchas zonas la situación es similar a la de España. En la región andina, Perú, por ejemplo, cuenta con algo más de 70 presas; En Brasil se reportan más de 13.000 represas, de las cuales 45 figuran entre los grandes embalses del mundo.

Como es natural, las presas, aunque tengan una finalidad principal, suelen ser infraestructuras multipropósito. Y entre estas funciones adicionales está la de servir para la laminación de las avenidas. Trasladando esta experiencia a ALC, es obvio que el gran patrimonio de presas de que se dispone, puede (y debe) utilizarse para la laminación de las avenidas, gracias al mantenimiento de unos resguardos estacionales y unos protocolos de manejo de los órganos de desagüe a nivel local de presa y a nivel general de cuenca. Ello requiere contar con una legislación de seguridad de presas que estructure todo este asunto y, por descontado, que en los planes hidrológicos de cuenca se puedan incorporar estos beneficiosos efectos. Ciertos países, como Brasil, ya cuentan con una ley, como es la 12.334/2010 el 20 de diciembre de 2010, también conocida como la Ley de Seguridad de Presas. Perú, en cambio no cuenta con ella, por lo que su Plan Hidrológico Nacional aboga por su necesidad.

En las cuencas transfronterizas ese es un asunto importante y requiere una cuidadosa coordinación en los convenios internacionales que se firmen entre países, tratando de que las cuencas de aguas arriba no agraven el problema de la inundación de las de aguas abajo. Pese a la escasa prioridad que hoy se otorga a las presas en materia de inundaciones, se diseñan y ejecutan algunas con esta función⁶³.

Las presas, pese a su gran rol laminador y de protección frente a inundaciones, pueden ser causantes, por su rotura, de inundaciones catastróficas,

⁶³ En España, por ejemplo, se dispone de un claro ejemplo en el río Genil que cuenta con un embalse de unos 1.000 hm³ de capacidad (embalse de Iznájar), pero que no es capaz de atenuar las inundaciones que ocurren aguas abajo hasta su confluencia con el río Guadalquivir. Para ello se ha previsto la construcción del embalse de San Calixto que con sus 45 hm³ de capacidad permitiría la protección de ciudades importantes, como Écija y Lora del Río.

También en España, en la cuenca del Segura y ante las graves inundaciones que asolaban tradicionalmente la región, con gran afección a la ciudad de Murcia capital con más de 440.000 habitantes, el Organismo de cuenca decidió impulsar en 1987 un plan de defensa contra las inundaciones, basado fundamentalmente en la construcción de 10 embalses y un conjunto de encauzamientos y algún trasvase intracuenca. Es una solución infraestructural dura en la que los embalses son de auténtica laminación, de manera que permanecen vacíos a la espera de la llegada de las avenidas. El impacto visual es muy fuerte, pero está funcionando.

aunque, afortunadamente, el porcentaje de roturas es muy reducido. En Italia es conocido el caso de la presa bóveda del Vaiont, en cuyo embalse se produjo en octubre de 1963 un desprendimiento masivo de una ladera, provocando una onda que pasó por la coronación del embalse asolando el valle, destruyendo el pueblo de Longarone y otros pequeños núcleos situados más aguas abajo, perdiendo la vida unas 2.000 personas. La presa en sí misma no se rompió, lo que para los especialistas fue una muestra de la capacidad de resistencia de las presas bóveda.

No fue así en el caso de la presa de Tous, de materiales sueltos, en Valencia (España) que en octubre de 1982, la avenida entrante al embalse por las fuertes lluvias ocurridas no pudo ser evacuadas por el aliviadero a causa de un fallo en el suministro eléctrico, de forma que el cuerpo de presa fue destruido provocando una onda de avenida de 15.000 m³/s de caudal que arrasó las comarcas de la Ribera Alta y la Ribera Baja. En poblaciones próximas a la presa se alcanzaron niveles de agua de 8 metros, provocando más de 30 muertos y daños materiales cuantiosos.

Las balsas mineras han provocado también incidentes catastróficos. En noviembre de 2015, se rompieron las presas de las balsas de residuos Fundão y Santarém, en el estado de Minas Gerais, en Brasil, causando 19 muertos y contaminando un largo tramo del río con residuos de lodo tóxico, considerándose la peor catástrofe medioambiental y minera en la historia de Brasil ⁶⁴.

En abril de 1998 ocurrió en España la rotura de la balsa minera de Aznalcóllar provocando un desastre ambiental considerable al estar situada en las inmediaciones del Parque Nacional de Doñana, contaminando aguas y suelos.

En Colombia, hay en estos momentos seria preocupación por la seguridad de la presa de Hidroituango, adscrita al proyecto hidroeléctrico del mismo nombre, presa de materiales sueltos con núcleo, de más de 200 metros de altura, embalse de más de 2.700 millones de m³ y una central de 2.400 Mw, sobre el río Cauca. Según informaciones periodísticas, más de 15.000 personas han sido evacuadas ante el riesgo de rotura de la presa.

Tipología de inundaciones

Es importante discriminar entre los distintos tipos de inundaciones, porque pueden requerir tratamientos diversos⁶⁵:

- 1) *Inundaciones vinculadas a los cursos principales*. Es el caso de las diversas avenidas en grandes cuencas y con grandes embalses. En ALC hay muchos ejemplos. Es donde las presas son más eficaces.
- 2) *Inundaciones puntuales* por funcionamiento ocasional de arroyos y torrentes. Suelen responder a precipitaciones de gran intensidad, concentra-

⁶⁴ Peores catástrofes ocurridas por roturas de represas. Agencia Sputnik Mundo, junio 2018.

⁶⁵ Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla (España). Autor, D. Ismael Vallejo

das tanto en el espacio como en el tiempo. Los problemas se deben a que las legislaciones urbanísticas no han contemplado los riesgos de inundación y las poblaciones han invadido la llanura de inundación natural de los ríos. El caso reciente de Mallorca en España es uno de ellos.

- 3) *Acumulación de precipitaciones y escorrentías.* Este caso es típico en grandes zonas urbanas en las que las grandes lluvias caídas desbordan la capacidad de evacuación de la red de pluviales, provocando la inundación. Este caso responde al descrito en el Informe el BID sobre el suceso ocurrido en La Paz en 2002 y en las lluvias de 2005-2006.
- 4) *Inundaciones vinculadas a cursos menores.* Son similares a las de los cursos principales, aunque con menor superficie afectada, pero con fuertes precipitaciones y grandes caudales. Actuaciones del tipo de infraestructura verde, devolviendo al río su naturalidad son las más aconsejables, aunque hasta la fecha no se han prodigado.
- 5) En ALC no pueden dejarse de mencionar los *huaicos* que combinan caudal y arrastre sólido, provocando catástrofes de relativa magnitud cuando afectan a núcleos urbanos, pero también los causan a vías de comunicación, carreteras y vías de ferrocarril. Son fenómenos que se relacionan con la geología y la hidrología y deben ser contemplados en su integridad. El Plan Hidrológico Nacional de Perú, por ejemplo, se refiere a este fenómeno dentro de los fenómenos extremos de inundaciones.
- 6) También en el caso de ALC (Caribe y México, especialmente), hay que reseñar las inundaciones debidas a las tormentas tropicales que aunque pueden inscribirse entre las tipologías reseñadas más arriba, se caracterizan por la intensidad de las precipitaciones, que alcanzan intensidades extremas.

La repoblación forestal

La repoblación forestal está siendo objeto de debate en Europa a raíz de la Estrategia de biodiversidad que la Comisión Europea estableció en 2011, con horizontes a 2020 y 2050 en la que ya se establecía una línea clara de “restauración de ecosistemas”, entre otros objetivos. Recientes estudios parecen estar demostrando el importante papel que pueden jugar los bosques en la lucha contra el cambio climático, por lo que parece previsible (P. Rodero, 2018) que los gobiernos de los países de la UE anuncien próximamente importantes proyectos de forestación.

Desde el punto de vista de la protección frente a las inundaciones, los bosques desempeñarían un doble rol: i) reducir el coeficiente de escorrentía instantáneo, merced a la retención en hojas y suelo del agua caída, de manera que se reducen significativamente los caudales punta de los hidrogramas, ii) previenen frente a la erosión del suelo causada por las aguas, reduciendo, también significativamente, los arrastres sólidos en la red fluvial. En ALC este segundo

aspecto es muy destacable porque existen grandes cuencas que bien por procesos naturales (geología con materiales blandos y muy erosionables) y/o por acciones antrópicas presentan grandes arrastres sólidos que causan graves daños al ecosistema al alterar de manera acelerada las condiciones hidromorfológicas de los cauces y su hábitat biológico. Es el caso, por ejemplo, de la cuenca del río Pilcomayo, que con sus 270.000 km² afecta a Argentina, Bolivia y Paraguay y que ha dado lugar a que se impulse un “Proyecto de gestión integrada y plan maestro de la cuenca del Río Pilcomayo” que es financiado, en parte, por el BID.

Grandes líneas de actuación frente a las inundaciones

En los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación que se han redactado en España a la luz de lo que establece la Directiva de Inundaciones, se contempla un conjunto de medidas que se pueden sintetizar en los siguientes ítems:⁶⁶ :

- 1) *Medidas de restauración*: que abarca un campo variado de actuación, que va desde la restauración fluvial para devolver al río su naturalidad, incluyendo el acceso a sus zonas naturales de inundación, el mantenimiento y conservación de cauces para asegurar el flujo de caudales, a veces obstruido por crecimiento de maleza, deposición de basura, etc., restauración hidrológico-forestal, etc.
- 2) *Medidas para la mejora del drenaje de las infraestructuras transversales al cauce*: tales como puentes o terraplenes con desagües insuficientes que agravan las condiciones primarias de la inundación.
- 3) *Predicción*: destacando los sistemas de alerta. Se pone especial énfasis en la gestión de los embalses (establecimiento de resguardo, normas de operación de órganos de desagüe ante una avenida), reconociendo explícitamente el papel beneficioso de los embalses en la reducción de daños en los últimos grandes episodios de inundación. Esto es plenamente aplicable a ALC, de ahí que se deberá prestar mucha atención para obtener de los embalses ese beneficioso efecto laminador en aquellos casos en que por carencia de legislación o falta de consideración de este efecto todavía no lo tuvieran incorporado.
- 4) *Medidas de Protección Civil*: para mejorar la respuesta a emergencia de inundaciones, comunicación de información, aumento de la conciencia pública para aumentar la percepción del riesgo y la autoprotección, etc.

Aunque no esté explicitada, son necesarias las medidas de gobernanza tendentes a que la planificación territorial se lleve a cabo en coordinación con las exigencias de la planificación hidrológica en materia de inundaciones, previniendo que se produzcan asentamientos humanos o de instalaciones productivas en zonas que impliquen un riesgo determinado de inundación.

Finalmente hay que mencionar el PNUD de Naciones Unidas y sus actuaciones en ALC, sobre la Gestión del Riesgo de Desastres, entre los que están inclui-

⁶⁶ PRGI del Ebro (España). Folleto de síntesis

das las inundaciones. Basado en los principios de *prevención, recuperación y género*, la realidad es que actúa más en recuperación y, en menor medida, en prevención. Actúa, pues, a la demanda, como es lo lógico si el énfasis se centra en recuperación de las zonas de desastre. *El Plan de Gestión de Riesgo de Inundaciones actuaría principalmente desde la prevención, adelantándose a la ocurrencia de los fenómenos, tratando de atenuar sus devastadores efectos.*

C.1.6. LA SEGURIDAD HÍDRICA (SH) Y LA HIDROELECTRICIDAD EN ALC

Aunque la tecnología hidroeléctrica está muy desarrollada, hay, sin embargo, varios aspectos sobre los que sí cabe esperar alguna aportación singular por parte del sector hidroeléctrico a fin de potenciar su liderazgo en el sector eléctrico, junto con la eólica y termosolar, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Dos son los aspectos a destacar:

- 1) *Impulsar su rol de acumulador energético* merced a las centrales de acumulación por bombeo, especialmente si se desarrollan las energías eólicas y termosolares cuya producción no tienen por qué estar sincronizada con la demanda del mercado eléctrico: utilizando la “energía sobrante” en horas no punta se eleva agua a un depósito superior para después turbinarla en horas punta.

Esta alternativa se ha utilizado profusamente en muchos países del mundo: Estados Unidos, diversos países europeos, entre ellos España, Japón, China, Suráfrica, etc. Sin embargo, en ALC apenas si se han utilizado, al menos en grandes centrales. Tan sólo se ha reportado el caso del Complejo Hidroeléctrico de Rio Grande, Argentina, con 1.000 Mw de potencia instalada. Probablemente se deba a que el potencial nuclear instalado en ALC ha sido moderado, como ya se comprobó en el Capítulo II, y de ahí que no hubo necesidad de acumular esa “energía sobrante”. Sin embargo, en el momento actual el desarrollo de las energías renovables no convencionales puede generar una oportunidad a no ignorar. Resurge, de nuevo, la idea, varias veces mencionada, del NEXO (WEF), que esta cuestión de la hidroelectricidad vuelve a poner en evidencia.

- 2) *Aumento de la energía de calidad.* Es conocido que la potencia que diariamente demanda el mercado eléctrico es muy variable. Las dos figuras que siguen muestran la evolución en un día de la demanda de potencia eléctrica, la primera en España y la segunda, en Brasil. En ambas figuras se observa el mismo fenómeno: durante la noche se produce una caída de la demanda de potencia que tiene su máxima expresión entre las 0,00 y las 8,00 horas (horas valle).

En España, y, en general en el mundo occidental, se producen dos puntas de demanda, la primera hacia las 11 de la mañana y la segunda, hacia las 10 de la noche (horas punta); el resto son potencias intermedias – llano y valle -. En Brasil se aprecian estas dos puntas en torno a las mismas horas, aunque no son tan acusadas.

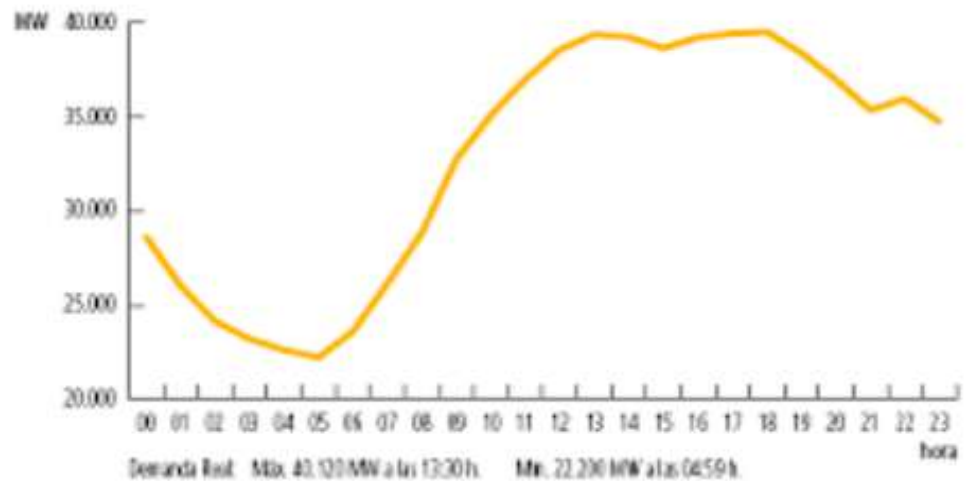
Pues bien, estas variaciones de potencia son difíciles de dar por el sistema cuando se dispone de nucleares, térmicas de carbón y renovables del tipo eólico o termosolar. Este papel regulador de la potencia ofertada al mercado suele estar reservado a la energía hidroeléctrica, ayudada por las centrales de gas o de ciclo combinado. Si del plan energético que se recomienda que se impulse se derivara la necesidad de potenciar la regulación de potencia, las centrales hidroeléctricas podrían jugar un papel vital. Para ello habría que aumentar su potencia instalada, reduciendo el número de horas de funcionamiento anual.

Figura C.1.6.1. Ejemplo de la demanda diaria de energía en España.



Fuente: Red Eléctrica Española.

Figura C.1.6.2. Ejemplo de la demanda diaria de energía en Brasil.



C.1.6. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Debería emprenderse una acción decidida para impulsar la planificación hidrológica en una doble vertiente: i) Plan Hidrológico Nacional, de cada país, ii) Plan Hidrológico por cuencas. Se puede discutir qué orden es el deseable; si se comienza por las cuencas, se tiene la ventaja de poder entrar más en el detalle pudiendo después redactar el Nacional con mayor conocimiento de los problemas, centrándose en los aspectos fundamentales de interés general del país (caso de los trasvases, por ejemplo).

Ahora bien, para que ello sea posible es necesario contar con una Ley de Aguas (en ALC adopta diversas denominaciones: Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en Ecuador, o Ley de Recursos Hídricos, en Perú, etc.) que contemple la planificación. Son numerosos los países de ALC que han logrado promulgar nuevas leyes de aguas o reformar las existentes, como Ecuador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Venezuela y varias provincias de Argentina. Análogamente, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y República Dominicana. Sin embargo, muchas de las leyes de agua “se quedan en meras declaraciones”, sin traducirse en la organización efectiva de los aparatos estatales, en la redacción de los planes hidrológicos o en la puesta en marcha de los principios de gestión, tal como se señaló en una reunión de expertos en 2015 en la CEPAL.

En España la planificación hidrológica (aunque con grandes antecedentes desde principios del siglo XX) se consagra con la Ley de Aguas de 1985, aprobándose los primeros planes hidrológicos de cuenca en 1998. El alcance de esos planes, redactados al amparo de esa Ley pueden tener gran analogía con los que podrían ser elaborados a día de hoy en ALC – en el sentido de que en aquel momento todavía no se había promulgado la Directiva Marco Europea que introdujo cambios importantes de enfoque -.

Así aquellos planes ponían énfasis en varios vectores fundamentales: i) *la satisfacción de las demandas, en términos cuantitativos, con recursos, demandas y balances*, cuestión importante por la gran competencia entre los usos y la existencia de un regadío con gran desarrollo ii) *la calidad del agua, con definición de objetivos de calidad*, identificación de zonas sensibles y vulnerables, caudales ambientales – el germen de lo que después ha sido el régimen de caudales ecológicos – ordenación de vertidos y reúso de aguas residuales, iii) *fenómenos extremos, sequías y avenidas*, pero con una consideración muy débil frente a lo que después serían los planes de sequía y los PGRI, iv) *la protección y recuperación del ecosistema acuático*, de forma somera, pero incidiendo en cuestiones relevantes: zonas húmedas, riberas, perímetros de protección, planes hidrológico-forestales y de conservación del suelo, v) *regadíos*, supliendo desde la planificación hidrológica la inexistencia de un plan de regadíos, vi) *aprovechamientos hidroeléctricos*, como fomento de nuevas implantaciones sin conexión con el plan nacional del sector eléctrico vii) *las aguas subterráneas* viii) *programa de inversiones y su financiación*.

El artículo 45 de la Ley de Aguas de 1985, definía un Plan Hidrológico Nacional, con un alcance muy medido sintetizado en cuatro acciones: i) las medidas necesarias para la coordinación de los diferentes planes hidrológicos de cuenca, ii) la solución para las posibles alternativas que aquéllos ofrezcan, iii) la previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos planes hidrológicos de cuenca iv) las modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos.

La Ley no fijaba la secuencia temporal entre planes de cuenca y Plan Nacional, pero se entendió que era preferible empezar por los de cuenca y así se hizo. La formulación del Plan Hidrológico Nacional obligó a retocar los planes de cuenca para adaptarlos a sus determinaciones.

La Directiva Marco Europea del 2000 supuso un cambio significativo en el enfoque de la planificación de todos los países europeos. La Directiva Europea no contempla el Plan Hidrológico Nacional – no lo impide – y tan solo se refiere a los planes de cuenca – aunque no descarta la consideración de planes a menor escala territorial, como subcuencas o sectores” con “objeto de tratar aspectos especiales de la gestión hidrológica”.

Hay que indicar que el Plan Hidrológico que postula la Directiva Europea es un plan eminentemente ambiental destacando en el punto 19) de su preámbulo que su *objeto es el mantenimiento y mejora del medio acuático de la Comunidad, que se refiere principalmente a la calidad de las aguas afectadas*. Los aspectos cuantitativos, que en países como España o ALC tan significativos son, los trata de una manera tangencial al señalar que *el control cuantitativo es un factor de garantía de una buena calidad de las aguas y, por consiguiente, deben establecerse medidas cuantitativas subordinadas al objetivo de garantizar una buena calidad*.

Tan es así que España al transponer la Directiva mantuvo las disposiciones de la antigua Ley sobre los aspectos cuantitativos, es decir, la satisfacción de las demandas a las que se añadió las nuevas disposiciones de la Directiva Marco. Ello dio lugar a planes de mucha mayor complejidad que los que redactaron otros países europeos, lo que supuso un retraso de más de cuatro años en la aprobación de los primeros planes según la Directiva. Parece, no obstante, que la Comisión Europea ha contemplado con satisfacción el enfoque de la legislación española y podría estar considerando la posibilidad de integrar algunas de esas cuestiones en futuras revisiones de la Directiva.

La Directiva, con ese enfoque tan directamente dirigido a los ecosistemas acuáticos, introdujo cambios sustanciales, al formular el concepto de masas de agua (de *río, lagos, zonas de transición y litorales*)⁶⁷ y estableciendo unos

67 De hecho, la incorporación de las aguas de transición – estuarios – y las litorales, nunca tratadas por las Confederaciones Hidrográficas españolas - dio lugar a la ampliación del ámbito territorial de la cuenca, cambiando la denominación de cuenca hidrográfica a demarcación hidrográfica.

objetivos medioambientales, basados en el concepto de *estado de la masa de agua*. Aunque no es momento de entrar en detalles, baste decir que para las aguas superficiales el buen estado se basa en la consideración de los estados ecológico y químico. Para las aguas subterráneas, la consideración se centra en el estado cuantitativo y químico.

Diversos países de ALC han empezado a redactar sus planes nacionales. Valgan algunos ejemplos:

- 1) Perú redactó en 2013 lo que denominó Plan Nacional de Recursos Hídricos. En su contenido se observa que aborda todos los temas relacionados con los ítems que se han mencionado más arriba, tanto cuantitativos como cualitativos, fenómenos extremos, etc. La duda que surge es que si se trata más bien de Directrices para poder abordar posteriormente los planes de cuenca.
- 2) Panamá redactó en 2011 el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá. En 2013 vuelve sobre el tema, esta vez con la denominación de El Plan Nacional de **Seguridad Hídrica** 2015 – 2050. El Plan contiene un elenco de actuaciones muy centradas en la mejora de la calidad de los ecosistemas y en la mejora del alcantarillado, aunque es difícil precisar sin un análisis exhaustivo si el plan de actuaciones será suficiente para alcanzar unos objetivos medioambientales que no parecen estar explicitados.
- 3) Uruguay también ha redactado un “Plan Nacional de Aguas” que aborda los temas importantes de la gestión del recurso hídrico, probablemente con la necesidad de que sobre ese marco se elaboren los planes de cuenca que podrían concretar los objetivos medioambientales y las actuaciones necesarias para la satisfacción de las demandas en cantidad y calidad.

A la vista de estos planteamientos, cabría hacer las siguientes reflexiones:

- a) La elaboración de los planes hidrológicos nacionales son necesarios en la medida que establecen un marco para desarrollar los planes de cuenca. Las leyes de cada país tendrán que indicar algo al respecto.
- b) Los planes de cuenca serán los que puedan fijar unas determinaciones más precisas.
- c) Dado que el primer gran problema de ALC es la calidad de sus ecosistemas acuáticos que están condicionando la satisfacción de los usos, surge la duda de si se podría actuar, inspirándose en la Directiva Marco Europea, lanzando unos planes medioambientales de choque que se centraran prioritariamente en la calidad de los ecosistemas acuáticos. Lo que se lleva intentando en el río Bogotá o en Matanza- Riachuelo, etc sería una línea a desarrollar. No se trata de un plan hidrológico completo, pero, como ya se ha indicado en el caso de la Directiva Europea, pone el acento en la calidad con vistas a emprender una acción decidida para poner salvar la Seguridad Hídrica.

La idea puede chocar para los puristas en planificación, pero la situación de ALC y el reto que la contaminación supone para la SH justificarían tal acción. En caso de que se consensara tal tipología de plan, habría que lograr su cobertura legal para que se pudiera imponer. Este tipo de planes enfocaría dos grandes ODS: i) la calidad de los ecosistemas, ii) la cobertura de saneamiento seguro para un alto porcentaje de la población.

- d) En esta idea de *fragmentar la planificación*, podrían impulsarse, simultáneamente, planes para abordar los problemas de cantidad y la cobertura de agua segura para el 100 % de la población, al menos en primera fase para las poblaciones de más de 300.000 habitantes en las que habitará más del 50 % de la población de todo ALC. Esta tarea se va a enfrentar obligatoriamente con el problema de la contaminación y de la calidad, pero podría soslayarse con criterios pragmáticos a la espera del avance en los planes de lucha contra la contaminación.

Son estas ideas de *fragmentación de la planificación* las que inspiran los programas de largo alcance que se proponen en el Capítulo V. Como allí se señala, las acciones se deberían acometer comenzando por las cuencas o subcuencas más conflictivas y críticas y se podrían combinar ciertos programas para dotar a la actuación de un mayor carácter multipropósito. Una vez que estos programas de choque fueran avanzando, se iría logrando un mayor conocimiento de los problemas a partir de lo cual sí se estaría en condiciones de desarrollar planes hidrológicos “completos” de cuenca que asumirían en el futuro el control de toda la gestión del recurso hídrico. Se puede indicar que la Ley de 1985 española antes de acometer los planes y consciente de las grandes lagunas de conocimiento, estableció unas etapas previas de trabajos preparatorios, como lo revela que se tardó 13 años hasta que vieron la luz los primeros planes hidrológicos.

Las cuencas transfronterizas

Este asunto, de fuerte repercusión internacional, es objeto del Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales de Naciones Unidas. Aprobado en Helsinki en marzo de 1992, entró en vigor en octubre de 1996. En noviembre de 2003, se amplió su aplicación a todos los Estados Miembros de Naciones Unidas.

La Directiva Europea, siguiendo el mandato de tal Convenio, señala que la cuenca hidrográfica que abarque el territorio de más de un Estado miembro se incluya en una *demarcación hidrográfica internacional*. Se reclama colaboración entre los Estados y que se realice una coordinación de forma conjunta, utilizando las estructuras existentes derivadas de los acuerdos internacionales suscritos entre los países.

En España, son ejemplo de cuencas transfronterizas compartidas con Portugal las del Miño, Limia, Duero, Tajo y Guadiana, sometidas al “Convenio sobre cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las cuen-

cas hidrográficas hispano-portuguesas”, hecho “ad referendum” en Albufeira el 30 de noviembre de 1998. El Convenio establece un marco institucional que se ocupa de la implantación y seguimiento del mismo, a fin de intercambiar información entre las partes, facilitar la información pública, evaluar de forma conjunta los proyectos y actividades que puedan causar un impacto transfronterizo, etc. Aparte de unos criterios sencillos para asegurar el flujo de los caudales estableciendo unas condiciones de excepción, el Convenio se interesa por la coordinación de los *planes de gestión de cuenca y de sus programas de medidas*. Obsérvese que utiliza el término de plan de gestión de cuenca y no de plan hidrológico, siguiendo la terminología de la propia Directiva Marco. Obviamente la ventaja con que cuenta el Convenio es que está respaldado por la propia Directiva Europea. Distinto es el caso del Danubio, con países no integrados en la UE.

En América del Sur hay identificadas 38 cuencas transfronterizas⁶⁸, pudiéndose citar entre las principales: San Lorenzo, Colorado, Bravo, Suchiate, Hon-do, Paz, Lempa, San Juan, Sixaola, Orinoco, Alto Amazonas Centro-Sur, Putumayo (Alto Amazonas Norte), Pilcomayo, Bermejo, Uruguay, Paraná, Lago Titicaca, Acuífero Guaraní.

Según la referencia citada, de las cuencas internacionales que se encuentran en América del Sur, sólo cuatro tienen tratados internacionales firmados por las naciones ribereñas (Cuencas del Plata, Titicaca, Amazonas y de la laguna Merín). Orinoco, en cambio, no lo tiene. Se reporta que los tratados en la región han jugado un papel importante en el intento de mitigar los conflictos.

Independientemente de los problemas políticos y organizativos que el tema conlleva, es evidente que los grandes problemas de contaminación que tiene ALC y la falta de un conocimiento detallado a nivel de cuenca (nacional) dificultan la formulación de los tratados internacionales. Por otro lado, dada la situación general en la Región de la planificación hidrológica, se está lejos de poder desarrollar un plan hidrológico internacional que abordara la coordinación en el tratamiento de los problemas globales de la cuenca transfronteriza.

Es por ello que sería recomendable impulsar tratados internacionales en las cuencas transfronterizas sobre los que apoyar un desarrollo futuro de la planificación⁶⁹, con el siguiente alcance mínimo:

- 1) Creación de un Órgano de Coordinación que se ocupe de controlar el intercambio de información entre las partes, armonización de metodologías y estructura y revisión de la información, la evaluación conjunta de los programas y planes que se emprendan, etc.
- 2) Impulsar en primer lugar el programa de lucha contra la contaminación y recuperación de los ecosistemas acuáticos, principal reto en la actualidad de ALC, estableciendo las oportunas prioridades: no tendría sentido descontaminar cuencas intermedias si las de aguas arriba no han procedido antes, o en paralelo, a ello.

68 HISPAGUA. Cuencas Transfronterizas de América

69 Se limita a aspectos hidrológico-técnicos. Los aspectos legales e institucionales son desarrollados en otros apartados del presente documento.

- 3) Establecer unos criterios sencillos para el reparto de la abundancia o escasez del recurso en la cuenca, de forma que cada país comprometa la entrega de determinado volumen anual en un punto determinado de la red fluvial, estableciendo excepciones por sequía, sobre la base de la información de determinados pluviómetros estratégicamente ubicados y previamente identificados. Las exigencias en la calidad de las aguas se irían progresivamente incrementando a medida que avanzara el programa de lucha contra la contaminación.
- 4) Impulsar el programa de lucha contra las inundaciones, de tal forma que las acciones en los países situados aguas arriba no incrementen los efectos de la inundación en los de aguas abajo.
- 5) Establecimiento de metodologías armonizadas en todos los países presentes en la cuenca transfronteriza: sobre normas de calidad ambiental, guía para redacción de planes de sequía, guía para redacción de planes de gestión del riesgo de inundación, etc. Esta armonización podría ser el germen para la armonización al resto de países de ALC, dificultada por la ausencia de una institución supranacional como es la UE para Europa.
- 6) Seguimiento del Tratado para analizar su cumplimiento y, en función de su eficiencia, revisión de las medidas contenidas en él.

Más adelante, a medida que avanzara el conocimiento de los problemas y se mejorara el estado de los ecosistemas, podrían abordarse, con la propia experiencia obtenida en esta fase previa, tratados más completos y planes hidrológicos transfronterizos que coordinaran los nacionales, abriendo el camino a una gestión rigurosa del agua, en el marco de la SH y de adaptación al cambio climático.

ANEXO D. Componente legal, institucional y socio-económica

Antonio Embid & Liber Martin

CAPITULO SEGUNDO. Situación actual de la Seguridad hídrica en LAC

I. SEGURIDAD HÍDRICA, DERECHO E INSTITUCIONALIDAD

A. LOS CONDICIONANTES DE LA SEGURIDAD HÍDRICA

Cuando se pretende estudiar el grado de seguridad (o inseguridad hídrica) de un país o región (geográfica o política) se debe convenir en que hay una pluralidad de condiciones que la determinan. Es evidente que el nivel institucional (gobernanza en términos amplios) alcanzado es muy importante para la medición del nivel de seguridad hídrica; igual que el hecho de la calidad y funcionalidad de la normativa sobre la materia, pues, además de otras cosas, la institucionalidad es siempre una consecuencia de una previa decisión legal y, en su caso, desarrollada reglamentariamente. Ello es una constante obvia y también se cumple en LAC, pero hay que señalar algunos otros factores o condicionantes y, con ellos, los rasgos fundamentales de la situación en LAC en relación a ellos.

Entre esas condiciones pueden señalarse:

a. En primer lugar ***el grado de desarrollo económico y el tipo (tipos) de actividad económica que tienen lugar en un país*** o, mejor, en una determinada parte del país y, si existe información de ello, en una cuenca hidrográfica que, además, sea sujeto de gestión independiente y específica.

No es lo mismo, así, que nos encontremos ante una economía fundamentalmente industrial o una economía predominantemente agraria. Los consumos de agua en este último caso serán mucho más significativos que los que se producen en una actividad puramente industrial, lo que quiere decir (al menos a priori) que la seguridad hídrica puede resultar más amenazada (en términos cuantitativos) allí donde las demandas del recurso sean más significativas, por tanto en las economías con predominio de la actividad agraria. Naturalmente que esta conclusión elemental tiene, por fuerza, que ser matizada en función de otras conclusiones que pueden deducirse del estado económico del país y de la capacidad de inversión del mismo, mayor allí donde la economía pueda estar en fase de crecimiento y afianzarse, por tanto, la seguridad hídrica incluso con grandes consumos de agua y mediante las infraestructuras que permitan una utilización razonable del recurso hídrico.

Porque, efectivamente, dentro de este ámbito económico, no es lo mismo una economía estancada o en regresión que una que pueda encontrarse inmersa en crecimiento económico y, por tanto, donde las demandas de agua suban, al menos teóricamente. (MIRALLES-WILHELM y MUÑOZ-CASTILLO, 2018, p. 8; lo mismo LEESE Y MEISCH, 2015, p. 696) pero también la capacidad de inversión.

En este último sentido es fácil constatar cómo la economía mundial, con excepciones en algunos países, todavía no se ha recuperado totalmente de la crisis económica iniciada en USA en 2007 y oficializada, globalmente, en 2008. Lo mismo puede advertirse en relación a LAC donde aunque se inició una leve recuperación, ya un informe de CEPAL de 2017 advertía un cierto estancamiento en el año anterior (p. 26) que parece haberse decantado en un sentido positivo en el informe de la misma institución publicado en 2018 (correspondiente a 2017). Así, se dice en este último que LAC creció en 2017 a una tasa del 2'9% mientras que en 2016 lo fue solamente del 2'4%. Y eso le sucedió también a las economías desarrolladas (crecieron en 2017 al 2'1% frente a un crecimiento del 1'6% en 2016) y a las emergentes (crecimiento del 4'5% en 2017 frente al 4'0% en 2016), con lo que se observa entre distintos ámbitos político-económicos una significativa coherencia que debe resaltarse (CEPAL 2018 b).

Y las proyecciones sobre el desarrollo económico en 2018 para las economías latinoamericanas son de un crecimiento económico de entre el 2 y el 4% (siempre según CEPAL 2018 b, p. 14) debiendo añadir nosotros que dada la escalada de los precios del petróleo en los últimos meses (parece consolidado el nivel de 75-80 dólares del barril Brent y las proyecciones indican la posibilidad de que en poco tiempo se alcancen los 100 dólares), las previsiones deberían mejorar para las economías latinoamericanas en las que la producción de petróleo y su exportación tenga una relevancia singular. Otra vez teóricamente, claro está.

Pues si algo han mostrado los años transcurridos de la crisis económica iniciada en 2007, es la inestabilidad e inseguridad de las previsiones o proyecciones que puedan realizarse. En general el contexto actual de la evolución económica en el mundo y, singularmente, en LAC tiene lugar en un marco de incertidumbre (CEPAL, 2018 b, p. 13) y desde la perspectiva que nos interesa ya se señaló de forma relevante y en el sector que nos ocupa, que habría que gestionar el agua bajo parámetros de incertidumbre y riesgo (UNESCO, 2012).

Esa incertidumbre como punto de partida lleva consigo un sorprendente resultado (¿provisional?) tal y como se refleja en los últimos datos aparecidos. Así, el Banco Mundial en su último informe (de 5 de octubre de 2018 y según lo recogemos de distintos medios de comunicación) después de haber indicado en su anterior informe de abril que el crecimiento en LAC para el año 2018 sería del 1'7%, indica en este último que será solo del 0'6%, lo que rep-

resenta una bajada ciertamente espectacular. Estas cifras (si se demuestran ciertas, cosa que se podrá probar en poco tiempo) permiten pensar que en los últimos meses se habría entrado en una fase de fuerte decrecimiento con las consecuencias, obvias, en la cuestión que nos preocupa: también habría, muy probablemente, un decrecimiento en el consumo de agua por la lógica vinculación entre crecimiento económico y consumo del recurso hídrico. Y, por tanto y paradójicamente, un aumento de la seguridad hídrica siempre en términos solo cuantitativos aunque ello, como indicamos, es una consecuencia primaria y solo parcialmente verdadera; por lo tanto, falsa.

Porque debe complementarse lo indicado con otra perspectiva: estos datos económicos son muy importantes porque los mismos determinan, entre otras cosas, la capacidad de inversión “autónoma” de un país en, por ejemplo, la construcción y mantenimiento de infraestructuras hidráulicas, sean éstas “grises” o “verdes”, con una denominación coloreada de la infraestructura y que referimos posteriormente. Y a través de estas infraestructuras puede mejorarse, obviamente, el estado de la seguridad hídrica.

Una muestra de lo que se dice puede operar en un sector concreto de la economía, el minero; en él, una elevación de los precios de los productos mineros, como se está produciendo en los últimos tiempos, puede conducir a una elevación de la inversión en infraestructuras necesarias para la práctica de las labores mineras, entre ellas las hidráulicas. Esto es lo que podría tener lugar, por ejemplo, en relación a las infraestructuras de desalación en el norte de Chile con destino el agua desalada a la industria minera, lo que, obviamente, mejoraría la seguridad hídrica en esa parte geográfica y sector de la economía por la aportación de nuevos recursos y la capacidad de aportación a otros usos de los recursos originalmente utilizados en la minería, que se sustituirían o complementarían con los procedentes de la desalación.

En todo caso y desde otra perspectiva, concluimos en la constatación de que LAC se ha convertido en exportadora de agua, como se puede deducir de distintos estudios sobre agua virtual y huella hídrica (MIRALLES-WILHELM y MUÑOZ, 2018, p. 9) lo que es coherente con el desarrollo económico sufrido y el peso predominante de la producción agrícola en sus exportaciones, siendo conocido que la mayor parte de productos agrícolas incorporan un fuerte componente de agua.

b. Las condiciones sociales y sanitarias muestran mejoras en la década 2005-2015 pero estancamiento y aun regresión tras 2015.

La rúbrica de esta parte resume lo que también puede considerarse como conexión lógica entre la seguridad hídrica y los factores mencionados en ella. Parece evidente que un grado suficiente de seguridad hídrica debe tener consecuencias (positivas) en las condiciones sociales (mostradas en el índice de desarrollo humano, en el nivel de pobreza, en el acceso a la vivienda, al agua potable etc...) de una concreta sociedad. En ese sentido muy distintos estudios contienen indicadores que muestran evidentes progresos en LAC

durante la década 2005-2015 relativa a la consecución de los llamados “Objetivos del Milenio”, singularmente subrayando los muchos millones de personas que durante ese período salieron de la pobreza y también los evidentes progresos que tuvieron lugar en el acceso al agua potable, aunque no tanto en el saneamiento básico. Sin embargo también esos estudios muestran una desvalorización, una marcha atrás de esos indicadores desde 2015. Si esto se une con los recientes datos que muestran la desaceleración económica que se estaría produciendo y que se han mencionado en el punto anterior, la conclusión es, sin duda, preocupante (CEPAL 2018 b, p. 15) y hasta contradictoria con las deducciones que se pueden deducir del anterior punto: las mejoras económicas permitirían afianzar la seguridad hídrica, pero no han ido acompañadas de las mejoras sociales que serían consecuencia de la seguridad hídrica. Difícil de digerir completamente esta situación con algunos puntos contradictorios.

c. El grado de conservación de las infraestructuras hidráulicas y su conexión con la seguridad hídrica.

Parece también evidente que el grado de conservación –de funcionalidad, en realidad- de las infraestructuras hidráulicas guarda relación con la seguridad hídrica. Canales de riego que sufran fuertes pérdidas por su deficiente estado antes de que el recurso llegue a las parcelas o fincas de destino, o infraestructuras para el abastecimiento urbano con deterioro, filtraciones y consiguientes pérdidas, llevan consigo unos consumos desmedidos del recurso para poder cubrir las correspondientes demandas.

Pero hoy en día hay que reconocer que no solo las infraestructuras “grises” guardan esa relación, sino que también las infraestructuras “verdes” pueden jugar un papel fundamental. La protección de las fuentes de agua, en concreto, sería uno de los ejemplos a citar de forma obligada sobre la funcionalidad de las infraestructuras “verdes”, puesta en relación, predominantemente, con el abastecimiento urbano (y ello en relación con el pago por los servicios ambientales, como relataremos en el Capítulo Cuarto). O en el ámbito del saneamiento no solo las depuradoras con procedimientos terciarios pueden cubrir las necesidades existentes sino que también se puede conseguir esos fines, al menos en muchos municipios rurales con poca carga contaminante industrial, con técnicas más baratas y menos agresivas como los filtros verdes, lagunas de decantación y otras. Diversos informes de relevantes organizaciones proporcionan suficiente información a ese respecto (COMISION EUROPEA, 2013; WWAP, 2018).

d. La calidad de las aguas y, en general, el estado del medio ambiente guarda una relación estrecha con la seguridad hídrica.

Conforme transcurre el tiempo se es más consciente de que la vinculación exclusiva entre cantidad de recursos hídricos y seguridad hídrica, es una forma parcial y, por tanto, equivocada de ver las cosas. En concreto y en el ámbito del agua, es la “calidad” de la misma (entendiendo por calidad la

susceptibilidad de fácil transformación de los recursos hídricos existentes en agua potable para el suministro urbano o su adecuación a los distintos grados que la hacen susceptible de utilización en el regadío) la que determina sus posibilidades de aprovechamiento y, en consecuencia, está directamente relacionada con la seguridad hídrica. Aun cuando las cifras de distribución de recursos hídricos por persona en LAC triplican las del promedio mundial (se señala en muchos estudios la existencia de casi 22.000 m³ por persona y año en LAC), su distribución es irregular y no toda esa agua, por razones precisamente de calidad, es aprovechable. El ejemplo de Colombia es uno de los más claros que puede mostrarse en ese tema: pese a la existencia de una relación entre recursos hídricos y población probablemente de las primeras en el mundo, es también el país que ha contemplado la muerte de algunos de sus ríos por la contaminación, hasta el punto de que ello ha sido ocasión para que los tribunales en las más altas instancias, hayan intervenido, hasta de forma “original”, para poner remedio a esa situación (recordamos la Sentencia de 2016 del Consejo de Estado sobre el río Bogotá o la de 2017 de la Corte Constitucional otorgando personalidad jurídica al río Atrato).

LAC, en general, es una región privilegiada desde el puro marco teórico del medio ambiente. En LAC se encuentran 8 de los 17 países más megadiversos del Planeta (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Costa Rica y México) pero (CEPAL 2018 b, p. 26) también en la región existen contrastes muy importantes respecto al aprovechamiento y uso sostenible de los recursos. En el informe de CEPAL que seguimos y que se apoya en informes previos de relevantes organizaciones internacionales que en él se nombran, se indica cómo desde 1990 en LAC se ha perdido el 9'4% de la superficie de los bosques. Y en América del Sur, más concretamente, la cobertura forestal ha pasado del 52'2% en 1990 al 47'7% en 2015. Por otra parte, el cambio en el uso del suelo y la agricultura es la fuente del 42% de las emisiones de gases de efecto invernadero en LAC frente al 18% a nivel mundial y se sigue perdiendo cubierta forestal. Una prueba de ello es que la mayor parte de las contribuciones determinadas a nivel nacional y que son los pilares fundamentales del Acuerdo de París sobre el cambio climático de diciembre de 2015, están asociadas al cambio en el uso del suelo, lo que significa un reconocimiento generalizado de la situación crítica existente.

Estos cambios tienen consecuencias profundas sobre el equilibrio hídrico, al perderse el efecto de la evapotranspiración a gran escala. Y puede establecerse una relación con sequías más prolongadas y una creciente escasez de recursos hídricos que tienen un impacto productivo y social importante, al afectar algunas áreas urbanas de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018 b, p. 26).

e. El grado de articulación social de cada país (o zona geográfica) también está relacionado con la seguridad hídrica.

La seguridad hídrica, desde aspectos cuantitativos, no consiste solamente en poseer un amplio grado de recursos hídricos sino, sobre todo, en gestion-

arlos bien y, como punto previo imprescindible, en estar capacitado para gestionarlos. Eso depende en muchas ocasiones del grado de articulación social de los usuarios de los recursos hídricos o, simplemente, de los ciudadanos. Hay que insistir, especialmente, en la importancia de los aprovechamientos colectivos de las aguas y la necesidad de que los usuarios se asocien para ello. Las fórmulas son antiguas (arrancan en su origen del mismo derecho romano, en lo que conocemos de la cultura occidental) y bien conocidas y no están completamente desarrolladas en todos los países de LAC. Comunidades de usuarios, de regantes, inspecciones de cauce, asociaciones de canalistas etc..., son algunos de los nombres que designan en distintos países de LAC a las organizaciones colectivas con capacidad de regular y disciplinar comportamientos individuales y hasta de llegar a sancionar a aquéllos de sus miembros que infrinjan las normas existentes (incluyendo, claro está, las propias de las comunidades).

En el caso de las aguas superficiales es más fácil y tradicional la organización de estas comunidades, pero ello presenta todavía muchos flancos abiertos, singularmente en cuanto a las capacidades y poderes de estas organizaciones. Pero es en el ámbito del aprovechamiento y de la gestión de las aguas subterráneas donde más pasos deben darse todavía. Y donde, también, podrían deducirse más datos positivos de su implantación. Debe repararse que la sobreexplotación de los acuíferos está muchas veces relacionada con la inexistencia de las organizaciones colectivas para regular y modular los aprovechamientos individuales y su imposición coactiva sería una de las primeras medidas que deberían adoptarse cuando se detectara una situación de sobreexplotación.

f. La ubicación geográfica del país o de la zona: cantidad de recursos hídricos y peligro de sequías e inundaciones.

Hay que señalar también la importancia objetiva de la ubicación del país o de la zona geográfica a considerar en un lugar con abundancia de recursos hídricos o justamente lo contrario: en zona árida. Ese es un dato previo y de imprescindible conocimiento. Y capaz, por sí mismo, de determinar el tipo de soluciones (y normas) que deben darse para afrontar las situaciones críticas que puedan darse. Y para ser esencialmente prudente en la planificación de grandes aprovechamientos para zonas marcadas por la aridez porque en ese caso, es fácilmente pronosticable la lucha por el recurso con otros usos y los conflictos de todo tipo a que ello puede dar lugar. En muchos lugares de la cordillera andina esto es fácilmente observable cuando la actividad minera, que pretende implantarse, debe disputar el agua con otro tipo de aprovechamientos agrarios o urbanos.

La ubicación geográfica es también un dato imprescindible para tener en cuenta los fenómenos hidrológicos extremos que tanta importancia tienen en LAC. Sequías e inundaciones, así, están muy relacionadas con la ubicación concreta que se trate y ello debe tener consecuencias. Señalamos, en general, la importancia relativamente superior que en LAC tienen sequías e inunda-

ciones sobre las que pueda concederse a esos fenómenos en otros lugares del Planeta (EMBED IRUJO, 2017, con muchos datos sobre el particular). La experiencia enseña cómo determinados fenómenos atmosféricos (huracanes) han llevado consigo en LAC (singularmente en Centroamérica) distintas catástrofes que desde el punto de la seguridad hídrica (y de la posibilidad de aprovechamiento de recursos hídricos) han ocasionado décadas de vuelta atrás en el tiempo con las pérdidas económicas inmensas causadas por la destrucción de infraestructuras diversas, muchas de ellas hidráulicas.

Y ello al margen del incremento de estos fenómenos que el cambio climático de origen antropogénico pueda llevar consigo que, en todo caso, aumenta la frecuencia de estos fenómenos que periódicamente tienen lugar en LAC. Es claro, como se señalará en distintos lugares de este informe, que ello debe conllevar políticas no solo de reparación de infraestructuras y de indemnización de catástrofes, sino preventivas para intentar evitar (prever) estos fenómenos y paliar, así, sus consecuencias más dañosas.

g. Los datos demográficos: las proyecciones sobre crecimiento de la población en LAC.

Siguiendo con aspectos puramente cuantitativos, es evidente que la mayor o menor población existente afecta al consumo actual de recursos hídricos y a la proyección, para el futuro, de aumentos o reducciones de consumos. El informe de evolución de la población de Naciones Unidas de 2015 es esencial a estos efectos y en el mismo, globalmente, se han aumentado a 9.500 millones de personas las que podrían habitar el planeta en 2050, lo que supone una notable elevación de 500 millones de personas sobre cifras anteriores que manejaba Naciones Unidas. LAC, en particular, no es lugar donde se esperan los aumentos poblacionales más importantes, siendo el lugar de referencia a esos efectos el continente africano. Esto, desde la perspectiva de seguridad hídrica, debe tenerse en cuenta, y seguir minuciosamente las evoluciones que se puedan producir en estas cifras.

h. La mente abierta en los condicionantes de la seguridad hídrica: el papel de la legalización del cannabis y de la compra de tierras para adquirir derechos de agua, en realidad.

La seguridad hídrica es un concepto relativamente reciente y, por tanto, las investigaciones sobre el mismo también lo son. Ello determina que se deba tener una mentalidad abierta en cuanto a la aparición de otros condicionantes, distintos de los que hasta ahora se han venido indicando.

Decimos esto en relación a fenómenos recientes que pueden afectar a la seguridad hídrica en cuanto a, por ejemplo, la cantidad de recursos disponibles para la producción de alimentos (y, por tanto, también a la seguridad alimentaria, muchas veces vinculada a la hídrica como se va a indicar a continuación). Así algunos informes señalan que la legalización del consumo de

cannabis que en los últimos años ha tenido lugar en algunos Estados de USA, afecta a la seguridad hídrica. La prueba es sencilla de proponer y practicar: una planta de marihuana consume 22 litros de agua por día que es la misma cantidad necesaria para sostener una cabeza de brócoli para toda una temporada (www.thesourcemagazine.org/high-dry-legalisation-cannabis-impacting-local-water-security).

Lo mismo debe decirse en relación a un fenómeno observado en la última década en distintos lugares del mundo, sobre todo en África pero también en LAC: la compra masiva de grandes superficies de tierras por extranjeros (Estados o grandes corporaciones) para dedicarlas a la agricultura pero, en realidad, para adquirir derechos de agua dada la ausencia de recursos hídricos en cantidad suficiente en los países de origen de los capitales utilizados. Al margen de otras cuestiones relacionadas con la soberanía o la seguridad alimentaria, lo que aquí queremos decir fundamentalmente y desde la perspectiva de la seguridad hídrica, es cómo ello puede afectar a la cantidad de recursos hídricos para otras utilidades distintas de la agricultura, dado que estas compras se destinan a la producción de alimentos (de alto consumo de recursos hídricos) para ser exportados a sus países de origen.

i) Y referencia final a la forma de configuración de la estructura administrativa para la gestión del agua.

Las cuestiones de gobernanza y de legislación, en general, las dejamos para el apartado II de este capítulo. Pero sí que queremos destacar en este apartado I y como referencia final, el papel que la estructura administrativa tiene para la seguridad hídrica. Y ello de forma resumida pero indicando las principales claves de la cuestión desde dos puntos de vista distintos.

El primero consiste en llamar la atención sobre el fenómeno, bien conocido, de la fragmentación existente de los órganos administrativos que se encargan de las cuestiones de agua en la mayor parte de los países de LAC. Su multiplicación, sobre todo en los países de estructura federal, pero no sólo en ellos, y la ausencia de mecanismos de coordinación efectiva para la toma de decisiones. Ello desemboca indefectiblemente en la ineficacia de las medidas que se adoptan también fragmentariamente y en los altos consumos de recursos hídricos que de ello se derivan (EMBID IRUJO y MARTIN, 2018 b). Y, en segundo lugar, es necesario llamar la atención sobre la vinculación de los órganos gestores del agua con los órganos (Ministerios, regularmente) competentes en la gestión de los diferentes sectores económicos. Cuando los órganos del agua se vinculan, por ejemplo, a los órganos competentes en agricultura, es fácil observar la dependencia del agua de la agricultura lo que, otra vez, al tratarse de un sector económico de amplios consumos de recursos hídricos, lleva consigo las consecuencias fácilmente imaginables. Otro tipo de inconvenientes pueden derivarse, no obstante, de la vinculación a órganos o Ministerios competentes en materia de medio ambiente, aunque ello, primariamente, no desemboca necesariamente en falta de eficacia desde la

perspectiva de utilización de amplios recursos hídricos, que es lo que puede predicar en principio cuando se trata de la seguridad hídrica. Volvemos más adelante sobre el particular.

B. LA SEGURIDAD HÍDRICA Y SU PROFUNDA RELACIÓN CON LA SEGURIDAD ENERGÉTICA O ALIMENTARIA.

En distintos momentos del trabajo ya ha aparecido esta conexión entre seguridad hídrica, energética y alimentaria, lo que parece razonable dado el papel central del agua en la producción de alimentos o de energía (no sólo la hidroeléctrica, pues no puede olvidarse el papel del agua en la producción de energía térmica, termo-solar o nuclear mediante la refrigeración de las instalaciones de las correspondientes centrales). Eso ha conducido en los últimos años y a partir de la fundamental Conferencia de Bonn de 2011, a estudiar el llamado “nexo” entre agua, energía y alimentación con el necesario substrato medioambiental desde un punto de vista científico o académico pero postulando también su incorporación a la práctica de los actores políticos o administrativos (EMBID IRUJO y MARTIN, 2018 a y 2018 b, con consideraciones generales; también MIRALLES-WILHELM, 2014, solo desde la perspectiva de la planificación administrativa, o GÓMEZ, 2017, p. 5, desde el ámbito económico).

Esta relación imposible de negar entre agua, energía y alimentación con el necesario substrato medio ambiental, debe determinar no sólo el sentido de estudios inclusivos –frente a los tradicionales estudios parciales, no obstante lo cual algunos ya contenían referencias a tratamientos conjuntos como PEÑA, 2016-, sino también la aparición (o consolidación) de una legislación que no olvide tales conexiones sino que, al contrario, adopte decisiones positivas en su reconocimiento y en la forma de afrontar esas relaciones (WILLAARTS, GARRIDO, LLAMAS, 2014).

Las consecuencias de lo que decimos deberán darse en muchos terrenos pero, sobre todo, en dos: en el plano de la organización administrativa, con surgimiento de órganos de coordinación entre las funciones de los distintos órganos sectoriales (si no existen ya), y en la planificación administrativa, que no deberá ser nunca unidimensional o unilateral, sino basada en las interrelaciones entre los sectores nombrados (EMBID IRUJO y MARTIN 2018 b). Sobre ello se volverá más adelante, en el Capítulo IV.

II. NOVEDADES NORMATIVAS EN MATERIA DE AGUAS EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La normativa en materia de aguas en LAC es muy antigua y es bien fácil señalar su origen (al margen de antecedentes regulatorios no basados en la existencia de una “Ley” sino en otro tipo de instrumentos, incluyendo los propios de las originarias poblaciones indígenas) en las reproducciones, más o menos literales, que la Ley de Aguas española de 1879 –de gran prestigio en

su momento por su calidad normativa- fue objeto en distintos países (y hasta Provincias argentinas, como Mendoza). Hay que reconocer, en todo caso, que durante la última década se ha podido observar un fenómeno de gran interés por crear nueva normativa en materia de aguas en distintos países, lo que ha mejorado los aspectos formales de la misma de forma clara allí donde han aparecido estas novedades, con independencia del grado de su aplicación real (EMBED IRUJO y MARTIN, 2017), no muy alto como veremos. El fenómeno también ha sido captado por PEÑA (2016, p. 38) que señala los avances producidos en materia de agua y ambiente en LAC en los últimos años aunque resalta lo mucho que falta todavía por recorrer.

Esa apelación al camino que falta unido a ciertas críticas sobre la situación existente es también preocupación del trabajo de ALTOMONTE y SÁNCHEZ (2016) que en las pp. 214 y ss señalan la insuficiencia de los marcos normativos, la falta de capacidad para aplicarlos, la debilidad de las autoridades nacionales de aguas, la debilidad de los organismos de cuenca, la fragmentación del poder decisorio y la escasa participación. Como prueba de las deficiencias notadas hace mención a la ausencia de capacidad para resolver conflictos, singularmente en el ámbito de los conflictos entre minería y agua. Es evidente que el camino a transcurrir es bastante largo y que, sobre todo, es necesario superar la brecha del informalismo y la falta de eficacia de las normativas en materia de aguas; incluso para remediar los casos, todavía variados, en que existen países que no cuentan con leyes de aguas (Colombia, El Salvador, Guatemala...) o que tienen normas tan antiguas que sus prescripciones están muy desconectadas de las preocupaciones fundamentales de la sociedad del siglo XXI (Panamá, con un decreto de 1966), o que a sus leyes recientes falta el adecuado desarrollo reglamentario sin el cual la novedad normativa no es otra cosa que papel mojado (Paraguay).

Pero sí que pueden mostrarse algunos aspectos positivos como, en primer lugar, lo es la llegada del derecho humano al agua (en correspondencia con una Observación, de 2002, del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas y la posterior proclamación del mismo en 2010 por la Asamblea de Naciones Unidas) a distintas Constituciones en LAC. El siguiente cuadro da idea de los datos fundamentales sobre el particular.

PAIS	AÑO DE REFORMA DE LA CONSTITUCION
Uruguay	2004
Ecuador	2007
Bolivia	2009
México	2012
Perú	2017

Ello sin tratar de contenidos concretos y dejando de lado la evidente necesidad de que la normativa ordinaria haga posible las proclamaciones constitucionales que siempre están basadas en decisiones de contenido muy amplio o general precisando de su correspondiente desarrollo, cosa que no siempre ha ocurrido.

Pero, además, se han dado una serie de leyes en los últimos años, probablemente conectadas con la llamada década del milenio (2005-2015) que hemos estudiado singularmente en EMBID IRUJO y MARTIN, 2017 (la Ley cubana, por su fecha de finales de 2017, no es objeto de tratamiento en este estudio). Este sería el cuadro que resumiría lo más notable en este terreno:

PAIS	LEY	FECHA
Venezuela	Ley de aguas	2-1-2007
Nicaragua	Ley nº 620 General de Aguas Nacionales	15-5-2007
Paraguay	Ley nº 3239/07 de Recursos Hídricos	10-7-2007
Perú	Ley nº 2938 de Recursos Hídricos	31-3-2009
Honduras	Ley General de Aguas (Decreto nº 181 de 2009).	14-12-2009
Argentina (Ciudad Autónoma de Buenos Aires)	Ley nº 3295 de Gestión Ambiental de las Aguas.	11-1-2010
Ecuador	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.	5-8-2014
Cuba	Ley nº124/2017 de Aguas.	14-11-2017

Y ello con independencia de otros variados proyectos de reforma normativa que no se han acabado de concretar todavía en una Ley aprobada y entrada en vigor (Costa Rica, Guatemala, El Salvador, México, República Dominicana...).

Como notas singulares que sirven para caracterizar a toda esta nueva normativa, y también a algunos textos con referencia a aguas en el plano interno o internacional, podríamos señalar las siguientes:

- a) Es la primera que las nuevas normas adoptan, como principio general, el de la publicación de todos los tipos de agua utilizándose para ello, normalmente, la expresión de dominio público. Debe recordarse, en todo caso, que no siempre sucede esto, muestra de lo cuál es el Código Civil y Comercial argentino (2014), que sigue manteniendo la posibilidad de propiedad privada de algunas aguas y que, por lo tanto, marca los límites de cualquier legislación provincial en materia de aguas.
- b) La llegada del derecho humano al agua a algunas normativas ordinarias, consecuencia en algunos casos de su reconocimiento en la correspondiente Constitución.
- c) El papel creciente del derecho internacional, mostrado en, por ejemplo, la suscripción del Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní (2010) entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, todavía pendiente de ratificación por los cuatro suscribientes del mismo y consiguiente entrada en vigor. Igualmente el papel desempeñado por los Tratados de protección de inversiones (TBI) y los arbitrajes que de ellos se derivan, muy importantes

en el desarrollo de algunos servicios de abastecimiento de aguas en municipios argentinos, mexicanos y otros. Más tarde dedicamos apartados específicos a estas cuestiones.

- d) El mantenimiento de la dimensión económica del agua, tradicional en las leyes de recursos hídricos, y la incorporación progresiva de las consideraciones social y ambiental.
- e) La ausencia de mecanismos de reasignación descentralizada de aguas, lo que podríamos denominar como “mercados de aguas” (de derechos de uso de agua, en realidad, cuando el agua se considera como de dominio público y, por lo tanto, es inalienable). Una ausencia total excepto en la legislación chilena. Y nos referimos a mercados “legales”, puesto que en bastantes países o regiones dentro de ellos, es posible advertir la existencia de mercados ilegales o clandestinos.
- f) La tendencia a combatir la fragmentación y multiplicación de los órganos administrativos competentes en materia de aguas, creándose las llamadas “autoridades únicas de aguas”. que algunas veces cobran la forma de “Agencias” (Agencia Nacional del Agua en Perú, Agencia Nacional de Aguas en Brasil...).
- g) La tendencia también a definir la cuenca hidrográfica como unidad de gestión, aunque en la mayor parte de las ocasiones es más un presupuesto teórico que un resultado práctico. Esta tendencia es más difícil de concretar, por motivos obvios, en algunos países federales, como Argentina.
- h) El reconocimiento, en algunos casos, de particulares derechos de las comunidades indígenas o campesinas.
- i) La acogida en las nuevas normas del principio de participación de ciudadanos y usuarios en la gestión del agua.

A todo lo cual habría que sumar dos características separadas del contenido de los textos legales pero que ilustran profundamente sobre lo que sucede.

Es la primera la de la falta de eficacia e inoperancia de muchos preceptos legales. Estamos ante un fenómeno de “informalismo”, desarrollándose muchas veces la realidad al margen de lo que los textos legales puedan decir. Eso tiene como consecuencia ineludible la del descrédito de la Ley como camino hábil para alcanzar soluciones que respeten y potencien los intereses generales.

Y la segunda es la del activismo judicial que se muestra en muchas circunstancias y de la que existen ejemplos evidentes acerca de cómo por encima del texto escrito y para buscar soluciones que, en su opinión, sirvan para enfrentar eficazmente problemas desde mucho tiempo irresolubles con los textos legales, determinan la aparición de determinadas decisiones judiciales. Señalamos entre ellas la Sentencia Mendoza de la Corte Suprema de Justicia Argentina (2006), la Sentencia del Consejo de Estado colombiano otorgando personalidad jurídica al río Atrato (2016) y de la Corte constitucional del mismo país otorgando personalidad jurídica a la Amazonia colombiana (2018).

III. INSUFICIENCIAS DE LA NORMATIVA DE AGUAS EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE DESDE LA PERSPECTIVA DE LA SEGURIDAD HÍDRICA

Una vez descritas las características generales de la más reciente normativa sobre aguas de LAC, nos centramos en describir las insuficiencias de la normativa de LAC desde la perspectiva de seguridad hídrica. Lo hacemos a través de una serie de notas expuestas sucesivamente.

- a) La normativa en materia de aguas existe en la mayor parte de los casos, pero no siempre recoge los temas o principios que requiere el actual momento. No sólo la normativa relativa a las aguas (normativa “moderna”, adecuada a la problemática de los tiempos actuales, EMBID IRUJO y MARTIN 2018 b) resulta crucial para la seguridad hídrica sino que, dependiendo del caso, otros ámbitos de normatividad pueden resultar igualmente importantes, como los relativos al ordenamiento y la planificación territorial y urbanística o la ambiental, o la política de residuos. por ejemplo. Sin embargo, grandes dificultades se advierten al momento de asegurar su efectividad y cumplimiento. Otra vez tenemos que señalar que el informalismo es característica general en la mayor parte de los casos.
- b) Se desconocen en muchos supuestos cuestiones básicas o no hay instrumentos para conocerlas y facilitar, de esa forma, la gestión del agua y con ello la seguridad hídrica. El ejemplo de la ausencia de Registros (Catastros) o su actualización allí donde existan es evidente. Sin el conocimiento fehaciente de los usos de las aguas, los volúmenes utilizados, su procedencia, su destino, su titular etc... se hace imposible la gestión efectiva de las aguas y con ello poder juzgar, con bastante aproximación, del grado de seguridad hídrica existente.
- c) Por otra parte la Administración hídrica presenta distintas deficiencias:
 - No siempre está basada en la cuenca hidrográfica.
 - Tiene escasos medios personales y económicos.
 - El grado de formación del personal suele no ser adecuado.
 - Está en ocasiones muy politizada (formas de acceso a la función pública).
 - Está fragmentada.

Excepto la primera característica, el resto son aplicables también a las entidades administrativas relativas al ordenamiento territorial o al urbanístico, de mucha importancia para una gestión adecuada de las aguas como ya se ha indicado.

Lo anterior es aplicable a los Estados, pero en el caso de los Estados federales también de los Estados federados (es el caso de las Provincias argentinas, por ejemplo).

- d) En relación a esta última⁷⁰ circunstancia, existen múltiples órganos administrativos con competencias en materias fuertemente relacionadas con el

⁷⁰ En el informe CEPAL 2018 b, pp. 99 y ss se dedica mucho espacio a los avances en el tema de mecanismos de coordinación en la institucionalidad relacionada con la implantación de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Se traen ejemplos de muchos países, de creación de nuevos órganos en algunos casos o, en otros, encargado funciones ya existentes para la implementación de la Agenda 2030.

agua como lo son la agricultura, energía, industria, territorio, medio ambiente... Allí también es advertible fragmentación y falta de coordinación de políticas, sobre todo en los países de estructura federal. Y la coordinación es esencial (EMBED IRUJO y MARTIN, 2018 b).

- e) La planificación hidrológica es técnica desconocida, en la mayor parte de las ocasiones. Aunque muchos documentos se llamen “Planes”, incluso de seguridad hídrica (es el caso del Plan de Panamá de 2016 que utiliza esa denominación), no está asegurada su correcta formación (la corrección de su datos de base y la transparencia y publicidad en los trámites de elaboración del Plan) su efectividad, su vinculación para las políticas concretas que se practican. Otro tanto ocurre en el caso del ordenamiento territorial: Hay ausencia de planes de ordenamiento del territorio que respondan al concepto de plan. Tampoco existen planes especiales de gestión de sequías o de riesgo de inundación; existe ausencia de determinación de línea de ribera (concepto argentino, que sirve para delimitar el cauce – dominio público- de las tierras circundantes) o delimitación de vías de evacuación, etc. En caso de existir, el nivel de coordinación entre planificaciones sectoriales implicadas en la seguridad hídrica (la energética, la agraria, la propiamente hidrológica), suele ser muy bajo o incluso nulo (EMBED IRUJO y MARTIN 2018 b).

Sin interrogación sobre la funcionalidad de muchos planes que se manejan, en el documento CEPAL 2018, b, pp. 106 y ss., se dice que “en América Latina y el Caribe, la planificación ha vuelto a cobrar importancia”. Y como prueba de ello se indica que 27 países cuentan con planes de mediano y largo plazo, 14 países tienen un marco legal que mandata construir un plan de desarrollo y 30 países incorporan consultas ciudadanas en la elaboración de sus planes” (p. 106). Pero no se dice nada sobre cuestión tan esencial como el grado de vinculación o efectos de los planes y la forma en la que éstos se han elaborado y aprobado.

- f) La interrelación pacífica entre usos no siempre está bien conseguida. En particular debe señalarse la relación conflictiva entre minería y agua (con el agua para las ciudades y el agua para la agricultura, BUSTOS NIÑO, GARCÍA PACHÓN y ORTIZ RODRÍGUEZ, 2016, pp. 437 y ss), pero también entre energía y agua (EMBED IRUJO y MARTIN, 2017, pp 31 y ss. Una problemática que se exagera cuando se trata de minería ilegal (BENAVIDES VANEGAS y RUIZ LÓPEZ 2016, pp. 107 y ss).

Un ámbito de conflictividad que no puede negarse es la aplicación de la técnica del fracking (fractura hidráulica) para la búsqueda de recursos energéticos no convencionales (petróleo y gas) (EMBED IRUJO y EMBED TELLO 2017; ARROYO y PERDRIEL, 2015). Cuando existe regulación sobre el particular (cosa que no siempre sucede, vid. la excepción de la provincia argentina de Mendoza, con normativa aparecida en el primer semestre de 2018) se suele prever la evaluación de impacto ambiental para los proyectos que pretenden usar de esa técnica, pero sería necesario dar un paso más y prever una evaluación de riesgos completa.

- g) El régimen económico-financiero del agua suele ser deficiente por distintas causas. Así, no está asegurada la autofinanciación de las políticas hídricas con las cantidades que pagan los usuarios (cuando están establecidas y las pagan efectivamente), lo que quiere decir que el muchas veces recomendado principio de recuperación de costes de los servicios prestados con el agua no juega, o juega de manera deficiente. Todo ello es comprensible en un marco general en el que hemos notado la ausencia de Registros o Catastros fiables o actualizados porque en esos casos: ¿a quién cobrar y en qué cuantía? Por otra parte, fiar todo a la financiación presupuestaria, no parece recomendable ni posible en el contexto actual y, además, ésta, si cabe, suele ser inferior a la necesaria.
- h) Los mecanismos de resolución de conflictos son lentos. Lo es la práctica de los Jueces y Tribunales, donde se denota también muchas veces la ausencia de especialización de sus componentes (MARTIN y JUSTO, 2015). En ocasiones, además, no está garantizada la independencia de los órganos del poder judicial lo que, entre otras razones, ha conducido a que por esa desconfianza los Tratados de protección de inversiones (TBI) regulen mecanismos de arbitraje que han solido desembocar en una protección excesiva de los derechos de los inversores frente a los intentos de las autoridades locales de realizar políticas defensoras de los intereses generales, de lo que hay bastantes ejemplos. (Lo que conduce indefectiblemente al llamado “enfriamiento regulatorio”, cfr. BOHOSLAVSKY, 2010 y SOLANES, 2015).
- i) La importancia de las cuencas internacionales no guarda relación con la endeblez de los mecanismos jurídicos para el gobierno de estas aguas. Sobre ello nos extenderemos con más profundidad en el apartado V del Capítulo.
- j) Las herramientas de evaluación y diagnóstico previo a la toma de decisiones cuando existen, suelen ser muy débiles, inapropiadas o mal aplicadas. La mayoría de los países cuenta con obligados procedimientos de evaluación de impacto ambiental (e incluso a veces de evaluación estratégica de impacto ambiental) con diferente nivel de desempeño pero no de evaluaciones de riesgo, imprescindibles desde el enfoque de seguridad hídrica como antes se ha señalado con el ejemplo concreto de la técnica del fracking. Tampoco son habituales las evaluaciones rigurosas de tipo económico y social (balance entre ventajas-inconvenientes) sobre el beneficio real de los proyectos, presupuestos, capacidad de pago de los usuarios, etc., a menudo sobrevaloradas para su justificación.
- k) En función de datos estadísticos, el acento especial hoy debería ponerse en el cumplimiento del derecho humano al agua y, dentro de él, en un esfuerzo en el control de la contaminación y el tratamiento de las aguas residuales urbanas. En suma, debería ser prioritario todo lo relacionado con el “ciclo urbano del agua”, o sea, el abastecimiento urbano, los sistemas tanto grandes como pequeños, de provisión de agua potable y de

depuración (y, si es posible, reutilización) de las aguas residuales urbanas. En ambos ámbitos deberían centrarse las grandes inversiones (facilitando como primera medida la inversión privada, pues la pública en las condiciones actuales no será suficiente) y los esfuerzos organizativos e institucionales (proceder a las reformas necesarias de la actual estructura administrativa).

- l) Ello debe estar conectado con la necesidad de conseguir economías de escala en el abastecimiento y en el saneamiento. Eso está muy relacionado con la insuficiencia o incapacidad, muchas veces, del nivel territorial municipal para la prestación de estos servicios por lo que sería conveniente buscar unidades de gestión más amplias, propiciando asociaciones de municipios (mancomunidades, consorcios) u otras fórmulas semejantes.
- ll) En todo caso, las posibilidades de inversión y de recuperación del coste de la inversión son directamente dependientes del grado de desarrollo económico, y las perspectivas del crecimiento. LAC parece tener en este momento y después de años de decaimiento un cierto repunte (muy contradictorio en sus cifras finales, como hemos visto en el apartado I del Capítulo), pero está muy alejado de la primera década del s. XXI donde se alcanzaron los mejores desarrollos (se redujo la pobreza fuertemente y se avanzó mucho en el abastecimiento de agua potable).
- m) Por otra parte y en el caso concreto en el que existe un mercado de aguas (la situación chilena) está bien claro que se produce sin conocimiento real de las aguas existentes, de su estado de calidad, de los titulares de los derechos de aprovechamiento. Tampoco las transacciones están rodeadas de la suficiente publicidad y, desde luego, las preocupaciones medioambientales en el funcionamiento del mercado son prácticamente nulas en su planteamiento teórico y, desde luego y consiguientemente, en sus resultados prácticos. Tal mercado, además, no garantiza el abastecimiento de aguas en las zonas rurales, ámbito en el que actualmente se pueden observar grandes deficiencias (más de un millón de chilenos que viven en el espacio rural son abastecidos actualmente a través de camiones y no a través de infraestructuras de abastecimiento urbano). No cabe duda de que deberían ser reforzados los poderes y medios (personales y económicos) de la Dirección General del Agua, pues los presupuestos del mercado (la publicidad y la transparencia) no se cumplen y es condición imprescindible del mercado la existencia de un regulador con poderes efectivos.

Un papel singular hay que mencionar en LAC a las políticas relativas a los fenómenos naturales extremos como puedan ser las sequías y las inundaciones. A las mismas hay que dedicar una atención especial, dadas las características de buena parte de la región (sobre todo Centroamérica) y los actuales tiempos de cambio climático de origen antropogénico que se viven y que, aun sin confirmación completa, parece que tienen tendencia a propiciar un aumento de estos fenómenos naturales extremos.

En ese contexto hay que recordar que el informe de 2018 de riesgos del foro de Davos señala, en general, como probabilidad de que sucedan riesgos y en este orden: 1) fenómenos climáticos extremos, 2) Desastres naturales; 5) Fracaso de mitigación y adaptación al cambio climático.

Y como impactos el orden es: 2) fenómenos climáticos extremos, 3) Desastres naturales, 4) Fracaso de mitigación y adaptación al cambio climático 5) crisis del agua 7) crisis alimentarias (la número 1 es armas de destrucción masiva) (WORLD ECONOMIC FORUM, 2018).

Por todo ello es muy necesario que se implementen políticas de prevención del riesgo de sequía y de inundación, con los ejemplos ya conocidos en la Unión Europea de los Planes de Gestión del Riesgo de Sequía y de Gestión del Riesgo de Inundación. Ello debería llevar, en una segunda fase, a la introducción en las normativas sectoriales existentes (de aguas, de energía, de agricultura etc...) de consideraciones relativas al papel del cambio climático.

IV. SEGURIDAD HÍDRICA Y DERECHOS HUMANOS

Una de las características que necesariamente tienen que resaltarse del actual momento en LAC es la irrupción de una política y un ordenamiento jurídico relativo al reconocimiento de derechos humanos. Ello sucede tanto en el derecho general (superior en ámbito territorial al de LAC) una muestra de lo cual sería el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas de 1966, como en el puramente regional, con expresión en la Convención Americana sobre Derechos Humanos y Protocolo de San Salvador. A ello han seguido el reconocimiento de distintos derechos humanos relacionados con la seguridad hídrica (y la energética y la alimentaria) por las Constituciones de distintos países de LAC y, en mucha mayor medida, en legislación ordinaria y, desde luego, la práctica de muy distintos tribunales.

En el ámbito constitucional, el derecho humano es reconocido en las Constituciones de Uruguay, Ecuador, Bolivia, México y Perú (remisión a un cuadro anterior). El derecho humano a la alimentación se encuentra dentro de las Constituciones de Bolivia y Ecuador y el derecho a la electricidad exclusivamente en la Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia, que también incluye el derecho de acceso al gas domiciliario; como puede advertirse, por tanto, sólo la Constitución boliviana incluye los tres derechos. Es evidente hoy que la seguridad hídrica no puede concebirse al margen del cumplimiento, en la forma que indique la normativa ordinaria, de esos tres derechos.

En otro plano hoy el derecho humano al agua (y los derechos a la alimentación y a la energía) debe relacionarse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que forman parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que fue aprobada por la 70ª Asamblea General de las Naciones Unidas durante la Cumbre de Desarrollo Sostenible de 2015.

Algunos ODS están relacionados directamente con la materia que tratamos. Así, el ODS 2º relativo a que hay que “poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, guarda relación con el derecho humano a la alimentación. El ODS 6º que pretende “garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, con el derecho humano al agua. Y el ODS 7º que quiere “garantizar el acceso a una energía fiable, sostenible y moderna para todos”, con el derecho humano a la energía, todavía de escaso reconocimiento en LAC. En todo caso tenemos que apostillar que tal y como corresponde con la naturaleza de derechos humanos económicos, sociales y culturales, se debe lograr su establecimiento progresivo sin que quepa dar marcha atrás en este terreno (aplicación del principio de no regresión a este ámbito). Ese cumplimiento progresivo y desde la perspectiva del derecho humano al agua coincide con lo que afirmamos en varios lugares de este documento sobre la necesidad de primar en el ámbito de la inversión todo lo relativo al abastecimiento urbano, pues es allí donde, estrictamente hablando, tiene lugar principalmente la problemática del cumplimiento del derecho humano al agua tal y como se desprende de la Observación nº 15 de 2002 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas y de la Resolución de 2010 de la Asamblea de Naciones Unidas sobre el reconocimiento de este derecho. Es allí, sobre todo, donde están “los desafíos pendientes en cuanto a la gestión de los recursos hídricos” (CEPAL 2018 b, p. 32) estimándose en unas pérdidas de entre el 1 y el 2% anual del PIB de los países en desarrollo por causa de la carencia de servicios de agua y saneamiento rural de calidad (CEPAL 2018 b, p. 36).

V. LA GESTIÓN DE LAS CUENCAS INTERNACIONALES O TRANSFRONTERIZAS.

Particular interés tiene en LAC la referencia a las cuencas internacionales o transfronterizas, dada la importancia cuantitativa que tienen algunas grandes cuencas como la del Orinoco, Amazonas o Paraná-Plata: pero el interés también reside en algunas de inferior tamaño que plantean problemas de gestión o de surgimiento de conflictos que a veces acaban en sentencias de relevantes tribunales internacionales, como ha sucedido recientemente en los casos del Río Uruguay (entre Argentina y Uruguay), del Río San Juan (conflicto entre Costa Rica y Nicaragua) o del Silala (conflicto entre Chile y Bolivia).

Para regular y disciplinar los problemas derivados de la existencia de ríos que atraviesan distintos Estados existen Tratados de aplicación general y también Tratados bilaterales o multilaterales para concretas cuencas (BARBERIS, ARMAS PFIRTER y QUEROL, 2002; DEL CASTILLO 2005). Los Tratados generales existentes en materia de aguas no son prioritariamente aplicables a LAC. Así, la llamada Convención de Nueva York de 1997 (Convención sobre el derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación) que entró en vigor en agosto de 2014 no ha sido objeto de ratificación por ningún Estado de LAC, por lo que su aplicabilidad a los en ella llamados cursos de agua internacionales, no puede existir en el ámbito

de LAC. Por su parte, el Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales (texto de Naciones Unidas de 1992 entrado en vigor en 1996), inicialmente pensado para el ámbito europeo abrió en 2003 su la posibilidad de ratificación al resto de los Estados miembros de Naciones Unidas y, por tanto, a los Estados de LAC, aunque hasta el momento ninguno lo ha hecho.

Olvidándonos, entonces, de la aplicabilidad de textos generales hay que mencionar que en algunos casos existen acuerdos o Tratados bilaterales o multilaterales para la gestión de las cuencas compartidas de la forma -bastante rudimentaria- que los mismos Tratados indican. Pero también existen ejemplos de Tratados donde se trata solamente de la construcción y explotación de determinadas infraestructuras, normalmente hidroeléctricas, a caballo entre los países que comparten la cuenca. En el presente apartado damos noticia a modo ejemplificativo de algunos acuerdos internacionales existentes sobre usos, un lago o cuenca y, muy resumidamente de su contenido. En el Capítulo IV se refieren los casos de la Cuenca del Plata y el Tratado del sistema Acuífero Guaraní y en las recomendaciones se incorpora las conclusiones y deseos de *lege ferenda* que podrían establecerse.

1. LOS ACUERDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS HIDROELÉCTRICAS. ITAIPÚ Y YACYRETÁ

La mención debe comenzar por la referencia a las presas de Itaipú (entre Brasil y Paraguay) y Yacyretá (entre Paraguay y Argentina). Los estudios y debates en torno a las mismas arrancan de muchos años atrás (en algunos casos pronto se cumplirá el primer siglo desde el comienzo de los debates), pero los Tratados y la construcción de las infraestructuras son bastante más recientes. Así, el 26 de abril de 1973, Brasil y Paraguay firmaron el Tratado de Itaipú, destinado al aprovechamiento hidroeléctrico del río Paraná, y un año más tarde fue creada la Entidad Binacional Itaipú encargada de la construcción de la presa y de la administración de las obras (GÉNEZ BÁEZ, 2017). En 1984 entró en funcionamiento la primera turbina alcanzándose el récord de producción en 2016. Aun cuando en el Tratado de 1973 no se disponía nada sobre ello, posteriormente entró en funcionamiento el programa llamado “Cultivando agua buena”, destinado a realizar distintas actuaciones en beneficio de la población inicialmente perjudicada por la construcción del embalse y que se desarrolla en las áreas medio ambiental, de pesca, de agricultura etc..., lo que constituye un ejemplo interesante de ampliación del objeto primitivo del Tratado, exclusivamente destinado a la producción y comercialización de la energía hidroeléctrica producida.

También en 1973 y, en concreto, el 3 de diciembre, se firmó en Asunción el Tratado de Yacyretá entre Argentina y Paraguay lo que igual que en Itaipú dio lugar a la configuración de la correspondiente Entidad Binacional encargada, primero, de la construcción de las obras y luego de su administración. La primera turbina se puso en marcha en 1994 y en 2011 se alcanzó la máxima capacidad de producción. En la actualidad se han aprobado en el Senado

paraguay (junio de 2018) dos notas reversales que introducirán modificaciones en el Tratado –si concluye el proceso–, relacionadas con las deudas económicas de Paraguay hacia Argentina que tienen su origen en la misma construcción de la infraestructura.

La importancia económica y energética de estas infraestructuras es enorme para los tres países implicados en ellas (GÉNEZ BÁEZ, 2017; también el libro técnico COMIT 1992, muchos documentos).

2. LA GESTIÓN DEL LAGO TITICACA Y DE LA LAGUNA MERÍN

Agrupamos aquí, por la simple razón de referirse a lagos, lo relativo al Lago Titicaca (situado entre Bolivia y Perú, pero también con una pequeña parte en Chile), y a la Laguna Merín (en la frontera entre Brasil y Paraguay).

En el caso del Lago Titicaca existe una autoridad de gestión desde 1996 que es la Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca que es una entidad de derecho público internacional que se originó en el marco de unas notas reservales cruzadas entre los Ministerios competentes de Bolivia y Perú. Depende de los Ministerios de Relaciones exteriores de Perú y Bolivia y tiene el objetivo general de promover y conducir las acciones, programas y proyectos y dictar y hacer cumplir las normas del ordenamiento, manejo, control y protección en la gestión del agua del Sistema Hídrico Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar Coipasa (TDPS) en el marco del Plan Director Global Binacional del Sistema Hídrico TDPS.

En el caso de la Laguna Merín (segundo lago en tamaño de Sudamérica, tras el Lago Titicaca) existen varios Tratados internacionales bilaterales, pero el más importante es de 7 de julio de 1977 y lleva como título “Tratado de Cooperación para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales de la Cuenca de la Laguna Merín, junto con el protocolo relativo al río Jaguarón.

Existe también en este caso un órgano bilateral llamado Comisión para el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín concebido para llevar a cabo actuaciones conjuntas aunque las acciones institucionales intentadas fracasaron y ahora cada país lleva a cabo acciones unilaterales.

3. TRATADO DE LA CUENCA AMAZÓNICA

La cuenca amazónica no es la mayor de América del Sur sino también del mundo. Existe un Tratado de Cooperación Amazónica suscrito entre los ocho países de la cuenca en 1978 (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela). El Tratado apela a la posibilidad de actuaciones conjuntas pero muchas veces en su texto se apela expresamente a la soberanía de cada país para adoptar las decisiones que, según él, procedan (tres veces en sus tres primeros artículos, lo mismo que sucede en los tres primeros artículos del Acuerdo sobre el Acuífero Guaraní que luego se menciona). Cosa curiosa es la ampliación, hipotética, del ámbito territorial del Tratado que no sería, según su art. II, solo la cuenca amazónica sino “cualquier territorio de

una Parte Contratante que, por sus características geográficas, ecológicas o económicas se considere estrechamente vinculado a la misma". Una indeterminación evidente comprensible solamente en el marco de la levedad de las actuaciones que se pueden llevar a cabo.

Cuestión importante fue la creación en 2002 de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, organización para ayudar a implementar el Tratado y propiciar que se firmen actuaciones conjuntas. Existe un presupuesto común con reparto de cuotas entre países para ayudar a las actuaciones (escasas) que se realicen. (En general PASSOS GOMES y DELGADO PIQUERAS, 2016, con mención a la rica bibliografía anterior).

La principal de las actuaciones realizadas en el marco del Tratado se centraría en el intercambio de información entre los países miembros.

CAPÍTULO CUARTO Mejores prácticas e innovación en el ámbito legal institucional

Partiendo del diagnóstico efectuado en el Capítulo II de este informe se identifican cinco dimensiones en el marco de las cuales se refieren en términos de mejores prácticas, algunos de los institutos y arreglos institucionales principales para la incorporación del enfoque de SH destacando algunos casos de estudio o experiencias tanto de la región como extranjeras.

Lo primero que cabe señalar en términos generales es que la seguridad hídrica como enfoque o paradigma en el marco del cual se desarrollan esas prácticas no depende de la disponibilidad natural de recursos hídricos sino sobre todo de su nivel de demanda. Tampoco se encuentra escindida de la gobernanza en general y de su gestión en particular, sino que, por el contrario, en gran medida depende de ella.

De esta manera, la SH se encuentra especialmente vinculada a aquellos paradigmas que plantean una gestión integrada de los recursos hídricos, por cuencas o que ponen énfasis en las relaciones entre distintos elementos como el enfoque denexo al que también subyace la idea de seguridad. En ese contexto, la gestión de los recursos hídricos aparece como el elemento prevalente, punto de contacto o ámbito central de actuación de todos los enfoques referidos, incluso desde la perspectiva del cambio climático, cuya principal vía de impacto se manifiesta precisamente a través de los recursos hídricos. Sin embargo, el enfoque de SH obliga a incluir una serie de elementos adicionales a la gestión de los recursos hídricos convencional que normalmente son considerados por separado.

Tanto en la región como fuera de ella pueden identificarse en los últimos años algunas experiencias, prácticas y arreglos institucionales para enfrentar los nuevos desafíos que presenta la gestión de recursos hídricos en un contexto de incertidumbre, cambio climático, competencia creciente y agotamiento de los recursos que sin ser exclusivos de esta última pueden contribuir a mejorar los niveles de Seguridad Hídrica.

El enfoque de SH como tal debe concretarse en una política pública o ciclo de políticas públicas, perspectiva que, de hecho resulta más apropiada para un enfoque que, careciendo de un ámbito específico institucional de actuación gubernamental, lo que procura es incidir progresivamente en distintos los sectores organizados implicados con sus propios objetivos, marcos regulatorios y planes ya en marcha. Esa política de SH debe consignar sus objetivos, concretarlos en las distintas planificaciones implicadas, impulsar las modificaciones normativas necesarias e implementar los arreglos institucionales propicios para facilitar la gestión de riesgos cuyo signo distintivo será la transversalidad y coordinación de autoridades y sectores diversos.

De esta manera, las condiciones, arreglos institucionales o mejores prácticas a incorporar en una política pública de SH pueden esquematizarse alrededor

de cinco ejes a efectos de su exposición pero que se encuentran concatenadas en el diseño completo de esa política pública: planificación, normatividad, institucionalidad, economía e instrumentos y cuencas internacionales.

1. POLITICA Y PLANIFICACIÓN

La planificación aparece como la herramienta por excelencia y clave para el diseño de cualquier política pública inspirada en un enfoque o paradigma que postule cambiar la forma en que habitualmente se gestionan distintos sectores como el agua, el territorio o los recursos naturales. En el marco del enfoque de SH aparece naturalmente en primer término la planificación hidrológica, pero en línea con lo antedicho otras planificaciones sectoriales pueden resultar incluso más importantes, como ocurre con la planificación territorial, la urbanística o la de uso del suelo, especialmente en una región que cuenta con un patrón de expansión urbana muy desordenado. Ello sin perjuicio de que resulten también muy relevantes según el punto de convergencia, la planificación energética, ambiental, de cambio climático o aquella definida por la política agrícola.

Cuadro D.1. Experiencias de Planificación Hidrológica en la Región. El caso de Ecuador

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua de Ecuador (2014) instrumenta dos niveles de planificación hidrológica: El Plan Nacional de Recursos Hídricos y los Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por Cuenca Hidrográfica.

Tanto el Estado como los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán sujetarse a la planificación hídrica; los planes de gestión integral de recursos hídricos por cuenca, vincularán a las entidades dedicadas a la prestación de servicios comunitarios relacionados con el agua; las autorizaciones existentes de uso y aprovechamiento del agua incompatibles con los planes deberán revisarse.

La formulación de los planes está a cargo de la Autoridad Única del Agua; el Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua y los consejos de cuenca participarán en la formulación de sus directrices; una vez formulado el Plan Nacional de Recursos Hídricos, se pone a disposición del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; los planes de cuenca serán sometidos a conocimiento de los Consejos del Agua respectivos; todos ellos son aprobados por la Autoridad Única del Agua

El Plan Nacional de Recursos Hídricos debe incluir: a) balances hídricos a nivel nacional; b) obras hidráulicas necesarias; c) factores de conservación y protección del agua y de los ecosistemas en los que se encuentra; y d) previsión y condiciones de realización de trasvases entre distintos ámbitos de planificación hidrológica de cuenca. Los planes de gestión integral por cuenca deben contener: a) descripción de los usos

del agua presentes y futuros en su ámbito territorial; b) descripción de las necesidades hídricas; c) elementos de preservación del agua para el cumplimiento de los objetivos del plan; d) el orden de prioridad de los aprovechamientos del agua para actividades productivas y e) descripción de las fuentes de agua, áreas de protección hídrica y medios de salvaguardarlas.

Esta Ley se recursos hídricos se incardina además en el marco de una Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025 (2012) con el respectivo Plan Nacional de Cambio Climático (2015-2018).

La gran mayoría de las dimensiones de riesgo implicadas en la SH dependen directamente de la articulación de al menos la planificación hidrológica y la planificación territorial: inundaciones, abastecimiento de agua potable y saneamiento, contaminación, impactos de la sequía, etc. Aunque resulta claro sin embargo, que una planificación de este tipo se incardina en procesos planificatorios más amplios como puede ser el de desarrollo económico, y debe articularse con el resto de las planificaciones sectoriales, como la ambiental, energética o agrícola, etc.

Cuadro D.2. Planificación hidrológica. El caso de España en el marco europeo

El objetivo de la planificación hidrológica es conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

La planificación alcanza a toda la actuación de las administraciones públicas sobre el dominio público hidráulico y está subordinada a las políticas sectoriales (energética, agrarias): la política del agua está al servicio de las estrategias y planes sectoriales que sobre los distintos usos establezcan las administraciones públicas, sin perjuicio de la gestión racional y sostenible del recurso que debe ser aplicada por las administraciones competentes.

La elaboración y revisión de los planes hidrológicos de cuenca preverá necesariamente la participación de los departamentos ministeriales interesados, los plazos para presentación de las propuestas por los organismos correspondientes y la actuación subsidiaria del gobierno en caso de falta de propuesta debiendo garantizar la participación pública en todo el proceso, tanto en las fases de consultas previas como en las de desarrollo y aprobación o revisión del plan.

Los Planes hidrológicos de cuenca con ámbito de demarcación hidrográfica se aprueban por Real Decreto del Gobierno de la Nación y tienen un

amplio contenido: descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas; la asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural; ello incluye la determinación de los caudales ecológicos; las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento del conjunto de recursos hidráulicos y terrenos disponibles; los criterios de evaluación de los aprovechamientos energéticos y la fijación de los condicionantes requeridos para su ejecución; los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos; otorgamiento de las concesiones conforme a la planificación hidrológica; y regulación del orden jerárquico de las utilizaciones de agua en la correspondiente cuenca hidrográfica respetando la primacía del abastecimiento de poblaciones

El Plan Hidrológico Nacional se aprueba por ley y contendrá: las medidas necesarias para la coordinación de los diferentes planes hidrológicos de cuenca; la solución para las posibles alternativas que aquéllos ofrezcan; la previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos ente ámbitos territoriales de distintos planes hidrológicos de cuenca; y las modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos

Fuente: Embid & Martin, 2015

Costa Rica por ejemplo, ha hecho avances significativos en Ordenamiento Territorial a partir de 2010 cuando se asume oficialmente como un desafío central para el desarrollo del país, formulando una Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040, que incorpora como ejes transversales la gestión del riesgo y el cambio climático, el enfoque de género y de derechos; y, como ejes estructurales, la calidad del hábitat, la protección y manejo ambiental y la competitividad territorial, además de impulsar buenas prácticas territoriales a través de medidas fiscales y financieras (FERRUFINO & GRANDE, 2013).

El enfoque de SH también trae al primer plano una serie de planificaciones especiales como son las de sequía, gestión de inundaciones o expansión de los servicios de agua potable y saneamiento, que deben inscribirse en las demás planificaciones sectoriales como se ejemplifica en los recuadros.

Cuadro D.3. Planes especiales de gestión de sequía. El caso de España en el marco europeo

Los Planes Especiales de Sequía (PES) fueron previstos por el Plan Hidrológico Nacional (artículo 27.1 de la Ley 10/2001). El objetivo general de los PES es minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía y entre los objetivos específicos consiga: a) Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población; b) Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, evitando, en todo caso, efectos permanentes sobre el mismo c) Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano; d) Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los planes hidrológicos.

Para alcanzar esos objetivos plantea a su vez objetivos instrumentales tales como a) Definir mecanismos para la previsión y detección de la presentación de situaciones de sequía; b) Fijar umbrales para la determinación del agravamiento de las situaciones de sequía (fases de gravedad progresiva); c) Definir las medidas para conseguir los objetivos específicos en cada fase de las situaciones de sequía.

Los PES son elaborados por los Organismos de Cuenca, previo informe del Consejo de Agua de cada cuenca, remitiéndose al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación. El Plan de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en la Cuenca del Segura contiene: 1. Introducción; 2. Características físicas de la cuenca y elementos para el diagnóstico ambiental; 3. Recursos y demandas. Balances hídricos; 4. La experiencia de la cuenca sobre sequías históricas; 5. Caracterización de sequías en la cuenca; 6. Los indicadores de sequía; 7. Gestión de las sequías y actuaciones de carácter administrativo; 8. Actuaciones de aplicación en cada fase de la sequía; 9. La conexión con los planes de emergencia para los sistemas de abastecimiento urbano de más de 20 000 habitantes; 10. Evaluación ambiental.

La ley dispone a su vez que las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano con más de de 20.000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía, que serán informados por el Organismo de cuenca y deberán tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los PES.

En algunos países de la región se han desarrollado planes bajo la denominación específica de Seguridad Hídrica, como el caso de Panamá. El Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050 Agua para Todos (PNSH) parte de un diagnóstico participativo sobre la situación de los recursos hídricos y los desafíos a corto, mediano y largo plazo para garantizar la provisión de

agua en cantidad y calidad aceptable para todos los usuarios que responde a cinco metas alcanzables en un horizonte de 35 años entre los que incluye: acceso universal a agua de calidad y servicios de saneamiento; agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo; gestión preventiva de los riesgos relacionados con el agua; cuencas hidrográficas saludables y sostenibilidad hídrica⁷¹.

Si bien este plan responde a varias de las características apuntadas como de mejor práctica con carácter general (referencia al ámbito de la cuenca hidrográfica, pluritemporalidad, derechos humanos, participación, etc.) carece de base normativa adecuada (Ley N° 35 de 1966), no se enlaza con la planificación hidrológica anterior (Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la República de Panamá 2010-2030), ni coordina con el resto de la planificación sectorial, y tampoco tiene aprobación legislativa ni imputación presupuestaria para su realización, aspectos que resultan cruciales prever para su implementación efectiva y supervivencia en el tiempo.

Sin alcanzar a delinear un Plan como tal, sí que pueden consignarse ejemplos en la región de implementación de políticas específicas para la gestión de sequías desde enfoques de tipo preventivo con acento en la gestión de riesgos que buscan superar el paradigma reactivo de la emergencia antes referido. Así, México puso en operación en 2013 el Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE), a fin de atender la sequía de manera integral a partir de la identificación e implementación oportuna de acciones para su prevención y mitigación, acordando con autoridades locales los programas y acciones necesarias para atender condiciones particulares en cada cuenca y usuario de agua nacional (ARREGUÍN-CORTÉS et al, 2016).

Lo propio ha ocurrido en Chile con la preparación de una serie de informes y estudios sobre la Megasequía 2010-2015 (CR2, 2015) y la promoción del enfoque de gestión de riesgos por sequía (FAO, 2010) dando el marco para futuras reformas institucionales y legales. El BID, por su parte, acaba de sintetizar de hecho en un documento las lecciones aprendidas de cinco casos de sequía que pueden ser tenidas en cuenta por los países a la hora de abordar el tipo de riesgos implicados en esta dimensión de la SH (CATHALA et al, 2018).

En cualquier caso y con carácter general debe destacarse que la planificación que se refiere como buena práctica es una de tipo indicativa (no imperativa), flexible (no rígida) y adaptativa (con mecanismos periódicos de revisión) que debe considerar diversidad de escalas (interesalar), sectores (intersectorial) y plazos (pluritemporal). Una planificación que debe reconocerse como un proceso y ser, como condición de su efectividad transparente, participativa e

⁷¹ El PNSH fue elaborado con la participación de 19 instituciones, representantes de todos los niveles de la administración central y entidades descentralizadas, responsables del manejo, administración, protección y regulación de los recursos hídricos, presentados y validados en foros públicos de consulta abierta con representantes de todos los sectores que utilizan el agua; y aprobado por resolución del Consejo de Gabinete, que estableció el Consejo Nacional de Agua (CONAGUA) como la entidad encargada de impulsar, orientar, coordinar, y garantizar su desarrollo e implementación y la Secretaría Técnica de SH.

informada⁷², detentar jerarquía normativa, con efectos previstos por la legislación y revestir carácter vinculante tanto para el sector público -actual y por venir- como para el privado. Debe además de ser realista, factible y contar con la correspondiente asignación presupuestaria que garantice su ejecución.

2. NORMATIVIDAD

No existe un ámbito de normatividad propio de la seguridad hídrica como tal, sino que se trata en todo caso de un régimen a construirse y componerse a partir de distintos marcos regulatorios o legislaciones sectoriales que convergen en determinados aspectos como los de aguas, energía, ambiente, ordenamiento territorial, legislación civil, agua potable y saneamiento, riesgos, emergencia, defensa civil, etc. Se trata de legislación normalmente de carácter nacional pero también provincial o estatal en los casos de países federales (México, Brasil y Argentina) y a veces municipal. Un corpus que en todo caso, opera dentro del marco del derecho internacional general, como puede ser el de los derechos humanos (al agua y al saneamiento, al ambiente sano, etc.) o particular como el que conforman los tratados internacionales para el uso de cursos de aguas o cuencas compartidas.

En ese marco general hay al menos tres ámbitos de normatividad que resultan capitales para definir el entorno de SH y sobre las que se profundiza a continuación: la legislación de aguas, el ordenamiento territorial o urbanístico y la gestión de riesgos.

A. Legislación de Aguas

El diagnóstico efectuado da cuenta de los avances de parte de la legislación de aguas reformada en la última década incorporando institutos claves no sólo para el enfoque de SH sino para la gestión de los recursos hídricos en general pero la gran mayoría de las legislaciones no han sido actualizadas y se evidencian cada vez más dificultades para hacerlo (EMBED & MARTIN, 2015).

Una ley de aguas apta para propiciar o potenciar un enfoque de SH debería contemplar equilibradamente el agua como un bien ambiental, económico y social de forma simultánea y contener una serie de institutos e instrumentos entre los que se encuentran al menos: a) Estructura institucional central adecuada, con autoridades u organismos de cuenca, b) Sistema de planificación hidrológica y especial (sequías, riesgos de inundación) flexible y adaptativa, c) sistema de catastro y registro de usos y derechos de aguas efectivo, d) sistema de catastro y registro de autorizaciones y permisos de vertido, e) régimen económico financiero racional y robusto, f) sistemas y herramientas de información, evaluación, participación y consulta públicas (Ver en detalle EMBED & MARTIN, 2018).

⁷² Vease por ejemplo, las previsiones sobre información y consulta públicas contenidas en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Cuadro D.4. La Ley de Recursos Hídricos N° 29.338 de Perú (2009) y el desarrollo de legislación complementaria relevante para Seguridad Hídrica

La Ley N° 29.338, de Recursos Hídricos (2009) recepta la gran mayoría de los modernos principios de gestión del agua entre los que destacan: gestión integrada y valoración del agua, prioridad en el acceso al agua, de participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas, sostenibilidad, descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única, precautorio, eficiencia, gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica y tutela jurídica (art. 3). La ley da un papel preferente a la planificación de la gestión del agua. Se consignan como instrumentos de planificación: la Política Nacional Ambiental, la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, el Plan Nacional de los Recursos Hídricos y los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas (art. 99) indicando detalles sobre la elaboración y aprobación de estos instrumentos tanto como de su contenido. Así, se aprobó la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI,) y el Plan Nacional de Acción de los Recursos Hídricos (Decreto Supremo N° 013-2015-MINAGRI) (2015). La Autoridad Nacional del Agua, a su vez ha aprobado ya varios Planes de Gestión de Recursos Hídricos por cuencas, algunos de ellos con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo.

Un título integro de la ley se dedica a la protección del recurso hídrico (V) contemplando institutos clásicos, como las zonas de veda y de protección, la autorización de vertimiento, la evaluación de impacto ambiental, la reutilización de agua residual, y un régimen de incentivos para quienes desarrollen acciones de prevención de la contaminación del agua y de desastres, forestación, reforestación o de inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a la protección del agua y a la gestión integrada del agua en las cuencas. También en este título se incluye la regulación de las aguas desalinizadas y una muy oportuna apelación a la prevención ante los efectos del cambio. En la ley en cambio, no hay referencias a conceptos como sequía y seguridad hídrica.

Una muestra clara de la intención de configurar una legislación completa es el desarrollo inmediato del correspondiente Reglamento de la Ley sobre Recursos Hídricos (2010) y la regulación de las organizaciones de usuarios (2014) destacable por su carácter específico, poco común en el panorama del derecho comparado. La voluntad de aplicación efectiva, puede verse en la puesta en marcha en 2014 del Tribunal Nacional de Resolución de Controversias Hídricas, al margen de las vicisitudes presentadas en su funcionamiento. Esa legislación profusa y bastante moderna sobre Recursos Hídricos se ha complementado posteriormente con el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático (2010), la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (2015) y, finalmente, con la Ley Marco sobre Cambio Climático (2018).

B. Legislación de Ordenamiento Territorial

El segundo ámbito relevante es el del ordenamiento territorial y la legislación civil en la parte respectiva, que en general contemple, condicione y posibilite el uso del territorio y el suelo teniendo especialmente en cuenta aspectos como la disponibilidad de agua, el riesgo de inundación y la preservación de los recursos hídricos como uno de los ejes vertebradores de su diseño.

Este aspecto resulta sumamente trascendente en una región que tiene como patrones de expansión urbana prevalentes el desorden o la rentabilidad inmobiliaria, al margen de los planes de ordenamiento territorial -donde existen-, incrementando los riesgos implicados en la seguridad hídrica. De allí que en muchos países el principal desafío no sea la planificación de un territorio por desarrollar sino la regularización o urbanización de suelo ya ocupado de forma irregular, con todo lo que ello lleva consigo en términos sociales, de contaminación, relocalización, etc.

Un caso del que podrían extraerse algunas lecciones sobre esta materia es de la experiencia colombiana de Ordenamiento territorial en general y la de Medellín en particular donde las normas y planes han comenzado a incorporar paulatinamente las unidades hidrológicas y el enfoque basado en derechos humanos. Sin embargo, todavía se trata de un proceso en transición, donde el recurso hídrico no da cuenta todavía de acciones administrativas prioritarias y/o exclusivas de intervención o manejo de las cuencas y microcuencas, reservándose a cumplir un rol de criterio auxiliar que ayuda a efectivizar otros derechos, como sucede en el caso del criterio de seguridad para la ubicación de viviendas y el desarrollo de infraestructura para la movilidad (Vásquez Santamaría, 2014).

C. Gestión de riesgos

El ejemplo colombiano considerado también permite conectar la legislación del ordenamiento territorial con la de la gestión del riesgo, el tercer ámbito relevante de normatividad que aparece como el anverso de la seguridad propia del enfoque de SH.

En Colombia, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT) 1454 del 28 de junio de 2011 sentó las bases para la formulación de otras políticas públicas como la contenida en la Ley 1523 del 24 de abril de 2012, donde se adopta y reestructura la política nacional de gestión del riesgo de desastres estableciendo el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (SNGRD). Este Sistema generó que los entes territoriales pudieran organizarse en una gestión conjunta al nivel central, bajo los principios de descentralización, coordinación, complementariedad y concurrencia con el objetivo de fomentar acciones estratégicas coordinadas hacia el conocimiento, reducción del riesgo y manejo de la emergencia. Esa ley de ordenamiento permitió mejorar las competencias de los entes territoriales para la gestión del riesgo de

desastres, por medio del traspaso de mayor autonomía del nivel nacional hacia los departamentos y municipios, así como el fortalecimiento de asociaciones municipales con casos de planes intermunicipales de gestión del riesgo (CALDERÓN RAMÍREZ & FREY, 2017).

La gestión del riesgo en relación a la SH es tal vez el aspecto menos desarrollado en la legislación regional, que sigue considerando en general los fenómenos extremos (ej. de sequías e inundaciones) como accidentes o catástrofes naturales imprevisibles que son enfrentadas como situaciones de crisis a través de declaraciones de emergencia y acciones ex post. Frente a ese paradigma reactivo de actuación, una buena práctica sugiere la incorporación a los respectivos marcos legales de un enfoque preventivo que considere esos fenómenos como normales y recurrentes, incorporando esos riesgos a la planificación general y arbitrando las medidas de mitigación y prevención que, con carácter previo al acaecimiento de los fenómenos deben tomarse (Cuadro).

Cuadro. Directiva Unión Europea Sobre riesgos de inundación 2007. Leyes de Gestión de Riesgos de Bolivia, Perú, Panamá.

3. INSTITUCIONALIDAD, ADMINISTRACION Y GESTION

Si el ámbito de normatividad resulta difícil de componer en torno al enfoque de SH con mayor razón lo es el de la institucionalidad o más precisamente, el de la coordinación interinstitucional, donde reside la clave de cualquier buena práctica que pueda considerarse desde el mismo. Ello porque esencialmente los problemas de SH no sólo abarcan una diversidad enorme de escalas territoriales como continente, región, zona, cuenca, ciudad, pueblo, país, etc. sino además diversas materias, incluyendo factores naturales pero también y sobre todo culturales o humanos, sociales y económicos. De allí, la relativa inconsistencia o utilidad que presentan los índices de SH elaborados sobre la base de la exclusiva jurisdicción nacional y la mayor o menor disponibilidad natural de precipitaciones, caudales o recursos hídricos.

Dos desafíos presenta al menos la incorporación del enfoque de seguridad hídrica para la institucionalidad. El primero es identificar correctamente el riesgo de que se trate para abordarlo en la escala espacial, territorial e institucional adecuada. Es decir, la necesidad de compatibilizar el ámbito espacial con la base jurisdiccional nacional (y/o provincial en el caso de los Estados federales y municipal) que la mayoría de las políticas y la legislación implicada tiene. Aunque muchas veces podría resultar internacional, no sólo por el tipo de cuenca sino por la clase de intercambios que estén implicados, por ejemplo. El segundo desafío pasa por articular los mecanismos de coordinación orgánica y funcional vertical y horizontal y con el sector privado, adecuados para la gestión de esos riesgos. La característica de la institucionalidad en materia de seguridad hídrica va a ser la de la imprescindible transversalidad horizontal y vertical de su actuación.

De todos los arreglos institucionales y mecanismos de coordinación disponibles relevantes para el enfoque de SH resulta capital la institucionalización del ámbito de la cuenca hidrográfica. La variedad de esquemas disponibles de acuerdo a las características particulares del caso hacen que primeramente deban tenerse muy en cuenta las mismas a la hora de su diseño pues no cualquier arreglo resultará eficaz en cualquier cuenca (MARTIN, 2017).

La experiencia regional demuestra que la constitución y sobre todo la consolidación de estos organismos es un largo y dificultoso proceso cuya necesidad se pone de manifiesto con el agravamiento de los problemas. El caso de la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo desarrollado en el (Recuadro) puede ser un buen ejemplo de ello que sin embargo no reviste carácter aislado, pudiendo añadirse, además de otros casos de Argentina, el del Río Bogotá y el Río Atrato en Colombia o incluso el de la Amazonía donde se adoptan mecanismos regulatorios e institucionales novedosos (Recuadro), cuya efectividad sin embargo está todavía por comprobarse.

Una de las tendencias observables en la región con gravitación sobre esta variable es la creciente judicialización de los conflictos ambientales o por el agua, que pueden tener origen en un simple reclamo por daño, contaminación o violación de derechos humanos al ambiente o al agua, etc⁷³. Al advertir las limitaciones de la solución individual los tribunales han comenzado a transformarlos en auténticos procesos ambientales colectivos en el marco de los cuales se buscan soluciones integrales a partir del diálogo entre poderes, y la implementación de mejores prácticas o la adopción de principios ya consolidados de gestión de recursos hídricos.

Cuadro D.5. Cuenca Matanza-Riachuelo, Buenos Aires, Argentina

La Corte Suprema de Justicia de la Nación Argentina (CSJN) transformó una demanda por daño individual y ambiental causado por contaminación en un proceso ambiental colectivo en marco del cual se encaró una solución de carácter integral.

La primer decisión de la CSJN (2006) insta a la Nación, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires a crear una autoridad de cuenca. Por ley nacional con ratificación de las jurisdicciones competentes se crea la Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) en 2007 con facultades de regulación, control y fomento respecto de las actividades industriales, la prestación de servicios públicos y cualquier otra actividad con incidencia ambiental en la cuenca, pudiendo

⁷³ La jurisprudencia producida sobre el Derecho Humano al Agua durante los últimos 15 años en la región americana es numerosísima y sirve para mostrar hasta qué punto está comprometida la SH en su aspecto más básico cual es el de satisfacer las necesidades esenciales humanas en primer término.

intervenir administrativamente en materia de prevención, saneamiento, recomposición y utilización racional de los recursos naturales. Facultades que en conjunto denotan una enorme delegación por parte de las jurisdicciones administrativas que se centralizan facilitando la coordinación –hasta entonces obstaculizada– para la implementación uniforme de políticas que requieren de competencias regulatorias, ejecutivas y de planificación⁷⁴.

La segunda decisión en el mismo proceso (2008) adopta un programa de intervención que obliga a la Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) recién creada a encarar las acciones referidas al saneamiento de la cuenca, a seguir un cronograma de medidas que incluyen la producción y difusión de información pública, control de la contaminación industrial, saneamiento de basurales, extensión de obras de aguas, cloacas y desagües pluviales, realización de un plan sanitario de emergencia, y adopción de un sistema de medición para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos. Así la Corte resuelve el caso basado en los siguientes principios: a) activismo judicial; b) exigibilidad y operatividad del derecho a un medio ambiente sano; c) integralidad de la solución e interdependencia de los derechos; d) la cuenca como unidad ambiental de gestión indivisible y fuente de potestades; e) enfoque basado en derechos humanos, legitimación amplia, publicidad y participación; f) planificación; y g) control de ejecución de sentencia y dialogo con los otros poderes.

Es relevante mencionar que el mecanismo puede transformarse de excepción en tendencia habida cuenta que el Consejo de Estado Colombiano resolvió en similar forma el caso del Río Bogotá contemplando la creación de una Gerencia Estratégica de Cuenca (Ver Guzmán Jiménez, 2017; Guiza & Rodríguez, 2015). Sin perjuicio de las múltiples diferencias, ambos casos presentan una serie de factores muy relevantes en común que hacen que las alternativas de mejoramiento en última instancia también lo sean. Se trata de grandes cuencas con numerosa población e intensa actividad económica de todo tipo; cuyo problema central es la contaminación acumulada donde proliferan los conflictos de competencia entre multiplicidad de jurisdicciones; y donde la afectación de derechos humanos ha determinado su judicialización en atípicos procesos colectivos multiparte tramitados ante superiores tribunales de justicia, caracterizados por su activismo.

Fuente: Martin, 2017

74 En particular, se la faculta para: a) unificar el régimen de vertidos de efluentes a cuerpos receptores de agua y emisiones gaseosas; b) planificar el ordenamiento ambiental del territorio; c) establecer y percibir tasas por servicios; d) llevar a cabo cualquier tipo de acto jurídico o procedimiento administrativo necesario para ejecutar el Plan Integral de Control de la Contaminación y Recomposición Ambiental; y e) gestionar y administrar fondos. Para evitar los conflictos entre autoridades competentes se establece la prevalencia de las facultades, poderes y competencias de la ACUMAR en materia ambiental sobre cualquier otra concurrente en el ámbito de la cuenca, debiendo establecerse su articulación y armonización con las competencias locales.

Este fenómeno reciente requiere ser atendido puesto que es en el marco del poder judicial y este tipo de procesos donde se están diseñando o condicionando muchas de las políticas, arreglos institucionales y programas innovadores que buscan realizar o efectivizar lo que la ley o los poderes legislativo y ejecutivo por distintos motivos no pudieron hacer o conseguir con antelación. De hecho, el rol del financiamiento por parte de la banca multilateral ha sido clave para la ejecución y desarrollo de muchas de estas soluciones como el caso de la Cuenca Matanza Riachuelo, en este caso el Banco Mundial.

Cuadro. La personalización de los bienes de la Naturaleza: el caso del río Atrato (2016) y la selva amazónica (2017) en Colombia.

4. ECONOMÍA: INSTRUMENTOS ECONÓMICOS, FISCALES Y DE MERCADO

La eficacia de las anteriores dimensiones dependerá sin embargo y en buena medida de las condiciones macroeconómicas generales del país y la adopción de instrumentos y mecanismos económicos y financieros adecuados para definir políticas, implementar planes, financiar obras y determinar conductas enderezadas a conseguir los objetivos planteados por la política de SH adoptada.

Los instrumentos y mecanismos económicos y financieros abarcan sistemas tarifarios y de cánones en al menos cuatro ámbitos tradicionales de la gestión de los recursos hídricos vinculados a: a) usos del agua; b) vertidos o descargas; c) servicios de agua potable y saneamiento y d) uso de determinadas infraestructuras.

El ejemplo de la figura del canon de vertidos o por descargas puede servir para graficar cómo una buena práctica, consistente con las necesidades urgentes, carencias y posibilidades de los países de la región puede pasar por plantearse objetivos modestos en relación a la implementación o mejora de instrumentos económicos básicos para la gestión de los recursos hídricos pero fundamentales para la seguridad hídrica.

En este sentido, la figura del canon de vertidos debería contar con previsión legal que no constituye ni mucho menos, garantía alguna de aplicación efectiva. Su eficacia depende de una serie de factores entre los que pueden mencionarse: a) la existencia de medios dispositivos de control, medios técnicos y policiales suficientes para su cobro y control, que puede además estar en cabeza de una entidad diferente de la administradora del recurso hídrico con incentivos y autoridad suficiente para favorecer su independencia; b) la cuantía del canon resulta capital para que pueda cumplir su cometido, pues muchas veces su irrelevancia o carácter meramente simbólico, no sólo conlleva a una desvirtuada aplicación del principio de quien contamina paga, sino que impide sufragar los costes mínimos que supone perseguir su cobro y control; c) la construcción de plantas depuradoras que se benefician y a la vez justifican su cobro cumpliendo el cometido esencial de preservar la

calidad de las aguas; d) su cobro además puede tener múltiples finalidades, comenzando por la disuasión o el incentivo para el tratamiento previo al vertido, puede estar destinado al financiamiento de las autoridades de aguas, de cuenca o el mejoramiento de las fuentes, entre otros.

La implementación adecuada de estas figuras constituye un requisito imprescindible para cualquier modelo de gestión de los recursos hídricos que procure incrementar los niveles de seguridad hídrica, no sólo porque son las claves para aportar financiamiento genuino a la gestión del agua sino porque tienen un potencial muy difícil de reemplazar para inducir conductas y proveer señales contundentes al mercado el línea con los postulados de una política de SH.

Pero ello ocurre sólo cuando están bien diseñados y son efectivamente aplicados, cosa que no suele acontecer en la mayoría de los países de la región donde los nullos o bajos precios pagados por los servicios del agua en general (incluyendo todos los usos) operan como subsidio indirecto de los usos o actividades económicas desarrolladas, al margen de la falta de control, cobro efectivo y la frecuente afectación de recursos públicos al sostenimiento de autoridades de aguas o la construcción de obras hidráulicas en forma directa o vía endeudamiento. Muy alejado de hecho, de alcanzar cualquier realización del principio de repercusión de costes. Ello reenvía la cuestión a problemas vinculados tanto a la institucionalidad específica del sector como a la falta de coordinación con políticas e instrumentos de otros sectores con los que el agua tiene un nexo evidente: energía, agricultura y alimentación.

Sólo en el marco del diagnóstico realizado en el capítulo II y este contexto puede contemplarse la implementación de instrumentos económicos de mayor sofisticación como pueden ser los mercados de derechos o cuotas, los pagos por servicios, fondos verdes o esquemas de contratación como los esquemas de Asociación o Participación Público Privada.

Cuadro D.6. Diseño y ejecución de Proyectos Participación Público Privada en agua y saneamiento. La experiencia de UE.

Los esquemas de APP o PPP se extienden en la región luego del relativo fracaso de las concesiones de obra y servicios públicos como figuras para canalizar la inversión privada hacia infraestructura de pública vinculada a los servicios de agua y saneamiento durante las últimas décadas (Ducci, 2007) y la persistencia de necesidad de financiamiento por parte de los países de la región. A pesar de la complejidad intrínseca que presenta el sector por su sensibilidad social y política países como Brasil, Chile, Colombia, México y Perú han avanzado en la implementación de proyectos con estos mecanismos (CAF, 2015) mientras que, otros como Argentina por ejemplo lo intentaron pero se enfrentaron a restricciones macroeconómicas que impidieron de momento desarrollo.

La región y el sector pueden extraer lecciones no sólo de la experiencia concesional propia de la década del noventa sino también de la comparada en la implementación de esquemas de APP o PPP. La experiencia acumulada en la Unión Europea por ejemplo, indica que incluso en países con mayor capacidad institucional y contextos macroeconómicos mucho más favorables su desempeño ha sido problemático. Entre las conclusiones y recomendaciones el Informe del Tribunal de Cuentas de la UE refiere:

a) Los proyectos de APP fiscalizados no siempre lograron los beneficios esperados de manera eficaz: La contratación de grandes proyectos de APP aumentó el riesgo de una competencia insuficiente, la mayoría sufrieron retrasos de construcción importantes, excesos de costes y no han protegido al socio del sector público del optimismo excesivo en lo que respecta a la demanda y utilización futuras de la infraestructura prevista; b) Las demoras, los aumentos de costes y la infrautilización fueron en parte atribuibles a análisis inadecuados y enfoques poco idóneos: En la mayoría de proyectos fiscalizados, la opción de la APP se efectuó sin un análisis comparativo previo, demostrativo de que suponía una mayor optimización de recursos; La asignación del riesgo fue con frecuencia inadecuada, lo que dio lugar a menos incentivos o a una exposición al riesgo excesiva para el socio privado; La larga duración de los contratos de APP apenas se ajusta al ritmo acelerado del cambio tecnológico; c) El marco institucional y jurídico aún no es adecuado para los proyectos de APP financiados por la UE: Pese a estar familiarizados con las APP, no todos los Estados miembros han desarrollado correctamente los marcos institucionales y jurídicos ni desarrollado una estrategia clara para su utilización; La combinación de financiación UE con APP implica requisitos e incertidumbres adicionales; La posibilidad de registrar proyectos de APP como partidas fuera de balance puede afectar a la transparencia y la relación calidad-precio.

Fuente: Tribunal de Cuentas de la Unión Europea (2018), Informe Especial Asociaciones público-privadas en la UE: Deficiencias generalizadas y beneficios limitados, ES 2018, N°9.

La OCDE, por ejemplo, en vez de centrar su enfoque de Seguridad Hídrica en una perspectiva de desarrollo (ARJEN Y HOEKSTRA et al, 2018), lo ha hecho en una exclusiva de riesgos recomendando la implementación de diferentes instrumentos de mercado, entre los que incluye para la oferta y demanda de agua: mercados de aguas regionales e internacionales e incorporación del costo marginal en la tarifas que reflejen el valor de la escasez; para la cantidad y calidad de agua: recompra de derechos de aguas, mercado de permisos de emisión y cargos por vertidos (OCDE, 2013).

Sin embargo y aunque esos instrumentos puedan resultar de buenas prácticas en determinados contextos, su correcto funcionamiento depende casi totalmente de una serie de condiciones y prerrequisitos de tipo legal-institucional (ver punto II) que no se cumplen ni dan habitualmente en la región. Implementar mercados de derechos de uso de aguas o de vertidos, por ejem-

plo, sin un adecuado catastro, información, registro de derechos, o capacidad institucional de control que garantice mínima transparencia en las transacciones, etc. puede conllevar riesgos muy serios para la sostenibilidad de su explotación, de acaparamiento o captura que comprometan la garantía de usos comunes o prioritarios como el abastecimiento poblacional, entre otros afectando consecuentemente la SH. Esta visión se corresponde con el enfoque planteado al comienzo, relativo a que las amenazas a la SH no provienen sólo de la naturaleza sino que también pueden venir de la inconveniente o incorrecta implementación de instrumentos o dispositivos legales.

Por su parte, mecanismos de recompra de derechos de aguas con fines ambientales como los practicados en Estados Unidos o Australia, parecen no solo fuera posibilidades económicas de la mayoría de los países de la región incluidos en la cartera del Banco, sino hasta en cierta forma innecesarios en sistemas que parten de la publicidad de sus aguas, donde la preservación de sus fuentes o caudal ecológico no constituye en general un uso como tal sino que debiera ser considerada una restricción previa a cualquier utilización – por tanto, no indemnizable en principio-, tal y como ocurre en España, cuya legislación de hecho es la fuente mediata de la mayoría de las leyes de aguas de la región (EMBED & MARTIN, 2015).

Cuadro. El pago por servicios ambientales. Los ejemplos de Costa Rica y Perú.

5. CUENCAS INTERNACIONALES

La creciente conflictividad por el uso del agua en la región hace escalar el conflicto que en un principio puede aparecer como meramente local o regional al nivel de cuenca, muchas de las cuales revisten carácter internacional. La experiencia enseña además que una vez producido el conflicto resulta mucho más difícil alcanzar acuerdos que permitan canalizarlos institucionalmente preservando la paz y el deber de cooperación que preside las relaciones entre estados que poseen cursos de agua o cuencas compartidas (MARTIN & JUSTO, 2015).

El reconocimiento del principio de unidad de cuenca aparece con todas las variantes de soluciones institucionales en la región americana, aunque debe destacarse la inexistencia de un convenio multilateral general para las aguas transfronterizas en la región. La Convención de Nueva York de 1997 sobre el Derecho de los usos de los cursos de agua internacionales para fines distintos a la navegación no ha sido llamativamente objeto de ratificaciones en LAC, como tampoco ha sido objeto de adhesiones hasta el momento el Convenio sobre la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y de los lagos internacionales (Convenio del Agua) de la UNECE de 1992, abierto a esa posibilidad desde 2013 (MARTÍN, PINTO, SALINAS, 2013).

Esa ausencia de marco general multilateral caracteriza al derecho internacional de aguas latinoamericano por su particularismo, es decir, por la celebración de tratados internacionales específicos por los estados implicados sobre determinados ríos, cursos de aguas, lagos, cuencas o para determinados usos u obras de infraestructura.

Si bien no pueden mostrarse grandes avances en el plano práctico durante los últimos años en la gestión de las aguas internacionales de la región, donde en cambio si puede advertirse un incremento de la conflictividad, si que hay casos que por su sofisticación y avances recientes en el plano normativo al menos merecen una mención, como el Tratado de la Cuenca del Plata o el novedoso Tratado sobre el acuífero Guaraní de 2010.

Cuadro D.7. El tratado e institucionalidad de la Cuenca del Plata y su desarrollo progresivo

El caso de regulación más sofisticado y a la vez acabado de institucionalidad de cuenca de la región es el instrumentado por el Tratado de la Cuenca del Plata (1969, entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay). Se trata de un Tratado breve (ocho artículos) centrado en la consecución de muy amplios objetivos como son la promoción del “desarrollo armónico y la integración física de la Cuenca del Plata” para lo cual pueden realizarse estudios y adoptarse acuerdos que tiendan a facilitar la asistencia en materia de navegación, la utilización racional del recurso agua, a través de la regulación de los cursos de agua y su aprovechamiento múltiple y equitativo, la preservación y el fomento de la vida animal y vegetal, el perfeccionamiento de las interconexiones viales, ferroviarias, fluviales, aéreas, eléctricas y de telecomunicaciones y otros de la misma amplia índole.

El Tratado estipula simultáneamente múltiples niveles políticos y técnicos: a) la Conferencia de Cancilleres, b) el Comité Intergubernamental Coordinador y la Secretaría General, c) las Comisiones Nacionales de cada Gobierno y d) e) Comisiones Ad-hoc y Grupos de Expertos.

El Comité Intergubernamental Coordinador es el órgano al que se le atribuye la capacidad de promover, coordinar y seguir la marcha de las acciones multinacionales que tengan por objeto el desarrollo integrado de la Cuenca del Plata y de la asistencia técnica y financiera que organice. Igualmente tiene competencia para ejecutar las decisiones que adopten los Ministros de Relaciones Exteriores.

El Tratado de la Cuenca del Plata es un caso de implementación de una estrategia de institucionalización diferenciada, porque además del marco genérico que conforma el Tratado de 1969, se han implementado en diversos Tratados bilaterales estructuras específicas para ciertos subsistemas de la cuenca (Ver POCHAT, 2011; DEL CASTILLO; 2005, 2011). Pero también responde a la tipología de institucionalización progresiva, donde las distintas estructuras que se amparan bajo el Tratado de 1969 lo hacen progresivamente, mediante acuerdos bilaterales o multilaterales posteriores como la Comisión establecida en el art. 15 del Tratado del Acuífero Guaraní.

El complejo entramado institucional de la Cuenca del Plata también revela ejemplos de estructuras focalizadas en un sólo uso como la Entidad Binacional Yaciretá, pero también organismos cuyas competencias y funciones tienden al uso múltiple del agua, como la Comisión Administradora del Río Uruguay, y lo propio con el Río Bermejo y Pilcomayo. La innovación reciente más relevante abarca las aguas subterráneas con el Tratado sobre el sistema Acuífero Guaraní (2010) cuya Comisión funciona también en el marco del Tratado de la Cuenca del Plata (art. 15).

Fuente: elaboración propia.

Si bien la mayoría de los cursos de aguas superficiales relevantes para la región cuenta con algún tipo de tratado o arreglo institucional, no ocurre lo mismo con los acuíferos transfronterizos.

Identificadas las aguas compartidas a futuro como potencial fuente de conflicto e inestabilidad política ha sido la UNESCO, en el marco del Programa Hidrológico Internacional, y junto con otras organizaciones la promotora, primero del reconocimiento mutuo del carácter internacional de los acuíferos, y en segundo lugar, de la promoción de acuerdos legales e institucionales para su monitoreo, gobierno y gestión, ejemplo de lo cual resulta el Tratado sobre el Acuífero Guaraní (Ver Cuadro). El programa publicó un inventario de los sistemas acuíferos identificados y reconocidos por los Estados de la región que al 2006, alcanzaban el número de 68, ubicados: 17 en Norteamérica, 4 en el Caribe, 18 en Centroamérica y 29 en Sudamérica (UNESCO, 2008)⁷⁵.

Cuadro D.8. El tratado sobre el Sistema Acuífero Guaraní (2010)

El 2 de agosto de 2010 se firmó en la ciudad argentina de San Juan el Acuerdo sobre el acuífero Guaraní en el marco del 39 encuentro del Consejo del Mercado Común y de la cumbre de Presidentes de los Estados miembros de Mercosur. Hay que señalar que el acuerdo todavía no ha entrado en vigor al faltar la ratificación de Paraguay, siendo dudoso que ello pueda suceder próximamente al haber hecho bandera la oposición política, en su momento, del rechazo a este acuerdo, oposición que más tarde se convertiría en Gobierno.

En todo caso el Acuerdo tiene mucha importancia y debe resaltarse forzosamente al tratarse de un acuerdo sobre aguas subterráneas, siendo rarísimos los que en esa materia existen (uno entre Francia y Suiza y dos en el norte de África) (FAO/UNESCO 2005). Igualmente por tratarse de una amplísima extensión de terreno (más de un millón de km²) con un importantísimo volumen de recurso hídrico contenido en él (se cifra en más de 30.000 km³).

⁷⁵ De hecho la VIII fase 2014-2021 del Programa Hidrológico Internacional (PHI) de UNESCO está consagrada a Seguridad hídrica: respuestas a los desafíos locales, regionales, y mundiales involucrando ocho áreas temáticas (UNESCO, 2013).

El valor del Acuerdo debe resaltarse, de nuevo, al tener en cuenta que es el primero que sigue después de que la Asamblea de Naciones Unidas, en su 63ª sesión aprobara el 11 de diciembre de 2008 su Resolución 63/124, a la que anexa la labor desarrollada por la Comisión de Derecho Internacional y el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Unesco consistente en 19 artículos titulados “El derecho de los acuíferos transfronterizos”, y Resolución en la que en su punto 5 se “alienta a los Estados interesados a que concierten los correspondientes arreglos bilaterales o regionales para la adecuada gestión de sus acuíferos transfronterizos teniendo en cuenta las disposiciones del proyecto de artículos”.

Igualmente hay que resaltar que el Acuífero Guaraní cuenta con una serie de estudios científicos llevados a cabo en los años que precedieron a la suscripción del Acuerdo y que hacen que, probablemente, pueda considerarse el acuífero del mundo mejor conocido desde el punto de vista técnico e hidrológico.

Por lo demás el contenido del acuerdo pone una especial incidencia en decir que en nada afecta a la soberanía de los Estados sobre su territorio y en centrar las obligaciones de los Estados en la de no causar daño (no causar perjuicio sensible) y en informar de cualquier propósito que tengan de realizar actividades y obras que afecten al acuífero, información que deberá ir acompañada de lo resultante de una evaluación de efectos ambientales.

El Acuerdo hace mención a una organización propia pero que se vincula a la del Tratado de la cuenca del Plata (antes mencionado)

Fuente: Embid Irujo, 2013

Dado el carácter clave del ámbito de la cuenca para el abordaje de la mayoría de los riesgos implicados en el enfoque de seguridad hídrica, resulta imperioso contar con tratados multilaterales o particulares e institucionalidad para las cuencas y acuíferos internacionales de la región con carácter previo a la producción o escalada del conflicto. En caso de que existan, es conveniente el apoyo de acciones tendientes a perfeccionarlos, desarrollarlos o fortalecerlos a través de cooperación técnica, política, económica, diplomática, etc.

BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN

AAVV (2018): *Proceso regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018. América Latina y el Caribe. Resumen ejecutivo*, 18 pp.

AAVV (2018): *Proceso regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018. América del Sur. Resumen ejecutivo*, 19 pp.

AAVV (2018): *Proceso regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018. Centroamérica. Resumen ejecutivo*, 10 pp.

AAVV (2018): *Proceso regional de las Américas. Foro Mundial del Agua 2018. México. Resumen ejecutivo*, 14 pp.

ACUMAR (Autoridad de la Cuenca Matanza Riachuelo) (2018), *Home*, Buenos Aires, Argentina (<http://www.acumar.gob.ar/>).

ALTOMONTE H. y SÁNCHEZ R.J. (2016): *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe*, CEPAL, Santiago de Chile.

ARJEN Y HOEKSTRA et al (2018), Urban water security: A review, *Environ. Res. Lett.* 13 053002.

ARREGUÍN-CORTÉS, Felipe Ignacio et al (2016), La política pública contra la sequía en México: avances, necesidades y perspectivas, *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. VII, núm. 5, septiembre-octubre, 2016, pp. 63-76.

ARROYO A. y PERDRIEL A. (2015): *Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Experiencias generales y tendencias en la Argentina, el Brasil, Colombia y México*. CEPAL, Santiago de Chile.

BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCIÓN Y FOMENTO-BANCO MUNDIAL (1994): *La ordenación de los recursos hídricos. Documento de política del Banco Mundial*, Banco Mundial, Washington, 158 pp.

BANCO MUNDIAL (2016): *Water Security and Infrastructure for development in Latin American and the Caribbean 2050. White Paper on Research Performed for the World Bank*, 101 pp.

BARBERIS J., ARMAS PFIRTER F. y QUEROL M. (2002): “Aplicación de los principios de Derecho Internacional en la Administración de los ríos compartidos. Argentina con Paraguay y Uruguay”, en A. EMBID (ed.), *El derecho de aguas en Iberoamérica y España: cambio y modernización en el inicio del tercer milenio*, Civitas, Madrid.

BELFIELD, Helen (2015), *Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean. Trade-offs, Strategic Priorities and Entry Points*, Global Canopy Programme.

BENAVIDES VANEGAS F.S y RUIZ LÓPEZ C.E. (2016): “La minería ilegal y la reacción jurídica del Estado colombiano para su control”, en las pp. 437 y ss.

de J.C.HENAO y M^a P. GARCÍA PACHÓN (eds.), *Minería y Desarrollo. Medio ambiente y Desarrollo sostenible en la actividad minera*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá.

BOHOSLAVSKY J.P. (2010): *Tratados de protección de las inversiones e implicaciones para la formulación de políticas públicas (especial referencia a los servicios de agua potable y saneamiento)*, CEPAL, Santiago de Chile.

BUSTOS NIÑO V., GARCÍA PACHÓN M^a P., ORTIZ RODRÍGUEZ C (2016): "Derecho de aguas y minería en Colombia", en las pp. 107 y ss. de J.C.HENAO y M^a P. GARCÍA PACHÓN (eds.), *Minería y Desarrollo. Medio ambiente y Desarrollo sostenible en la actividad minera*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá.

CALDERÓN RAMÍREZ, D. & FREY, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Territorios*, (36), 239-264. Doi: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795>

CATHALA, Corinne et al (2018), El agua en tiempos de sequía. Lecciones de cinco sequías alrededor del mundo, Resumen de políticas del BID: 295, BID.

CENTRO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y DISEÑO SUSTENTABLE CADIS (2016): *Huella de agua (ISO 14046) en América Latina, análisis y recomendaciones para una coherencia regional*, 90 pp.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR)2 (2015), Informe a la Nación, La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro, Santiago, 2015. <http://www.cr2.cl>

CEPAL (2017): *Informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile.

CEPAL (2018 a): *Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe. 2016-2036*, Santiago de Chile.

CEPAL (2018 b) *Segundo informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile.

COMISION EUROPEA (2013): *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*, Bruselas 6.5.2013 COM (2013) 249 final.

COMIT (1992): *Aprovechamiento energético del Río Paraná. Documentos y tratados*, Buenos Aires.

DEL CASTILLO L. (2005): *El régimen jurídico del Río de la Plata y su frente marítimo*, Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales, Buenos Aires.

DOUROJEANNI, Axel; JOURAVLEV, Andrei y CHÁVEZ, Guillermo (2002), *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.

DUCCI J. (2017): “Temas críticos de la prestación de servicios de agua y saneamientos urbanos en América Latina: visión del BID”, en las pp. 29 y ss. de G. DELACÁMARA, F. LOMBARDO Y J.C. DIEZ (coordinadores) *Libro Blanco de la Economía del Agua*, McGraw-Hill/Interamericana de España S.L, Madrid.

EMBIID IRUJO, Antonio (1991), *La Planificación hidrológica. Régimen Jurídico*, Tecnos, Madrid.

EMBIID IRUJO A. (2013): “El acuerdo sobre el sistema del acuífero Guaraní de dos de agosto de dos mil diez en el marco de la incipiente regulación general de las aguas subterráneas transfronterizas”, RADA 24, 2013, pp. 31-54 y también en las pp. 179-210, de *Derecho de Aguas V*, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2013.

EMBIID IRUJO A. (2017): “Aproximación a una teoría general de las sequías e inundaciones como fenómenos hidrológicos extremos”, RADA 37, 2017, ISSN 1695-2588.

EMBIID IRUJO A. y EMBIID TELLO A.E. (2017): “Fracturación hidráulica: entre la prohibición y la exigencia de evaluación ambiental. Evaluación de riesgos y moratoria aconsejable”, RADA 35, 2016.

EMBIID IRUJO A. y MARTIN L. (2017): *La experiencia legislativa del decenio 2005-2015 en materia de aguas en América Latina*, Cepal, Santiago de Chile.

EMBIID IRUJO A. y MARTIN L. (2017 b): *El nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias*, Cepal, Santiago de Chile.

EMBIID IRUJO A. y MARTIN L. (2018): *Lineamientos de políticas públicas. Un mejor manejo de las interrelaciones del Nexo entre el agua, la energía y la alimentación*, Cepal, Santiago de Chile.

FERRUFINO, C. Y GRANDE, C. (2013). *Tendencias del Ordenamiento Territorial en América Central y República Dominicana (2009-2012)*. San Salvador: Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ).

FAO/UNESCO (2005): *Groundwater in International Law. Compilation of treaties and other legal instruments*, Roma.

GÉNEZ BÁEZ F. F. (2017): *Sector eléctrico en Paraguay. Régimen jurídico*. Tesis doctoral leída en la Universidad de Zaragoza el 20 de septiembre de 2017.

GOBIERNO DE COLOMBIA (2018): *Plan Director Agua y Saneamiento Básico. Visión Estratégica 2018-2030*, Bogotá D.C.

GÓMEZ C.M. (2017): “La seguridad hídrica como envolvente”, en las pp. 5 y ss. de G. DELACÁMARA, F. LOMBARDO Y J.C. DIEZ (coordinadores) *Libro Blanco de la Economía del Agua*, McGraw-Hill/Interamericana de España S.L, Madrid.

IPCC (2014): *Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de Trabajo*

II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Suiza.

IRENA (2015): *Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus.*

JIMÉNEZ-CISNEROS B. y GALIZIA TUNDISI J. (coordinadores) (2012): *Diagnóstico del Agua en las Américas*, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, México.

JIMÉNEZ-CISNEROS B. (2015): “Seguridad hídrica. Retos y respuestas, la fase VIII del Programa Hidrológico Internacional de la Unesco (2014-2021)”, en Aqua-LAC, vol 7, nº 1.

LEESE M. y MEISCH S. (2015): “Securitising Sustainability? Questioning the “Water, Energy and Food-Security nexus”, *Water Alternatives* 8 (1), pp. 695-709.

MARTIN, Liber (2017), “El futuro de los organismos de cuenca en Latinoamérica”, en Antonio Embid (Ed.), *El futuro de los organismos de cuenca*, Cizur Menor.

MARTIN L. y JUSTO J.B. (2015): *Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe*, CEPAL, Santiago de Chile.

MEZA, Laura et al (2010), *Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile*, Santiago, FAO, 2010.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO DE PERU (2015): *Plan Nacional de Recursos Hídricos.*

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. BOLIVIA (2018): “La sequía 2016-2017 en Bolivia y su repercusión en las ciudades capitales de La Paz-El Alto-Sucre-Oruro-Potosí. Evaluación de capacidades de gestión; impacto socioeconómico en las empresas prestadoras de servicio”.

MIRALLES-WILHELM F. (2014): “Desarrollo y aplicación de herramientas analíticas a la planificación trinómica agua-alimentos-energía en América Latina y el Caribe”, *Water Monographies*, número 2.

MIRALLES.WILHELM F. y MUÑOZ-CASTILLO R (2018): “An Analysis of the Water-Energy-Food Nexus in Latin America and the Caribbean Region: Identifying Synergies and Tradeoffs through integrated assesment Modeling”, *The International Journal of Engineering and Science (IJES)* vol. 7, pp. 8-24.

PASSOS GOMES V. y DELGADO PIQUERAS F. (2016): “The role of the Amazon Cooperation Treaty for shared water management”, *Actualidad Jurídica Ambiental*, 53

PEÑA H. (2016): *Desafíos a la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*, Cepal, Santiago de Chile.

REPÚBLICA ARGENTINA (2017 a): *Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento. Cobertura Universal y Sostenibilidad de los Servicios. Lineamientos y Principales acciones.*

REPÚBLICA ARGENTINA (2017 b): *Plan Nacional del Agua*.

REPÚBLICA DE PANAMÁ: Resolución de Gabinete n° 114, de 23 de agosto de 2016 que aprueba el Plan Nacional de Seguridad Hídrica y establece el Consejo Nacional de Agua y la Secretaría Técnica. (*Y documento técnico como Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050. Agua para todos*, 2016, Ciudad de Panamá).

REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY (2017): Decreto de 31 de julio de 2017 por el que se aprueba el Plan Nacional de Aguas.

SOLANES M. (2015): *Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur*, Corporación Andina de Fomento.

SOLANES M. (2017): *Institutional Arrangements, Efficiency, Equity and Sustainable Water Resources Management in Selected Countries of Latin American*, (no publicado, comunicación personal del autor).

UNESCO (2008), Marco Legal e Institucional en la Gestión de los Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas, Serie ISARM Américas n° 2.

UNESCO (2012): *Managing Water under Uncertainty and Risk*, Paris.

UNESCO (2013). International Hydrological Programme (IHP) eighth phase: Water security: responses to local, regional and global challenges, (2014-2021).

VAN BEEK E. y WOUTER LINCKLAEN A. (2014): *Water Security: Putting the Concept into Practice*, Global Water Partnership, Elanders,

YANEZ L., FRANCO P., BASTIDAS W., CÓRDOVA V. (2017): “Resumen del Plan Nacional de Gestión Integrada e integral de los Recursos Hídricos y de las cuencas y microcuencas hidrográficas de Ecuador”, Aqua-LAC, vol. 9, n° 2, pp. 124 y ss.

VASSALLO MAGRO, J. M. (2015). Asociación Público Privada en América Latina. Aprendiendo de la experiencia. Bogotá: CAF.

VÁSQUEZ, J.E. (2014), Transición del ordenamiento territorial y tratamiento del recurso hídrico: algunos determinantes desde el caso de Medellín, *CES Derecho*, 5 (1), 165-180

WILLAARTS B., GARRIDO A. y LLAMAS R. (eds) (2014): *Water for Food Security and Well-Being in Latin American and the Caribbean*, Eartscsh Studies y Water Resourde Management, Routledge.

WORLD ECONOMIC FORUM (2011): *Water security. The water-food-energy-climate nexus*, Island Press, Washington.

WORLD ECONOMIC FORUM (2018): *The Global Risks Report 2018*, 13th edition, Geneva.

WWAP (Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos de las Naciones Unidas)/ONU-Agua 2017: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: el recurso desaprovechado*, París, Unesco.

WWAP (Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos de las Naciones Unidas)/ONU-Agua 2018: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, París, Unesco.

ANEXO E. Taller seguridad hídrica

BORRADOR DE AGENDA

Lunes 24 septiembre

IDB - NE-1069 (20 Personas)

Taller inicial con consultores 9.30 – 12.45

Participantes: 6 consultores + RM, GC = 8

9.30 – 9.45: Light breakfast
9.45 – 10.00: **Raul Munoz:** introducción
10.00 – 11.00: **Fernando Miralles:** resumen del trabajo hasta la fecha
11.00 – 11.15: Pausa café
11.15 – 12.45:

- Presentación individual consultores (10 mins.)
- Discusión sobre que tenemos y que queremos del trabajo
- Discusión grupal sobre problemas y dudas sobre el trabajo de los consultores
- Feedback sobre cómo mejorar el proceso de trabajo
- Identificación de las informaciones e insumos que buscamos adquirir de los talleres

Taller interno WSA 13.00 – 17.00:

Participantes: 18 WSA + 6 consultores = 24

13.00 – 13.30: Almuerzo
13.30 – 14.45: Presentación de la iniciativa

- Raul Munoz: porque una estrategia de seguridad hídrica?
- Diferenciación de estrategia de SH con el Marco Sectorial
- Cada consultor 10 minutos cada uno presenta su área de expertise

14.45 – 15.00: Pausa café
15.00 – 17.00: Discusión con los participantes y brainstorming:

- Qué significa SH en WSA, los países, las contrapartes y los proyectos (presentación de entrada con preguntas clave)
- Insumos y recomendaciones para la estrategia a desarrollar
- El reto institucional para la seguridad hídrica
- ¿Cómo promover en los países la demanda por proyectos y acciones que visan la SH?
- ¿Qué modelo de acciones el Banco podría seguir para implantar una estrategia de SH?
- ¿Qué instrumentos el Banco debe utilizar para promocionar la implementación de la estrategia de SH?

Martes 25 septiembre

IDB - SE-605 (30 Personas)

Taller con otras divisiones 9.00 - 12.00

Participantes: 18 CSD + 6 = **24**

9.00 – 9.45: Presentación de la iniciativa

- **Raul Munoz:** porque una estrategia de seguridad hídrica
- **Fernando Miralles:** el trabajo desarrollado hasta ahora
- Cada consultor 10 minutos cada uno presenta su área de expertise

9.45 – 10.45: Discusión con los participantes sobre los proyectos de seguridad hídrica en sus divisiones

10.45 - 11.00: Pausa café

11.00 – 12.00: Insumos y recomendaciones para la estrategia a desarrollar

- Como promover en los países la demanda por proyectos y acciones que visan la SH
- ¿Qué modelo de acciones el Banco podría seguir para implantar una estrategia de SH?
- ¿Qué instrumentos el Banco debe utilizar para promocionar la implementación de la estrategia de SH

12.00: Almuerzo

Taller final con consultores 14.00 - 17.00

Participantes: 6 consultores + RM, GC = **8**

14.00 – 15.00: Sistematización de las experiencias e insumos de los talleres

15.00 – 15.45: Como integrar los insumos en el trabajo

Discusión sobre el formato del taller de Guayaquil

15.45 - 16.00: Pausa café

16.00 – 17.00: Next steps

ANEXO F. Al Capítulo V. Retos y oportunidades para la SH en LAC para las infraestructuras hídricas en la región

V.5.- PARA LAS INFRAESTRUCTURAS HÍDRICAS EN LA REGIÓN

V.5.1.- ALCANCE DEL ANEXO

En el curso del presente trabajo se ha considerado oportuno elaborar una metodología que permita la valoración de las infraestructuras hídricas (“valor a nuevo”) a grandes niveles regionales por país o cuencas hidrográficas. Se han obtenido ratios que simplifican extraordinariamente la evaluación de las inversiones, lo que puede ser una herramienta útil a la hora de analizar la viabilidad de las distintas tipologías de infraestructuras hídricas.

Asimismo, se ha llevado a cabo una metodología para estimar los costes de operación y mantenimiento de las infraestructuras hídricas que puede ser también de gran utilidad en trabajos de planificación futuro. En este Anexo se describe el trabajo desarrollado.

V.5.2.- SOBRE EL ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO URBANO Y EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

V.5.2.1.- BASES PARA FORMULAR LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE INVERSIONES DE UN PROGRAMA DE ACCIONES

La gran extensión del territorio hace que abordar un plan o programa de acción en materia de abastecimiento, saneamiento y tratamiento de las aguas residuales haya de hacerse por métodos simplificados, pues no es posible abordarlo teniendo en cuenta las múltiples especificidades de los distintos países y, dentro de cada país, de sus ciudades y zonas rurales. En el Cuadro que sigue se presenta la cobertura en abastecimiento y saneamiento en los distintos países de ALC.

V.5.2.1.1.- POBLACIÓN Y VOLÚMENES DE AGUA SUMINISTRADOS

Para una aproximación suficiente se ha optado por elaborar unas “ratios” por población a los que se aplicarán unos coeficientes acordes con los porcentajes que se han mostrado en el apartado anterior. Por ello, se va a presentar, en primer lugar, la población por cada país de ALC. Asimismo, conviene definir los suministros anuales de referencia de agua de abastecimiento, que se harán a razón de 245 litros por habitante y día, media que se ha observado

ajustada para ALC. En el cuadro V.5.5.2 se presentan ambos parámetros para los países principales de ALC.

V.5.2.1.2.- RATIOS DE COSTE DE INVERSIÓN EN ABASTECIMIENTO URBANO

Ya se ha comentado que la manera más simple y efectiva de abordar las acciones para superar los problemas en el abastecimiento (así como en el saneamiento y tratamiento de aguas residuales) es disponer de unas ratios de coste de inversión por habitante. No es fácil encontrar esta información que normalmente no suele ser pública y las empresas que gestionan los abastecimientos la guardan celosamente.

Cuadro V.5.2.1. Porcentajes de cobertura de agua y saneamiento, por países LAC.

PAÍS DE LAC	% DE COBERTURA DE AGUA SEGURA	% DE COBERTURA EN SANEAMIENTO	% DE COBERTURA DE HOGARES CUYAS AGUAS RESIDUALES SON TRATADAS
ARGENTINA	99	96	8
BAHAMAS	98	92	10
BARBADOS	100	96	
BELICE	100	91	5
BOLIVIA	90	50	11
BRASIL	98	83	27
CHILE	98	83	80
COLOMBIA	91	81	11
COSTA RICA	98	95	
CUBA			
ECUADOR	87	85	16
EL SALVADOR	94	75	
GUATEMALA	93	64	
GUYANA	98	84	1
HAITÍ	58	28	0
HONDURAS	91	83	1
JAMAICA	94	82	8
MÉXICO	96	85	37
NICARAGUA	87	68	8
PANAMÁ	95	75	6
PARAGUAY	98	89	1
PERÚ	87	76	23
REPÚBLICA DOMINICANA	85	84	10
SURINAM	95	79	
TRINIDAD Y TOBAGO	95	92	11
URUGUAY	100	100	45
VENEZUELA	94	94	7
MEDIA PARA LAC	95	83	22
MEDIA REAL, POR LOS PROBLEMAS QUE SE DESCRIBEN EN EL TEXTO	68	22	22

Fuente: Documento de Marco Sectorial de Agua y Saneamiento. BID, diciembre 2017

Por otro lado no es fácil su obtención pues las redes en las grandes ciudades se iniciaron a finales del siglo XIX (o más tarde) y han ido creciendo progresivamente, con inversiones que se han ido desarrollando a lo largo de los años y que necesitarían ser actualizadas a un año base. A su vez, en la contabilidad de esas empresas esas inversiones figuran en su inmovilizado que, a su vez, se va amortizando, con lo que su valor contable va reduciéndose. Sólo, pues, un estudio específico con la finalidad de obtener esas ratios podría dar el valor, de ahí de la dificultad de su obtención, al contrario que en otras infraestructuras, como las centrales hidroeléctricas, como más tarde se verá.

Una primera aproximación a esta ratio se ha reportado en una publicación de AWWA (American Works Association) de Mayo 2001, a propósito de la recopilación de datos de un conjunto de 20 ciudades norteamericanas. Entre otras, Austin, 947.890 hab, Boston, 673.184 hab, Bridgeport(Connecticut), 145.936 hab, Charleston, 134.385 hab., Cincinnati, 298,800 hab, Columbus, 197.485 hab., Denver, 693.060 hab, Des Moines (Iowa), 215.472 hab, Oacklan, 422.856 hab, Gloucester, 29.798 hab, etc. En conjunto, reúnen más de siete millones de habitantes, lo que le otorga un carácter muestral significativo.

Cuadro V.5.2.2. Población a 2015 de los principales países LAC y su suministro anual de agua, a razón de 245 litros por habitante y día.

PAÍS DE LAC	POBLACIÓN	SUMINISTRO ANUAL DE AGUA (hm ³)
ARGENTINA	43.132.000	3.857
BAHAMAS	391.232	35
BARBADOS	279.212	25
BELICE	369.000	33
BOLIVIA	10.520.000	941
BRASIL	204.519.000	18.289
CHILE	18.006.000	1.610
COLOMBIA	50.101.000	4.480
COSTA RICA	4.851.000	434
CUBA	11.252.000	1.006
ECUADOR	16.279.000	1.456
EL SALVADOR	6.514.000	583
GUADALUPE	405.000	36
GUATEMALA	16.176.000	1.447
GUYANA	773.303	69
HAITÍ	10.994.000	983
HONDURAS	8.950.000	800
JAMAICA	2.735.520	245
MARTINICA	383.000	34
MÉXICO	121.006.000	10.821
NICARAGUA	6.459.000	578
PANAMÁ	3.764.000	337
PARAGUAY	7.003.000	626
PERÚ	31.153.000	2.786
REPÚBLICA DOMINICANA	9.980.000	892
SURINAM	558.368	50
TRINIDAD Y TOBAGO	1.075.066	96
URUGUAY	3.310.000	296
VENEZUELA	30.620.000	2.738
TOTALES	621.558.701	55.583
Dotación por habitante y día		245 m ³ /hab y día

Fuente: Elaboración propia

El estudio parte de ciudades con redes bien establecidas, pero constatando que tendrán que hacer un reemplazamiento prácticamente total de las redes en los siguientes 30 años debido a la antigüedad de las tuberías, cuya vida útil puede oscilar entre los 75 años para las tuberías instaladas después de la segunda guerra mundial a los 120 años que se espera que tengan las tuberías de hierro fundido más antiguas emplazadas a finales del siglo XX.

Aunque con matices, el resultado obtenido por el estudio se puede asimilar al coste de obra nueva que es lo que se busca para el presente trabajo. La conclusión más relevante a estos efectos es que, en promedio, el valor del costo de reemplazamiento de las tuberías principales de agua es de aproximadamente \$ 6,300 por hogar, a precios del 2001; admitiendo cuatro personas por hogar, la ratio por habitante se eleva a 1.575 \$US. Una actualización aproximada a 2018, utilizando la media de elevación del IPC en Estados Unidos (datos del Fondo Monetario Internacional) daría un coeficiente multiplicador de 1,45, lo que elevaría la ratio por habitante a 2.284 \$US. Añade también el estudio de AWWA que si se consideran los bombeos y el tratamiento de las aguas, la cifra resulta ser de 10.000 \$US por vivienda, es decir, 2.500 \$US por habitante que, actualizado, se eleva a 3.625 \$US/hab.

La segunda aproximación llevada a cabo ha sido mediante la valoración “a nuevo” del sistema de abastecimiento a Madrid que gestiona la Sociedad Española Canal de Isabel II. Suministra agua a una población de 6.170.000 habitantes. Pues bien, ese estudio arroja los siguientes valores:

- Repercusión por habitante de la red en alta:
480,20 €/hab.
- Repercusión por habitante de la red en baja (distribución):
2.381,50 €/hab.
- Repercusión total por habitante:
2.861,70 €/hab.

Hay que señalar que para la red en baja, los precios de las canalizaciones se han mayorado en un 80 % para tener en cuenta la reposición de los servicios afectados que en una ciudad consolidada tienen un gran peso en el coste de ejecución de una obra de canalización. El tratamiento de potabilidad de las aguas está incluido en el estudio.

Aplicando la cotización de 1 € = 1,17 \$US, la ratio final que se obtiene es de 3.374,05 €/hab. Ante la gran similitud de las cifras obtenidas, se opta por una cifra redondeada intermedia, 3.500 €/hab.

V.5.2.1.3.- RATIOS DE COSTE EN SANEAMIENTO

La metodología de AWWA ha permitido validar en el apartado anterior los resultados que se obtienen del análisis de las instalaciones del abastecimiento a Madrid. Es por eso que para el saneamiento se volverán a emplear los resultados que surgen del estudio de ese sistema español.

En este caso la población acogida a la red de alcantarillado de CYII es menor que para el abastecimiento, 3.620.000 habitantes. Las ratios son las siguientes:

- Repercusión por habitante de la red de alcantarillado:
2.042,86€/hab.
- Repercusión por habitante de la red de grandes colectores y emisarios:
375,83 €/hab.
- Repercusión total por habitante:
2.418,68 €/hab.

En este caso, se ha ponderado la red de alcantarillado con un coeficiente de 1,2 en lugar del 1,8 anterior, para tener en cuenta que se trata de una ratio media y que en muchos casos se abordará simultáneamente el abastecimiento urbano y el saneamiento, de forma que no se sumen dos veces los efectos de la reposición de los servicios.

En dólares americanos, la cifra se convierte en 2.829,29. Se adopta, por tanto, la cifra de 2.800 \$US/hab.

V.5.2.2.4.- RATIOS DE COSTE EN TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Siguiendo con el modelo del abastecimiento a Madrid (España), con sus 150 EDARES gestionadas, Canal de Isabel II trataba en 2009 un volumen anual de 519 hm³, cifra que no se ha elevado, más bien se ha ajustado a la baja. De acuerdo con los estudios del CEDEX (España) se puede aceptar una cifra de inversión para el tratamiento de 350 € por m³ de agua tratada al día.

Habida cuenta de que la población acogida a este servicio es la misma que en saneamiento, 3.620.000 habitantes, la ratio media que se obtiene es de 137,48 €/hab, equivalentes a 160,84 \$US/hab.

Un estudio del año 2002 de la Universidad colombiana de Pereira proporciona unas cifras medias de inversión de entre 20 y 40 \$US por habitante. En el cuadro que sigue se aprecia la variabilidad del coste según el tipo de tratamiento que se utilice. El coeficiente multiplicador en esos 16 años, con la tasa media de los últimos 20 años (1,073, deducido de datos de las series del Fondo Monetario Internacional), se eleva a 3,08, con lo que la cifra de inversión media se mueve entre 61,6 \$US/hab y 123,2 \$US/hab.

Cuadro V.5.2.3. Ratios de inversión en tratamiento de aguas residuales, por habitante, según un estudio de la Universidad Colombiana de Pereira, año 2002 (las celdas de máximo y mínimo están cambiadas, como es evidente por las cifras)

PROCESO	(\$/hab)		(US \$/hab)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Preliminar	4.400	17.600	2	8
Primario	44.000	66.000	20	30
Lagunas	22.000	66.000	10	30
Filtros percoladores	66.000	132.000	30	60
Lodos activados	88.000	264.000	40	120
UASB	44.000	88.000	20	40

La diferencia entre las cifras de Madrid y de la Universidad Colombiana se explican por la diferencia de costes según el tipo de tratamiento, como muestra el cuadro precedente. Se puede lograr una solución de compromiso adoptando 120 \$US/hab. como media para todo el territorio.

V.5.2.1.5.- ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES

V.5.2.1.5.1.- EN ABASTECIMIENTO URBANO

En el cuadro V.5.2.4 y Figura que le sigue se presentan las estimaciones realizadas. Para ayudar a la mejor interpretación del cuadro se hacen las siguientes puntualizaciones:

- 1) Se consideran los diferentes países de LAC, con la omisión de algunas islas del Caribe de menor población con relación al conjunto y de las que apenas se dispone de información.
- 2) El conjunto de la población considerada se eleva a más de 621 millones de habitantes.
- 3) Con el porcentaje de población que dispone de redes de abastecimiento, se ha obtenido la población con y sin cobertura de agua.
- 4) Utilizando un coeficiente corrector sobre los porcentajes medios expuestos en anteriores apartados y que se ven en el pie del Cuadro, se ha obtenido la población con cobertura con y sin cobertura de agua segura. La población sin cobertura de agua segura sobrepasa los 198 millones de personas. Esta cifra resulta claramente superior a la que aparece como estimación en el Documento de Marco Sectorial de Agua y Saneamiento. BID, diciembre 2017, que es de 124 millones de personas.
- 5) Utilizando las ratios de inversión por habitante expuestas en apartados precedentes, se ha obtenido lo que se denomina Valor patrimonial de ref-

erencia. Sería la inversión que habría que realizar si hubiera que hacer toda la red existente partiendo de cero, o, en otros términos, “valor de nuevo”. Es un parámetro importante sobre el que pivotan las sucesivas estimaciones.

- 6) Utilizando los coeficientes que figuran en el cuadro se han obtenido los dos componentes de la inversión: i) la necesaria para subsanar las carencias que se aprecian en la red existente, estimada en un 50 % de la inversión a nuevo.; ii) la inversión necesaria para ampliar la red de manera que quede cubierta la totalidad de la población, según los objetivos de la Agenda 2030.
- 7) La inversión total necesaria estimada se eleva a 391,971 billones de \$US (billones en la interpretación anglosajona, es decir, miles de millones).
- 8) Se ha tomado como año horizonte el 2030 sin horizontes intermedios, como sí se hará en otros sectores del agua. Más adelante se hará una interpretación del esfuerzo necesario de todo LAC en términos de PIB para ver si es o no viable el planteamiento, dado que para 2030 tan sólo restan 18 años.

V.5.2.1.5.2.- EN SANEAMIENTO

En el cuadro V.5.2.5 y la Figura que le sigue se presentan las estimaciones realizadas en el ámbito del saneamiento. Los criterios son similares a los utilizados para el abastecimiento urbano, por lo que el cuadro se podrá seguir con relativa facilidad.

La cifra que resulta a 2030 es enorme, 714,887 billones de \$US (miles de millones) casi el doble de la inversión para abastecimiento. La principal razón es que, como ya se ha explicado, los porcentajes de cobertura de red de saneamiento son muy inferiores a los del abastecimiento urbano, estando casi todo por hacer (sólo el 22 % de la población tiene cobertura segura de abastecimiento).

V.5.2.1.5.3.- EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Por último, el cuadro V.5.2.6 y la Figura que le sigue presentan las estimaciones realizadas en el ámbito del tratamiento de aguas residuales. También los criterios son similares a los seguidos para los otros conceptos, con los ratios que ya se han explicado en apartados anteriores y que se pueden ver en el pie del cuadro.

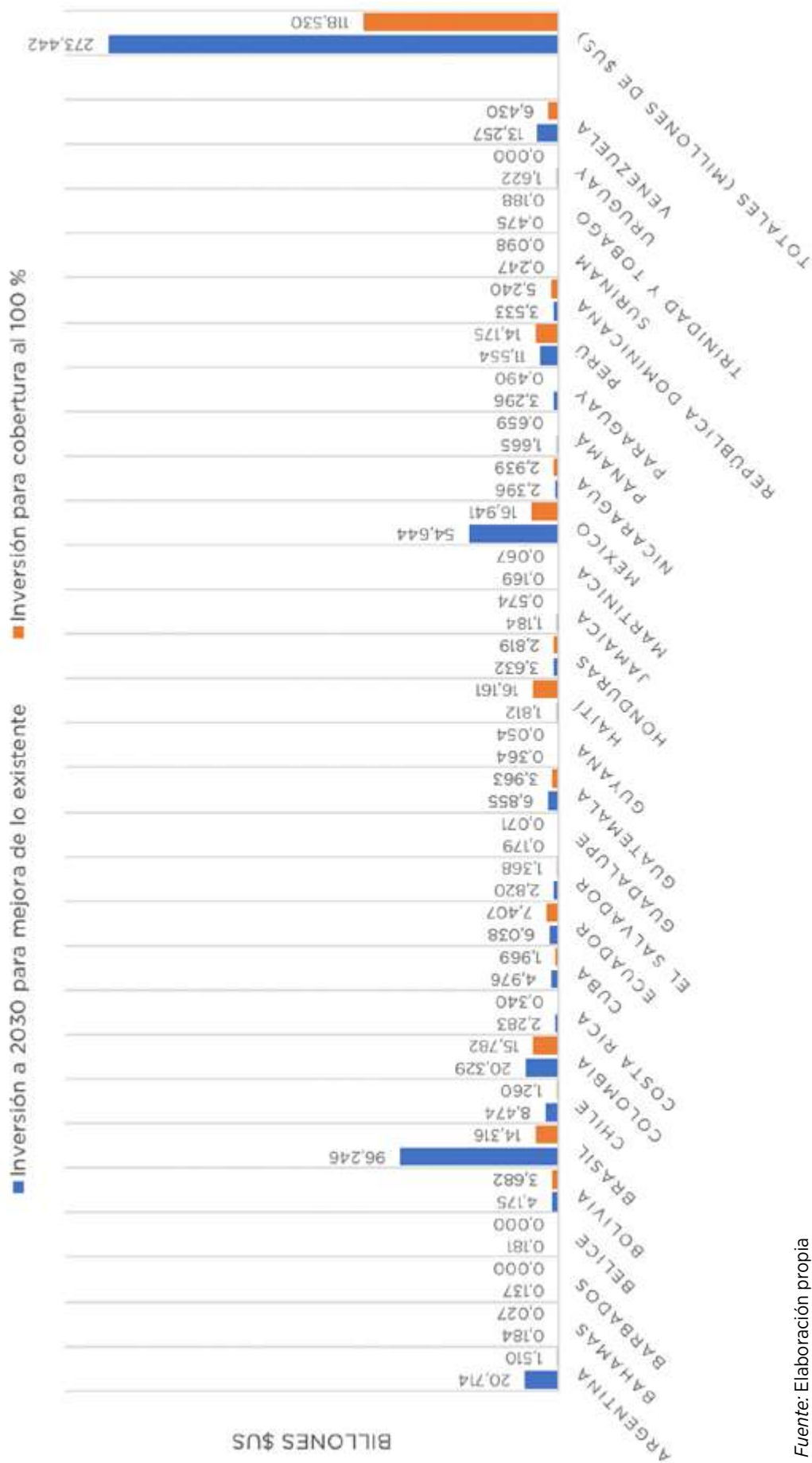
La cifra que se obtiene es de 62,062 billones de \$US, cifra muy inferior a las anteriores, debido a que las plantas son instalaciones más concentradas que requieren un menor esfuerzo de inversión, aunque su mantenimiento y explotación es elevado como ya se mostrará, lo que ha sido la causa de muchos fracasos en las iniciativas emprendidas anteriormente, no sólo en LAC sino en la mayor parte de los países del mundo.

Cuadro V.5.2.4. Estimación de las inversiones necesarias en abastecimiento urbano para alcanzar los ODS en 2030.

PÁIS	POBLACIÓN 2015	Volmen anual de suministro (Km3)	% cobertura de agua inicialmente supuesta	% cobertura de agua segura, "real" con aplicación del coeficiente reductor	Población con cobertura de agua	Población sin cobertura de agua	Población con cobertura de agua segura	Población sin cobertura de agua segura	Valor patrimonial de referencia de las inversiones realizadas en abastecimiento de agua (Millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para subsanar las carencias en agua segura de la población que tiene la red instalada (biliones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el abto de agua (biliones \$US)	Inversión pendiente total a 2030 para alcanzar un grado satisfactorio de servicio de agua segura (biliones \$US)
ARGENTINA	43.132.000	3.857	99	71,28	42.700.680	431.320	30.744.490	12.387.510	149,452	20.714	1.510	22,224
BAHAMAS	391.232	0,035	98	70,56	383,407	7.825	276,053	115,179	1,342	0,184	0,027	0,211
BARBADOS	279.212	0,025	100	72	279,212	0	276,053	78,179	977	0,137	0,000	0,137
BELICE	369.000	0,033	100	72	369,000	0	265,680	103,320	1,292	0,181	0,000	0,181
BOLIVIA	10.520.000	0,941	90	64,8	9,468,000	1.052.000	6.816.960	3.703.040	33,138	4,175	3,682	7,857
BRASIL	204.519.000	18,289	98	70,56	200,428,620	4,090,380	144,308,606	60,210,394	701,500	96,246	14,316	110,562
CHILE	18.006.000	1,610	98	70,56	17,645,880	360,120	12,705,034	5,300,966	61,761	8,474	1,260	9,734
COLOMBIA	50.101.000	4,480	91	65,52	45,591,910	4,509,090	32,826,175	17,274,825	159,572	20,329	15,782	36,111
COSTA RICA	4.851.000	0,434	98	70,56	4,753,980	97,020	3,422,866	1,428,134	16,639	2,283	0,340	2,622
CUBA	11.252.000	1,006	95	68,4	10,689,400	562,600	7,696,368	3,555,632	37,413	4,976	1,969	6,945
ECUADOR	16.279.000	1,456	87	62,64	14,162,730	2,116,270	10,197,166	6,081,834	49,570	6,038	7,407	13,445
EL SALVADOR	6.514.000	0,583	94	67,68	6,123,160	390,840	4,408,675	2,105,325	21,431	2,820	1,368	4,188
GUADALUPE	405.000	0,036	95	68,4	384,750	20,250	277,020	127,980	1,347	0,179	0,071	0,250
GUATEMALA	16.176.000	1,447	93	66,96	15,043,680	1,132,320	10,831,450	5,344,550	52,653	6,855	3,963	10,819
GUYANA	773.303	0,069	98	70,56	757,837	15,466	545,643	227,660	2,652	0,364	0,054	0,418
HAÏTÍ	10.994.000	0,983	58	41,76	6,376,520	4,617,480	4,591,094	6,402,906	22,318	1,812	16,161	17,973
HONDURAS	8.950.000	0,800	91	65,52	8,144,500	805,500	5,864,040	3,085,960	28,506	3,632	2,819	6,451
JAMAICA	2.735.520	0,245	94	67,68	2,571,389	164,131	1,851,400	884,120	9,000	1,184	0,574	1,759
MARTINICA	383.000	0,034	95	68,4	363,850	19,150	261,972	121,028	1,273	0,169	0,067	0,236
MÉXICO	121.006.000	10,821	96	69,12	116,165,760	4,840,240	83,639,347	37,366,653	406,580	54,644	16,941	71,585
NICARAGUA	6.459.000	0,578	87	62,64	5,619,330	839,670	4,045,918	2,413,082	19,668	2,396	2,939	5,334
PANAMÁ	3.764.000	0,337	95	68,4	3,575,500	188,200	2,574,576	1,189,424	12,515	1,665	0,659	2,323
PARAGUAY	7.003.000	0,626	98	70,56	6,862,940	140,060	4,941,317	2,061,683	24,020	3,296	0,490	3,786
PERU	31.153.000	2,786	87	62,64	27,103,110	4,049,890	19,514,239	11,638,761	94,861	11,554	14,175	25,729
REPÚBLICA DOMINICANA	9.980.000	0,892	85	61,2	8,483,000	1,497,000	6,107,760	3,872,240	29,691	3,533	5,240	8,773
SURINAM	558.368	0,050	95	68,4	530,450	27,918	381,924	176,444	1,857	0,247	0,098	0,345
TRINIDAD Y TOBAGO	1.075.066	0,096	95	68,4	1,021,313	53,753	735,345	339,721	3,575	0,475	0,188	0,664
URUGUAY	3.310.000	0,296	100	72	3,310,000	0	2,383,200	926,800	11,585	1,622	0,000	1,622
VENEZUELA	30.620.000	2,738	94	67,68	28,782,800	1,837,200	20,723,616	9,896,384	100,740	13,257	6,430	19,688
TOTALES (millones de \$US)	621.558.701	55.583			587.693.007	33.865.694	423.138.965	198.419.736	2.056.926	273.442	118.530	391.971
Dotación unitaria	0,245	m3/hab y día			Ratio medio de inversión en abastecimiento urbano por habitante							
% de Cobertura media en abastecimiento	95				Coeficiente de aplicación (sobre "valor de nuevo") para subsanar carencias para agua segura en donde ya hay red instalada							
					68							\$US/hab.
												0,5
												0,72

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.2.1. Estimación de las inversiones necesarias en abastecimiento urbano para alcanzar los ODS en 2030.



Fuente: Elaboración propia

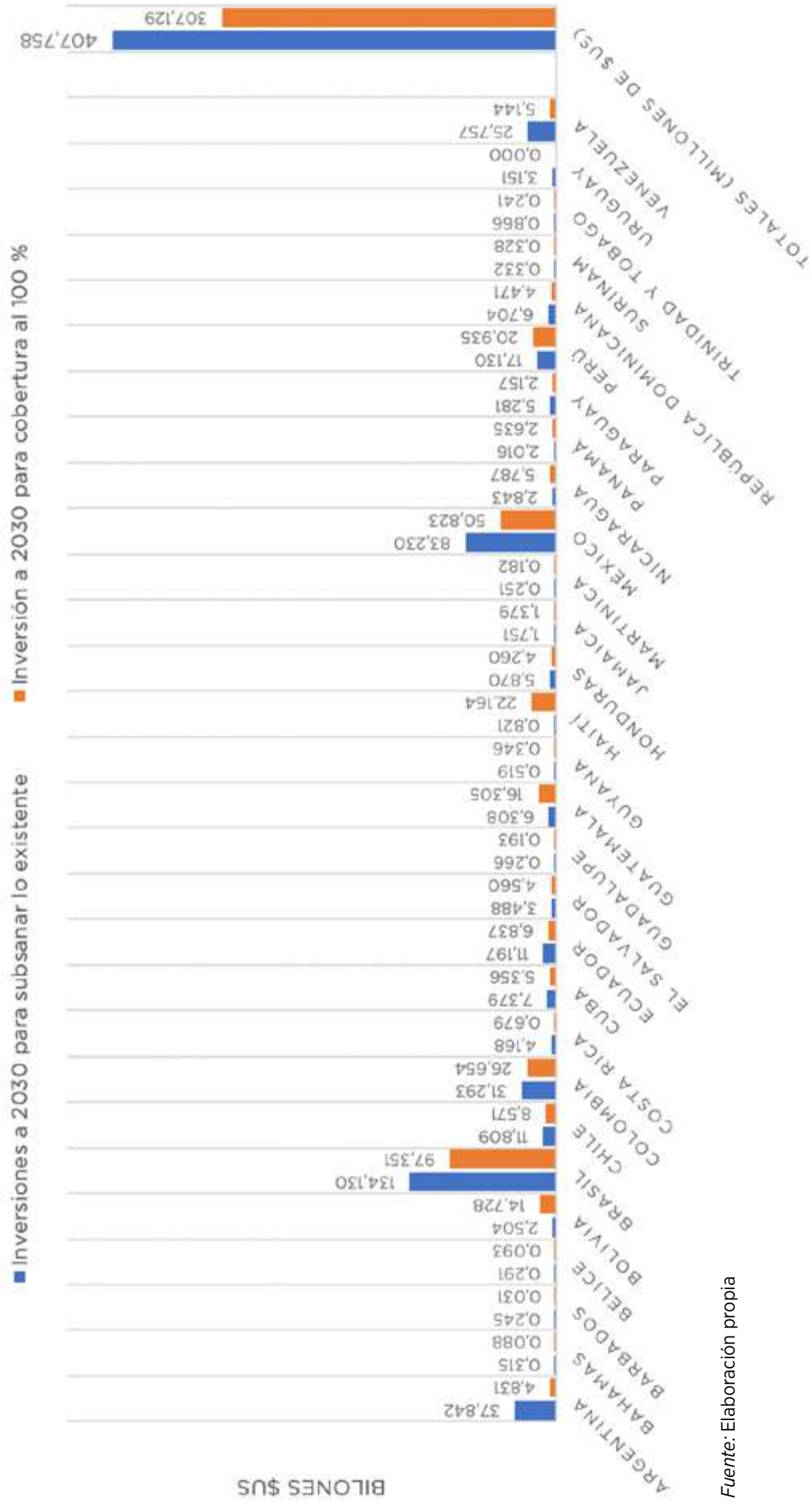
Cuadro V.5.2.5. Estimación de las inversiones necesarias en saneamiento para alcanzar los ODS en 2030.

PAÍS	POBLACIÓN 2015	Volmen anual de suministro (Km3)	% cobertura de saneamiento inicialmente supuesta	% cobertura de sanem. seguro, "real" con aplicación del coeficiente medio reductor	Población con cobertura de saneamiento	Población sin cobertura de saneamiento	Población con cobertura de saneamiento	Población sin cobertura de saneamiento	Valor parimontal de		Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100% el saneamiento (biliones \$US)	Inversión pendiente total a 2030 para alcanzar un grado satisfactorio del servicio de saneamiento (biliones \$US)
									referencia de las inversiones realizadas en saneamiento (Millones \$US)	inversión pendiente a 2030 para subsanar las carencias en saneamiento seguro de la población que tiene la red instalada (biliones \$US)		
ARGENTINA	43.132.000	3.857	96	30,72	41.406.720	1.725.280	13.250.150	29.881.850	115.939	37.842	4.831	42,673
BAHAMAS	391.232	0,035	92	29,44	359.933	31.299	115.179	276.053	1.008	0,315	0,088	0,406
BARBADOS	279.212	0,025	96	30,72	268.044	11.168	85.774	193.438	751	0,245	0,031	0,273
BELICE	369.000	0,033	91	29,12	335.790	33.210	107.453	261.547	940	0,291	0,093	0,384
BOLIVIA	10.520.000	0,941	50	16	5.260.000	5.260.000	1.683.200	8.836.800	14.728	2.504	14,728	17,232
BRAZIL	204.519.000	18.289	83	26,56	169.750.770	34.768.230	54.320.246	150.198.754	475.302	134,130	97,351	231,481
CHILE	18.006.000	1,610	83	26,56	14.944.980	3.061.020	4.782.394	13.223.606	41.846	11,809	8,571	20,380
COLOMBIA	50.101.000	4,480	81	25,92	40.581.810	9.519.190	12.986.179	37.114.821	113.629	31,293	26,654	57,947
COSTA RICA	4.851.000	0,434	95	30,4	4.608.450	242.550	1.474.704	3.376.296	12.904	4,168	0,679	4,847
CUBA	11.252.000	1,006	83	26,56	9.339.160	1.912.840	2.988.531	8.263.469	26.150	7,379	5,356	12,735
ECUADOR	16.279.000	1,456	85	27,2	13.837.150	2.441.850	4.427.888	11.851.112	38.744	11,197	6,837	18,034
EL SALVADOR	6.514.000	0,583	75	24	4.885.500	1.628.500	1.563.360	4.950.640	13.679	3,488	4,560	8,048
GUADALUPE	405.000	0,036	83	26,56	336.150	68.850	107.568	297.432	941	0,266	0,193	0,458
GUATEMALA	16.176.000	1,447	64	20,48	10.352.640	5.823.360	3.312.845	12.863.155	28.987	6,308	16,305	22,613
GUYANA	773.303	0,069	84	26,88	649.575	123.728	207.864	565.439	1.819	0,519	0,346	0,866
HAITI	10.994.000	0,983	28	8,96	3.078.320	7.915.680	985.062	10.008.938	8.619	0,821	22,164	22,984
HONDURAS	8.950.000	0,800	83	26,56	7.428.500	1.521.500	2.377.120	6.572.880	20.800	5,870	4,260	10,130
JAMAICA	2.735.520	0,245	82	26,24	2.243.126	492.394	717.800	2.017.720	6.281	1,751	1,379	3,130
MARTINICA	383.000	0,034	83	26,56	317.890	65.110	101.725	281.275	890	0,251	0,182	0,433
MÉXICO	121.006.000	10,821	85	27,2	102.855.100	18.150.900	32.913.632	88.092.368	287.994	83,230	50,823	134,053
NICARAGUA	6.459.000	0,578	68	21,76	4.392.120	2.066.880	1.405.478	5.053.522	12.298	2,843	5,787	8,631
PANAMÁ	3.764.000	0,337	75	24	2.823.000	941.000	903.360	2.860.640	7.904	2,016	2,635	4,650
PARAGUAY	7.003.000	0,626	89	28,48	6.232.670	770.330	1.994.454	5.008.546	17.451	5,281	2,157	7,438
PERÚ	31.153.000	2,786	76	24,32	23.676.280	7.476.720	7.576.410	23.576.590	66.294	17,130	20,935	38,065
REPÚBLICA DOMINICANA	9.980.000	0,892	84	26,88	8.383.200	1.596.800	2.682.624	7.297.376	23.473	6,704	4,471	11,175
SURINAM	558.368	0,050	79	25,28	441.111	117.257	141.155	417.213	1.235	0,332	0,328	0,660
TRINIDAD Y TOBAGO	1.075.066	0,096	92	29,44	989.061	86.005	316.499	758.567	2.769	0,866	0,241	1,107
URUGUAY	3.310.000	0,296	100	32	3.310.000	0	1.059.200	2.250.800	9.268	3,151	0,000	3,151
VENEZUELA	30.620.000	2,738	94	30,08	28.782.800	1.837.200	9.210.496	21.409.504	80.592	25,757	5,144	30,901
TOTALES (millones de \$US)	621.558.701	55.583			511.869.849	109.688.852	163.798.352	457.760.349	1.433.236	407.758	307.129	714.887

Dotación unitaria	0,245	m3/hab y día	Ratio medio de inversión en saneamiento urbano por habitante		2.800	\$US/hab.
% de Cobertura media en saneamiento	68	% de cobertura media real en saneamiento seguro	Coeficiente de aplicación para subsanar carencias para agua segura en donde ya hay red instalada		0,5	
			Coeficiente reductor de cobertura inicial a real			0,32

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.2.2. Estimación de las inversiones necesarias en saneamiento para alcanzar los ODS en 2030. Elaboración propia



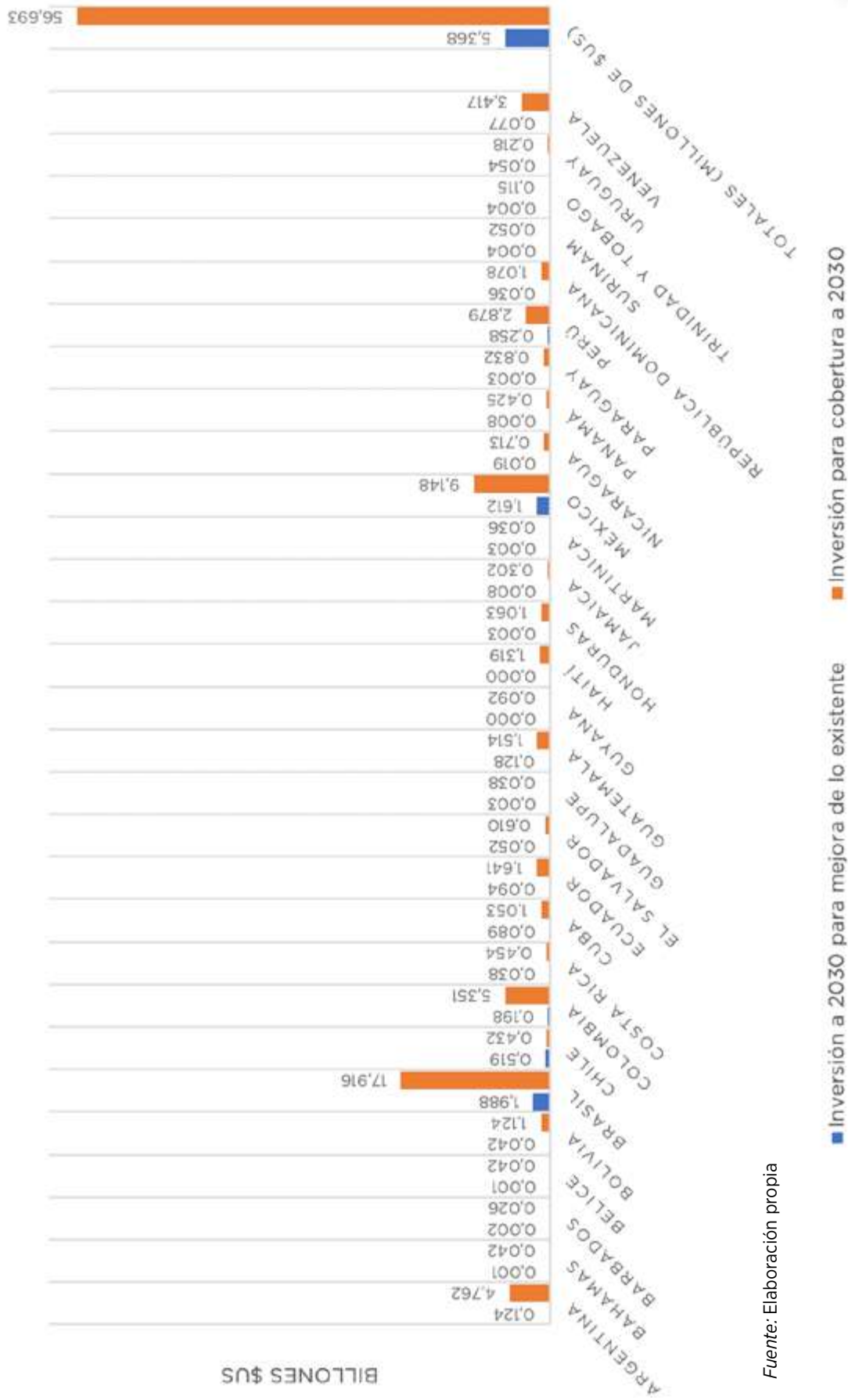
Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.2.6. Estimación de las inversiones necesarias en tratamiento de aguas residuales para alcanzar los ODS en 2030.

PAÍS	POBLACIÓN 2015	Volmen anual de suministro (km3)	% cobertura de tratamiento de aguas	% cobertura de sanem. seguro, "real" con aplicación del coeficiente medio reductor	Población con cobertura de tratamiento de saneamiento	Población sin cobertura de tratamiento de saneamiento	Población con cobertura de saneamiento seguro	Población sin cobertura de saneamiento seguro	Valor patrimonial de inversiones realizadas en tratamiento de aguas (Millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para subsanar los defectos de las instalaciones existentes en tratamiento de aguas residuales (biliones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el tratamiento de aguas residuales (biliones \$US)	Inversión pendiente total a 2030 para alcanzar un grado satisfactorio del tratamiento de aguas residuales (biliones \$US)
ARGENTINA	43.132.000	3.857	8	0	3.450.560	39.681.440	0	43.132.000	414	0,124	4,762	4,886
BAHAMAS	391.232	0,035	10	0	391.232	352.109	0	391.232	5	0,001	0,042	0,044
BARBADOS	279.212	0,025	22	0	61.427	217.785	0	279.212	7	0,002	0,026	0,028
BELICE	369.000	0,033	5	0	18.450	350.550	0	369.000	2	0,001	0,042	0,043
BOLIVIA	10.520.000	0,941	11	0	1.157.200	9.362.800	0	10.520.000	139	0,042	1,124	1,165
BRASIL	204.519.000	18.289	27	0	55.220.130	149.298.870	0	204.519.000	6.626	1,988	17,916	19,904
CHILE	18.006.000	1,610	80	0	14.404.800	3.601.200	0	18.006.000	1.729	0,519	0,432	0,951
COLOMBIA	50.101.000	4,480	11	0	5.511.110	44.589.890	0	50.101.000	661	0,198	5,351	5,549
COSTA RICA	4.851.000	0,434	22	0	1.067.220	3.783.780	0	4.851.000	128	0,038	0,454	0,492
CUBA	11.252.000	1,006	22	0	2.475.440	8.776.560	0	11.252.000	297	0,089	1,053	1,142
ECUADOR	16.279.000	1,456	16	0	2.604.640	13.674.360	0	16.279.000	313	0,094	1,641	1,735
EL SALVADOR	6.514.000	0,583	22	0	1.433.080	5.080.920	0	6.514.000	172	0,052	0,610	0,661
GUADALUPE	405.000	0,036	22	0	89.100	315.900	0	405.000	11	0,003	0,038	0,041
GUATEMALA	16.176.000	1,447	22	0	3.558.720	12.617.280	0	16.176.000	427	0,128	1,514	1,642
GUYANA	773.303	0,069	1	0	7.733	765.570	0	773.303	1	0,000	0,092	0,092
HAITI	10.994.000	0,983	0	0	0	10.994.000	0	10.994.000	0	0,000	1,319	1,319
HONDURAS	8.950.000	0,800	1	0	89.500	8.860.500	0	8.950.000	11	0,003	1,063	1,066
JAMAICA	2.735.520	0,245	8	0	218.842	2.516.678	0	2.735.520	26	0,008	0,302	0,310
MARTINICA	383.000	0,034	22	0	84.260	298.740	0	383.000	10	0,003	0,036	0,039
MÉXICO	121.006.000	10,821	37	0	44.772.220	76.233.780	0	121.006.000	5.373	1,612	9,148	10,760
NICARAGUA	6.459.000	0,578	8	0	516.720	5.942.280	0	6.459.000	62	0,019	0,713	0,732
PANAMÁ	3.764.000	0,337	6	0	225.840	3.538.160	0	3.764.000	27	0,008	0,425	0,433
PARAGUAY	7.003.000	0,626	1	0	70.030	6.932.970	0	7.003.000	8	0,003	0,832	0,834
PERÚ	31.153.000	2,786	23	0	7.165.190	23.987.810	0	31.153.000	860	0,258	2,879	3,136
REPÚBLICA DOMINICANA	9.980.000	0,892	10	0	998.000	8.982.000	0	9.980.000	120	0,036	1,078	1,114
SURINAM	558.368	0,050	22	0	122.841	435.527	0	558.368	15	0,004	0,052	0,057
TRINIDAD Y TOBAGO	1.075.066	0,096	11	0	118.257	956.809	0	1.075.066	14	0,004	0,115	0,119
URUGUAY	3.310.000	0,296	45	0	1.489.500	1.820.500	0	3.310.000	179	0,054	0,272	0,272
VENEZUELA	30.620.000	2,738	7	0	2.143.400	28.476.600	0	30.620.000	257	0,077	3,417	3,494
TOTALES (millones de \$US)	621.558.701	55,583			149.113.333	472.445.368	0	621.558.701	17.894	5,368	56,693	62,062
Dotación unitaria	0,245	m3/hab y día									\$US/hab.	
% de Cobertura media en tratamiento de agua.22											120	
											0,3	
											22	

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.2.3. Estimación de las inversiones necesarias en tratamiento de aguas residuales para alcanzar los ODS en 2030.



Fuente: Elaboración propia

Si bien las cifras pueden parecer muy elevadas, procede hacer un muestreo puntual de la bondad de la estimación realizada. En efecto, se dispone del estudio de la Universidad Colombia de Pereira en la que se estimaba en 2002 que la inversión necesaria en tratamiento de aguas residuales se cifraba en 2.600 millones \$US para Colombia. Si se actualiza esta cifra con el multiplicador 3,08 ya expuesto en un apartado anterior, resulta una cifra de 8.008 millones \$US.

En el Cuadro V.5.2.6 se puede observar que la cifra estimada para Colombia se eleva a 5.549 millones de \$US, cifra que es inferior pero en el orden de magnitud de las previsiones de la Universidad de Pereira. Pero es que, además, la actualización mediante el IPC en Colombia (media de un 7,3 % en los últimos 20 años) no es muy adecuado por cuanto que los equipos no necesariamente serían producidos en Colombia sino que serían objeto de importación de otros países en los que la inflación puede ser muy inferior. Simplemente, una inflación de un 3 % rebajaría la cifra actualizada a 4.172 millones de \$US. En definitiva, este chequeo aleatorio da pie a aceptar las estimaciones realizadas, habida cuenta, por otro lado, de que hay que tomarlas como orientativas, dada la metodología seguida, obligada por la amplitud del territorio bajo análisis, en el que es imposible descender a niveles de mayor precisión.

V.5.2.2.5.4.- SÍNTESIS GLOBAL DE INVERSIONES EN EL SECTOR DEL ABASTECIMIENTO URBANO

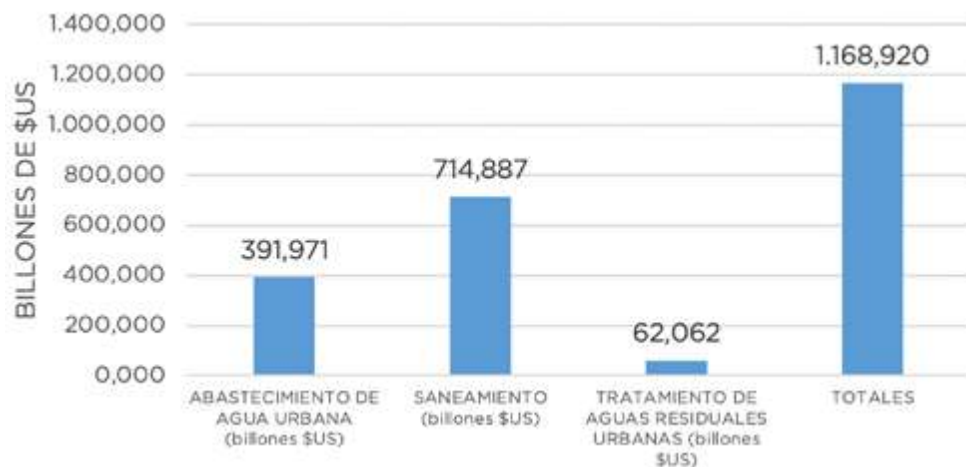
La cifra final que se obtiene por los tres conceptos: abastecimiento, saneamiento y tratamiento de aguas residuales aparece en el cuadro que sigue, elevándose a 1.168,920 billones de \$US (miles de millones).

Cuadro V.5.2.7. Resumen de las inversiones estimadas para el conjunto del sector urbano: abastecimiento, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, para alcanzar los ODS en 2030.

RESUMEN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS EN LAC EN ABASTECIMIENTO, SANAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (billones €US) para 2030-Elaboración propia	
CONCEPTO	INVERSIÓN ESTIMADA (billones \$US)
ABASTECIMIENTO DE AGUA URBANA (billones \$US)	391,971
SANEAMIENTO (billones \$US)	714,887
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS	62,062
TOTALES	1.168,920

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.2.4. Estimación de las inversiones totales para el uso urbano para alcanzar los ODS en 2030.



Fuente: Elaboración propia

V.5.3.- EL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL SECTOR DEL REGADÍO

V.5.3.1. ACCIONES A EMPRENDER EN EL SECTOR DEL REGADÍO PARA EL 2030

A la luz de la exposición del Capítulo II, las acciones a emprender son las siguientes:

- i) Planteamiento de un programa de modernización de regadíos
- ii) Expansión de la superficie actual en riego.

A continuación, se fundamentan las acciones como paso previo para la estimación de las inversiones previsible.

V.5.3.3.1. ACCIONES PARA LA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO

Como ya se señaló en el mencionado Capítulo II, países como Argentina, México, Perú Chile son proclives hacia la rehabilitación y modernización de los sistemas de riego ya existentes, más que hacia la puesta en riego de nuevas zonas. Aunque en Brasil parece más asentada la idea de una expansión del regadío, no puede dejarse arrinconado en un programa de modernización, dado su potencial agrario y su riqueza en recursos hídricos.

Los análisis de principios de los 2000 apuntan a que existen cerca de 8 millones de hectáreas susceptibles de ser modernizadas. Dado el tiempo transcurrido, podría ampliarse sin grave riesgo a 10 millones de hectáreas para la modernización.

A la hora de distribuir esta superficie entre los diversos países, se propone hacerlo en proporción a la superficie bajo riego en el año 2013, según datos

de FAO que en el año 2000 recogía el Informe Aquastat de FAO, y que se ofrecen en el cuadro que sigue.

Cuadro V.5.3.1. Distribución de las 10 millones de ha a modernizar en 2030.

PAÍS DE LAC	MILLONES DE HECTÁREAS DE REGADÍO HACIA 2013	SUPERFICIE A MODERNIZAR (en proporción a su superficie de riego), MILLONES DE HA.
ARGENTINA	2	1,23
BRASIL	5,4	3,33
CHILE	1,1	0,68
MÉXICO	6,5	4,01
PERÚ	1,2	0,74
TOTALES	16,20	10,00
Objetivo de modernización para 2030 (millones de hectáreas):		10

Fuente: Elaboración propia

El reparto de las hectáreas a modernizar es coherente con lo expuesto más arriba sobre las ideas preponderantes en los diversos países. Ello no significa que en otros países no se demanden modernizaciones de regadíos. Por ejemplo, ya se expuso en el Capítulo II que en las Pequeñas Antillas y Bahamas las dotaciones brutas son elevadas, del orden de 12.000 m³/ha, por lo que serían susceptibles de ser modernizadas, pero su superficie en riego es reducida, del orden de 20.000 ha, por lo que no parece oportuno incorporarla al cuadro anterior. O es el caso de Bolivia en donde se ha planteado un Plan para aumentar en 500.000 la superficie en regadío.

V.5.3.4. ACCIONES DE EXPANSIÓN DEL REGADÍO

Asimismo, en el Capítulo II se ha indicado cuáles son los países LAC con menor capacidad para acoger la expansión de riego de los 4 millones de hectáreas que prevé FAO para 2030.

- i) Argentina, El Salvador y Venezuela, por la escasa superficie potencial con relación a la superficie total del país y por la escasez de recursos hídricos disponibles en las áreas de mayor aptitud para el riego lo que limita dicha superficie.
- ii) Bolivia, por las condiciones climáticas, la topografía accidentada y la escasez de agua en buena parte del país.
- iii) Costa Rica y Panamá. Las condiciones húmedas de la mayor parte del territorio hacen que la necesidad del riego y, por tanto, su superficie potencial sea baja, así como la escasa superficie potencial con relación a la superficie total del país.

En definitiva, nuevamente la atención habría que centrarla en Brasil, México, Chile y Perú, a las que se debe incorporar Colombia, al menos a los efectos predictivos con que se acomete el presente trabajo.

Como era previsible, son Brasil y México las que se reparten el mayor porcentaje de la ampliación. Cabría incluso la duda de si se deberían invertir las posiciones de ambos países, dada la potencial mayor demanda que ofrece actualmente Brasil. En cualquier caso, el tema es irrelevante a los efectos del presente trabajo, por lo que se deja hecha simplemente la observación.

Cuadro V.5.3.2. Distribución de las 4 millones de ha de expansión del regadío a 2030

PAÍS DE LAC	MILLONES DE HECTÁREAS DE REGADÍO HACIA 2013	SUPERFICIE A AMPLIAR (en proporción a su superficie de riego), MILLONES DE HA.
COLOMBIA	1,1	0,29
BRASIL	5,4	1,41
CHILE	1,1	0,29
MÉXICO	6,5	1,70
PERÚ	1,2	0,31
TOTALES	15,30	4,00
Objetivo de ampliación para 2030 (millones de hectáreas):		4

Fuente: Elaboración propia.

V.5.3.5. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS A 2030

Anteriormente se ha reportado que la experiencia de modernización en Perú proporcionó cifras de 2.350 \$US/ha, cifras del año 2000. Tomando el índice medio de elevación del IPC de los últimos 20 años que publica el Fondo Monetario Internacional, el multiplicador que resulta es de 1,93, de manera que la cifra actualizada sería de 4.535,5 \$US/ha.

Esta cifra está en el entorno de la que se utiliza en España que es del orden de unos 4.000 €/ha, que al cambio de 1,17 resulta una cifra de 4.680 \$US/ha. Contemplando que las inversiones habrían de hacerse en media dentro de 9 años, con el índice medio de elevación del IPC de 1,037, resulta un nuevo factor multiplicador de 1,39, lo que eleva el coste de referencia medio de modernización de una hectárea a unos 6.500 \$US/ha.

A su vez, la hectárea de nuevo regadío se puede aceptar que es un 50 % superior a la de modernización, es decir, 9.750 \$US/ha.

Con ello se pueden sintetizar las inversiones necesarias para lograr los objetivos marcados a 2030.

Cuadro V.5.3.3. Estimación de las inversiones en modernización y ampliación de regadíos

PAÍS DE LAC	HECTÁREAS SUSCEPTIBLES DE SER MODERNIZADAS (millones)	INVERSIÓN NECESARIA A 2030 PARA MODERNIZACIÓN (billones \$US)	HECTÁREAS DE AMPLIACIÓN DEL REGADÍO (millones)	INVERSIÓN NECESARIA A 2030 PARA AMPLIACIÓN DEL REGADÍO (billones \$US)	TOTAL INVERSIÓN ESTIMADA EN 2030 PARA REGADÍO (billones \$USA)
ARGENTINA	1,23	8,025		0,000	8,025
COLOMBIA		0,000	0,29	2,804	2,804
BRASIL	3,33	21,667	1,41	13,765	35,431
CHILE	0,68	4,414	0,29	2,804	7,218
MÉXICO	4,01	26,080	1,70	16,569	42,649
PERÚ	0,74	4,815	0,31	3,059	7,874
AMERICA LATINA Y CARIBE	10	65,000	4	39,000	104,000
INVERSIÓN POR HECTÁREA PARA MODERNIZACIÓN			6.500	\$US/ha	
INVERSIÓN POR HECTÁREA DE EXTENSIÓN DEL REGADÍO			9.750	\$US/ha	

Fuente: Elaboración propia.

V.5.4.- AGUA Y ENERGÍA. EL SECTOR HIDROELÉCTRICO

V.5.4.1. CRITERIOS GENERALES PARA PLANTEAR LA EVOLUCIÓN A FUTURO DEL DESARROLLO HIDROELÉCTRICO EN LOS PAÍSES DE ALC

Pese al “retroceso” del rol de la energía hidroeléctrica respecto al pasado, es lo cierto que se han seguido implantando centrales hidroeléctricas, con diferente grado de intensidad según países. En el Cuadro que sigue se presentan las capacidades adicionales instaladas en el período entre 1970 a 2015, estructuradas por décadas excepto el último subperíodo que, obviamente, es un lustro.

Conclusiones que se desprenden:

- i) El esfuerzo de ampliación del parque hidroeléctrico se ha mantenido relativamente constante en torno a 3.000 MW/año en cada *década*, lo que ha conducido a que en el momento actual, el parque hidroeléctrico instalado sea de unos 157 GW.
- ii) Su distribución entre países de ALC es muy variable, pudiéndose destacar lo siguiente:
 - Argentina mantuvo una intensidad constante entre 1970 a 2000 con casi 300 MW/año, a partir del 2000 ha rebajado la capacidad hidroeléctrica añadida a 44,3 MW/año en la década 2000-2010 y a 2,9 MW/año en el lustro 2010 a 2015. A efectos, pues, de una prognosis hasta el año 2030 cabría asignarle un modesto porcentaje de incremento de energía hidroeléctrica.

- Brasil mantiene un ritmo casi constante, del orden de 1.800 MW/año que sigue en la actualidad, por lo que previsiblemente haya que seguir contando hasta el 2030 con ese gradiente de incremento de energía hidroeléctrica. Se reportan ciertas críticas sobre la falta de gobernanza en determinadas zonas del país (Amazonía, especialmente) por lo que estaría habiendo ciertos conflictos con la legislación medioambiental y de respecto a los derechos de las poblaciones indígenas reconocidas en la legislación brasileña. Esto puede arrojar determinadas dudas sobre cómo va a evolucionar hacia futuro el incremento del parque hidroeléctrico en el Brasil.
- Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela mantienen un constante esfuerzo en la materia, incluso intensificándose en el último lustro, siempre muy lejos de Brasil.

V.5.4.2. BASES PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS EN LAS PRÓXIMAS DÉCADAS EN EL SECTOR HIDROELÉCTRICO

Las acciones que se deberán emprender en el sector hidroeléctrico para el futuro (2030) responden a las siguientes categorías:

- a) Rehabilitación de grandes centrales, entendiendo como tales las que superan los 1.000 W de potencia.
- b) La rehabilitación de centrales de potencia inferior a 1.000 MW. Aquí se incluyen tanto centrales importantes, aunque de potencias inferiores a 1.000 MW, como las pequeñas centrales hidráulicas.,
- c) La implantación de nuevas centrales, de la potencia que fuere.

A continuación, se aborda cada una de estas categorías:

Cuadro V.5.4.1. Instalaciones hidroeléctricas incorporadas (MW/año) en las décadas comprendidas entre 1970 a 2015

PERÍODO	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2015
Argentina	301,6	298,7	299,0	44,3	2,9
Belice	0,0	0,0	0,0	5,3	0,3
Bolivia	9,3	4,4	6,7	11,2	-0,7
Brasil	1.812,8	1.839,2	1.634,2	1.873,7	1.835,5
Chile	40,3	96,1	169,7	135,3	176,7
Colombia	155,2	373,2	131,6	123,6	366,6
Costa Rica	28,3	28,3	47,8	32,9	64,5
Cuba	0,1	-4,6	5,7	0,5	0,0
Ecuador	12,0	68,6	83,7	46,8	32,1
El Salvador	13,5	15,7	0,7	7,7	0,1
Guatemala	1,7	37,3	4,7	31,4	30,5
Guyana	0,2	-0,2	0,1	-0,1	0,0
Haití	5,0	0,4	0,8	-0,1	0,0
Honduras	7,9	32,4	0,2	9,1	17,7
Jamaica	0,0	0,2	0,1	-0,1	1,2
México	276,2	181,3	174,2	188,4	87,4
Nicaragua	4,9	0,3	0,0	0,2	2,5
Panamá	23,6	30,0	6,2	32,3	131,7
Paraguay	10,0	490,0	230,0	142,0	0,0
Perú	94,5	53,2	46,0	57,8	119,0
República Dominicana	16,4	2,5	19,7	12,1	15,6
Surinam	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Uruguay	13,5	82,8	33,9	0,0	0,0
Venezuela	178,3	763,7	289,5	140,7	85,8
TOTAL	3.006,1	4.393,6	3.184,4	2.895,1	2.969,5

Fuente Alarcón, Arturo, según datos de OLADE.

V.5.4.2.1. REHABILITACIÓN DE LAS CENTRALES CON LA SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS ELECTROMECAÑICOS Y ELÉCTRICOS POR ENVEJECIMIENTO DE LOS EQUIPOS

La vida útil de los equipamientos electromecánicos (turbinas y alternadores, equipos de bombeo auxiliar, etc) y eléctricos (transformadores, armarios eléctricos, sistemas de control, etc.) se estima que está entre 25 y 30 años. La obra civil tiene una mayor vida útil, que en términos medios se estima en 50 años, aunque la robustez de esa infraestructura permite su alargamiento. Hoy día podría alcanzar los 100 años con determinadas reparaciones para asegurar su integridad.

En este trabajo se apunta a 2030 como año horizonte para el establecimiento de los objetivos de sostenibilidad y de logro de la seguridad hídrica. Esto

significa que todas las plantas que hubieran entrado en operación antes de 2000 deberían ser objeto de rehabilitación en 2030. Pero hay que tener en cuenta que la preparación de proyectos, licencias medioambientales, estudios y decisiones financieras, exigen un plazo no inferior a 5 años, más la propia ejecución de las obras que podrían durar no menos de 2 años según la entidad de la rehabilitación, es decir hay que retrasar 7 años la fecha de identificación de las centrales susceptibles de ser rehabilitadas, lo que fija esa fecha límite en 1993.

Para presentar una secuencia inversora más realista, se podría establecer un año horizonte intermedio, 2025 al que se llevarían todas las centrales que hubieran sido construidas antes de 1988. Esta fecha surge a partir de la justificada de 1993 restándole los 5 años de diferencia entre los horizontes de 2030 y 2025.

Se prescinde del ritmo a que debería disponerse el crédito financiero, pues es una cuestión de detalle, aunque importante, a matizar por los especialistas económicos, pero que se sale del alcance del presente trabajo.

Cabe, pues, como simplificación en una acción de la naturaleza que aquí se aborda plantear unas demandas de inversión a corto, para el año 2025 y otras a “largo” para el año 2030.

Por otra parte, se tienen dos tipos de centrales. Las que se denominan grandes centrales, con potencias superiores a 1.000 MW de las que ya se han hecho consideraciones en el apartado II.5.4 y el resto, de menor potencia. Aquí se incluirán las pequeñas centrales que se atienden a otros criterios de carácter más local y con asentamientos alejados de los grandes centros y de las grandes redes de transporte, aunque por la naturaleza del presente estudio no es posible dedicarle una atención específica.

V.5.4.2.1.1.- GRANDES CENTRALES

De acuerdo con este planteamiento, las grandes centrales a ser rehabilitadas, con inversiones a 2025 y 2030 son las que aparecen en los Cuadros que siguen:

Cuadro V.5.4.2. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de Brasil a 2025 y 2030

Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
ITAIPIÚ	Paraná	14.000	2003	NO	NO
TUCURUI	Tocatins	8.370	1984	SI	NO
PAULO ALONSO	Sao Francisco	4.279	1979	SI	NO
SOLTEIRA	Paraná	3.200	1974	SI	NO
XINGÓ	Sao Francisco	3.162	1997	NO	NO
ITUMBIARA	Paranaíba	2.082	1980	SI	NO
SÉRGIO MOTTA	Paraná	1.815	2003	NO	NO
SAO SIMAO	Paranaíba	1.710	1979	SI	NO
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Iguazú	1.674	1980	SI	NO
JUPIÁ SOUZA DÍAS	Paraná	1.551	1974	SI	NO
ITAPARICA	Sao Francisco	1.500	1975	SI	NO
ITÁ	Uruguay	1.450	2001	NO	NO
MARIMBONDO	Grande	1.436	1977	SI	NO
SALTO SANTIAGO	Iguazú	1.420	1980	SI	NO
AGUA VERMELHAN	Grande	1.396	1979	SI	NO
CORUMBÁ	Corumbá	1.275	2006	NO	NO
SERRA DA MESA	Tocatins	1.275	1998	NO	NO
SALTO SEGREDO	Iguazú	1.260	1995	NO	NO
SALTO CAXIAS	Iguazú	1.240	1999	NO	NO
LUIS GONZAGA	Sao Francisco	1.225	1988	NO	SI
FUMAS	Grande	1.216	1974	SI	NO
EMBORCACAO	Paranaíba	1.192	1983	SI	NO
MACHADINHO	Pelotas	1.140	2002	NO	NO
SALTO OSÓRIO	Iguazú	1.078	1975	SI	NO
ESTREITO II	Grande	1.050	1961	SI	NO
SOBRADINHO	Sao Francisco	1.050	1982	SI	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		32.530			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		1.225			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.3. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de Colombia a 2025 y 2030

Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
HIDROITUANGO	Cauca	2.400	2018	NO	NO
SAN CARLOS	Magdalena	1.240	1984	SI	NO
GUAVIO	Guavio	1.189	1994	NO	NO
CHIVOR	Batá	1.000	1977	SI	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		2.240			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.4. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de Argentina a 2025 y 2030

Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
YACYRETÁ	Paraná	4.050	1998	NO	NO
SALTO GRANDE	Uruguay	1.890	1982	SI	NO
GARABÍ-RONCADOR	Uruguay	1.775	1982	SI	NO
ITATI-ITACORA	Limay (Patagonia)	1.700	2018	NO	NO
PIEDRA DEL ÁGUILA	Limay (Patagonia)	1.400	1994	NO	NO
EL CHOCÓN	Limay (Patagonia)	1.200	1995	NO	NO
PLANICIE BANDEERITA	Neuquén	1.200	1978	SI	NO
ALICURA	Limay (Patagonia)	1.020	1987	SI	NO
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Río Grande (Bombeo)	1.000	1980	SI	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		6.885			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.5. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de Venezuela a 2025 y 2030

Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
SIMÓN BOLÍVAR	Caroní	10.200	1986	SI	NO
MACAGUA (I, II y III)	Caroni	3.168	2010	NO	NO
CARUACHI	Caroni	2.196	2006	NO	NO
TOCOMA	Caroni	2.160	2014	NO	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		10.200			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.6. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de Perú a 2025 y 2030

Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
MANTARO	Mantaro	1.156	1980	SI	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		1.156			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.7. Análisis de posibilidades de renovación de las grandes centrales hidroeléctricas de México a 2025 y 2030

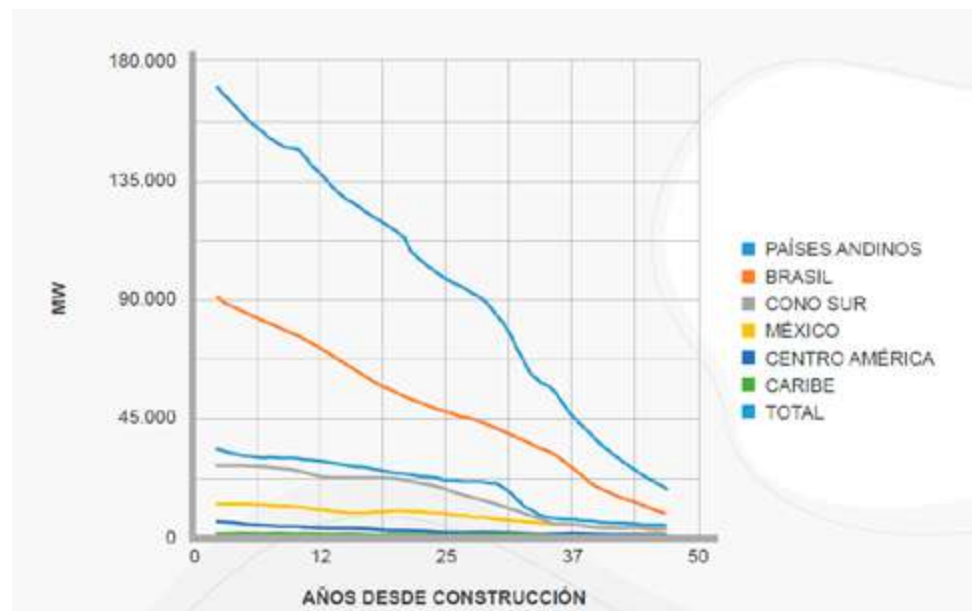
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?
MALPASO	Grijalva	1.080	1977	SI	NO
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		1.080			
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0			

Fuente: Elaboración propia.

V.5.4.2.1.2.- REHABILITACIÓN DEL RESTO DE CENTRALES

El planteamiento de la realización del resto de centrales es más complicado, por cuanto que en un estudio de este nivel no se puede trabajar sobre las listas de centrales existentes, debiendo acudir a un procedimiento más expeditivo, pero sobre bases razonablemente realistas. En este sentido, se va a seguir el mismo criterio que para las grandes centrales (los plazos de ejecución y aprobación serán, razonablemente, menores, pero a efectos de este trabajo se consideran similares) De esta forma, centrales anteriores a 1988 se asocian a su rehabilitación para 2025 y las posteriores a 1993, para 2030. En la Figura que sigue, aceptando que su información procede de 2016, el conjunto para 2025 saldría de considerar una abscisa de 28 años y de 23 el potencial a rehabilitar para 2030

Figura V.5.4.4. Antigüedad del conjunto de las centrales hidroeléctricas de LAC, por países y subregiones



Fuente: Alarcón, Arturo. BID

Con ello, se tiene:

Potencial de países andinos a ser rehabilitado: con 28 años de antigüedad, 22.500 MW, con 23 años, 21.000 MW.

Potencial de Brasil a ser rehabilitado: con 28 años, 45.000 MW; con 23 años, 50.000 MW

Potencial del Cono Sur a ser rehabilitado: con 28 años, 18.000 MW; con 23 años, 22.500 MW,

Potencial de México a ser rehabilitado: con 28 años, 6.000 MW; con 23 años, 8.000 MW

Potencial de Centro América a ser rehabilitado: con 28 años, 0 MW; con 23 años, 0 MW

Potencial de Caribe a ser rehabilitado: con 28 años, 0 MW; con 23 años, 0 MW

La síntesis se presenta en el Cuadro que sigue:

Hay que reseñar que en Países Andinos se considera integrados Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. En el Cono Sur, Argentina, Chile y Uruguay

Cuadro V.5.4.8. Potencial a rehabilitar para 2025 y 2030, segregado por países/subregiones LAC, discriminando entre las grandes centrales y las de menor potencia (recogidas bajo la denominación de potencial convencional).

PAÍS/ SUBREGIÓN	REHABILITACIÓN PARA 2025			REHABILITACIÓN PARA 2030		
	Potencial Total (MW)	Potencial en grandes centrales (MW)	Potencial convencional	Potencial Total (MW)	Potencial en grandes centrales (MW)	Potencial convencional
Países Andinos	22.500	13.596	8.904	1.500	0	1.500
Brasil	50.000	32.530	17.470	5.000	1.225	3.775
Cono Sur	22.500	6.885	15.615	4.500	0	4.500
México	8.000	1.080	6.920	2.000	0	2.000
Centro América	0	0	0	0	0	0
Caribe	0	0	0	0	0	0
SUMAS	103.000	54.091	48.909	13.000	1.225	11.775

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro precedente, para 2025 habría que rehabilitar un total de 103 GW, de los cuales, 54 GW corresponden a Grandes Centrales y unos 49 GW a las restantes centrales, que cubren toda la gama de potencias medias y pequeñas.

Para 2030 quedarían por rehabilitar otros 13 GW, 1,2 en Grandes Centrales y el resto, 11,8, en restantes centrales.

En total, para 2030 habría que haber renovado 116 GW.

V.5.4.2.2. DESARROLLO DE NUEVAS CENTRALES

Ya se ha señalado más arriba la dificultad, a falta de un Plan solvente, para predecir el potencial de nuevas centrales que se podrían implantar hasta 2030. Se ha indicado que el mejor criterio es darle continuidad a la tendencia marcada en el período más reciente, 2010 a 2015. Esa tendencia, se ha presentado en el Cuadro V.5.4.1. y su aplicación se presenta en el cuadro que sigue:

Cuadro V.5.4.9. Estimación del nuevo potencial a implantar entre 2025 y 2030, segregado por países LAC y por aplicación de la tendencia marcada en el período 2010 a 2015.

ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA A IMPLANTAR EN NUEVAS CENTRALES PARA 2025 Y 2030			
PAÍS	Tendencia marcada en 2010-2015. MW por año	Potencial a implantar en 2025 (MW)	Potencial a implantar en 2030 (MW)
ARGENTINA	2,9	20,3	14,5
BELICE	0,3	2,1	1,5
BOLIVIA	-0,7	0,0	0,0
BRASIL	1.835,5	12.848,5	9.177,5
CHILE	176,7	1.236,9	883,5
COLOMBIA	366,6	2.566,2	1.833,0
COSTA RICA	64,5	451,5	322,5
CUBA	0,0	0,0	0,0
ECUADOR	32,1	224,7	160,5
EL SALVADOR	0,1	0,7	0,5
GUATEMALA	30,5	213,5	152,5
GUYANA	0,0	0,0	0,0
HAITÍ	0,0	0,0	0,0
HONDURAS	17,7	123,9	88,5
JAMAICA	1,2	8,4	6,0
MÉXICO	87,4	611,8	437,0
NICARAGUA	2,5	17,5	12,5
PANAMÁ	131,7	921,9	658,5
PARAGUAY	0,0	0,0	0,0
PERÚ	119,0	833,0	595,0
REPÚBLICA DOMINICANA	15,6	109,2	78,0
SURINAM	0,0	0,0	0,0
URUGUAY	0,0	0,0	0,0
VENEZUELA	85,8	600,6	429,0
TOTALES (MW)	2.969,4	20.790,7	14.850,5

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se deduce que la previsión de incremento de potencia instalada para 2030 se estima en 35.642,2 MW, que supone un 22,7 % sobre los 156.850 MW implantados actualmente, según datos presentados en el apartado II.5.4, y, a su vez, supone un incremento acumulativo anual ligera-

mente por encima del 1,7 %, porcentaje muy inferior a los que se tuvieron en las décadas 1980 y 1990. Hay que aclarar, no obstante, que el incremento de potencial anual no ha variado mucho lo que ocurre es que el potencial total actual es muy superior a lo que en aquel entonces estaba instalado, de manera que su crecimiento porcentual resulta inferior.

V.5.4.3. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS

V.5.4.3.1. BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS INVERSIONES

Hay que indicar que normalmente una central hidroeléctrica necesita de un embalse de regulación y la central propiamente dicha. En primer lugar, se trata únicamente de la estimación de la inversión necesaria en la central. Más adelante se abordará el coste del embalse. En general, los embalses suelen ser multipropósito, es decir, regulan el recurso hídrico para atender funciones varias: abastecimiento urbano, regadío, producción de hidroelectricidad, laminación de avenidas (es decir, protección frente a inundaciones), protección frente a sequías, aseguramiento de caudales ecológicos, etc. Y, naturalmente, siempre hay una función prioritaria. En este documento se hace el supuesto implícito de que todos los embalses atienden a la función hidroeléctrica (no necesariamente con carácter prioritario), por lo que los embalses existentes quedan implícitamente considerados al analizar el potencial hidroeléctrico. Es, evidentemente, una simplificación que no se espera que introduzca un alto margen de error en los resultados globales.

El coste de una central hidroeléctrica no depende tan sólo de la potencia instalada, sino también del caudal y salto nominales. Cuanto mayor sea el salto, menor será, a igualdad de potencia, el caudal de turbinación, lo que abarata el equipo. Por eso las turbinas Pelton son más económicas que las Francis y éstas lo son más que las Kaplan. Hay que recordar que las turbinas Pelton son las indicadas para grandes saltos, las Francis cubren una amplia gama de saltos medios (Itaipú, por ejemplo, las tiene Francis) y las Kaplan están indicadas para saltos más pequeños. Dentro de las Kaplan su coste depende también del grado de sofisticación incorporado, como doble regulación, etc.

Los equipamientos eléctricos y de control están más directamente relacionados con la potencia y la tensión eléctrica (asociada a la potencia). Un transformador depende de su potencia y de las tensiones de operación. La subestación que puede necesitar una gran central depende también de su potencia que, a su vez, impone las tensiones de las líneas de llegada y salida.

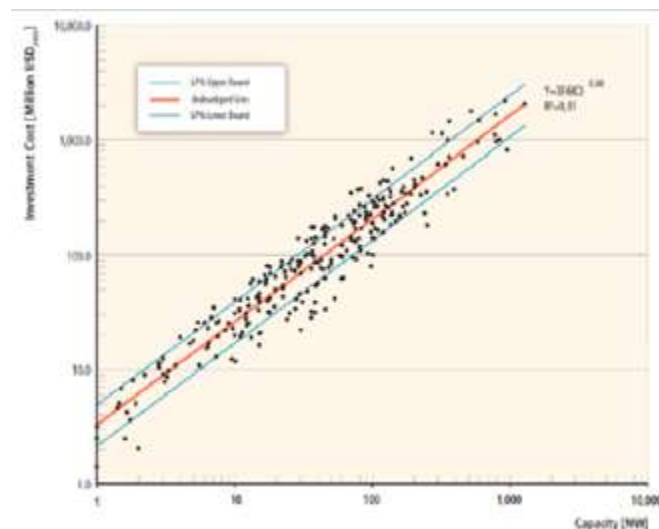
En definitiva, el coste de inversión de una central sólo se puede inferir con determinada precisión a partir de su proyecto y, en determinados casos, una vez finalizada su ejecución por los imprevistos y modificaciones de diseño que por razones diversas se introducen, incluyendo sus costes de financiación que pueden ser importantes.

En un trabajo de esta naturaleza no es posible, por tanto, contemplar la realidad de cada caso, sino que hay que adoptar metodologías que, siendo solventes, sean aplicables con cierta sencillez y generalizadas para los casos tan diversos que van a presentarse.

Es por eso que para abordar el coste de inversión de las centrales hidroeléctricas se haya optado por el procedimiento que recoge la Figura V.5.4.5 aparecida en Mercados Eléctricos, en Junio de 2012. Su autor es Hall y otros, de 2003.

Se trata de un ajuste logarítmico, muy apropiado para este tipo de problemas, pues en escala logarítmica, tanto para la abcisa como para la ordenada, se ajusta bien a una ley lineal. El autor ha recopilado numerosos casos de centrales de Estados Unidos que son las que le han servido para hacer el ajuste. Con buen criterio, el autor presenta la banda de confianza, lo que significa que las cifras pueden tener alto rango de variación. La escala logarítmica puede resultar engañosa, de ahí que el propio artículo de la revista menciona algunos casos para mostrar la variación de costes dentro de la banda de confianza. En concreto, menciona el caso de una central con 100 Mw cuyo coste promedio (línea roja de la Figura que sigue) es de 200 millones de \$US, pero pudiendo variar (dentro de las líneas azules que en la Figura marcan la banda de confianza) entre 100 millones y 400 millones. Es decir, cabe la posibilidad de variar entre 1 y 4 veces. Esto que puede resultar extraño para personas no expertas, se comprende por lo indicado anteriormente, es decir, depende del salto y del caudal, pero también de las especificidades de la obra civil por problemas de geología de la cimentación, requerimientos sísmicos, facilidad de acceso, etc.

Figura V.5.4.5. Valoración de la inversión necesaria en una central hidroeléctrica, en millones de \$US, en función de su potencia, en MW.



Fuente: Mercados eléctricos, Junio 2012, tomado de Hall and alt. 2003.

Ante esta situación, se ha optado por ceñirse a la valoración que resulta de la línea de ajuste, que da el valor más probable del coste, en términos estadísticos. Por lo mismo, tampoco se ha optado por actualizar costes en función de los años transcurridos desde el 2003 en que se ha elaborado el gráfico, pues todo ello entra dentro del margen de error que subyace en el método.

Quede, pues, claro que la valoración **como obra nueva** de una central hidroeléctrica se llevará a cabo mediante el ajuste logarítmico de la Figura precedente de la que resulta la siguiente expresión:

$$\text{Coste (millones \$US)} = 3 * \text{Potencia}^{0,9}$$

en donde la potencia se expresa en MW.

A efectos de un chequeo de la fórmula, se ha analizado la central de Itaipú, con sus 14.000 MW y un coste de 17.500 millones de \$US, según información obtenida de artículos sobre Itaipú. De la expresión anterior, se deriva un coste de 16.167 millones \$US, lo que es una aproximación suficientemente aceptable a los fines que se persiguen. Téngase en cuenta que la cifra de 17.500 millones incluye los costes financieros contraídos a lo largo de la ejecución de la central, cuyo primera turbina se instaló en 1984 y se fueron implantando tres por año, hasta 1991 en que se culminó la primera fase, con 18 grupos instalados con potencia total de 12.600 Mw. En 2007 se añadieron los dos últimos grupos completando la potencia total actual de 14.000 MW.

Por lo que se refiere al coste del embalse, la estimación de sus costes es aún más complicada que los de la central, porque aquí influyen extraordinariamente las características del emplazamiento, su geología, la profundidad a la que se encuentra el cimientado con suficiente capacidad resistente (por lo general, roca), la hidromorfología del cauce y sus caudales en régimen normal y en avenidas. Y, sobre todo, las expropiaciones e indemnizaciones que hay que abonar por ocupación de los terrenos del vaso, la existencia o no de poblaciones importante en esos terrenos y los servicios afectados, como nueva red de carreteras, redes eléctricas, ferroviarias, de gas, de comunicaciones, así como las medidas mitigadoras del impacto ambiental y social, etc.

Todo ello es muy variable por lo que las estimaciones están sujetas a grandes incertidumbres en un trabajo como el presente, pero es necesario dotarse de una herramienta para esta evaluación con todos los riesgos que conlleva.

En el presente caso no se ha podido disponer de una información del tipo encontrado para las centrales, por lo que ha habido que acudir a otras informaciones de carácter menos preciso. En tales condiciones, se ha elaborado la siguiente fórmula para estimar el coste de la presa y embalse:

$$\text{Coste de la presa (millones \$US)}: V * e^{(-0,0959 * \ln V + 0,6218)}$$

Siendo “V” el volumen del embalse en hm³ y “e” la base de los logaritmos neperianos (= 2,7182).

Una vez más, para el embalse de Itaipú, con sus 29.000 hm³, la cifra que sale se eleva a 20.160 millones \$US, que junto al valor de la central, 16.167 millones, da un total de 36.327 millones muy ajustada a la cifra de 36.000 millones \$US que se reporta en la bibliografía. Hay que señalar que esa precisión se ha logrado gracias a ajustar la curva logarítmica del coste de las presas y embalses al propio caso de Itaipú.

Otro punto de chequeo es la cifra que en los años 80 se aceptaba como coste de referencia para un embalse de 1.000 hm³: 120 millones de dólares. La actualización de este valor es muy dependiente de los distintos países. Con los datos del Fondo Monetario Internacional los precios se han multiplicado en América Latina y el Caribe, en media, por 15,18. Si se considera la evolución de los últimos 20 años, de mayor estabilidad y la tasa promedio que resulta se aplica a los 36 años transcurridos desde 1980 se obtiene un multiplicador menor, 7,73.

Veamos lo que resulta de aplicar la fórmula de valoración de un embalse de 1.000 hm³ de capacidad: salen 960 millones \$USA que respecto al referente de inicio, 120 millones, resulta en un multiplicador de 8 que, obviamente, está comprendido entre los dos valores anteriores, más próximo al segundo que, por otra parte, puede ser más representativo. Se da, por tanto, validada la fórmula de estimación de la inversión “probable” del coste de presa y embalse (contando con la infraestructura en sí más el coste de los terrenos y de la reposición de los servicios afectados y, en su caso, la mitigación de los impactos ambientales).

V.5.4.3.2. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS

V.5.4.3.2.1. INVERSIÓN EN REHABILITACIÓN DE GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

En las centrales hidroeléctricas, el coste de la obra civil se puede suponer que equivale al 60 % de la inversión total, en tanto que las instalaciones electromecánicas y eléctricas suponen el 40 % restante. Son porcentajes medios, muy variables según los casos, pero que sirven perfectamente para el estudio que se está llevando a cabo.

La rehabilitación se puede, por tanto, valorar en el 40 % del valor de nuevo de la central, que supondría cambiar tan sólo las instalaciones electromecánicas y los retoques que hubiera que hacer en la obra civil, se pueden estimar en un 10 % adicional, de manera que el coste de la rehabilitación se va a estimar en el 50 % del valor de la obra nueva.

Aparte de ello, están las presas de embalse que también pueden ser objeto de determinadas mejoras que el paso del tiempo, y los propios cambios regulatorios, hayan puesto en evidencia, pese a la existencia de un mantenimiento preventivo y correctivo que debería estarse realizando. En este caso, se va a estimar en un 8 % del valor de nuevo de la presa.

En el caso de Itaipú, por su entidad, hay que hacer unas precisiones. En 1988 se habían instalado 12 grupos de turbina/alternador sobre el total de 20; este es el año que se ha establecido como fecha límite para proceder a su rehabilitación en 2025. Asimismo, en 1993, límite para la rehabilitación en 2030, se habían instalado 6 adicionales. En definitiva, para 2025, se adoptará los 12/20, es decir, las tres quintas partes de la central. Para 2030, serán 6/20, es decir, los 3/10.

Sobre estas bases, en los cuadros que siguen se presentan las inversiones previsibles de rehabilitación de las grandes centrales en los distintos países de ALC.

Cuadro V.5.4.10. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de Brasil

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE BRASIL												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN		INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)	
								EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)			
ITAIPIÚ	Paraná	14.000	2003	NO	NO	29000	20,2	1,6	16,2	4,9	2,4	
TUCURUI	Tocantins	8.370	1984	SI	NO	45536	30,3	2,4	10,2	7,5	0,0	
PAULO ALONSO	Sao Francisco	4.279	1979	SI	NO	3000	2,6	0,2	5,6	3,0	0,0	
SOLTEIRA	Paraná	3.200	1974	SI	NO	21100	15,1	1,2	4,3	3,4	0,0	
XINGÓ	Sao Francisco	3.162	1997	NO	NO	3000	2,6	0,2	4,2	0,0	0,0	
ITUMBIARA	Paranaíba	2.082	1980	SI	NO	17000	12,4	1,0	2,9	2,4	0,0	
SÉRGIO MOTTA	Paraná	1.815	2003	NO	NO	20000	14,4	1,2	2,6	0,0	0,0	
SÃO SIMÃO	Paranaíba	1.710	1979	SI	NO	12700	9,6	0,8	2,4	2,0	0,0	
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Iguaçu	1.674	1980	SI	NO	8300	6,5	0,5	2,4	1,7	0,0	
JUPIÁ SOUZA DIAS	Paraná	1.551	1974	SI	NO	3680	3,1	0,2	2,2	1,4	0,0	
ITAPARICA	Sao Francisco	1.500	1975	SI	NO	10782	8,2	0,7	2,2	1,7	0,0	
ITÁ	Uruguay	1.450	2001	NO	NO	3000	2,6	0,2	2,1	0,0	0,0	
MARIMBONDO	Grande	1.436	1977	SI	NO	6150	5,0	0,4	2,1	1,4	0,0	
SALTO SANTIAGO	Iguaçu	1.420	1980	SI	NO	4094	3,4	0,3	2,1	1,3	0,0	
AGUA VERMELHAN	Grande	1.396	1979	SI	NO	11100	8,5	0,7	2,0	1,7	0,0	
CORUMBÁ	Corumbá	1.275	2006	NO	NO	3800	3,2	0,3	1,9	0,0	0,0	
SERRA DA MESA	Tocantins	1.275	1998	NO	NO	54400	35,6	2,8	1,9	0,0	0,0	
SALTO SEGREDO	Iguaçu	1.260	1995	NO	NO	3000	2,6	0,2	1,9	0,0	0,0	
SALTO CAXIAS	Iguaçu	1.240	1999	NO	NO	3000	2,6	0,2	1,8	0,0	0,0	
LUIS GONZAGA	Sao Francisco	1.225	1988	NO	SI	3000	2,6	0,2	1,8	0,0	1,1	
FUMAS	Grande	1.216	1974	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,8	1,1	0,0	
EMBORCACAO	Paranaíba	1.192	1983	SI	NO	17500	12,8	1,0	1,8	1,9	0,0	
MACHADINHO	Pelotas	1.140	2002	NO	NO	3300	2,8	0,2	1,7	0,0	0,0	
SALTO OSÓRIO	Iguaçu	1.078	1975	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,6	1,0	0,0	
ESTREITO II	Grande	1.050	1961	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,6	1,0	0,0	
SOBRADINHO	Sao Francisco	1.050	1982	SI	NO	34100	23,3	1,9	1,6	2,7	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		32.530			Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000		237,8		82,6	40,06	3,53	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		1.225										

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.4.11. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de Colombia

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE COLOMBIA												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN		INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)	
								EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)			
HIDROITUANGO	Cauca	2.400	2018	NO	NO	3000	2,6	0,2	3,3	0,0	0,0	
SAN CARLOS	Magdalena	1.240	1984	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,8	1,1	0,0	
GUAVIO	Guavio	1.189	1994	NO	NO	3000	2,6	0,2	1,8	0,0	0,0	
CHIVOR	Batá	1.000	1977	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,5	1,0	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		2.240			Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000					2,08	0,00	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0										

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.12. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de Argentina

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE ARGENTINA												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN INSTALACIONES		COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)
				EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030							
YACYRETÁ	Paraná	4.050	1998	NO	NO	21000	15,1	1,2	5,3	0,0	0,0	
SALTO GRANDE	Uruguay	1.890	1982	SI	NO	5000	4,1	0,3	2,7	1,7	0,0	
GARABÍ-RONCADOR	Uruguay	1.775	1982	SI	NO	33580	23,0	1,8	2,5	3,1	0,0	
ITATI-ITACORA	Limay (Patagonia)	1.700	2018	NO	NO	3000	2,6	0,2	2,4	0,0	0,0	
PIEDRA DEL ÁGUILA	Limay (Patagonia)	1.400	1994	NO	NO	12600	9,5	0,8	2,0	0,0	0,0	
EL CHOCÓN	Limay (Patagonia)	1.200	1995	NO	NO	20200	14,5	1,2	1,8	0,0	0,0	
PLANICIE BANDEERITA	Neuquén	1.200	1978	SI	NO	43500	29,1	2,3	1,8	3,2	0,0	
ALICURA	Limay (Patagonia)	1.020	1987	SI	NO	13215	9,9	0,8	1,5	1,6	0,0	
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Río Grande (Bombero)	1.000	1980	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,5	1,0	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		6.885		Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000						10,49	0,00	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0										

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.13. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de Venezuela

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE VENEZUELA												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN INSTALACIONES		COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)
				EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030							
SIMÓN BOLÍVAR	Caroní	10.200	1986	SI	NO	135000	81,0	6,5	12,2	12,6	0,0	
MACAGUA (I, II y III)	Caroní	3.168	2010	NO	NO	3000	2,6	0,2	4,2	0,0	0,0	
CARUACHI	Caroní	2.196	2006	NO	NO	3000	2,6	0,2	3,1	0,0	0,0	
TOCOMA	Caroní	2.160	2014	NO	NO	3000	2,6	0,2	3,0	0,0	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		10.200		Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000						12,56	0,00	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0										

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.14. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de Perú

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE PERÚ												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN INSTALACIONES		COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)
				EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030							
MANTARO	Mantaro	1.156	1980	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,7	1,1	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		1.156		Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000						1,06	0,00	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0										

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.4.15. Estimación de las inversiones a 2025 y 2030 para rehabilitación de las grandes centrales de México

ANÁLISIS DE POSIBILIDADES DE RENOVACIÓN DE LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE MÉXICO												
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	Año de entrada en operación	¿Es susceptible de ser renovada al 2025?	¿Es susceptible de ser renovada al 2030 no habiéndolo sido en 2025?	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN INSTALACIONES		COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)
				EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030	EMBALSE (billones \$US) en caso de que sea aplicable, bien a 2025 o a 2030							
MALPASO	Grijalva	1.080	1977	SI	NO	3000	2,6	0,2	1,6	1,0	0,0	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2025 (MW)		1.080		Los valores en rojo son datos no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000						1,01	0,00	
SUMA DE POTENCIAS A REHABILITAR PARA 2030 (MW)		0										

Fuente: Elaboración propia.

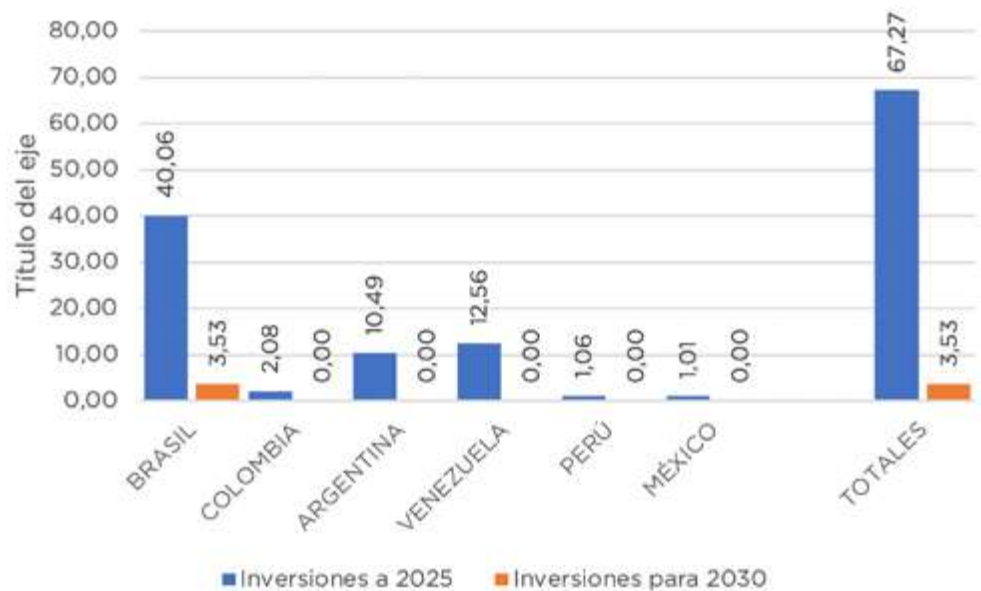
La síntesis de las inversiones para 2025 y 2030 en rehabilitación de grandes centrales se presenta en el cuadro y la figura que siguen:

Cuadro V.5.4.16. Resumen de las inversiones estimadas en la rehabilitación de grandes centrales hidroeléctricas para 2025 y 2030.

INVERSIONES (billones de \$US)		
PAÍS de LAC	PARA 2025	PARA 2030
BRASIL	40,06	3,53
COLOMBIA	2,08	0,00
ARGENTINA	10,49	0,00
VENEZUELA	12,56	0,00
PERÚ	1,06	0,00
MÉXICO	1,01	0,00
TOTALES	67,27	3,53

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.4.6. Inversiones en grandes centrales, a 2025, 2030 y totales acumuladas en 2030, billones de \$US.



Fuente: Elaboración propia

V.5.4.3.2.2. INVERSIÓN EN REHABILITACIÓN DE LAS RESTANTES CENTRALES EXISTENTES

Se utilizan los mismos criterios ya expuestos en las grandes centrales. La única diferencia es que no se conoce el volumen del embalse que conforma cada central, ya que se trabaja con conjuntos de centrales definidas por la potencia global por país o subregión. Para suplir la ausencia del dato y poder aplicar la repercusión de una cierta rehabilitación de la presa por el 8 % de su valor estimado de nueva planta, se adopta el criterio de que la presa con sus expropiaciones y demás instalaciones auxiliares cuesta el doble que la central.

Una vez más hay que indicar que estas “ratios” son muy variables. Por ejemplo, para las grandes centrales de Brasil el promedio de esta relación es de 3,6, pero con una desviación típica de 4,28, lo que indica la enorme variabilidad. Y es que, en efecto, los valores pueden variar entre 0,50 y 19. Para Itaipú, por ejemplo, la relación de coste de presa a coste de central es de 1,25.

Se sobreentiende que para centrales de menor entidad los embalses también serán de menor volumen que los de las grandes centrales, por lo que se ha optado por el valor intermedio de 2. La repercusión no es grande por cuanto que sólo se afecta en el 8 % del valor de nuevo del embalse por pequeñas adaptaciones a las nuevas reglamentaciones u otros motivos.

Otro asunto a tener en cuenta es el modelo que se sigue para la valoración de la central. En el caso de las grandes centrales, se ha seguido una fórmula contrastada con multitud de centrales norteamericanas en las que mediante un ajuste logarítmico se ha obtenido la expresión:

Coste de la Central (millones \$US)= $3 * \text{Potencia}^{0,9}$, en donde la potencia se expresa en MW.

Pero, claro, en las grandes centrales la estimación del precio se hace central a central, de manera individualizada. En el presente caso, la valoración se hace a la totalidad del potencial que, sin embargo, está distribuido en multitud de centrales de potencias muy diferentes, que irán desde 1.000 MW a 100 MW (o incluso menos). Se puede, en estas condiciones, estar infravalorando la estimación de costes porque el coste unitario aumenta al disminuir la potencia de la central.

Para poner esto en evidencia, se presenta a continuación un análisis de costes unitaris para diferentes potencias de central:

Cuadro V.5.4.17. Variación del coste “probable” de una central hidroeléctrica en función de su potencia

Potencia de Central (MW)	Coste de la Central (millones \$US)	Coste unitario por Kw (\$US)	% de incremento respecto a la Central de 1.000 MW
70.000	68.819	983	0,0
1.000	1.504	1.504	52,9
500	806	1.611	63,9
300	509	1.696	72,5
200	353	1.766	79,6
100	189	1.893	92,5
50	101	2.029	106,4
10	24	2.383	142,4
5	13	2.554	159,8
1	3	3.000	205,1
0,1	0,4	3.777	284,2

Fuente: Elaboración propia.

A propósito, se ha incluido una alta potencia (70.000 MW) similar a la de uno de los grupos de centrales bajo análisis, en particular el de los Países Andinos. Una central de 500 MW costaría un 63,9 % más que lo deducido con el montante de potencia del grupo. Otra de 100 MW, lo sería un 92,5%. Y más pequeñas aún, tendrían un coste casi del doble.

En el trabajo ya mencionado del BID (autor, D. Arturo Alarcón) se reporta que Centrales recientemente contratadas en Brasil muestran costos promedio de 1.870 \$US/kw para capacidades menores a 300 Mw. El promedio que resulta del cuadro anterior para una banda de centrales (las más normales) entre 300 MW y 50 MW es de 1.846 \$US/Kw, lo que significa que la fórmula que se ha adoptado es realista y aproximada al mercado, al menos para esa banda de potencias. No obstante, la media de todas las centrales por debajo de 300 MW se eleva a 2.387 \$US/Kw.

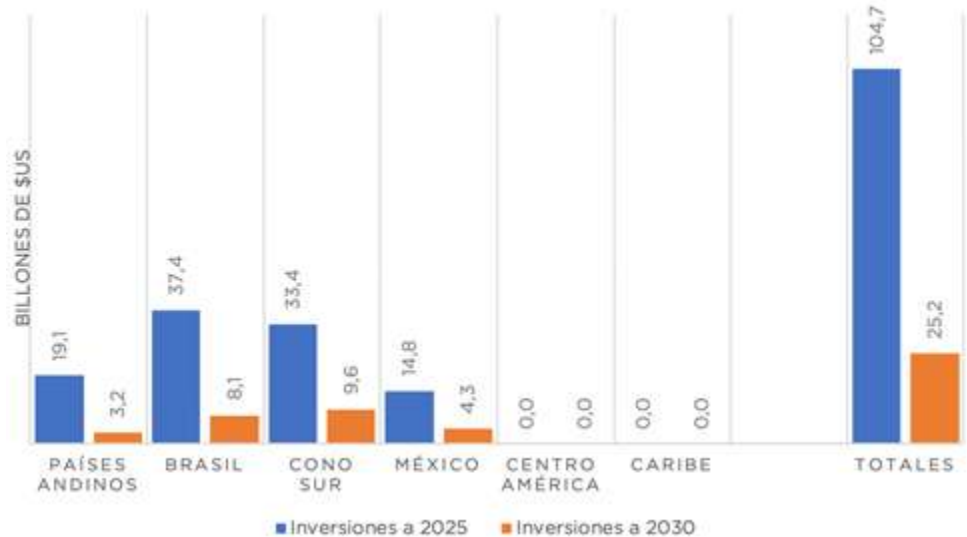
Parece aconsejable, pues, abandonar el criterio de valorar las centrales por el montante global de cada país o subregión, pero, a su vez, parece también más realista aceptar que el peso importante lo marcarán las centrales entre 300 y 50 MW. Es por ello que se decide valorarlas atendiendo a ese precio medio que se acaba de mencionar, es decir, 1.846 \$US/KW.

Cuadro V.5.4.17. Resumen de las inversiones estimadas en la rehabilitación de las restantes centrales hidroeléctricas existentes, para 2025 y 2030.

PAÍS/SUBREGIÓN	INVERSIONES ESTIMADAS PARA LA REHABILITACIÓN DE RESTANTES CENTRALES EXISTENTES (NO RANDES CENTRALES) EN LAC									
	POTENCIA A REHABILITAR (MW) PARA 2025	POTENCIA A REHABILITAR (MW) PARA 2030	COSTE DE NUEVA PLANTA PARA 2025 (billones\$US)	COSTE DE NUEVA PLANTA PARA 2030 (billones\$US)	POR REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES EMBALSES (billones \$US) EN 2025	POR REHABILITACIÓN DE INSTALACIONES EMBALSES (billones \$US) EN 2030	COSTE DE NUEVA PLANTA DE CENTRALES PARA 2025 (billones\$US)	COSTE DE NUEVA PLANTA DE CENTRALES PARA 2030 (billones\$US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)
Países Andinos	8.904	1.500	32,9	5,5	2,6	0,4	16,4	2,8	19,1	3,2
Brasil	17.470	3.775	64,5	13,9	5,2	1,1	32,2	7,0	37,4	8,1
Cono Sur	15.615	4.500	57,7	16,6	4,6	1,3	28,8	8,3	33,4	9,6
México	6.920	2.000	25,5	7,4	2,0	0,6	12,8	3,7	14,8	4,3
Centro América	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caribe	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALES	48.909	11.775	180,6	43,5	14,4	3,5	90,3	21,7	104,7	25,2

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.4.7. Inversiones en rehabilitación de centrales existentes, a 2025, 2030 y totales acumuladas en 2030, billones de \$US



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro y figura que preceden se aprecia que la inversión previsible para 2025 se eleva a 104,7 billones de \$US, en tanto que para 2030, a 25,2 \$USA, valores ambos superiores a los de las grandes centrales. Una vez más hay que recordar que se deben tomar como cifras orientativas de acuerdo con las bases con las que han sido planteadas.

V.5.4.4.2.3. Inversión en la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas

Los criterios son similares a los descritos en el apartado anterior, en lo relativo a la estimación del valor de los embalses. Sin embargo, para la valoración de las centrales se sigue un doble criterio:

- i) Si la potencia del grupo de centrales del país es inferior a 50 Mw, se utiliza la “media alta” del apartado anterior, es decir, 2.387 \$US/Kw.
- ii) Si la potencia del grupo de centrales del país es superior a 50 Mw, se utiliza la “media baja” del apartado anterior, es decir, 1.870 \$US/Kw.

Los resultados se presentan en el Cuadro y Figura que siguen.

Cuadro V.5.4.18. Estimación de las inversiones estimadas en la implantación de nuevas centrales hidroeléctricas, para 2025 y 2030.

INVERSIONES ESTIMADAS PARA IMPLANTACIÓN DE NUEVAS CENTRALES, A 2025 Y 2030 EN LAC (billones de \$US)								
PAÍS	POTENCIA A IMPLANTAR (MW) PARA 2025	POTENCIA A IMPLANTAR (MW) PARA 2030	COSTE		COSTE DE		INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2025 (billones €US)	INVERSIÓN ESTIMADA PARA A 2030 (billones €US)
			DE NUEVA PLANTA PARA 2025(billones\$US)	DE NUEVA PLANTA PARA 2030(billones\$US)	PLANTA DE CENTRALES PARA 2025 (billones\$US)	PLANTA DE CENTRALES PARA 2030 (billones\$US)		
ARGENTINA	20,3	14,5	0,097	0,069	0,048	0,035	0,145	0,104
BELICE	2,1	1,5	0,010	0,007	0,005	0,004	0,015	0,011
BOLIVIA	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BRASIL	12.848,5	9.177,5	47,437	33,883	23,718	16,942	71,155	50,825
CHILE	1.236,9	883,5	4,567	3,262	2,283	1,631	6,850	4,893
COLOMBIA	2.566,2	1.833,0	9,474	6,767	4,737	3,384	14,212	10,151
COSTA RICA	451,5	322,5	1,667	1,191	0,833	0,595	2,500	1,786
CUBA	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ECUADOR	224,7	160,5	0,830	0,593	0,415	0,296	1,244	0,889
EL SALVADOR	0,7	0,5	0,003	0,002	0,002	0,001	0,005	0,004
GUATEMALA	213,5	152,5	0,788	0,563	0,394	0,282	1,182	0,845
GUYANA	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HAITI	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HONDURAS	123,9	88,5	0,457	0,327	0,229	0,163	0,686	0,490
JAMAICA	8,4	6,0	0,040	0,029	0,020	0,014	0,060	0,043
MÉXICO	611,8	437,0	2,259	1,613	1,129	0,807	3,388	2,420
NICARAGUA	17,5	12,5	0,084	0,060	0,042	0,030	0,125	0,090
PANAMÁ	921,9	658,5	3,404	2,431	1,702	1,216	5,105	3,647
PARAGUAY	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PERÚ	833,0	595,0	3,075	2,197	1,538	1,098	4,613	3,295
REPÚBLICA DOMINICANA	109,2	78,0	0,403	0,288	0,202	0,144	0,605	0,432
SURINAM	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
URUGUAY	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VENEZUELA	600,6	429,0	2,217	1,584	1,109	0,792	3,326	2,376
TOTALES	20.790,7	14.850,5	76,812	54,866	38,406	27,433	115,218	82,299

Fuente: Elaboración propia

Figura V.5.4.8. Inversiones en nuevas centrales, a 2025, 2030 y totales acumuladas en 2030, billones de \$US.



Fuente: Elaboración propia

V.5.4.3.2.4. Resumen de las inversiones en centrales hidroeléctricas

Las cifras finales de las inversiones estimadas en centrales hidroeléctricas se reflejan en el cuadro y Figura que siguen. Para 2025 habría que haber invertido un total de 409,27 billones de \$US y para 2030, 190,28 billones de \$US adicionales para todo el territorio LAC, lo que eleva el monto total de la inversión en 2030 a casi 600 billones de \$US.

Varias observaciones hay que hacer sobre estas cifras:

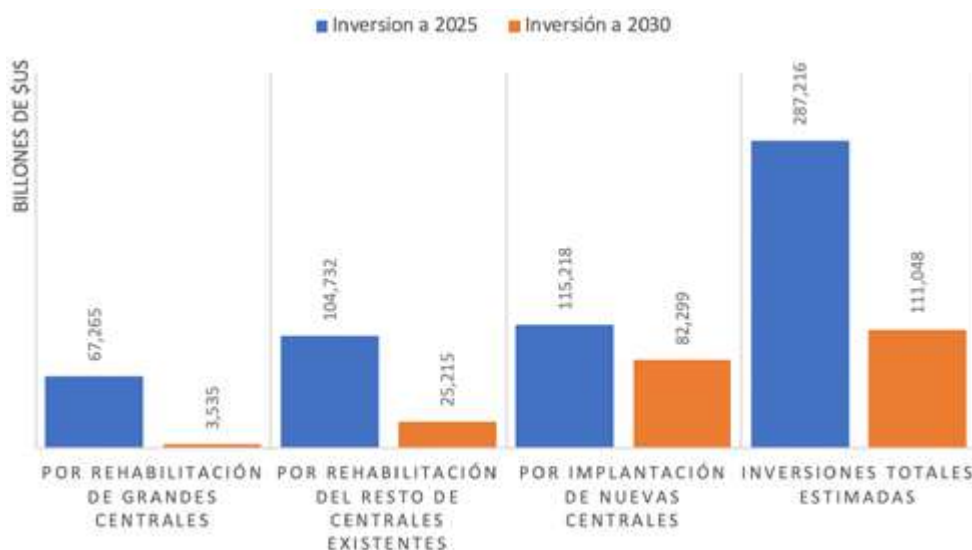
- i) Las rehabilitaciones se han elaborado atendiendo a los criterios comúnmente aceptados de que la vida útil de las instalaciones electromecánicas no debe superar los 30 años y que se necesitan 5 años para los estudios y autorizaciones y otros dos años para la construcción. Con ello, todas las centrales anteriores a 1988 deberían ser objeto de rehabilitación a 2025 y para 2030, las anteriores a 1993 (excluidas, obviamente, las que ya hubieran sido rehabilitadas en 1988).
- ii) Las enormes cifras que se obtienen y el hecho de la diseminación de la titularidad de las instalaciones, muchas de ellas en el sector privado, dará lugar a que no se pueda alcanzar ese deseable “buen estado” de la SH para 2030 en el ámbito de la hidroelectricidad, siendo probable que las inversiones necesarias se dilaten más allá del 2030. Pero era obligado que el estudio propusiera unas conclusiones acordes con los ODS para 2030. *Más adelante se abordará* este asunto de la viabilidad de llevar a cabo el programa, tanto para el sector hidroeléctrico como para el de los restantes usos del agua.
- iii) Pudiera ocurrir que una parte de las rehabilitaciones ya estén en curso, o incluso ya se hayan llevado a cabo, por lo que habría que retirarlas de las cifras que aquí se presentan.
- iv) Las cifras más probables de ponerse en juego son las que corresponden a las grandes centrales y a las nuevas centrales. Las primeras porque en buena medida sus titulares son entidades públicas que o bien directamente o acudiendo al sector privado podrían recabar los fondos de financiación necesarios y porque la rehabilitación entraña menos riesgos financieros a la inversión, habida cuenta de que se conocen con precisión los ingresos que las plantas son capaces de proporcionar. También dependerá de la coyuntura país y sobre eso hay especialistas con mayor criterio que el de los autores del presente trabajo. Por lo que respecta a las nuevas centrales, se ha adoptado la tendencia que se viene observando en los últimos años, por lo que a menos que cambie el ciclo económico cabría esperar que se mantuviera el esfuerzo inversor.
- v) Hay que hacer una llamada de atención al caso de Brasil, que lidera la implantación de nuevas centrales (muy destacado respecto a los demás países). Es previsible que un mayor celo por la gobernanza y por el cumplimiento de la legislación vigente, especialmente la ambiental, atenúe el gradiente que se viene apreciando en los últimos años. Esto es difícil de predecir y lo que se pretende hacer es una llamada de atención al respecto.

Cuadro V.5.4.19. Resumen de las inversiones estimadas en centrales hidroeléctricas.

CONCEPTO	ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS (billones de \$US)	
	PARA 2025	PARA 2030
POR REHABILITACIÓN DE GRANDES CENTRALES	67,265	3,535
POR REHABILITACIÓN DEL RESTO DE CENTRALES EXISTENTES	104,732	25,215
POR IMPLANTACIÓN DE NUEVAS CENTRALES	115,218	82,299
INVERSIONES TOTALES ESTIMADAS	287,216	111,048

Fuente: Elaboración propia.

Figura V.5.4.9. Inversiones en el sector hidroeléctrico, a 2025, 2030 y totales acumuladas en 2030, billones de \$US.



Fuente: Elaboración propia

V.5.5.- INVERSIONES NECESARIAS EN CONOCIMIENTO SOBRE INFRAESTRUCTURAS HÍDRICAS

De acuerdo con lo expuesto en el Capítulo IV, “Mejores prácticas...” a continuación se sintetizan y valoran las inversiones necesarias en estos ámbitos:

Planificación Hidrológica

Debería emprenderse una acción decidida para impulsar la planificación hidrológica en una doble vertiente: i) Plan Hidrológico Nacional, de cada país, ii) Plan Hidrológico por cuencas. Se puede discutir qué orden es el deseable; si se comienza por las cuencas, se tiene la ventaja de poder entrar más en el detalle pudiendo después redactar el Nacional con mayor conocimiento de la problemática, centrándose en los aspectos fundamentales de interés general del país (caso de los trasvases, por ejemplo).

Ahora bien, para que ello sea posible es necesario contar con una Ley de Aguas (en ALC adopta diversas denominaciones: Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en Ecuador, o Ley de Recursos Hídricos, en Perú, etc.) que contemple la planificación. Son numerosos los países de ALC que han logrado promulgar nuevas leyes de aguas o reformar las existentes, como Ecuador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Venezuela y varias provincias de Argentina. Análogamente, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y República Dominicana. Sin embargo, muchas de las leyes de agua “se quedan en meras declaraciones”, sin traducirse en la organización efectiva de los aparatos estatales, en la redacción de los planes hidrológicos o en la puesta en marcha de los principios de gestión, tal como se señaló en una reunión de expertos en 2015 en la CEPAL.

En el presente documento, otros apartados se destinan al análisis del marco institucional y legal, por lo que allí se remite para más precisiones. Con esta salvedad, es preciso impulsar los planes hidrológicos en todos los países ALC con especial coordinación en los de las grandes cuencas internacionales, como es el caso del Orinoco, Amazonas, La Plata, etc. Ya se han iniciado estos trabajos en algunos países (caso de Ecuador, por ejemplo) pero deben ser impulsados con carácter general y convenientemente coordinados.

Hasta el 2030 se deberían llevar a cabo dos fases: una primera, de 2018 a 2024 y una segunda revisión, de 2024 a 2030.

Previsión presupuestaria: 2 millones de \$US por cada 100.000 Km². Cada fase, por tanto, para el conjunto de LAC, serían 800 millones \$US y **1.600 millones el total hasta el 2030.**

Planes de regadío

Han de llevarse en paralelo y coordinados (con cierto desfase para obtener una mejor perspectiva) con los planes hidrológicos y los planes energéticos, en la estrategia del nexo WEF. Podría ser suficiente una *única etapa 2018 a 2024.*

Presupuesto, similar al de la Planificación Hidrológica: **800 millones \$US.**

Planes energéticos

Es necesario un plan energético que contemple las necesidades actuales y futuras de la energía en ALC, con sus diversas fuentes energéticas y una especial consideración hacia las energías renovables, de donde pueda surgir con nitidez el papel que habrá de tener en el futuro la energía hidroeléctrica y sus consecuencias en el sector del agua, del medio ambiente y en el ámbito social. Habrá que identificar posibles nuevos embalses de regulación seleccionados en los lugares óptimos (desde el punto de vista técnico de disponibilidad del recurso, de salto, de idoneidad de embalse, de proximidad

a centros de demanda, de menor impacto ambiental y a la población rural, etc.). Como ya se ha señalado en otros puntos del documento, estos embalses, además de generar energía eléctrica pueden servir para laminar las avenidas y robustecer las cuencas frente a los efectos adversos de la sequía

Los tres planes han de ir coordinados en la estrategia del nexo WEF mencionada para los planes de regadío.

Con una única etapa hasta el 2030, **su presupuesto, 800 millones \$US.**

Planes de sequía. Estos planes hay que iniciarlos por separado para posteriormente integrarlos en los planes hidrológicos. Pero son necesarios como trabajo independiente a fin de desarrollar un sistema de indicadores que se pueda generalizar a todo ALC para informar mensualmente del estado de los sistemas frente a la sequía, así como disponer de un programa estructurado de medidas en sequía que se pueda ir aplicando progresivamente a medida que avanza la sequía, atenuando sus efectos, tanto sobre el medio ambiente como sobre la atención de las demandas de agua.

Presupuesto: 1 millón \$US por cada 100.000 Km². Con una única fase hasta 2030, el presupuesto que se prevé es de **200 millones \$US.**

Planes de inundaciones. Como los planes de sequía, necesitan desarrollarse como estudio independiente para después integrarse en los planes hidrológicos. Se propone una metodología similar a la seguida en Europa con la Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación y cuyo alcance se ha detallado en el Capítulo IV.

Presupuesto previsible, a razón de 4 millones \$US por cada 100.000 Km² desarrollado en varias fases. En total, **800 millones \$US.**

Programa de definición del régimen de caudales ecológicos

Como se ha explicado en el Capítulo IV, la definición de un régimen de caudales ecológicos es un poderoso instrumento para minimizar los efectos sobre los ecosistemas acuáticos. Su alcance se presenta en el Capítulo V, al desarrollar el subprograma 7.1, remitiéndose allí.

Nuevamente, el presupuesto se estima en 4 millones de \$US por cada 100.000 Km², lo que eleva a **800 millones de \$US para 2030.**

Programa de seguridad de presas

Ya se ha comentado anteriormente la problemática de las presas a los efectos de su seguridad. Son estructuras que tradicionalmente se han construido con unos protocolos muy rigurosos, atendiendo a la hidrología, la geología y geotecnica, la hidráulica, el diseño estructural, las características de los materiales,

la calidad de los elementos electromecánicos y eléctricos, etc, lo que permite afirmar que son estructuras con un alto grado de seguridad.

Sin embargo, la normativa regulatoria ha sido subiendo el grado de exigencia y han ido apareciendo otros problemas, como la amenaza terrorista, que impone unas obligaciones de vigilancia que no existían anteriormente. A su vez, las presas van envejeciendo y aunque la obra civil tiene una larga vida útil, los elementos electromecánicos y eléctricos – generalmente claves en la seguridad – envejecen más aceleradamente exigiendo su sustitución.

Aunque a la hora de rehabilitar las centrales hidroeléctricas se ha tenido en cuenta una cierta actualización de la seguridad, es conveniente explicitar un programa específico que aborde esta materia. A falta de una información más precisa, se propone dotarlo económicamente con un presupuesto del orden del 10 % del valor a nuevo de estas infraestructuras (presas). Aquí se incluirían la sustitución de elementos de desagüe, mejoras en los aliviaderos y desagües de fondo (en muchos casos, su reposición, con las dificultades de ejecución que conlleva), etc.

Se deben también añadir elementos de consultoría de seguridad de presas: revisión de la normativa, revisión del archivo técnico de las presas, redacción de normas de explotación, en su caso, redacción e implantación de los planes de emergencia.

Considerando únicamente las presas asociadas a grandes centrales y las centrales a rehabilitar se alcanza una cifra de su valor a nuevo de unos 673.000 millones \$US. Se puede aceptar, como simplificación, una cifra del programa de seguridad de las presas de 70.000 millones \$US

Estudios y Proyectos

En el apartado siguiente se presenta un resumen de las inversiones a realizar. Todo ello requiere la realización de estudios y proyectos, en definitiva, de consultoría de ingeniería especializada previa a la ejecución de las obras.

La inversión total prevista se eleva a unos 1.700 billones \$US. Admitiendo un porcentaje medio del 1,5 %, resulta un monto presupuestario para 2030 de unos 25.500 millones \$US.

La síntesis de las inversiones necesarias en conocimiento se presenta en el cuadro que sigue, elevándose para 2030 a 100.500 millones \$US.

Redes de monitoreo

Para poder disponer de un conocimiento del estado de las aguas y de la calidad de los ecosistemas acuáticos y poder hacer un seguimiento de los mismos, se necesita una red de monitoreo de la suficiente extensión que cubra

no sólo los cursos principales de los ríos, sino también afluentes hasta cierto orden. Se deberían aprovechar los estudios sobre cuencas para detectar las lagunas en los puntos de monitoreo para ir conformando un programa de actuaciones valorado y programado en el tiempo. Se pueden citar, entre otros:

- Red de estaciones de aforo en aguas superficiales
- Red de estaciones de control de la calidad aguas superficiales
- Red de control de la calidad de las aguas y subterráneas
- Red de medición de piezometría de acuíferos
- Red de medición de precipitaciones
- Red de medición de otros param. Climática: vientos, temperaturas, etc.
- Red de control de vertidos

- Desarrollo de cartografías nacionales y de cuencas, para utilización, entre otras, en la delimitación de zonas inundables.

Sobre estas redes ya hay mucho trabajado desarrollado, con retraso en las redes de calidad de las aguas y red de control de vertidos. Es por ello que se opta por no valorarlo.

Cuadro V.5.5.1. Resumen de las inversiones estimadas para la mejora del conocimiento de las infraestructuras hídricas.

OTRAS INVERSIONES EN CONOCIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS HÍDRICAS (millones \$US)			
CONCEPTO	2025	2030	TOTAL
PLANES HIDROLÓGICOS	800	800	1.600
PLANES DE REGADÍO	800		800
PLANES ENERGÉTICOS	800		800
PLANES DE SEQÜIA	200		200
PLANES DE INUNDACIONES	400	400	800
PLAN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS	400	400	800
PROGRAMA DE SEGURIDAD DE PRESAS	35.000	35.000	70.000
DESARROLLO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	12.750	12.750	25.500
TOTALES	51.150	49.350	100.500

Fuente: Elaboración propia.

V.5.6.- ANÁLISIS DE LAS INVERSIONES TOTALES EN ABASTECIMIENTO, REGADÍO E HIDROELECTRICIDAD

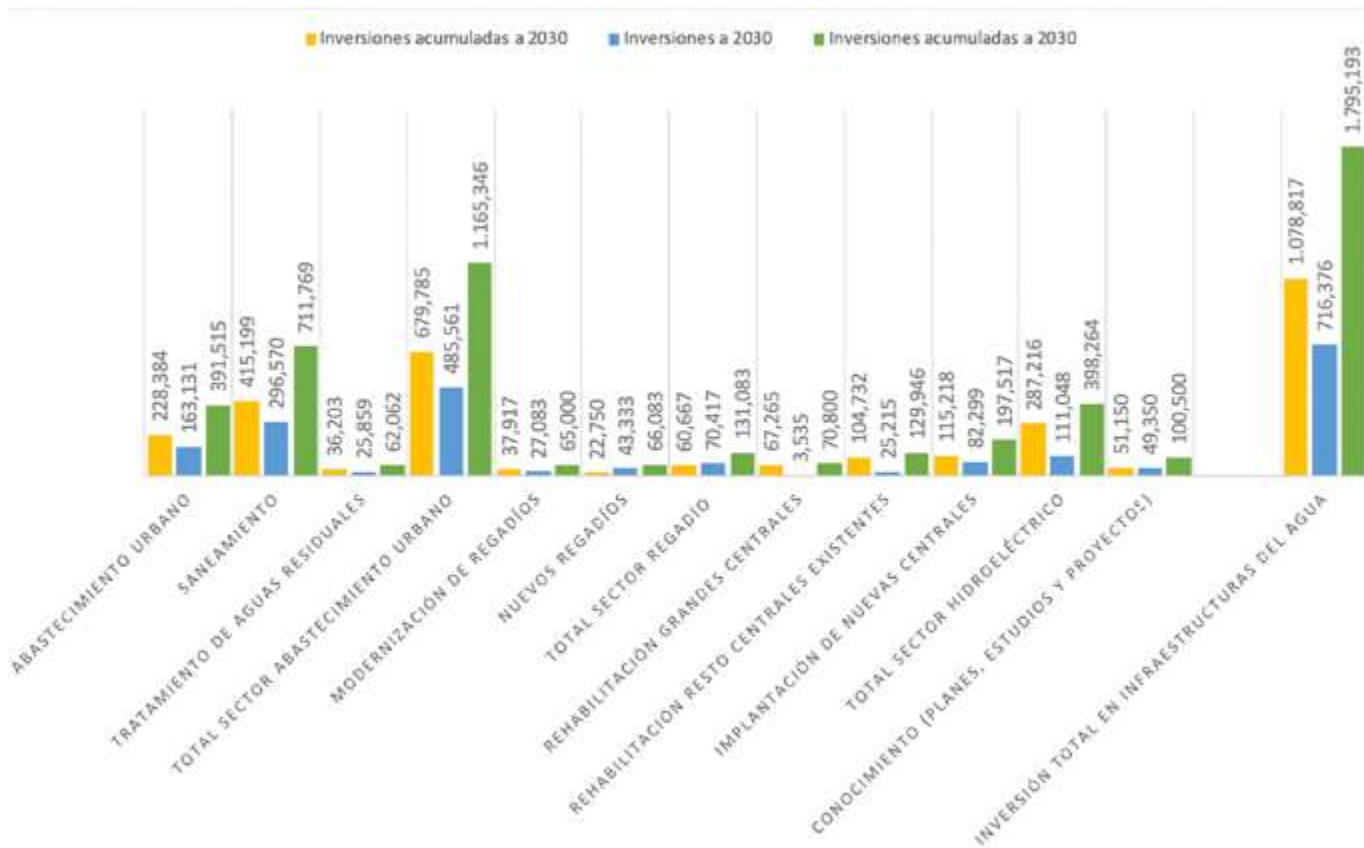
La síntesis de los apartados anteriores sobre las inversiones a realizar en abastecimiento urbano, regadío e hidroelectricidad y la mejora del conocimiento se recoge en el cuadro y Figura que siguen.

Cuadro V.5.6.1. Resumen de las inversiones estimadas para las infraestructuras en todos los sectores relacionados con el agua.

RESUMEN DE INVERSIONES EN TODOS LOS SECTORES (billones \$US)			
SUBSECTOR/SECTOR DEL AGUA	2025	2030	ACUMULADO A 2030
ABASTECIMIENTO URBANO	228,384	163,131	391,515
SANEAMIENTO	415,199	296,570	711,769
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	36,203	25,859	62,062
TOTAL SECTOR ABASTECIMIENTO URBANO	679,785	485,561	1.165,346
MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS	37,917	27,083	65,000
NUEVOS REGADÍOS	22,750	43,333	66,083
TOTAL SECTOR REGADÍO	60,667	70,417	131,083
REHABILITACIÓN GRANDES CENTRALES	67,265	3,535	70,800
REHABILITACIÓN RESTO CENTRALES EXISTENTES	104,732	25,215	129,946
IMPLANTACIÓN DE NUEVAS CENTRALES	115,218	82,299	197,517
TOTAL SECTOR HIDROELÉCTRICO	287,216	111,048	398,264
CONOCIMIENTO (PLANES, ESTUDIOS Y PROYECTOS)	51,150	49,350	100,500
INVERSIÓN TOTAL EN INFRAESTRUCTURAS DEL AGUA	1.078,817	716,376	1.795,193

Fuente: Elaboración propia.

Figura V.5.6.1. Resumen de las inversiones globales estimadas en infraestructuras hídricas.



Fuente: Elaboración propia.

La distribución a 2025 y 2030 es puramente voluntarista. De hecho, en el abastecimiento urbano y en el regadío se han evaluado las inversiones a 2030 y lo que se ha hecho en el cuadro precedente es distribuir entre los dos horizontes a razón de 7/12 y 5/12, según los años que transcurrirán desde 2018 a cada año horizonte.

Para poner de manifiesto la entidad de la cifra alcanzada, es conveniente su comparación con el PIB de América Latina y El Caribe.

De acuerdo con el Portal estadístico de CEPAL, el PIB de LAC del año 2016, se eleva a 5.615,402 billones de \$US.

La cifra que se ha presentado en el cuadro precedentes, 1.795,193 billones \$US, significa el 32 % del PIB del año 2016 de toda América Latina y El Caribe. Como se trata de un período de inversión a 2030 de 12 años (mejor se adoptará 11 años, ya que 2018 está ya mediado), significa que **anualmente** habría que invertir aproximadamente el 2,91 % del PIB.

Un reciente estudio (2017) sobre América Latina y el Caribe hacia los ODS en agua y saneamiento publicado por CEPAL y cuyo autor es el Dr. Gustavo Ferro señala que solamente la universalización de los servicios de agua potable y saneamiento en áreas urbanas de la región demandaría en los próximos veinte años inversiones equivalentes al 0,31% del PBI regional en agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. Ese esfuerzo aplicado en 11 años en lugar de 20, elevaría el porcentaje al 0,56 %. Las cifras que se presentan en el cuadro anterior para el sector del abastecimiento urbano (1.165,346 billones \$US) representan un porcentaje del 20,75 % el PIB con un porcentaje anual durante los 11 años reseñados del 1,88 % anual del PIB, valor más que triplicado.

Por otro lado, CEPAL en Mayo de 2017 reportaba que la inversión en infraestructura en América Latina y El Caribe debería elevarse anualmente hasta el 6,2 % del PIB, en tanto que en el momento actual se mantiene en el 2,3 %. Naturalmente, en infraestructura se incluye el transporte, que absorbe casi el 50 % de la inversión llevándose la energía otro 25 %. Admitiendo que de la inversión en energía, sólo el 50 % corresponde a la hidroelectricidad, la inversión en el sector agua, según CEPAL, debería alcanzar el 37,5 % de los 6,2 puntos porcentuales del PIB, es decir, el 2,4 %. El porcentaje que aquí se propone, 2,91 %, es un 21,25 % superior al que esboza CEPAL, lo que podría dar pie a pensar que aquél está sobrestimado, dada la autoridad que en materia económica ofrece CEPAL. Sin embargo, hay que mencionar el esfuerzo que en este documento se está haciendo para concentrar la inversión en 11 años con el objetivo puesto en 2030: bastaría extender el plazo a poco más de 13 años para que los porcentajes coincidieran. Con ese ligero cambio de escenario se puede afirmar que las cifras se encuentran en el mismo orden de magnitud.

Ahora bien, el problema es no sólo económico y financiero, sino también de plazo, pues todas estas acciones requerirían un período de planificación, desarrollando los planes de financiación, los proyectos constructivos, sus procesos de licitación pública, etc. Siendo realistas, estos trabajos previos preparatorios requerirían no menos de cinco años, dejando el plazo útil disponible en 7 años, con una concentración de la inversión aún más intensa.

Con estas reflexiones se quiere destacar que no es fácil que se puedan alcanzar los ODS de la Agenda 2030 de Naciones Unidas en los términos y plazos allí contemplados. Esto no sería ninguna novedad. En Europa la Directiva Marco del año 2000 estableció como año objetivo para alcanzar el buen estado de las masas de agua el 2015 y ni siquiera en 2018 se ha podido cumplir la Directiva anterior 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, que se ha integrado en la Directiva Marco. La crisis económica vivida ha impedido habilitar el flujo presupuestario necesario, pero, además, se ha comprobado la complejidad administrativa que implica ante la dispersión competencial entre países y regiones dentro de cada país. Y ello pese al poder que los estados europeos han transferido a la Unión Europea.

En definitiva, si se mantiene el criterio político de alcanzar los ODS para el 2030 se han de acometer los programas con toda la decisión política, financiera y técnica necesarias. Este trabajo presenta unas bases orientativas sobre todo el inmenso trabajo que queda por hacer, con una aproximación a su valoración económica, que más allá de la imprecisión esperable de un estudio de esta naturaleza, arroja unos resultados que están en entorno de las cifras que contempla la comunidad de expertos.

Una derivada interesante del trabajo realizado es que, debido a la metodología seguida, ha sido necesario estimar el coste de las inversiones de las infraestructuras existentes en su valor de nuevo, lo que permitiría dar una cifra orientativa de lo que podría denominarse "Valor Patrimonial" de las infraestructuras hídricas existentes en el campo del abastecimiento urbano, el regadío y la hidroelectricidad.

Se recoge en el cuadro y figuras que siguen. El monto se eleva a 4.677 billones de \$US que supone el 83,3 % del PIB de América Latina y El Caribe de 2016.

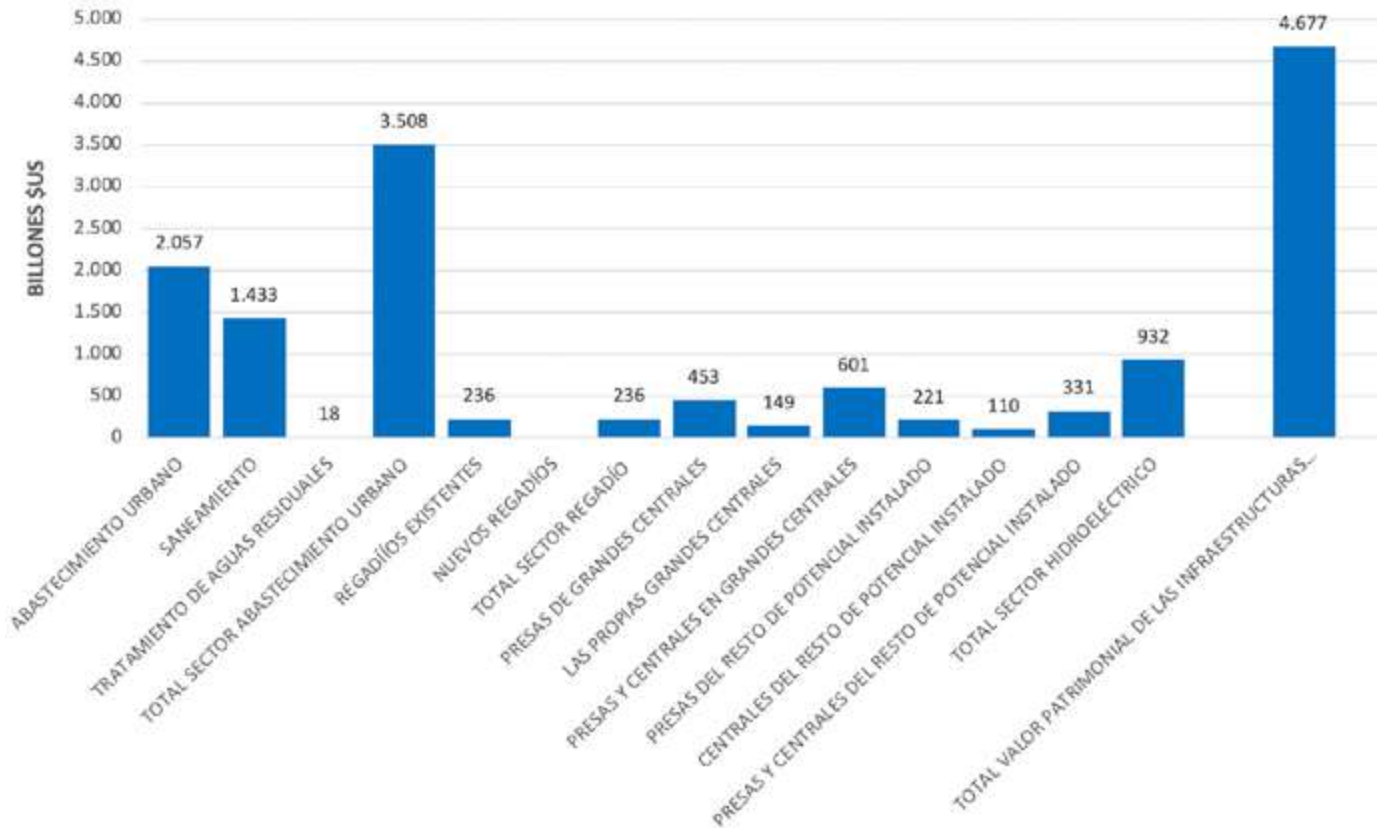
Obviamente es una cifra de mera referencia, pero que puede dar una idea del gran patrimonio infraestructural con que cuenta LAC y la necesidad de su protección y conservación. Ya se ha señalado en otro punto del documento que estas infraestructuras proceden, al menos, de principios del siglo XX y se fueron desarrollando a lo largo de ese siglo. Consecuentemente, en las contabilidades de sus titulares figurarán con su amortización anual que va reduciendo su valor como inmovilizado. En definitiva, salvo que se lleve a cabo un estudio específico y especializado en la materia, sería muy difícil obtener ese valor patrimonial pues, además, está presente toda la dificultad

de la actualización de precios, lo que todavía complica más el trabajo. Es por eso que la cifra que aquí se expone es, a falta de trabajos con más fundamento económico, un sucedáneo orientativo de lo que significa el patrimonio hidráulico —en sentido amplio— en LAC.

Cuadro V.5.6.2. “Valor Patrimonial” (a nuevo) de las infraestructuras hídricas existentes

VALOR PATRIMONIAL (A NUEVO) DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES (billones \$US)	
SUBSECTOR/SECTOR DEL AGUA	billones de \$US
ABASTECIMIENTO URBANO	2.057
SANEAMIENTO	1.433
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	18
TOTAL SECTOR ABASTECIMIENTO URBANO	3.508
REGADÍOS EXISTENTES	236
NUEVOS REGADÍOS	
TOTAL SECTOR REGADÍO	236
PRESAS DE GRANDES CENTRALES	453
LAS PROPIAS GRANDES CENTRALES	149
PRESAS Y CENTRALES EN GRANDES CENTRALES	601
PRESAS DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	221
CENTRALES DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	110
PRESAS Y CENTRALES DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	331
TOTAL SECTOR HIDROELÉCTRICO	932
TOTAL VALOR PATRIMONIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES (billonrd \$US)	4.677

Figura V.5.6.2. Aproximación a la valoración patrimonial de las infraestructuras existentes, asimilado a valor a nuevo



V.5.7.- COSTES ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Este es otro aspecto importante que se va a analizar en el presente trabajo por su relevancia económica y por la falta de información a nivel global.

V.5.7.1.- BASES PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTES ANUALES DE O&M

Se van analizando sucesivamente los distintos componentes infraestructurales:

Presas de regulación

El gasto en O&M de presas es muy variable, dependiendo de distintos factores:

- Del estado de la presa, función del historial de su mantenimiento. Es frecuente que las compuertas de los desagües de fondo no funcionen desde sus primeros momentos, porque no se diseñaron bien y los problemas de cavitaciones que se originan en los conductos y las consiguientes entradas masivas de aire a las cámaras de regulación son tan enormes que los responsables prefieren no operarlas. Otras veces se han atascado y se han quedado así, sin servicio. La puesta en marcha de nuevo del desagüe de

fondo es una operación de coste muy elevado que normalmente no se acomete y se actúa con los desagües intermedios; si existe una central hidroeléctrica se utilizan sus conductos para el caso de que haya que vaciar, al menos parcialmente, el embalse ante una emergencia.

- Si siempre las presas han carecido de vigilancia durante 24 horas 365 días al año por falta de presupuesto, a fin de hacer frente a actos de vandalismo, en el momento actual con la amenaza terrorista aumenta la necesidad de contemplar la vigilancia en su totalidad, hasta el punto de que el tema ha alcanzado niveles de Estado y se están creando redes de infraestructuras críticas (algunas de las presas están dentro de esta categoría) que son coordinadas desde el Ejército y la “Guardia Nacional”, a las que se les impone la obligatoriedad de su vigilancia y seguridad, que ha de correr a cargo del titular, ya sea público o privado. Es posible que la tecnología venga en auxilio del sector, pues en estos momentos, al menos en España, se está tratando de incorporar sistemas de videovigilancia, con cámaras que transmitan la información e incluso la interpreten emitiendo alarmas para el servicio de vigilancia. Pero este procedimiento está en sus comienzos y puede tardar en implantarse. Una primera aproximación arrojaría cifras de inversión por presa no inferior a un valor de entre 100.000 y 200.000 \$US que puede suponer un coste adicional de O&M no menor de 20.000 \$US/año y presa.
- Los cambios regulatorios sobre el control de la seguridad generan necesidades de rehabilitación de las instalaciones más relevantes: insuficiencia de aliviaderos, insuficiente resguardo, mejoras del sistema de auscultación, mejoras y/o cambios de válvulas y compuertas, etc.

Pero, además, esos cambios regulatorios imponen gastos de consultoría para el control que añaden un coste adicional anual a la O&M:

- i) La necesidad de actualizar unas Normas de Explotación que exigen unos recorridos periódicos (de frecuencias varias: diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales....) obteniendo información que es preciso procesar, lo que tiene un coste en consultoría.
- ii) Los planes de emergencia ante el riesgo potencial de rotura de la presa, generalmente en períodos de avenida o de fuertes seísmos. Esto requiere un proyecto y su implantación a lo largo del valle para aviso a la población.
- iii) La normativa impone normalmente la redacción de un informe anual del comportamiento de la presa y a continuación de alguna incidencia grave: avenida, seísmo, etc.

Una vez más, la tecnología vendrá en auxilio del sector. En el momento actual se está desarrollando un software con miras a la creación de *Smart Dams*, es decir, presas inteligentes: es un software que permitirá el análisis de los datos que proporciona el sistema de automatismo y permitir concluir si algún parámetro detecta algún tipo de irreversibilidad (por problemas de cimentación, problemas de erosión interna por filtraciones, bien a través del cuerpo de presa o del cimiento, etc.) y en una última fase podrá identificar la causa del problema a fin de sugerir las medidas necesarias. Pero todo ello está en fase de desarrollo y no podrá estar operativo hasta dentro de unos cinco años. Naturalmente, para ello habrá que hacer todo un conjunto de inversiones para revisar el sistema de auscultación, automatizarlo, un sistema de transmisión a un centro de control que procese la información y con el software mencionado se analice la situación y se sugieran las medidas pertinentes.

Ante la pregunta de cuáles son los gastos de O&M de una presa habría que preguntar previamente qué nivel se está contemplando:

- i) Si ya se han hecho las inversiones para disponer la infraestructura de la presa en condiciones de satisfacer las exigencias de la regulación, adecuando el aliviadero y sus componentes de descarga al río, adecuación del desagüe de fondo, sustitución de las compuertas y órganos de desagüe obsoletos o en mal estado, revisión del sistema de auscultación y su automatización, el sistema de acceso a la presa, el sistema de alimentación eléctrica, etc..
- ii) Si se va a incorporar o no la vigilancia durante las 24 horas, 365 días, a fin de prevenir acciones terroristas. Ya se ha indicado que la videovigilancia reducirá los costes frente al procedimiento convencional de vigilantes emplazados en las presas, con todo el sistema necesario de corre- turnos, pero aún así sus costes no serán despreciables.
- iii) Si se incorpora toda la consultoría necesaria para elaborar los informes de reporte del estado de la presa: i) después de un recorrido de inspección si se aprecia algún detalle que ponga en peligro la seguridad de la presa ,ii) el seguimiento la evacuación y laminación de una avenida, iii) los informes anuales y los informes después de un episodio de avenida, iv) el seguimiento de una sequía que pueda obligar a evacuar la fauna piscícola del embalse para evitar la muerte masiva de peces, etc.

La realidad es que las presas son infraestructuras que se han construido tradicionalmente siguiendo patrones de gran solvencia técnica. La Asociación Internacional de Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés) y las Asociaciones Nacionales de Presas, velan por trasladar criterios para el buen diseño, construcción y explotación.

Quiere ello decir que las limitaciones presupuestarias existentes acotan excesivamente los montos dedicados a la O&M anuales, en la creencia de que la

presa tiene una gran capacidad de resistencia y puede soportar durante años una menor dedicación a su O&M.

Para poner en evidencia el estado actual de la O&M de las presas, se van a mencionar varios casos:

- 1) Caso de CONAGUA en México. Desde 1995 está en operación el programa presupuestario K111 "Operación y Conservación de Presas y Estructuras de Cabeza", para atender el deterioro normal de la infraestructura a cargo de esta Compañía. Contempla 650 presas, dentro de las cuales destacan algunas por su gran capacidad de almacenamiento, las cuales son fundamentalmente para uso agrícola.

En el momento actual se ocupa de 130 presas al año para lo que CONAGUA entiende que debería disponer de un presupuesto anual mínimo de unos 320 millones de pesos, equivalentes a 15 millones \$US. El monto por presa se eleva a 115.392 \$US/presa y año.

Como media, se interpreta que el volumen de embalse medio representativo (hay embalses de gran capacidad, que superan el Km³) puede ser del orden de 300 hm³ que con el sistema de valoración establecido en el presente trabajo, puede suponer que su coste a nuevo es de unos 323 millones \$US.

La ratio de O&M no llega, por tanto, al 0,05 %. La propia CONAGUA considera que el programa es insuficiente. Aún admitiendo que se duplicara, se observa que llegaría, a grandes rasgos, al 0,1 % del costo del embalse.

- 2) Caso de las cuencas españolas. Se utiliza apoyo externo por concurso público para el mantenimiento de las presas. Globalmente, se puede señalar que, el montante por presa, incluso duplicado para alcanzar un mayor nivel de servicio, podría elevar el gasto por presa a unos 285.000 \$US/presa y año. Si a esto se le añaden unos 200.000 \$US de aportación de personal y otros medios del Organismo, el montante global dedicado podría cifrarse en torno a 485.000 \$/US por presa y año.

El coste de un embalse medio se puede estimar en unos 128 millones \$US, con lo que la ratio de O&M no llega al 0,4 % (0,38 %).

- 3) El CEDEX en su Guía Técnica M-115 recomienda que se tome el 1,2 % del coste de inversión.

Todo está de acuerdo con lo que aparece en la literatura internacional, en la que los costes de O&M de las obras civiles se mueven entre el 0,5 % y el 2 %. En el caso de las presas ya que se ve que están más próximas a la banda inferior, pero todo es debido a que la inversión necesaria es tan alta que no hay suficiente presupuesto para abordar las tareas que su seguridad requeriría.

La crisis vivida en los últimos diez años (y que todavía no se ha superado, menos en las inversiones públicas de infraestructuras) ha agravado todavía más la situación. Y sin embargo, ya se ha indicado que las obligaciones que impone la normativa regulatoria son muy altas, a lo que se añade el riesgo antiterrorista que obliga a potenciar los costes dedicados a vigilancia y seguridad.

Por otro lado, el porcentaje varía mucho por el tipo de presa y por el sector. Las grandes centrales hidroeléctricas que se han descrito en apartados anteriores, con enormes embalses de muchos km³ de capacidad, es evidente que deben tener un porcentaje bajo, más próximo al 0,1 %- 0,2 %.

Por otro lado, las infraestructuras hidroeléctricas asociadas a estos grandes embalses proporcionan suficientes ingresos para atender con mayor cuidado los costes de O&M tanto de la presa como de la Central. Así ocurre en Europa y Norteamérica y ello debe estar siendo similar en el caso de ALC, especialmente cuando las presas son de titularidad pública o , al menos, mixta.

En definitiva, el presente estudio se va a mover en esta etapa todavía no consolidada, pero confiando que en la próxima revisión se hayan producido cambios en los distintos frentes: técnicos, económicos, regulatorios, sociales, etc para que se puedan proponer porcentajes más acordes con las necesidades.

Con estas premisas se adoptan los siguientes criterios.

- i) Embalses de más de 1.000 hm³ de capacidad, 0,2 %
- ii) Embalses entre 100y 1.000 hm³ de capacidad, 0,4 %
- iii) Embalses por debajo de 20 y 100 hm³ de capacidad, 0,6 %
- iv) Embalses por debajo de 20 hm³ de capacidad, 1 %

Centrales hidroeléctricas

En el artículo de Mercados Eléctricos, de Junio 2012, ya referido, se indica que los costos de O&M se dan generalmente como un porcentaje del costo de inversión por kW. Los porcentajes difieren según las fuentes:

- i) El estudio del Consejo Europeo de Energías Renovables junto con Greenpeace, utiliza un 4% para los costos de O&M, lo que puede ser apropiado para la energía hidroeléctrica a pequeña escala, pero es demasiado alto para las centrales hidroeléctricas de gran escala.
- ii) El WEO, estudio hecho por la Agencia Internacional de Energía (IEA), utiliza de media el 2,5% (IEA, 2008a), un 2,2% para la energía hidroeléctrica de gran escala y de un 3% para proyectos más pequeños.

Indudablemente, los mayores porcentajes se deben a la presencia de los elementos electromecánicos y eléctricos que exigen un mayor mantenimiento que la obra civil. De hecho, si se considera que la obra civil supone el 60 %

y que las instalaciones, el 40 %, el valor medio que resulta de admitir que la obra civil requiere el 1,2 % y la instalaciones, el 5 %, sale un coeficiente ponderado del 2,72 %, que valida las cifras expuestas.

En definitiva, para las centrales hidroeléctricas se toman los siguientes criterios:

- i) Centrales con potencia superior a 1.000 Mw, 2,2 %
- ii) Centrales con potencias entre 100 Mw y 1000 Mw, el 2,5 %
- iii) Centrales con potencias entre 10 Mw y 100 Mw, el 3 %
- iv) Centrales con potencias inferiores a 100 Mw., el 3,5 %

Sistemas de abastecimiento urbano

Los estudios llevados a cabo sobre el sistema de abastecimiento a Madrid (España), con una población atendida superior a 6.000.000 de personas, arrojan los siguientes porcentajes sobre la inversión "a nuevo" de la infraestructura:

- i) Redes de abastecimiento y saneamiento (cada una), el 3,0 % de la inversión
- ii) Tratamiento de aguas residuales. 14,6 % de la inversión

A la vista de estos resultados y habida cuenta de que hay que manejar situaciones muy variadas con un porcentaje rural, aunque pequeño, y poblaciones de menor entidad, se opta por aplicar un porcentaje del 2,0 % al abastecimiento y saneamiento y de un 8 % al tratamiento de las aguas residuales.

Regadío

También en este caso la información es muy fragmentaria y dispersa, no abundando los trabajos que de manera clara exponen la realidad de los costes de O&M del regadío. Sin embargo, existe una experiencia interesante que se va a analizar y que servirá para establecer la base de la estimación.

Se trata del Proyecto de la Cuenca del Columbia en el Estado de Washington en los Estados Unidos de América. El Proyecto es anterior a 1930 construyéndose la presa de regulación en el año 1933, comenzándose, a partir de entonces la transformación al regadío; las primeras aguas llegaron a la zona regable en 1951, es decir, se tardó más de 18 años en ejecutar las obras de implantación del regadío, lo que es un plazo normal e, incluso corto, porque en España, por ejemplo, se han tardado más años aún en desarrollar los riegos desde cuando se concibió el Proyecto.

En la actualidad la zona regable ha alcanzado una extensión de 230.000 hectáreas, lo que la hace muy significativa a los efectos de un trabajo como el que aquí se está abordando. Como es de imaginar, el propósito del proyec-

to es múltiple; el agua ha de ser elevada 85 metros para su distribución por gravedad por la zona regable.

El Proyecto fue llevado a cabo por el US Bureau of Reclamation, responsabilizándose de su gestión desde 1951 a 1969, año este último en el que se transfirió la gestión a los usuarios. Esta es una medida, antigua ya en los Estados Unidos, pero que en América Latina se está aplicando, aunque desde más recientes tiempos, como ya se ha expuesto en apartados anteriores. Parece ser que los costes de O&M subieron a raíz de la transferencia, pero posteriormente se estabilizaron. A finales de los 80s el coste promedio de O&M fue de unos 27 \$US/acre. 1 hectárea equivale a 2,47 ha., de manera que los costes se elevaban a 66,69 \$US/ha. Según se reporta, el 76 % de los gastos corresponden a personal de los distritos que se responsabilizan de la gestión y al propio personal de operación y mantenimiento.

Considerando la inflación en Estados Unidos sobre la media de los últimos veinte años, el coeficiente de actualización se eleva a 1,856, que coloca la repercusión por hectárea en 123,77\$US/ha. Teniendo en cuenta que la inversión para la transformación al riego de una hectárea se ha estima en el presente trabajo en 9.750 \$US/ha, resulta un porcentaje sobre la inversión realizada del 1,27 %, que está en la banda esperable.

El método de riego más generalizado es la gravedad, pero reconvertido con las técnicas más modernas, que permite una reducción de las dotaciones. En las grandes zonas regables de Andalucía (España), esa reconversión se hizo hace ya años mejorando la eficiencia del riego y el menor consumo de agua. No obstante, existe una marcada tendencia hacia una mayor tecnificación, basado en el riego por aspersión y el riego localizado. El riego por aspersión supone un coste energético que hay que tener en cuenta: aproximadamente hay que contar en origen con unas 5 atmósferas. Aceptando una dotación media en torno a 8.000 m³/ha (la que se reporta para Brasil), el consumo energético medio por hectárea para dotar en origen del bombeo una presión de 5 atmósferas es de 1.360 Kwh/ha y año que a razón de 0,20 \$US/Kwh, eleva el coste en 272 \$US/ha. El riego por aspersión implicaría, por tanto, un coste de O&M que ha de pagar el usuario de 395,77 \$US/ha y año, equivalente al 4 % de la cifra de inversión.

El riego localizado, al requerir una presión menor en cabeza, del orden de 2 atmósferas, supone un 40 % del coste de la energía del riego por aspersión, es decir, 108,8 \$US, que eleva el costo total de O&M a 232,57 \$US/ha y año, equivalente al 2,4 % de la inversión inicial.

En definitiva, se cuenta con tres tipos de ratios:

- Para riego por gravedad, el O&M se puede suponer equivalente al 1,27 % de la inversión
- Para riego localizado, el O&M se puede suponer equivalente al 2,4 % de la inversión

- Para riego por aspersión, el O&M se puede suponer equivalente al 4 % de la inversión

Cuadro V.5.7.1. Distribución de la técnica del regadío

País	Superficie bajo riego			Total ha
	Riego por superficie	Riego por aspersión	Riego localizado	
	%	%	%	
Argentina	95,5	4,5	(2)	1.454.751
Bolivia	99,8	0,2	(2)	128.239
Brasil	58,8	35,0	6,1	2.870.204
Chile	95,1	1,6	3,3	1.900.000
Colombia	95,2	4,1	0,7	900.000
Costa Rica	82,9	3,8	13,3	103.084
Cuba	46,5	51,0	2,5	788.799
Ecuador	100,0	0,0	0,0	863.370
Guatemala	100,0	0,0	0,0	129.803
México	92,7	5,0	2,3	6.256.032
Perú	98,4	1,0	0,6	1.195.228
República Dominicana	100,0	0,0	0,0	269.710
Uruguay	100,0	0,0	0,0	169.000
Venezuela	79,2	16,2	4,6	449.700
Otros países	99,32	0,03	0,65	607.666
Total	86,7	10,8	2,5	18.085.520

Fuente: Informe FAO Aquastat 2000

En el cuadro precedente aparecen los porcentajes de las superficies en riego según la técnica empleada. Son datos del año 2000 (anterior) cuando la superficie puesta en riego en todo LAC era de 18 millones de hectáreas, cuando ya en 2013 se reportó en el apartado II.5.3 que eran 24,22 millones de hectáreas. Cabe esperar que en el momento actual el porcentaje de riego por superficie se haya reducido algo a favor del riego por aspersión y riego localizado.

No obstante, a los efectos globales se pueden mantener los porcentajes, de manera que el coste de O&M por hectárea ponderado con los porcentajes medios sería el 1,60 % que será el que se aplique en el presente trabajo. Se prescinde, para simplificar el trabajo, de la aplicación del coeficiente específico de cada país, que surgiría del cuadro precedente.

V.5.7.2.- ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES

Aplicando los criterios expuestos en el apartado anterior se procede al cálculo de los costes anuales de O&M. Como se aplican mediante porcentajes sobre la inversión inicial, se utilizan los valores “a nuevo” estimados en los apartados precedentes.

V.5.7.2.1. USO DE ABASTECIMIENTO A LA POBLACIÓN

El resultado se presenta en los tres cuadros que van a continuación del cuadro que sigue. En éste se presenta el resumen para todo LAC.

Cuadro V.5.7.2. Estimación de los costes anuales de O&M en sector del abastecimiento a la población.

RESUMEN DE LOS COSTES O&M EN LAC EN ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (millones anuales €US)- Elaboración propia				
CONCEPTO	O&M ACTUALES, POR AÑO, POR LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA RED EXISTENTE (millones \$US)	COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LA AMPLIACIÓN DE LA RED PARA CUBRIR EL 100 % AGUA SEGURA (millones \$US)	COSTES O&M ANUALES, PARA EL AÑO 2030
ABASTECIMIENTO DE AGUA URBANA (billones \$US)	41.139	5.469	2.371	48.978
SANEAMIENTO (billones \$US)	28.665	8.155	6.143	42.962
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS	1.431	429	4.535	6.396
TOTALES	71.235	14.053	13.049	98.337

Fuente: Elaboración propia

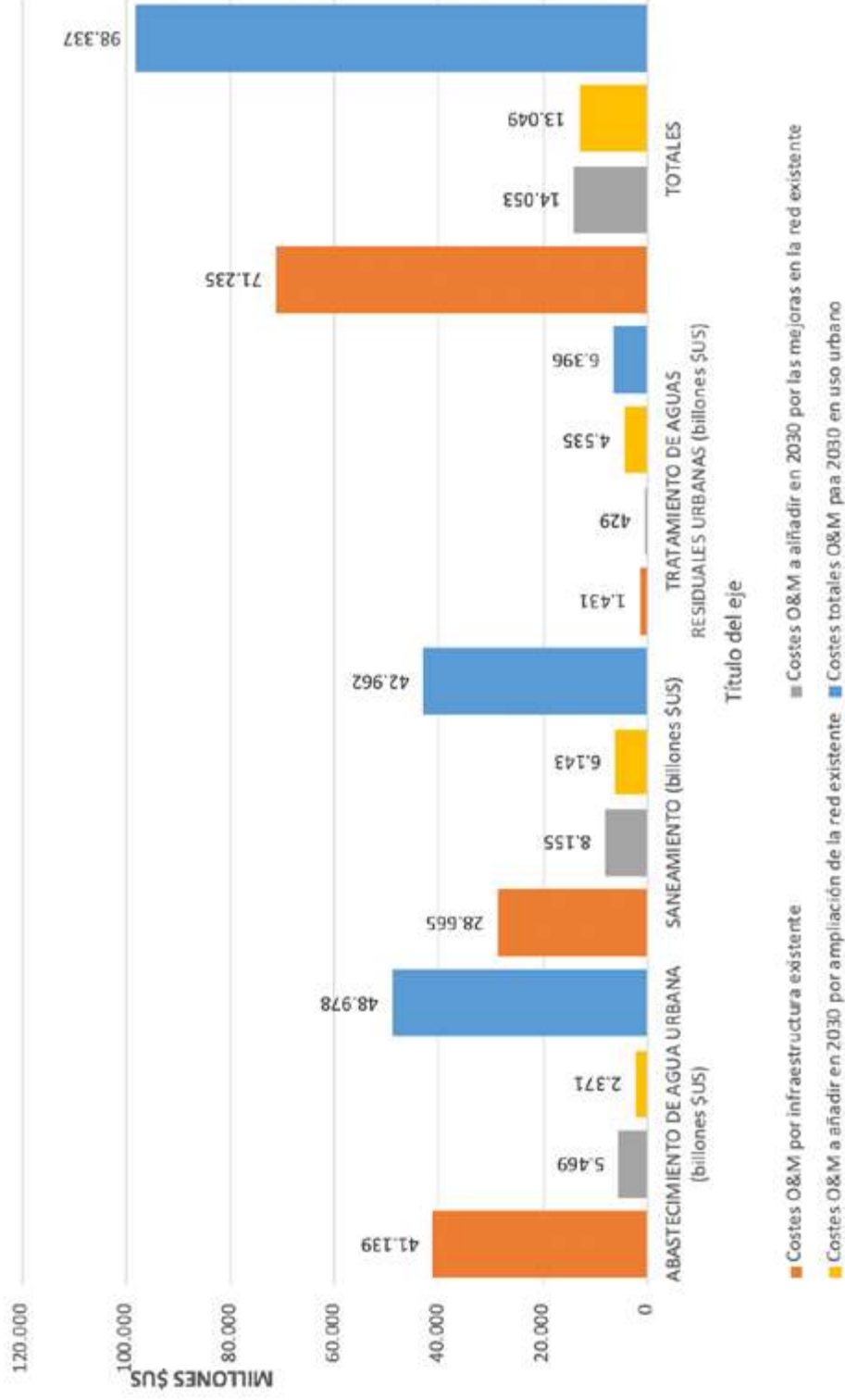
V.5.7.2.2. USO AGRARIO (REGADÍO)

En este caso la elaboración se hace por subregiones, siguiendo la pauta del apartado II.5, ya que viene arrastrado de la información proporcionada por FAO. Y aparece en el primer Cuadro V.5.7.6.

Contemplando la infraestructura actualmente existente, los costes de O&M actuales se elevan a 3.778 millones \$US. Hay que hacer la aclaración que los datos de hectáreas en riego corresponden a 2013, pero el incremento hasta 2018 no ha debido ser lo suficientemente importante para modificar el orden de magnitud de la cifra presentada.

Para 2030 se habrán incorporado otras 4 millones de hectáreas que elevarían los costes anuales de O&M en 624 millones \$US, alcanzando para ese año una cifra esperable en O&M de las zonas regables de 4.402 millones \$US.

Figura V.5.7.1. Costes totales anuales de O&M para uso urbano (abastecimiento, saneamiento y tratamiento de aguas residuales)



Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.3. Estimación de los costes anuales de O&M en las redes de abastecimiento

PAÍS	Valor patrimonial de referencias realizadas en abastecimiento de agua (Millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para subsanar las carencias en agua segura de la población que tiene la red instalada (millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el abto de agua (millones \$US)	COSTES O&M ANUALES DE LA RED EXISTENTE (millones \$US)		COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA RED EXISTENTE (millones \$US)		COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LA AMPLIACIÓN DE LA RED PARA CUBRIR EL 100 % AGUA SEGURA (millones \$US)	
				LA RED EXISTENTE	ANUALES DE LA RED EXISTENTE	EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA RED EXISTENTE	ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA RED EXISTENTE	ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LA AMPLIACIÓN DE LA RED PARA CUBRIR EL 100 % AGUA SEGURA	
ARGENTINA	149.452	20.714	1.510	2.989	414	30			
BAHAMAS	1.342	184	27	27	4	1			
BARBADOS	977	137	0	20	3	0			
BELICE	1.292	181	0	26	4	0			
BOLIVIA	33.138	4.175	3.682	663	84	74			
BRASIL	701.500	96.246	14.316	14.030	1.925	286			
CHILE	61.761	8.474	1.260	1.235	169	25			
COLOMBIA	159.572	20.329	15.782	3.191	407	316			
COSTA RICA	16.639	2.283	340	333	46	7			
CUBA	37.413	4.976	1.969	748	100	39			
ECUADOR	49.570	6.038	7.407	991	121	148			
EL SALVADOR	21.431	2.820	1.368	429	56	27			
GUADALUPE	1.347	179	71	27	4	1			
GUATEMALA	52.653	6.855	3.963	1.053	137	79			
GUYANA	2.652	364	54	53	7	1			
HAÍTÍ	22.318	1.812	16.161	446	36	323			
HONDURAS	28.506	3.632	2.819	570	73	56			
JAMAICA	9.000	1.184	574	180	24	11			
MARTINICA	1.273	169	67	25	3	1			
MÉXICO	406.580	54.644	16.941	8.132	1.093	339			
NICARAGUA	19.668	2.396	2.939	393	48	59			
PANAMÁ	12.515	1.665	659	250	33	13			
PARAGUAY	24.020	3.296	490	480	66	10			
PERÚ	94.861	11.554	14.175	1.897	231	283			
REPÚBLICA DOMINICANA	29.691	3.533	5.240	594	71	105			
SURINAM	1.857	247	98	37	5	2			
TRINIDAD Y TOBAGO	3.575	475	188	71	10	4			
URUGUAY	11.585	1.622	0	232	32	0			
VENEZUELA	100.740	13.257	6.430	2.015	265	129			
TOTALES (millones de \$US)	2.056.926	273.442	118.530	41.139	5.469	2.371			

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.4. Estimación de los costes anuales de O&M en las redes de saneamiento

PAÍS	Valor patrimonial de referencia de las inversiones realizadas en saneamiento (Millones \$US)		Inversión pendiente a 2030 para subsanar las carencias en saneamiento seguro de la población que tiene la red instalada (Millones \$US)		Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el saneamiento existente (Millones \$US)		COSTES O&M ANUALES DE LA RED DE SANEAMIENTO EXISTENTE (millones \$US)		COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA REDDE SANEAMIENTO PARA CUBRIR EL 100 % AGUA SEGURA (millones \$US)	
	inversiones realizadas en saneamiento (Millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para subsanar las carencias en saneamiento seguro de la población que tiene la red instalada (Millones \$US)	Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el saneamiento existente (Millones \$US)	COSTES O&M ANUALES DE LA RED DE SANEAMIENTO EXISTENTE (millones \$US)	COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS DE LA REDDE SANEAMIENTO PARA CUBRIR EL 100 % AGUA SEGURA (millones \$US)					
ARGENTINA	115.939	37.842	4.831	2.319	757	97				
BAHAMAS	1.008	315	88	20	6	2				
BARBADOS	751	245	31	15	5	1				
BELICE	940	291	93	19	6	2				
BOLIVIA	14.728	2.504	14.728	295	50	295				
BRASIL	475.302	134.130	97.351	9.506	2.683	1.947				
CHILE	41.846	11.809	8.571	837	236	171				
COLOMBIA	113.629	31.293	26.654	2.273	626	533				
COSTA RICA	12.904	4.168	679	258	83	14				
CUBA	26.150	7.379	5.356	523	148	107				
ECUADOR	38.744	11.197	6.837	775	224	137				
EL SALVADOR	13.679	3.488	4.560	274	70	91				
GUADALUPE	941	266	193	19	5	4				
GUATEMALA	28.987	6.308	16.305	580	126	326				
GUYANA	1.819	519	346	36	10	7				
HAÍTÍ	8.619	821	22.164	172	16	443				
HONDURAS	20.800	5.870	4.260	416	117	85				
JAMAICA	6.281	1.751	1.379	126	35	28				
MARTINICA	890	251	182	18	5	4				
MÉXICO	287.994	83.230	50.823	5.760	1.665	1.016				
NICARAGUA	12.298	2.843	5.787	246	57	116				
PANAMÁ	7.904	2.016	2.635	158	40	53				
PARAGUAY	17.451	5.281	2.157	349	106	43				
PERÚ	66.294	17.130	20.935	1.326	343	419				
REPÚBLICA DOMINICANA	23.473	6.704	4.471	469	134	89				
SURINAM	1.235	332	328	25	7	7				
TRINIDAD Y TOBAGO	2.769	866	241	55	17	5				
URUGUAY	9.268	3.151	0	185	63	0				
VENEZUELA	80.592	25.757	5.144	1.612	515	103				
TOTALES (millones de \$US)	1.433.236	407.758	307.129	28.665	8.155	6.143				

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.5. Estimación de los costes anuales de O&M en el tratamiento de aguas residuales

PAÍS	Valor patrimonial de referencias de las inversiones realizadas en tratamiento de aguas (Millones \$US)		Inversión pendiente a 2030 para subsanar los defectos de las instalaciones existentes en tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)		Inversión pendiente a 2030 para cubrir al 100 % el tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)		COSTES O&M ANUALES EN 2030 POR LAS MEJORAS EN LAS EDARES EXISTENTES (millones \$US)		COSTES O&M ANUALES A AÑADIR EN 2030 POR LA AMPLIACIÓN DE LAS EDARES PARA CUBRIR EL 100 % (millones \$US)	
	inversiones realizadas en tratamiento de aguas (Millones \$US)	instalaciones existentes en tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)	defectos de las instalaciones existentes en tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)	tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)	100 % el tratamiento de aguas residuales (Millones \$US)	EXISTENTES (millones \$US)	DE LAS EDARES EXISTENTES (millones \$US)	MEJORAS EN LAS EDARES EXISTENTES (millones \$US)	A AÑADIR EN 2030 POR LAS MEJORAS EN LAS EDARES EXISTENTES (millones \$US)	LA AMPLIACIÓN DE LAS EDARES PARA CUBRIR EL 100 % (millones \$US)
ARGENTINA	414		124	4.762		33		10		381
BAHAMAS	5		1	42		0		0		3
BARBADOS	7		2	26		1		0		2
BELICE	2		1	42		0		0		3
BOLIVIA	139		42	1.124		11		3		90
BRASIL	6.626		1.988	17.916		530		159		1.433
CHILE	1.729		519	432		138		41		35
COLOMBIA	661		198	5.351		53		16		428
COSTA RICA	128		38	454		10		3		36
CUBA	297		89	1.053		24		7		84
ECUADOR	313		94	1.641		25		8		131
EL SALVADOR	172		52	610		14		4		49
GUADALUPE	11		3	38		1		0		3
GUATEMALA	427		128	1.514		34		10		121
GUYANA	1		0	92		0		0		7
HAITÍ	0		0	1.319		0		0		106
HONDURAS	11		3	1.063		1		0		85
JAMAICA	26		8	302		2		1		24
MARTINICA	10		3	36		1		0		3
MÉXICO	5.373		1.612	9.148		430		129		732
NICARAGUA	62		19	713		5		1		57
PANAMÁ	27		8	425		2		1		34
PARAGUAY	8		3	832		1		0		67
PERÚ	860		258	2.879		69		21		230
REPÚBLICA DOMINICANA	120		36	1.078		10		3		86
SURINAM	15		4	52		1		0		4
TRINIDAD Y TOBAGO	14		4	115		1		0		9
URUGUAY	179		54	218		14		4		17
VENEZUELA	257		77	3.417		21		6		273
TOTALES (millones de \$US)	17.894		5.368	56.693		1.431		429		4.535

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.6. Estimación de los costes anuales de O&M en sector del regadío

SUBREGIÓN DE LAC	SUPERFICIE EN RIEGO EN 2013 (millones de Ha.)	SUPERFICIE A AMPLIAR PARA 2030 (millones Ha.)	VALOR A NUEVO (VALOR PATRIMONIAL) DE LAS HECTÁREAS EXISTENTES. Billones SUS	VALOR A NUEVO (VALOR PATRIMONIAL) DE LAS HECTÁREAS DE AMPLIACIÓN. Billones US	COSTE O&M ANUAL DEL REGADÍO EXISTENTE (millones de \$US)	COSTE O&M ANUAL DEL REGADÍO A AMPLIAR(millones de \$US)	COSTES O&M ANUALES TOTALES DEL REGADÍO (millones de \$US)
México	6,5	1,70	63,375	16,569	1.014	265	1.279
Centroamérica	0,8	0	7,8	0,000	125	0	125
Caribe - Grandes Antillas	1	0	9,75	0,000	156	0	156
Caribe - Pequeñas Antillas y Bahamas	0,02	0	0,195	0,000	3	0	3
Guyana	0,2	0	1,95	0,000	31	0	31
Andes	6,5	0,60	63,375	5,863	1.014	94	1.108
Brasil	5,4	1,41	52,65	13,765	842	220	1.063
América del Sur	3,8	0,29	37,05	2,804	593	45	638
LAC (América Latina y Caribe)	24,22	4,00	236,145	39,000	3.778	624	4.402

Fuente: Elaboración propia.

V.5.7.2.3. HIDROELECTRICIDAD

Aquí también las estimaciones se llevan a cabo por aplicación de los criterios expuestos más arriba y se recogen en los cuadros que siguen.

Costes de O&M de Grandes Centrales

La síntesis global se recoge en el cuadro que sigue. Por la operación y mantenimiento de las presas asociadas a las centrales, los costes totales anuales de O&M se elevan a 905 millones \$US, en tanto que los de las centrales propiamente dichas se han estimado en 3.282 \$US.

Cuadro V.5.7.7. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas

PAÍS de LAC	O&M ANUAL GRANDES CENTRALES (millones \$US/año)	
	POR PRESAS	POR CENTRALES
BRASIL	476	1.818
COLOMBIA	21	189
ARGENTINA	221	478
VENEZUELA	178	494
PERÚ	5	267
MÉXICO	5	35
TOTALES	905	3.282

Fuente: Elaboración propia.

Costes de O&M del Resto de Potencial Instalado que no es Gran Central

Se aplican los mismos criterios expuestos en los apartados de más arriba y se presenta en el cuadro V.5.6.14.

Costes de O&M de las nuevas centrales a incorporar en 2030

De nuevo se aplican criterios ya conocido, con el resultado que muestra el cuadro V.5.6.15.

Cuadro V.5.7.8. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de Brasil

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE BRASIL									
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)		
ITAIPIÚ	Paraná	14.000	29.000	20.160,4	16.167,3	40	356		
TUCURUI	Tocatins	8.370	45.536	30.315,4	10.175,9	61	224		
PAULO ALONSO	Sao Francisco	4.279	3.000	2.592,4	5.563,3	5	122		
SOLTEIRA	Paraná	3.200	21.100	15.122,7	4.283,1	30	94		
XINGÓ	Sao Francisco	3.162	3.000	2.592,4	4.237,3	5	93		
ITUMBIARA	Paranaíba	2.082	17.000	12.439,2	2.909,1	25	64		
SÉRGIO MOTTA	Paraná	1.815	20.000	14.408,1	2.571,0	29	57		
SAO SIMAO	Paranaíba	1.710	12.700	9.556,4	2.436,8	19	54		
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Iguazú	1.674	8.300	6.505,5	2.390,6	13	53		
JUPIÁ SOUZA DIAS	Paraná	1.551	3.680	3.118,4	2.231,9	6	49		
ITAPARICA	Sao Francisco	1.500	10.782	8.241,5	2.165,7	16	48		
ITÁ	Uruguay	1.450	3.000	2.592,4	2.100,6	5	46		
MARIMBONDO	Grande	1.436	6.150	4.961,0	2.082,4	10	46		
SALTO SANTIAGO	Iguazú	1.420	4.094	3.433,9	2.061,5	7	45		
AGUA VERMELHAN	Grande	1.396	11.100	8.461,0	2.030,1	17	45		
CORUMBÁ	Corumbá	1.275	3.800	3.210,2	1.871,0	6	41		
SERRA DA MESA	Tocatins	1.275	54.400	35.604,0	1.871,0	71	41		
SALTO SEGREDO	Iguazú	1.260	3.000	2.592,4	1.851,2	5	41		
SALTO CAXIAS	Iguazú	1.240	3.000	2.592,4	1.824,7	5	40		
LUIS GONZAGA	Sao Francisco	1.225	3.000	2.592,4	1.804,9	5	40		
FUMAS	Grande	1.216	3.000	2.592,4	1.792,9	5	39		
EMBORCACAO	Paranaíba	1.192	17.500	12.769,5	1.761,0	26	39		
MACHADINHO	Pelotas	1.140	3.300	2.825,7	1.691,7	6	37		
SALTO OSÓRIO	Iguazú	1.078	3.000	2.592,4	1.608,7	5	35		
ESTREITO II	Grande	1.050	3.000	2.592,4	1.571,1	5	35		
SOBRADINHO	Sao Francisco	1.050	34.100	23.340,4	1.571,1	47	35		
SUMA DE POTENCIAS (MW)		62.046				476	1.818		

Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.7.9. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de Colombia

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE COLOMBIA							
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)
HIDROITUANGO	Cauca	2.400	3000	2.592,4	3.306,1	5	73
SAN CARLOS	Magdalena	1.240	3000	2.592,4	1.824,7	5	40
GUAVIO	Guavio	1.189	3000	2.592,4	1.757,1	5	39
CHIVOR	Batá	1.000	3000	2.592,4	1.503,6	5	38
SUMA DE POTENCIAS (MW)				Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000		21	189

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.10. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de Argentina

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE ARGENTINA							
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)
YACYRETÁ	Paraná	4.050	21000	15.057,8	5.294,6	30	116
SALTO GRANDE	Uruguay	1.890	5000	4.114,2	2.666,5	8	59
GARABÍ-RONCADOR	Uruguay	1.775	33580	23.018,3	2.520,0	46	55
ITATI-ITACORA	Limay (Patago	1.700	3000	2.592,4	2.424,0	5	53
PIEDRA DEL ÁGUILA	Limay (Patago	1.400	12600	9.488,3	2.035,3	19	45
EL CHOCÓN	Limay (Patago	1.200	20200	14.538,3	1.771,7	29	39
PLANICIE BANDEERITA	Neuquén	1.200	43500	29.087,2	1.771,7	58	39
ALICURA	Limay (Patago	1.020	13215	9.906,1	1.530,6	20	34
BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO	Río Grande (B	1.000	3000	2.592,4	1.503,6	5	38
SUMA DE POTENCIAS (MW)				Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000		221	478

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.11. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de Venezuela

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE VENEZUELA							
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)
SIMÓN BOLÍVAR	Caroní	10.200	135000	80.980,2	12.158,0	162	267
MACAGUA (I, II y III)	Caroni	3.168	3000	2.592,4	4.243,9	5	93
CARUACHI	Caroni	2.196	3000	2.592,4	3.052,0	5	67
TOCOMA	Caroni	2.160	3000	2.592,4	3.007,0	5	66
SUMA DE POTENCIAS (MW)				Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000		178	494

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5.7.12. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de Perú

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE PERÚ								
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)	
Mantaro	Mantaro	1.156	10.200	3000	2.592,4	12.158,0	5	267
SUMA DE POTENCIAS (MW)		10.200	Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000				5	267

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.7.13. Estimación costes anuales de O&M para las Grandes Centrales Hidroeléctricas de México

ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE O&M EN LAS GRANDES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE MÉXICO								
Nombre resumido de la instalación hidroeléctrica	Río	Potencia (MW)	VOLUMEN DEL EMBALSE (HM3)	COSTE EMBALSE DE NUEVA PLANTA (millones\$US)	COSTE CENTRAL DE NUEVA PLANTA (billones\$US)	COSTES DE O&M DE LA PRESA (millones \$US/año)	COSTES DE O&M DE LA CENTRAL (millones \$US/año)	
MALPASO	Grijalva	1.080	3000	2.592,4	1.611,4	5	35	
SUMA DE POTENCIAS (MW)		1.080	Las cifras en rojo son valores no conocidos a los que se les asigna un valor convencional de 3.000				5	35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.7.14. Estimación costes anuales de O&M para las restantes existentes en LAC que no son Gran Central

PAÍS	POTENCIAL HIDROELECTRICO		CAPACIDAD HIDROELECTRICA INSTALADA (MW)		CAPACIDAD INSTALADA EN GRANDES CENTRALES (MW)		CAPACIDAD EN CENTRALES CONVENCIONALES (NO GRANDES CENTRALES)		VALOR DE NUEVO DE LAS PRESAS (millones \$US)		VALOR DE NUEVO DE LAS CENTRALES (millones \$US)		COSTE O&M ANUAL DE PRESAS Y CENTRALES (millones \$US)		COSTE O&M ANUAL DE PRESAS Y CENTRALES (millones \$US)	
ARGENTINA	40.400		10.045		15.235		0		0		0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
BARBADOS	0		0		0		0		0		0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
BELICE	900		53		53		53		196		98	0,783	1,325	2,108	2,108	2,108
BOLIVIA	40.000		485		485		485		1.791		895	7,162	12,125	19,287	19,287	19,287
BRASIL	260.093		82.458		62.046		20.412		75.361		37.681	301,444	510,300	811,744	811,744	811,744
CHILE	25.156		5.991		5.991		5.991		22.119		11.059	88,475	149,775	238,250	238,250	238,250
COLOMBIA	93.000		9.718		5.829		3.889		14.358		7.179	57,433	97,225	154,658	154,658	154,658
COSTA RICA	6.633		1.682		1.682		1.682		6.210		3.105	24,840	42,050	66,890	66,890	66,890
CUBA	650		64		64		64		236		118	0,945	1,600	2,545	2,545	2,545
ECUADOR	25.150		2.243		2.243		2.243		8.281		4.141	33,125	56,075	89,200	89,200	89,200
EL SALVADOR	2.165		472		472		472		1.743		871	6,970	11,800	18,770	18,770	18,770
GRENADA	0		0		0		0		0		0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GUATEMALA	5.000		891		891		891		3.290		1.645	13,158	22,275	35,433	35,433	35,433
GUYANA	7.000		0		0		0		0		0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HAITI	207		61		61		61		225		113	0,901	1,525	2,426	2,426	2,426
HONDURAS	5.000		531		531		531		1.960		980	7,842	13,275	21,117	21,117	21,117
JAMAICA	86		22		22		22		81		41	0,325	0,550	0,875	0,875	0,875
MÉXICO	53.000		11.542		1.080		10.462		38.626		19.313	154,503	261,550	416,053	416,053	416,053
NICARAGUA	2.000		105		105		105		388		194	1,551	2,625	4,176	4,176	4,176
PANAMÁ	3.282		1.351		1.351		1.351		4.988		2.494	19,952	33,775	53,727	53,727	53,727
PARAGUAY	12.516		8.810				8.810		32.527		16.263	130,106	220,250	350,356	350,356	350,356
PERÚ	58.937		3.453		10.200		0		0		0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
REPÚBLICA DOMI	2.095		523				523		1.931		965	7,724	13,075	20,799	20,799	20,799
SURINAME	2.420		189				189		698		349	2,791	4,725	7,516	7,516	7,516
TRINIDAD&TOBAC	0		0				0		0		0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
URUGUAY	1.815		1.539				1.539		5.682		2.841	22,728	38,475	61,203	61,203	61,203
VENEZUELA	46.000		14.622		17.724		0		0		0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTAL LAC	693.505		156.850		112.114		59.775		220.689		110.345	883	1.494	2.377	2.377	2.377

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.5.7.15. Estimación costes anuales de O&M para las nuevas centrales, a incorporar en 2030

PAÍS	CAPACIDAD A INSTALAR EN LAS NUEVAS CENTRALES MW.	VALOR DE NUEVO DE LAS PRESAS (millones \$US)	VALOR DE NUEVO DE LAS CENTRALES (millones \$US)	COSTE O&M ANUAL DE PRESAS (millones \$US)	COSTE O&M ANUAL TOTAL DE PRESAS Y CENTRALES	COSTE O&M ANUAL DE CENTRALES (millones \$US)
ARGENTINA	29	107	54	0,428	0,725	1,153
BELICE	3	11	6	0,044	0,075	0,119
BOLIVIA	0	0	0	0,000	0,000	0,000
BRASIL	18.355	67.767	33.883	271,067	458,875	729,942
CHILE	1.767	6.524	3.262	26,095	44,175	70,270
COLOMBIA	3.666	13.535	6.767	54,139	91,650	145,789
COSTA RICA	645	2.381	1.191	9,525	16,125	25,650
CUBA	0	0	0	0,000	0,000	0,000
ECUADOR	321	1.185	593	4,741	8,025	12,766
EL SALVADOR	1	4	2	0,015	0,025	0,040
GUATEMALA	305	1.126	563	4,504	7,625	12,129
GUYANA	0	0	0	0,000	0,000	0,000
HAITÇI	0	0	0	0,000	0,000	0,000
HONDURAS	177	653	327	2,614	4,425	7,039
JAMAICA	12	44	22	0,177	0,300	0,477
MÉXICO	874	3.227	1.613	12,907	21,850	34,757
NICARAGUA	25	92	46	0,369	0,625	0,994
PANAMÇA	1.317	4.862	2.431	19,449	32,925	52,374
PARAGUAY	0	0	0	0,000	0,000	0,000
PERÚ	1.190	4.393	2.197	17,574	29,750	47,324
REPÚBLICA DOMINICANA	156	576	288	2,304	3,900	6,204
SURINAM	0	0	0	0,000	0,000	0,000
URUGUAY	0	0	0	0,000	0,000	0,000
VENEZUELA	858	3.168	1.584	12,671	21,450	34,121
TOTAL LAC	29.701	109.656	54.828	439	743	1.181

Fuente: Elaboración propia.

Resumen final en Costes de O&M en hidroelectricidad

Se presentan en el cuadro y figura que siguen. Son 6.564 millones de \$US / año, incluyendo presas y las propias centrales. En 2030 habría que añadir otros 1.181 millones \$US para incorporar las nuevas centrales que se estima que entrarían en operación a 2030.

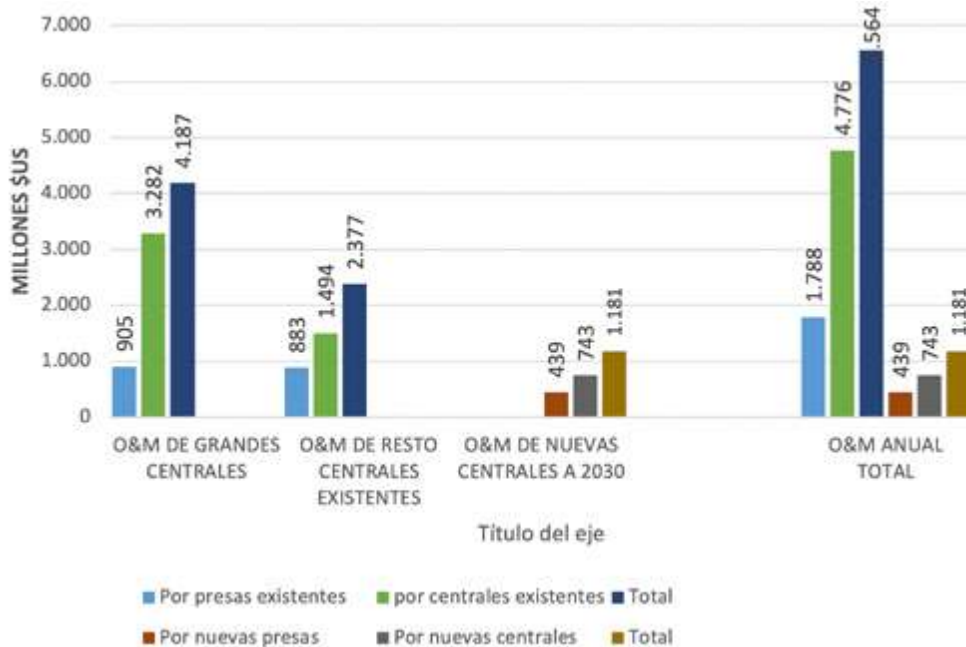
Como es lógico en un estudio de esta naturaleza, no se entra a analizar el flujo en que se irá produciendo la incorporación de las nuevas centrales. Para una estimación económico-financiera se puede suponer una distribución homogénea a lo largo del período.

Cuadro V.5.7.16. Estimación costes anuales de O&M para la hidroelectricidad

CONCEPTO	COSTES O&M ANUALES HIDROELÉCTRICOS ACTUALES (millones de \$US)			COSTES O&M ANUALES HIDROELÉCTRICOS A AÑADIR EN 2030 (millones de \$US)		
	POR PRESAS	POR CENTRALES	TOTAL	POR PRESAS	POR CENTRALES	TOTAL
	O&M DE GRANDES CENTRALES	905	3.282	4.187		
O&M DE RESTO CENTRALES EXISTENTES	883	1.494	2.377			
O&M DE NUEVAS CENTRALES A 2030				439	743	1.181
O&M ANUAL TOTAL	1.788	4.776	6.564	439	743	1.181

Fuente: Elaboración propia.

Figura V.5.7.2. Costes anuales totales de O&M en hidroelectricidad



V.5.7.2.4. Costes totales de O&M en todos los sectores del agua analizados

En la actualidad, la cifra estimada como coste de O&M de las infraestructuras de todos los sectores analizados en LAC se eleva a 81.577 millones de \$US.

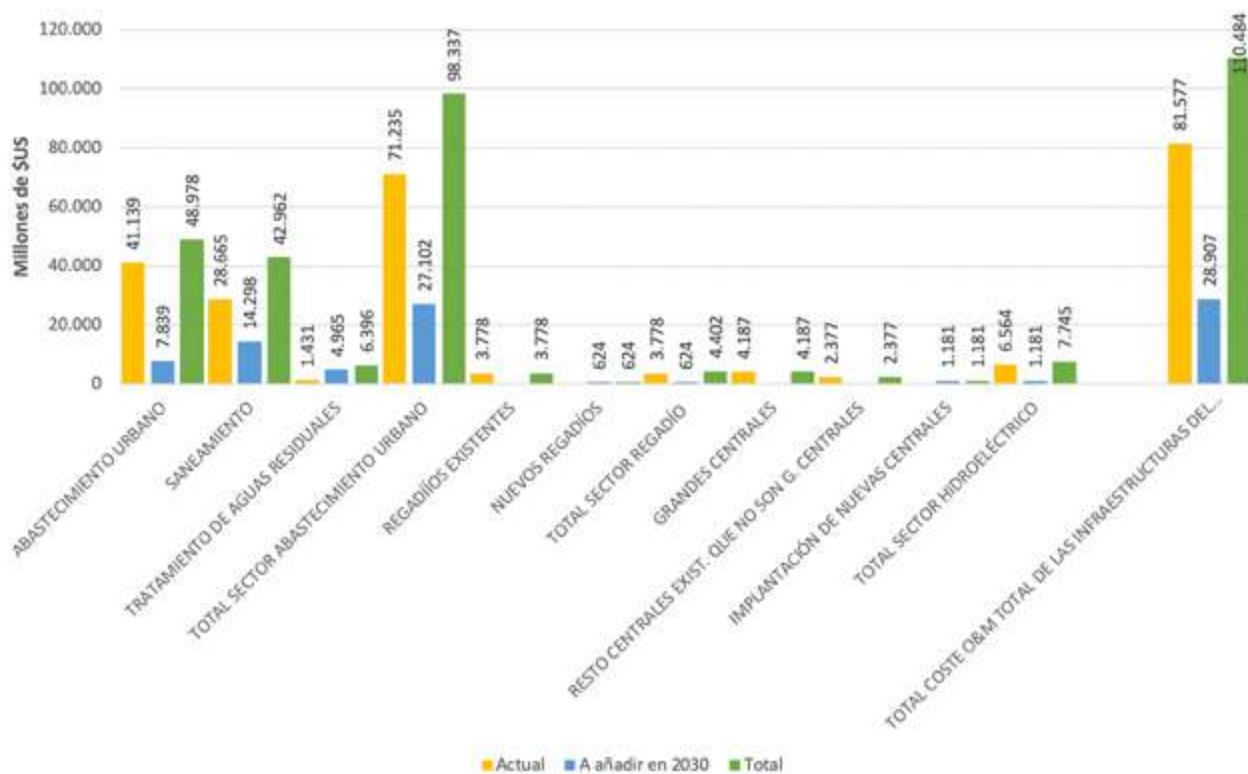
Para 2030 (e incorporándose gradualmente) habrá que añadir los costes de O&M de las infraestructuras que se vayan ejecutando y poniendo en servicio para 2030, que son otros 28.907 millones de \$US, lo que eleva la previsión de costes de O&M para 2030 a 110.484 millones de \$US.

Cuadro V.5.7.18 .- Estimación costes anuales de O&M para todas infraestructuras analizadas; abastecimiento, regadío e hidroelectricidad en LAC.

ESTIMACIÓN COSTES ANUALES O&M DE TODAS LAS INFRAESTRUCTURAS (millones \$US)			
SUBSECTOR/SECTOR DEL AGUA	ACTUAL	A INCORPORAR ACUMULADO A	
		EN 2030	2030
ABASTECIMIENTO URBANO	41.139	7.839	48.978
SANEAMIENTO	28.665	14.298	42.962
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	1.431	4.965	6.396
TOTAL SECTOR ABASTECIMIENTO URBANO	71.235	27.102	98.337
REGADÍOS EXISTENTES	3.778		3.778
NUEVOS REGADÍOS		624	624
TOTAL SECTOR REGADÍO	3.778	624	4.402
GRANDES CENTRALES	4.187		4.187
RESTO CENTRALES EXIST. QUE NO SON G. CENTRALES	2.377		2.377
IMPLANTACIÓN DE NUEVAS CENTRALES		1.181	1.181
TOTAL SECTOR HIDROELÉCTRICO	6.564	1.181	7.745
TOTAL COSTE O&M TOTAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS DEL AGUA	81.577	28.907	110.484

Fuente: Elaboración propia.

Figura V.5.7.3. Costes anuales O&M en todos los sectores



El cuadro que sigue estima lo que en la actualidad, la cifra de coste de O&M supone sobre el “valor patrimonial” de la infraestructura hídrica, que ya se aportó más arriba: se trata del 1,74 % , cifra que encaja dentro de la banda varias veces comentada, de entre el 0,5 % y el 2 %.

Cuadro V.5.7.19. Porcentaje medio global de los costes de O&M sobre el “valor patrimonial” de la infraestructura hídrica existente en la actualidad en LAC.

VALOR PATRIMONIAL (A NUEVO) DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES (billones \$US)	
SUBSECTOR/SECTOR DEL AGUA	billones de \$US
ABASTECIMIENTO URBANO	2.057
SANEAMIENTO	1.433
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	18
TOTAL SECTOR ABASTECIMIENTO URBANO	3.508
REGADÍOS EXISTENTES	236
NUEVOS REGADÍOS	
TOTAL SECTOR REGADÍO	236
PRESAS DE GRANDES CENTRALES	453
LAS PROPIAS GRANDES CENTRALES	149
PRESAS Y CENTRALES EN GRANDES CENTRALES	601
PRESAS DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	221
CENTRALES DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	110
PRESAS Y CENTRALES DEL RESTO DE POTENCIAL INSTALADO	331
TOTAL SECTOR HIDROELÉCTRICO	932
TOTAL VALOR PATRIMONIAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES (billonrd \$US)	4.677
Porcentaje que suponen los Costes O&M Actuales sobre el "VALOR PATRIMONIAL DE LA INFRAESTRUCTURA)	1,74

Fuente: Elaboración propia.

