

# DESAFÍOS A LA SEGURIDAD HÍDRICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Humberto Peña T  
Consultor

## ÍNDICE

### RESUMEN EJECUTIVO

#### 1. INTRODUCCIÓN

#### 2. LA SEGURIDAD HÍDRICA: LA DEFINICIÓN DE UN OBJETIVO ESTRATÉGICO

2.1 Análisis conceptual

2.2 La seguridad hídrica “en la práctica”: indicadores.

2.3 ¿Por qué utilizar el concepto de Seguridad Hídrica? Objetivo en el contexto de LAC.

#### 3. SITUACIÓN ACTUAL Y DINÁMICA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LAC.

3.1 La disponibilidad de recursos hídricos.

3.2 El papel de los recursos hídricos en el desarrollo social y económico de LAC

3.3 Procesos y fuerzas dinamizadoras.

#### 4. LA SEGURIDAD HÍDRICA EN LAC: RIESGOS Y DESAFÍOS

4.1 Seguridad Hídrica para el acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.

4.2 Seguridad Hídrica para el desarrollo productivo sustentable.

4.3 Seguridad Hídrica para la conservación de cuerpos de agua con una calidad compatible con la salud y el medioambiente.

4.4 Seguridad Hídrica para la protección de la población contra inundaciones.

#### 5. REFLEXIONES FINALES: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## **RESUMEN EJECUTIVO (300 palabras)**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **2. LA SEGURIDAD HÍDRICA: LA DEFINICIÓN DE UN OBJETIVO ESTRATÉGICO**

##### **2.1 ANÁLISIS CONCEPTUAL**

En los últimos años, para definir el objetivo estratégico que debieran alcanzar los países en relación con la gestión de los recursos hídricos se ha incorporado crecientemente el concepto de Seguridad Hídrica, el cual ha sido incluido en numerosas declaraciones y acuerdos internacionales, en especial a partir del año 2000.

Ese año, el II Foro Mundial del Agua (La Haya), convocado por el Consejo Mundial del Agua, se realizó bajo el lema: “Un Mundo con Seguridad Hídrica: Una visión para el agua, la vida y el medio ambiente”, y la Asociación Mundial del Agua (GWP) preparó el documento complementario: “Hacia la Seguridad Hídrica: Un marco para la Acción”. En esa ocasión la GWP definió la seguridad hídrica señalando que significa que “a cualquier nivel desde el hogar hasta lo global, cada persona tiene acceso a suficiente agua saludable a un costo asequible, para la higiene y una vida saludable y productiva, asegurando simultáneamente que el ambiente natural está protegido y mejorado”. A su vez, la Declaración Ministerial definió la seguridad hídrica indicando que ella consiste en “asegurar que el agua dulce, las zonas costeras y los ecosistemas relacionados se encuentren protegidos y mejorados, que se promueva el desarrollo sostenible y la estabilidad política, que cada persona tenga acceso a suficiente agua potable y a un costo asequible para permitir una vida saludable y productiva, y que la población vulnerable esté protegida de los riesgos asociados al agua”

En años posteriores la importancia asignada a la “Seguridad Hídrica” como forma de entender los desafíos globales que afectan al desarrollo de la humanidad continuó incrementándose. A modo de ejemplo, se puede señalar el llamado del Foro Económico Mundial del 2009 a considerar la seguridad hídrica como la red que conecta todos los grandes desafíos (alimentación, energía, clima y desarrollo económico, entre otros) que debe enfrentar la humanidad en las próximas décadas. Recientemente (CDP and Deloitte Consulting LLP, 2013), en una encuesta realizada a casi 600 grandes compañías globales el 70% identificó al agua como un riesgo sustantivo para sus negocios y el 64% informó que esperaban impactos negativos en los próximos 5 años.

Desde los años 90 se han presentado políticas públicas en diversos países y regiones recurriendo al paradigma de la seguridad hídrica y se han preparado unos 100 artículos académicos. Un análisis sistemático de dichos artículos realizado por Cook y Bakker (2012), muestra que el concepto ha sido utilizado con dos alcances distintos. El primero de ellos utiliza el concepto de seguridad hídrica en el marco de una materia o disciplina específica, así, por ejemplo, se aplica a temas agrícolas, de ingeniería, de salud pública o de recursos hídricos. Un segundo empleo del concepto le asigna un alcance interdisciplinario e integrador, siendo los temas más recurrentes considerados

en los diversos artículos la disponibilidad de recursos hídricos, la vulnerabilidad de las personas frente a los riesgos, la necesidad de atender las necesidades de desarrollo humano (en especial la seguridad alimentaria), y a las cuestiones que atañen a la sustentabilidad social y ambiental del uso del recurso.

En este contexto, junto con la creciente utilización del concepto de seguridad hídrica se ha levantado la necesidad de desarrollar definiciones más precisas. Una definición que ha tenido una amplia difusión es: “la 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 asociados al agua, para las personas, el medio ambiente y la economía” (Grey y Sadoff, 2007). Por su parte, Calow, Ludi y Tucker (2013), interesados en destacar la importancia de servicios sostenibles y asequibles de agua potable y saneamiento en África, los que presentan problemas de gobernanza, financiamiento e infraestructura más que de disponibilidad de agua, y advirtiendo que el desarrollo de inversiones en usos como riego e hidroelectricidad generan inquietud sobre la sostenibilidad del aprovechamiento del agua, definen la seguridad del agua como "La disponibilidad de una adecuada cantidad y calidad del agua para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, y la capacidad de acceder a ella, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua a personas y ambientes, y la capacidad para gestionar esos riesgos."

Mason y Calow (2012), con el objetivo de generar una definición que fuera funcional a la formulación de una medida del nivel de seguridad hídrica de los países, señalan que consiste en “tener suficiente agua, en cantidad y calidad, para las necesidades humanas (salud, sustento y actividades productivas) y los ecosistemas, acompañada de la capacidad de acceso y aprovechamiento, de resolver las compensaciones entre los distintos sectores, y de manejar los riesgos asociados al agua, incluyendo crecidas, sequías y contaminación”.

Por su parte, diversas agencias de la ONU integradas al Grupo de Trabajo sobre Seguridad Hídrica de UN WATER, con el propósito de iniciar un diálogo al interior del sistema de Naciones Unidas sobre el tema y, en especial, con el objetivo de generar una definición común que facilite su incorporación al debate sobre el desarrollo mundial, en la perspectiva de la preparación de las Metas para el Desarrollo Sostenible (SDGs) (UN-Water, 2013), concordaron en que la Seguridad Hídrica era “la 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”.

Finalmente la OCDE (2013) presenta una aproximación al tema enfocada en el análisis de riesgos y señala que la seguridad hídrica consiste en “mantener en niveles aceptables cuatro riesgos asociados al agua: el riesgo de escasez, como falta de suficiente agua (en el corto y largo plazo) para los usos beneficiosos de todos los usuarios; el riesgo de inadecuada calidad para un propósito o uso determinado; el riesgo de los excesos (incluidas las crecidas), entendidas como el rebalse de

los límites normales de un sistema hidráulico (natural o construido) o la acumulación destructiva de agua en áreas que no están normalmente sumergidas, y el riesgo de deteriorar la resiliencia de los sistemas de agua dulce, por exceder la capacidad de asimilación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas y sus interacciones, con la eventual superación de los umbrales aceptables, causando daños irreversibles en las funciones hidráulicas y biológicas del sistema”.

De acuerdo a lo señalado, la tarea de alcanzar una mayor seguridad hídrica supone responder no sólo a los riesgos que se observan en la actualidad, sino en forma muy importante en dar respuestas adecuadas a los nuevos desafíos que presenta el sector. Una sociedad segura es la que tiene un sistema de gestión y la infraestructura capaces de mantener en un nivel aceptable los riesgos actuales y dispone de la capacidad de adaptación para atender los riesgos del futuro. De acuerdo a lo anterior, como se señala en el capítulo 3, para los propósitos del presente trabajo resultará importante analizar las tendencias actuales que prefiguran los escenarios futuros.

El concepto de Seguridad Hídrica ha tenido un amplio uso a nivel global asociado a otros objetivos críticos para el desarrollo de la humanidad, como son los de seguridad alimentaria y seguridad energética. Al respecto, los informes a la Conferencia Internacional: “Nexos entre Seguridad Hídrica, energética y alimentaria. Soluciones para la Economía Verde” (Hoff, 2011), organizada por el Gobierno de Alemania como una contribución a la Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable de Río de Janeiro (2012), y otros documentos de foros y agencias internacionales (WEF, 2011; FAO, 2011; Bellfield, 2015) han puesto en evidencia las interrelaciones que existen entre dichos objetivos. En efecto, ellos por una parte comparten los desafíos y restricciones que imponen temas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico, la urbanización, la globalización económica, el cambio climático, entre otros y, por otra, presentan la necesidad de gestionar con una visión integrada las externalidades que se generan entre los sectores y las oportunidades de obtener beneficios compartidos. Así, por ejemplo, la gestión del recurso hídrico, el desarrollo de la agricultura de riego y el desarrollo de los biocombustibles, son temas que requieren visiones integradas para controlar los impactos negativos y potenciar sus beneficios para una mejor seguridad hídrica, alimentaria y energética. En todo caso, es importante hacer presente que el desafío de la seguridad hídrica, también tiene diferencias significativas con los otros dos. En efecto, mientras que en relación con la alimentación y la energía existen mercados globales que, en general, inciden directamente en el acceso a dichos bienes, en el caso del agua inevitablemente el acceso depende de los factores locales, como son las demandas de agua y las fuentes de abastecimiento ubicadas en el entorno geográfico, teniendo el comercio mundial solo un papel indirecto.

No obstante lo señalado acerca de la importancia de los nexos agua-energía-alimentación, los trabajos desarrollados en el marco de Naciones Unidas para acordar una agenda post 2015, según lo propuesto en diciembre de 2014 por el Secretario General de Naciones Unidas en el informe de síntesis, titulado “The Road to Dignity by 2030: Ending Poverty, Transforming All Lives and Protecting the Planet” (ONU, 2014) no consideran dicha temática en forma expresa, sin perjuicio de que entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable propuestos se mantienen los objetivos

relacionados con el acceso a la alimentación (objetivo 2) y el agua y saneamiento (objetivo 6) y se introduce un nuevo objetivo de acceso universal a la energía sostenible (objetivo 7).

Otro aspecto que ha sido motivo de debate, es la relación que tendrían, en el marco de la agenda internacional en torno al agua, la promoción de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos y el mejoramiento de la Seguridad Hídrica y si, en la práctica, serían equivalentes. En relación con el tema, una visión adecuada resulta considerar la GIRH como una estrategia centrada en los medios, mientras que la gestión orientada por la Seguridad Hídrica, estaría destacando el objetivo a alcanzar. Así, en términos de la GWP, se trataría de aproximaciones que tienen una relación “simbiótica”, que se refuerzan mutuamente (Van Beek E. y W. L. Arriens, 2014).

Como se aprecia las definiciones de SH presentadas, muestran aspectos concordantes y ciertas discrepancias, como resultado de los distintos énfasis y propósitos de sus autores. Al respecto se pueden hacer los siguientes comentarios:

- En general las definiciones no se restringen a evaluar la disponibilidad física de recursos hídricos, en cantidad y calidad, sino más bien se orientan a contrastar dicha disponibilidad con los requerimientos de las personas, la economía y el medio ambiente. Es decir, se entiende que la seguridad hídrica es un problema de las personas y del desarrollo de la sociedad, y no de la naturaleza, considerada en sí misma.
- Se trata de definiciones que buscan integrar las distintas dimensiones que caracterizan la función de los recursos hídricos en relación con la sociedad y el medio ambiente. Así, en ella tienen cabida temas tales como el abastecimiento de agua de buena calidad a la población y de su tratamiento para el resguardo de la salud de las personas, el suministro de recursos hídricos para la producción, la disponibilidad de agua para el medioambiente (en cantidad y calidad); y la protección a la población y los bienes frente a eventos hidrológicos extremos, entre otras materias.
- Asimismo, el concepto de seguridad hídrica, incorpora entre sus elementos la sostenibilidad ambiental, y la sostenibilidad de los suministros y servicios asociados al agua. Esta dimensión del concepto hace necesario analizar la disponibilidad física, en cantidad y calidad, del recurso hídrico en el largo plazo, así como la capacidad de los sistemas de gestión para responder y adaptarse a un escenario que puede experimentar cambios sustantivos, tanto en lo relativo al sistema natural como en lo relacionado con el sistema humano (cambios sociales, económicos, políticos), o inclusive para simplemente permitir el mantenimiento en el tiempo de las condiciones y los niveles de servicio actuales.
- Un aspecto siempre presente en las definiciones es la existencia del riesgo. Ello responde a que, por su naturaleza, el recurso hídrico es un recurso variable, en términos temporales y espaciales, y sujeto a eventos extremos, situación que se ve agravada en un contexto en el cual el cambio climático se presenta como uno de los desafíos estratégicos globales de mayor impacto. A lo anterior, se debe agregar la incertidumbre relacionada con los procesos sociales,

económicos y políticos, que inciden en la demanda, en la oferta y en la gestión de los recursos hídricos. No obstante constituir el riesgo un elemento común de las definiciones, los autores le asignan distinta relevancia. Así, este componente se recoge con especial fuerza en definiciones como la de Sadoff y Grey, y, muy especialmente, en el enfoque de la OCDE, donde el objetivo de seguridad hídrica se relaciona con un “nivel de riesgo aceptable” lo que exige determinar el nivel apropiado de seguridad, considerando la frecuencia, magnitud e intensidad de los riesgos, y definir la distribución social de los peligros y los costos asociados a su reducción. De este modo, en la práctica, para proveer una seguridad hídrica adecuada es necesario resolver sobre opciones políticas, evaluar la relación entre el costo y efectividad de las propuestas y discernir entre enfoques preventivos o reactivos, realizar procesos con mayor o menor participación de los interesados, y decidir sobre diversas formas de financiamiento, entre otros aspectos. A lo anterior se debe agregar que el nivel de riesgo aceptable evoluciona con la sociedad, tanto por el mejoramiento de la calidad de vida de la población, como por la creciente complejidad y cambio de los vínculos entre el aprovechamiento del agua y la actividad económica en la sociedad moderna.

- Entre estas definiciones, algunas recientes han enfatizado expresamente que la seguridad hídrica también considera los medios necesarios para acceder al agua. En este sentido, se recoge el hecho de que más allá de la disponibilidad de agua, pueden presentarse situaciones de falta de acceso al agua por problemas relacionados con una insuficiente gestión, o falta de financiamiento o infraestructura. Esta consideración es relevante en temas tales como el suministro de agua potable y saneamiento a las poblaciones más pobres, donde se ha destacado la existencia de una escasez hídrica y una más importante escasez económica y de medios para hacer asequible el recurso hídrico existente a la población.
- En relación con la definición consensuada en el seno del sistema de las Naciones Unidas, es necesario señalar que ella presenta algunas particularidades. A diferencia de las otras, identifica en forma expresa a “las poblaciones” como el sujeto que debe tener las capacidades necesarias para dar una adecuada seguridad hídrica, y no al Estado como pudiera interpretarse en general. Esto significa que en este enfoque se trataría de una materia en el que las instancias locales tendrían un papel central, más allá del papel que pudiera cumplir el Estado. Así, esta definición se estaría haciendo eco del papel fundamental que tendría en ciertas realidades las organizaciones e instituciones no formales que administran el agua como un recurso de uso común, de acuerdo a prácticas culturalmente aceptadas.
- Un enfoque distinto vincula el tema de la SH a la dimensión geopolítica, asociándola al tema de la seguridad de las naciones en general. En esta dimensión, la definición ONU-Agua, al igual que la Declaración Ministerial de La Haya (2000), se hace eco de la conflictividad de tipo político que pudiera generar el aprovechamiento de los recursos hídricos en un escenario crecientemente competitivo entre grupos o naciones, e incorpora como una característica de la seguridad hídrica “un clima de paz y estabilidad política”.

## **2.2 LA SEGURIDAD HÍDRICA “EN LA PRÁCTICA”: INDICADORES**

El concepto de “Seguridad Hídrica” ha tenido una amplia aceptación como forma de identificar los objetivos de la comunidad internacional y de los países en relación con la gestión del agua. Esto ha motivado un esfuerzo por transformarlo en un instrumento objetivo para medir los avances en relación con el manejo de los temas relativos al agua, entendiendo que un instrumento de esas características contribuiría a dar contenido y peso al tema del agua en el debate político, tanto en el contexto nacional como internacional. Asimismo, como se discute en 2.3 para el caso de LAC, el desarrollo de una métrica en relación con la SH ayudaría a focalizar la atención de los diversos actores en las áreas con problemas, entregaría una herramienta para evaluar el impacto de las medidas de mejoramiento y permitiría comparar la situación de los distintos países en relación con el tema.

Un esfuerzo regional pionero en esta materia se realizó en la región Asia Pacífico. En dicha región se propuso medir en forma integral la SH, sobre la base de 5 dimensiones, consideradas relevantes para representar la realidad de los países del Asia Pacífico, los cuales se asociaron a un conjunto de indicadores. De ese modo, el objetivo de la SH se expresó en término de metas cuantitativas y la situación de cada país se evaluó en función de las dimensiones e indicadores que fueron seleccionados (AWDO, 2013). Las dimensiones seleccionadas se orientaron a medir:

- La satisfacción a nivel de los hogares las necesidades de abastecimiento de agua potable y saneamiento;
- La capacidad de abastecer y obtener beneficio productivo del agua utilizada en el desarrollo de la agricultura, minería, industria y energía;
- El apoyo de los servicios relacionados al agua al mejoramiento de la calidad de vida en ciudades y pueblos;
- La capacidad de los cuerpos de agua de mantener sus servicios ambientales.
- La capacidad para hacer frente y recuperarse de los impactos de los desastres relacionados con el agua.

Cada dimensión fue cuantificada mediante 2 a 4 indicadores, los cuales generan un valor representativo de cada una de ellas y, en conjunto, de la seguridad hídrica de cada país. Inclusive, en algunos casos fue necesario considerar varios subindicadores para representar un indicador, dada la complejidad y amplitud de las materias relacionadas con la gestión del agua que se quería representar. En esta tarea se utilizaron indicadores muy diversos, como por ejemplo: parámetros clásicos de la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento (% de población urbana con servicio de agua potable, % de aguas servidas con tratamiento, etc.), indicadores definidos sobre la base de opiniones expertas de la condición ambiental de los ríos, medidas de la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua (diarrea) en la pérdida de años de vida por discapacidad, participación de la hidroelectricidad en la generación eléctrica expresada en %, pérdidas económicas por habitante debido a inundaciones, entre muchos otros.

Por su parte, Mason y Calow (2012) desarrollaron un análisis sistemático, pragmático e inclusivo de los temas relacionados con la SH, con el propósito de proponer una métrica que refleje la situación y los avances de países en la materia. Para ello agruparon las distintas dimensiones del tema en torno a cinco ideas: la capacidad efectiva de acceder a recursos hídricos, la gestión de la variabilidad y el riesgo, la satisfacción de las necesidades humanas, incluidas las relativas a la producción, la atención de los requerimientos ambientales y la gestión de la competencia y el conflicto en relación con el aprovechamiento de los recursos hídricos. En torno a estas ideas se propone un conjunto de indicadores que utiliza las bases de datos existentes a nivel internacional (por ejemplo, sobre la disponibilidad media de agua a nivel nacional). Sin embargo, conscientes de la extrema simplificación que supone dicho enfoque, proponen, además, avanzar en un segundo grupo de indicadores, más ambicioso que el anterior, haciendo uso de nuevas tecnologías (por ejemplo utilizando las posibilidades de los sensores remotos) o de iniciativas internacionales en desarrollo, como la relativa a la aplicación del concepto de cuentas nacionales al agua, lo que supone un considerable trabajo de estudio e investigación adicional para generar la información.

En esta misma línea, la GWP (Van Beek E. y W. L. Arriens, 2014) propone una metodología para cuantificar la SH, entendiendo que la forma específica de medición en cada caso dependerá de los temas y problemas que son relevantes en cada realidad regional (si se trata de una metodología que se desea aplicar a nivel de una región específica). Así proponen un esquema de 4 etapas:

- Identificación de la visión y de las metas que se pretende alcanzar con el sistema de gestión de recursos hídricos.
- De acuerdo a la visión, se determinan las dimensiones que resultan críticas para la seguridad hídrica, en la realidad particular que se evalúa.
- Identificación de los indicadores que informen acerca de las distintas dimensiones, considerando la información que está disponible o el posible uso de procedimientos de cuantificación alternativos, asignándoles un peso que refleje su importancia en la dimensión respectiva.
- Asegurar que los indicadores reflejen los elementos centrales de una gestión integrada de los recursos hídricos (equidad social, sustentabilidad ambiental y eficiencia económica)

Por su parte, la OCDE, consistentemente con su concepción de la Seguridad Hídrica vinculada estrechamente al análisis de riesgos, propone una metodología que consiste primeramente en identificar y conocer los riesgos asociados al agua, establecer los niveles de riesgo que resultan aceptables para la comunidad, y, finalmente, manejar los riesgos mediante apropiadas políticas públicas para alcanzarlas.

En esta materia se ha hecho presente que al tener la Seguridad Hídrica una compleja y estrecha relación con las políticas económicas y otras políticas sectoriales, la definición de los

niveles de riesgo debiera corresponder a un balance entre diversos objetivos de política, con el propósito de que una mayor seguridad en una de ellas no implique una reducción inaceptable en otras. En esta línea de pensamiento, diversos autores han enfatizado la importancia de considerar la relación entre los costos y beneficios de las medidas necesarias para alcanzar una mayor seguridad. Así, J Rees (2002) advierte que “ha sido poco común considerar la mitigación del riesgo como un bien económico sujeto a la disciplina del mercado. No existe duda respecto a que la demanda para “consumir” seguridad será mayor que la capacidad del sector de proveerla, a menos que existan mecanismos para informar a los consumidores sobre los costos de provisión involucrados”, y Whittington, Sadoff y Allaire (2013) se abocan a responder las preguntas “¿Cuál es el efecto económico de alcanzar o no la seguridad hídrica?” En otras palabras, “¿cuál es el nivel correcto de esfuerzo o de inversión en seguridad hídrica?”.

### **2.3 ¿POR QUÉ UTILIZAR EL CONCEPTO DE SEGURIDAD HÍDRICA? OBJETIVO EN EL CONTEXTO DE LAC.**

El análisis de la Seguridad Hídrica de un país o un sector, como método de estudio de sus problemas de agua presenta, en general, diversas ventajas, las que han contribuido a su popularización. Entre ellas se pueden señalar las siguientes:

- El concepto de seguridad hídrica, en la forma cómo se ha definido, da cuenta y vincula problemas estratégicos que afectan sustantivamente a la sociedad y las personas, con los temas de acceso y la gestión del agua. Así, por ejemplo, se puede recoger la importancia de ampliar y sostener los requerimientos de APS en el mundo.
- Como se ha señalado, la seguridad hídrica es un tema amplio y variado, con múltiples dimensiones, que aborda la integralidad de la relación del agua con la sociedad. De ese modo se trata de un enfoque que ayuda a priorizar los principales desafíos que presenta el sector hídrico y a focalizar los esfuerzos, teniendo una visión completa de la gestión del agua.
- El objetivo de alcanzar determinados niveles de seguridad hídrica que sean aceptables para el desarrollo de la sociedad constituye un criterio que permite establecer metas y evaluar los impactos de las políticas públicas.
- Es un enfoque que entrega elementos para comparar experiencias y resultados de la gestión en distintos países y realidades, transmitir las lecciones aprendidas y extender las mejores prácticas del sector.

En síntesis, el análisis sistemático de la seguridad hídrica se puede concebir como un instrumento de análisis integral, diagnóstico, evaluación y benchmarking.

En relación con lo anterior surge la pregunta acerca de cuál sería —para la región de LAC— la utilidad de su aplicación y de la aproximación al concepto de seguridad hídrica que resulta más

adecuada, considerando la realidad de la Región. Al respecto se pueden hacer las siguientes observaciones:

- a) El principal atractivo del concepto de Seguridad Hídrica para LAC es su potencialidad para orientar en forma coherente el análisis y evaluación de distintas políticas públicas en el ámbito del agua, considerando una base metodológica común (el riesgo) y una visión comprehensiva.
- b) Las necesidades que impone la realidad de la región, con importantes desafíos pendientes para atender a las necesidades básicas de la población (salud, economía, etc.) y alcanzar un desarrollo aceptable, hacen necesario destacar la relevancia de la Seguridad Hídrica para el logro de sus objetivos de desarrollo social y económico, incluidas ODM. Asimismo, lo anterior conduce a entender la Seguridad Hídrica, no solo desde la perspectiva de los indicadores de disponibilidad y caracterización de los recursos hídricos, sino desde la perspectiva de la efectiva provisión de servicios a la población, lo que supone incluir en el análisis a los medios y organización para hacerlo posible (gobernanza)..
- c) El análisis de la seguridad hídrica, a partir de la selección de determinadas dimensiones o áreas clave, que reflejen los temas de importancia para la sociedad en cada realidad, como se recomienda en distintas propuestas metodológicas, constituye un paso necesario para focalizar los temas relevantes en LAC. Así, temas tales como la provisión de agua potable y saneamiento a la población, o el papel del agua en el desarrollo económico, que constituyen desafíos centrales en el desarrollo de ciertos países, debieran constituir el foco en un análisis de la seguridad hídrica de los mismos.
- d) El enfoque metodológico que se centra en generar indicadores nacionales simples de las distintas dimensiones de la Seguridad Hídrica a nivel de cada país no parece adecuado para reflejar los verdaderos desafíos que presenta el sector en la región. En efecto, la extensión geográfica, la heterogeneidad espacial y la complejidad de las situaciones que se presentan al interior de cada país, inhabilitan la escala nacional para analizar y reflejar adecuadamente los problemas reales, los que se presentan usualmente a nivel de una zona o cuenca de los países. Además, la complejidad de los temas relacionados con el agua, hace necesario considerar múltiples elementos de contexto, los que frecuentemente no se reflejan en indicadores sencillos desarrollados a escala nacional. Al respecto, Whittington, Sadoff y Allaire (2013) han señalado que “las estimaciones genéricas y globales del valor económico de una mayor seguridad hídrica, no son útiles para orientar las decisiones de inversión en el ámbito nacional o regional”. Así, indicadores tales como la disponibilidad de recursos hídricos a nivel nacional carecen de toda utilidad como guía de políticas públicas en países como Brasil, Argentina, Chile, y otros. De acuerdo a lo anterior, un enfoque realista necesariamente supone desarrollar análisis por cuencas o por zonas de dimensiones acordes a la escala de los problemas comunes detectados, de modo que la información nacional sea la agregación de información analizada localmente. Así el proceso de transmisión de experiencias, aprendizaje y benchmarking debe realizarse en

torno a temas específicos que resultan comunes a determinadas zonas localizadas en distintos países, sobre la base del desarrollo de estudios en profundidad que consideren los costos y beneficios para cada caso.

- e) Más allá del interés en “medir” a través de indicadores la Seguridad Hídrica, resulta atractivo en sí mismo el análisis de la consistencia lógica, y de los diversos elementos que constituyen el marco de gestión. Este análisis es especialmente necesario en aquellas áreas y temas que ofrecen dudas acerca de la sustentabilidad de las políticas de desarrollo.
- f) El enfoque centrado en el análisis de los riesgos de la incapacidad del sector hídrico de atender las demandas, de distinta naturaleza, de la sociedad (por ejemplo, de abastecimiento de agua a la población o a la producción, de protección contra inundaciones, de conservación ambiental, etc.), como lo propone la OCDE, constituye un procedimiento muy poderoso para medir la efectividad de las políticas relativas al mejoramiento de la seguridad hídrica y presenta claras ventajas en relación con la alternativa de abordar dicha tarea a través de indicadores generales. Sin embargo, supone un esfuerzo considerablemente mayor para la obtención de antecedentes y su análisis.
- g) En una región como LAC, donde en los últimos años se observan notables transformaciones sociales y productivas, el análisis de los riesgos debe evitar cualquier enfoque metodológico que se restrinja o enfoque exclusivamente al estudio de la variabilidad hidrológica y climática y sus impactos. Por el contrario, en LAC una gran fuente de amenazas se encuentra en las dificultades de la sociedad para adaptarse a los problemas que genera su propio crecimiento y desarrollo. Así, a los riesgos derivados del medio físico es necesario agregar, como un elemento fundamental, la incertidumbre que generan los procesos de transformación acelerada de la sociedad y de las demandas que imponen a la gestión de los recursos naturales, y del agua en particular.
- h) El marco de la seguridad hídrica ofrece un enfoque integrador y no sectorial para el análisis de la efectividad de las políticas públicas. Ello, supone estudiar en conjunto los distintos temas asociados a la seguridad hídrica y evaluar las interacciones entre las distintas propuestas, lo cual puede requerir de compromisos entre ellas. En el caso de LAC, el reconocimiento de este condicionamiento mutuo entre distintas políticas que inciden en el agua, es especialmente importante habida cuenta de la magnitud de los cambios que experimenta la Región y de la fuerte relación de su desarrollo económicos con el aprovechamiento de los recursos naturales.
- i) En LAC el análisis de la seguridad hídrica requiere de un estudio detenido de la situación actual, ya que presenta evidentes déficits en diversas áreas. Ello supone, como una tarea inicial, investigar los niveles de servicio y seguridad alcanzados, en las distintas dimensiones del tema, y los niveles de seguridad que resultan aceptables para la sociedad en su desarrollo actual. Junto con la evaluación del funcionamiento actual, también corresponde considerar los pasivos ambientales y de otra índole acumulados a lo largo de

la historia, que no hayan sido neutralizados a la fecha. Además, el análisis de la seguridad hídrica debe dar cuenta de los nuevos desafíos que imponen fuerzas externas al sector, tales como el cambio climático y los cambios sociales, políticos y económicos que viene experimentando y que probablemente continuarán desarrollándose en las próximas décadas, los cuales impactan directamente tanto en los requerimientos al sector como en la capacidad de respuesta de la sociedad. En síntesis, el análisis de la seguridad hídrica supone una evaluación de la capacidad de adaptación de la sociedad y del grado de sustentabilidad que ofrecen los sistemas de gestión en uso.

### **3. SITUACIÓN ACTUAL Y DINÁMICA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LAC.**

#### **3.1 LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS.**

En el contexto mundial LAC frecuentemente es citada como una zona del planeta en la cual existe abundancia de recursos hídricos. En efecto, LAC con una precipitación media de 1.600 mm/año y una esorrentía media de 400.000 m<sup>3</sup>/s concentra el 30.3 % de los recursos hídricos mundiales. Sin embargo, su población equivale al 6% y su superficie al 13% de los totales mundiales. Ello significa que mientras su disponibilidad media por habitante alcanza aproximadamente a 22.100 m<sup>3</sup>/habitante/año, a nivel mundial dicho valor es de sólo 6.100 m<sup>3</sup>/habitante/año. Estos valores resultan aún más notables si se compara con continentes como Asia, el cual con una precipitación media de 650 mm/año dispone de una dotación por habitante de 2.500 m<sup>3</sup>/habitante/año (Willaarts et al, 2014).

No obstante lo favorable que resultan estas cifras desde la perspectiva de la disponibilidad hídrica, la región está lejos de haber solucionado los problemas asociados al agua, y su geografía ofrece diversos problemas relacionados con la disponibilidad, por las siguientes razones:

- La región presenta una gran heterogeneidad en la distribución espacial de sus recursos de agua, de modo que simultáneamente contiene el desierto más árido del mundo, con sectores de precipitaciones prácticamente inexistentes, y áreas con un régimen hídrico (precipitaciones que superan los 2.500 mm/año). Así, un 36 % de la superficie de LAC corresponde a zonas clasificadas en forma genérica como áridas, muchas de las cuales presentan una situación de escasez hídrica para atender las demandas (UNESCO, 2010). Por otra parte, un 53% de la esorrentía de la región se concentra en un solo río, el río Amazonas.
- Además muchas de las zonas con menor disponibilidad hídrica corresponden a áreas con la mayor dinámica social y económica, y su consiguiente demanda de agua. Ese es el caso de países de la región tales como México, Venezuela, República Dominicana, Chile o Perú. A modo de ejemplo se puede destacar que las cuencas del Golfo de México, del Atlántico Sur y del Río de la Plata, con 40 % de la población disponen de un 10% de los recursos

disponibles, y que, en el caso del Perú, el 65 % de la población se concentra en las zonas que disponen de un 2% del agua (WWC, 2000).

- Un factor adicional que limita la disponibilidad de recursos hídricos de la región, en especial de las zonas áridas y semiáridas, es la calidad química natural de las aguas, las que presentan frecuentemente un importante contenido de sales, y de algunos elementos tales como arsénico y boro, asociado a la actividad volcánica y a la presencia de evaporitas, y que restringen su disponibilidad para ciertos usos. Es así como el arsénico está presente en fuentes naturales de zonas áridas de México, Centroamérica, Perú, Chile y Argentina, entre otros países (Pérez –Carrera y Fernández, 2010).

### **3.2 EL PAPEL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL DESARROLLO SOCIAL Y ECONÓMICO DE LAC.**

La gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos juegan un papel de gran importancia en el desarrollo social y económico de la región, en especial considerando la relevancia que tiene la explotación de los recursos naturales en su economía.

En LAC se estima una extracción anual de 290 billones de m<sup>3</sup> (9.200 m<sup>3</sup>/s) que corresponde al 2.2 % del total de los recursos disponibles (FAO, 2013) que corresponden a 410.000 m<sup>3</sup>/s, con una disponibilidad por habitante de 22,124 m<sup>3</sup>/hab. El principal aprovechamiento de carácter consuntivo en LAC corresponde a la agricultura de riego, con un volumen anual de extracciones que equivale al 71% del caudal total extraído en forma consuntiva. El segundo tipo de aprovechamiento es el que se realiza para fines domésticos, y se estima que alcanza al 19% del total. Por su parte los usos mineros e industriales representan el 11% del total.

En relación con estos usos conviene destacar los siguientes aspectos:

- a) El aprovechamiento doméstico, que constituye un componente relevante de la calidad de vida y del desarrollo humano de la población, como se ha reconocido universalmente al formar parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) comprometidas por los países en el marco de la ONU, permite el abastecimiento “mejorado” del agua potable del 94% de la población, urbana y rural, y de un 80% en lo que respecta a saneamiento, tomando como base los criterios del Programa Conjunto de Vigilancia (JMP) de OMS y UNICEF (Ferro y Lentini, 2013).
- b) La agricultura de riego representa la principal demanda de agua en la región, con un 71% del volumen total de extracciones las que permiten el riego de unas 18 millones de hectáreas, y resulta de gran relevancia en los resultados de la actividad agrícola en general (FAO, 2013). Al respecto se puede señalar que la agricultura regional representa aproximadamente un 5% del PIB, y millones de hogares dependen de la agricultura para su ingreso y subsistencia considerando que genera un 16.2% del empleo y que un 21% de la población es rural. Estos valores medios presentan notables diferencias entre los distintos países. Así, se observa que en países centroamericanos la dependencia de la actividad

agrícola es mayor, alcanzando, por ejemplo, en el caso de Nicaragua el 20% del PIB, el 32% del empleo, con una población rural del 42% de la población total. Por su parte, en países como Brasil y los del cono sur de América, la agricultura contribuye a valores del orden del 5% al PIB, entre el 6 y el 15% del empleo, y la población rural equivale a entre un 5 y 15% del total (WB, 2013).

Aunque no se tiene cifras en relación con el peso de la agricultura de riego en el conjunto de las actividades agrícolas, no cabe duda que, en algunos países, resulta muy relevante, en especial por la mayor productividad y su importancia en las actividades de exportación y generación de empleo. Así, por ejemplo, en México, las tierras cultivadas alcanzan a 18,3 millones de ha, de las cuales 5,3 millones de ha se riegan (29%) (FAO, 2000). Sin embargo ellas representan más de la mitad de la producción y dos tercios de las exportaciones agrícolas (San Martín, 2002). En Argentina la agricultura bajo riego equivale al 5% del total, mientras que su producción representa entre el 25 y 38% (Calcagno et al, 2000). En Chile las tierras regadas generan entre 2 y 3 veces más empleos directos en comparación con las de secano.

- c) El agua es un insumo crítico para la importante actividad minera que se realiza en LAC. Al respecto baste señalar que LAC produce el 45% del cobre mundial, 51% de la plata, y, en general, más del 25% del mercado mundial de metales (Willaarts et al, 2014).
- d) El recurso hídrico es una de las bases del potencial turístico de la región, sector extremadamente importante para muchos de los países que la conforman. Así, en el Caribe el turismo representa el 25% del ingreso de divisas y en general en LAC dicho sector contribuye significativamente al PIB, siendo el recurso hídrico un componente importante de la oferta (San Martín, 2002). Además, aspectos tales como el saneamiento y el tratamiento de las aguas constituyen temas críticos para su desarrollo.
- e) En LAC casi la mitad de la energía eléctrica proviene de la hidroelectricidad, y en 7 países representa bastante más de la mitad de dicha energía (IEA, 2012).
- f) América Latina y el Caribe es la región con la mayor diversidad biológica en el planeta y posee casi una cuarta parte de las especies de peces de aguas continentales del mundo. Además, en LAC se han reconocido 227 sitios RAMSAR, con un total de 35,9 millones de hectáreas, distribuidos principalmente en Perú, México, Bolivia y Brasil, y la región posee el humedal más extenso del mundo, el Pantanal, con una superficie de 200.000 km<sup>2</sup>, que regulan la hidrología de extensas zonas del continente (PNUMA, 2010).

### **3.3 PROCESOS Y FUERZAS DINAMIZADORAS.**

Los desafíos que debe enfrentar la gestión del agua en una región en transformación como LAC, están fuertemente relacionados con el conjunto de factores externos al sector del agua que determinan la dinámica social, económica y política. En efecto, es especialmente

importante en LAC tener presente que las incertidumbres que se deben analizar no se restringen a aquellas de carácter hidrológico, sino que alcanzan a las que genera dicho contexto de transformaciones. Como señala J. Rees (2002):

“Aunque las discusiones respecto al riesgo en la planificación hídrica han estado tradicionalmente dominadas por la inseguridad hidrológica (aún más hoy en día con la preocupación respecto al calentamiento global) esto es, en palabras de Peter Rogers (1999), "un poco parecido a un ebrio buscando debajo del farol sus llaves perdidas porque ahí es donde está la luz". Ya en 1969, James, Bower y Matalas descubrieron que de las cuatro principales fuentes de incertidumbre que afectaban a los planificadores de la cuenca del Río Potomac, las fuentes económicas, políticas y ecológicas eran mucho más importantes que las incertidumbres hidrológicas”.

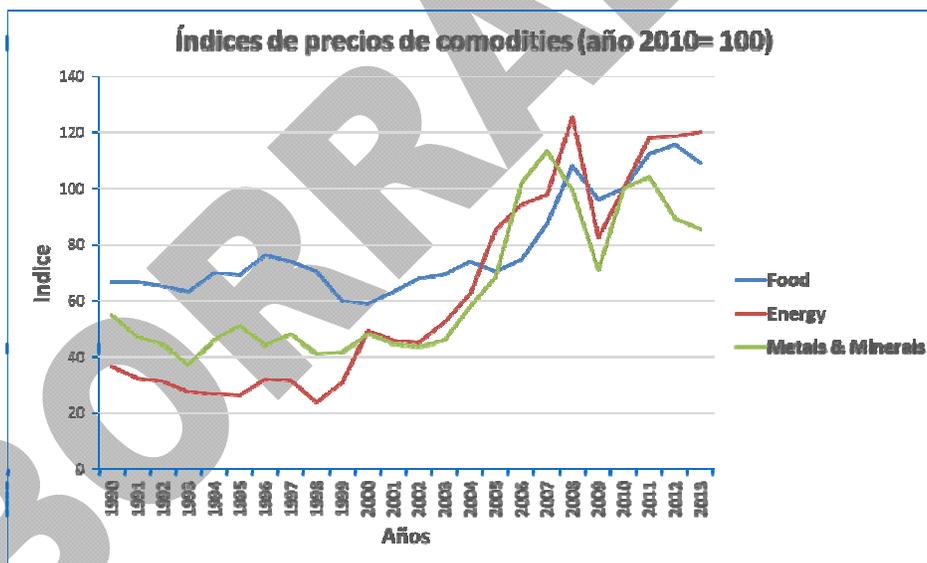
Así, para alcanzar una adecuada seguridad hídrica, es necesario que el sistema de gestión tenga la capacidad de dar respuesta a dichos procesos. Al respecto, en informe reciente (Bitar, 2014) se analizan las tendencias mundiales en el ámbito social, económico y político, y su impacto en LAC, identificando seis fenómenos globales relevantes para el futuro de América Latina. Ellos son:

- i. La aparición de tecnologías disruptivas, definidas como “aquellas en gestación y cuya difusión transformaría sustancialmente la producción, el empleo, el bienestar, la gobernabilidad y las relaciones humanas”. Se cree que ellas se pudieran presentar, entre otras, en áreas tales como la producción, aprovechamiento o almacenamiento de la energía o en el ámbito de la agricultura de precisión;
- ii. La escasez de recursos naturales (agua, alimentos, energía y minerales) en el contexto de los mercados globales;
- iii. La transformación demográfica que se expresa en fenómenos como el crecimiento de la población en ciertas regiones del planeta y el envejecimiento de la pirámide demográfica, y en cambios sociales, como el desarrollo masivo de las clases medias;
- iv. Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades;
- v. El cambio climático;
- vi. Los temas relacionados con la gobernabilidad democrática en el nuevo contexto social, económico y tecnológico.

Siguiendo este planteamiento, a continuación se analizan, en el contexto de LAC, los principales procesos del ámbito económico, social y político que tienen incidencia en los temas hídricos. Así, se analizan los temas ii a vi de la enumeración anterior. De ser necesario, el tema i, relativo a los temas tecnológicos, se lo trata en forma integrada a los anteriores.

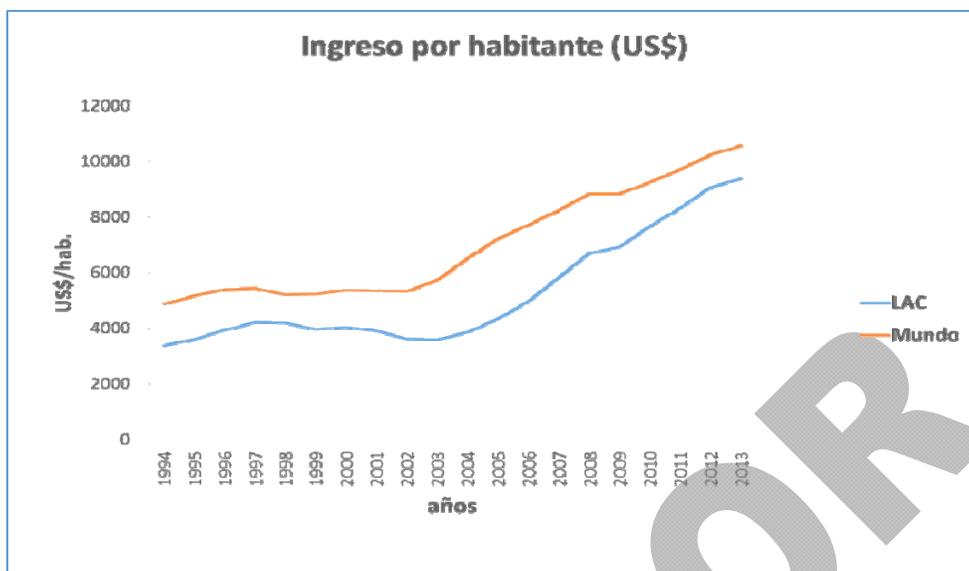
### a) Recursos naturales y mercados globales.

Diversos análisis realizados a nivel mundial muestran que el crecimiento demográfico, unido al desarrollo económico ha incrementado aceleradamente la demanda de recursos naturales, en especial lo relativo a la energía, los alimentos, el agua y los minerales. Este crecimiento, que durante el siglo XX fue contrarrestado por los cambios tecnológicos y la ampliación de las áreas productivas, permitiendo que inclusive el valor de las materias primas en el mercado internacional fuera bajando, en los últimos años se ha traducido en un ciclo de mayores precios que ahora estaría, al parecer, a la baja, reflejando la escasez y dificultades para atender las nuevas demandas (Figura N° 3.1). Dicho ciclo, al parecer en la actualidad estaría a la baja, sin embargo lo que interesa destacar, más allá de la tendencia de los precios, es que existen razones de fondo que justifican una tendencia general al aumento de las demandas, asociada al acelerado mejoramiento de las condiciones de vida de grandes grupos humanos en países de menores ingresos, como muestra el incremento del ingreso por persona desde comienzos del presente siglo (Figura 3.2) a nivel mundial (Dobbs et al, 2011). Al respecto se estima que los sectores medios de la población mundial, gracias al crecimiento económico, pudieran pasar de 2 a 5 mil millones de habitantes al año 2050, lo que tendría un gran impacto en el consumo de bienes básicos.



Fuente: World Bank Development Indicators.

Figura N° 3.1. Evolución del precio de los commodities a nivel mundial.



Fuente: World Bank Development Indicators.

Figura N° 3.2. Evolución del ingreso por habitante a nivel mundial.

Un rasgo característico de este proceso económico ha sido el creciente desarrollo de los mercados globales y la participación de LAC en los mismos. En este marco, la economía de LAC se ha constituido en un proveedor de primera importancia de bienes primarios, en especial de aquellos que su producción tiene una relación directa con la gestión del agua, como es el caso de los alimentos y los minerales. En el caso de los metales, los niveles de inversión actual, que ascienden al 32% de la inversión mundial en el tema, indican que su participación en el comercio internacional será similar o inclusive mayor a la actual, que asciende al 25% (Willaarts et al, 2014).

En el caso de los alimentos, que se asocia al principal consumo de agua en la región, se espera que la relevancia de LAC en el futuro sea aún más significativa. En efecto, la demanda por alimentos deberá aumentar, tanto por el aumento de la población (de 6.000 millones de habitantes, a 7.800 millones al año 2025 y a 9.000 millones al año 2050) como por el mejoramiento de la dieta alimentaria, debido al incremento de los ingresos personales. Así, los informes indican que la demanda por alimentos en el año 2050 pudiera ser del orden de un 70 – 100 % mayor que a principios del siglo XXI (CA, 2007). Es conveniente destacar que estas estimaciones presentan una importante incertidumbre, en especial si se considera que las dietas de consumo de grano y carne previstas a nivel mundial para dicho año son del orden de la mitad de las existentes en la actualidad en los países de la OCDE, de modo que en un escenario más optimista todavía podría presentarse un cambio significativo en el valor estimado.

Para cubrir esta mayor demanda, deberán producirse importantes incrementos de productividad y eficiencia, acompañados de una expansión de la superficie agrícola, tanto en áreas de secano como regadas. Una estimación preparada en el marco del V Foro Mundial del Agua concluye que un escenario restrictivo pero factible supondría incrementar en un 20% la superficie de riego (14% de incremento de agua) a nivel mundial (CA, 2007).

Por otra parte, los estudios de modelación del comercio mundial de alimentos, en distintos escenarios futuros, concluyen que la LAC es la única región que consistentemente incrementa su participación en los distintos rubros agropecuarios investigados. Así, en el escenario Business as Usual, entre los años 2010 y 2050, se estima que su participación en el comercio mundial de la carne pasará del 30 al 30%, en cereales del 8 al 11%, en frutas y verduras del 25 al 34%, y en oleaginosas del 42 al 50% (Chaherli y Nash, 2013). Esta mayor participación se daría con un incremento tanto de las superficies agrícolas de secano como regadas.

En relación con el aumento de las zonas regadas, cabe destacar que esa posibilidad se ve favorecida por la elevada disponibilidad de tierras susceptibles de riego que presenta LAC. En efecto, tanto en términos relativos, junto con África Subsahariana, como en términos absolutos, junto con Asia del Sur, ofrece la mayor potencialidad de crecimiento. De este modo, los estudios prospectivos indican que LAC tendrá la mayor tasa de incremento en la superficie regada a nivel mundial, de un 0,72%/año, incorporando unas 6 millones de nuevas hectáreas al regadío al año 2050 (Schmidhuber, 2013).

En relación con el uso del suelo, lo expuesto acerca de la contribución de LAC a la producción mundial de alimentos significa reforzar la presión existente para la reducción de las superficies de bosques. Al respecto, en los últimos 20 años la pérdida de superficies de bosque se estima en aproximadamente 90 millones de hectáreas, las que habrían sido reemplazadas por 41 millones de hectáreas de tierras de cultivo, 29 millones de hectáreas de pastizales y 21 millones de hectáreas de superficie construida. Como es sabido, este proceso de deforestación, tiene importancia consecuencias en los distintos procesos relativos al ciclo hidrológico en las cuencas afectadas, en especial en las tasas de erosión y en el régimen de caudales máximos y mínimos.

Estos antecedentes permiten afirmar que, independientemente de las incertidumbres asociadas a la información disponible, en las próximas décadas la dinámica tendiente a incorporar nuevas superficies a la agricultura, y en particular al riego, se mantendrá o se acentuará, con las directas consecuencias que ello conlleva para la gestión de los recursos hídricos de la región y el uso del suelo.

En relación con los usos hidroeléctricos, interesa destacar que esta fuente de energía seguirá siendo de gran importancia para la región. Al respecto, las estimaciones existentes señalan que la potencia hidroeléctrica instalada se incrementaría en un 50% al año 2050 (IEA, 2012).

#### **b) Transformaciones en la demografía y en el ingreso de las personas.**

El crecimiento de la población mundial y en particular en LAC, y los cambios sociales y económicos relacionados, tienen múltiples impactos en los problemas relativos al agua en la región. En particular, ellos afectan las demandas de bienes y servicios, y los niveles de riesgo que resultan aceptables para la sociedad.

En relación con la población mundial los estudios indican (ONU, 2013) que, aun considerando que las tasas de fecundidad presenten una significativa baja, en los escenarios demográficos más probables al año 2050 la población mundial alcanzaría a 9.500 millones de habitantes, unos 2.500 millones más que en la actualidad. Siendo este valor en sí mismo un gran reto para el sistema productivo mundial, resulta inclusive más desafiante si se considera el crecimiento económico y el aumento previsto de los sectores de ingresos medios, que se incrementarían al año 2030 en 3.000 millones de habitantes (Kharas, 2010; Dobbs et al, 2011). Por su parte, LAC tendría una evolución parecida, pasando de una población actual (2013) de 617 millones a 782 millones en el año 2050. La clase media, que representaba un 21% de la población a principio de los años 2000 y es el 31% en la actualidad (WB LAC, 2013), el año 2030 alcanzaría al 42% (Ferreira et al, 2013), con la consiguiente disminución de los sectores pobres.

Desde la perspectiva de los temas que afectan a la seguridad hídrica, es importante destacar que esta transformación social, junto con el aumento en términos absolutos de las demandas por productos básicos, analizado en párrafos anteriores, se asocia a cambios en los patrones de consumo. Así, la dieta alimentaria presenta importantes cambios con un mayor consumo de carne vacuna, porcina y aviar, con una huella hídrica sustantivamente mayor; en la sociedad adquieren relevancia los servicios recreacionales, frecuentemente asociados a la conservación ambiental; y se elevan los estándares relativos a la salud, al agua potable y saneamiento, y al control de la contaminación hídrica (Whittington et al, 2013).

Finalmente, otra consecuencia del cambio social es la menor tolerancia de la sociedad frente a los fallos de abastecimiento y a los riesgos por eventos hidrológicos extremos. Esta menor tolerancia se relaciona con diversas características que presentan las sociedades en su proceso de desarrollo. En especial refleja las mejores condiciones de vida a las que las personas aspiran y, eventualmente, su mayor “disposición a pagar” por una mayor seguridad, los mayores daños y pérdidas que se asocian a los desastres en una sociedad más rica, la mayor vulnerabilidad de la población frente a determinadas carencias por falta de alternativas de abastecimiento (por ejemplo, frente a fallas en el suministro de energía o agua potable), y las graves dificultades que se presentan para resolver las emergencias en las grandes aglomeraciones urbanas.

### **c) Los procesos de urbanización y expansión de las ciudades**

Un tercer proceso global de interés para la seguridad hídrica de LAC, corresponde a la continuación del proceso de urbanización que viene experimentando LAC en forma acelerada, y que ha significado pasar de la situación de los años 60, cuando un 50% de población vivía en las ciudades, a la situación actual, con una población urbana del 80% (CEPAL, 2005). Este proceso ha significado la incorporación a las ciudades desde esa fecha de una población urbana de unos 400 millones de habitantes, cambiando radicalmente el carácter e importancia de un gran número de ciudades de la región. Al respecto se debe destacar que las 198 ciudades existentes en LAC de más de 200.000 habitantes, que concentran unas 260 millones de habitantes, generan en la actualidad un 60% del PIB regional y se estima que contribuirán con el 65% del crecimiento del producto de LAC en los próximos 15 años (Cadena et al, 2011).

Hacia el año 2050, más de un 86% de la población de LAC se espera que viva en ciudades, lo que significa que se incorporarán a las ciudades, desde el año 2014, cerca de 180 millones de habitantes adicionales. Cabe señalar que, no obstante la magnitud de esta población adicional, desde el año 2000 el crecimiento promedio anual de población urbana es inferior al 2%, quedando atrás la etapa del masivo traspaso de población rural a las grandes ciudades (ONU-Habitat, 2012). En el mismo período (2014-2050) se prevé que la población urbana mundial pasará de 3.900 millones a 6.300 millones de habitantes, con un incremento 54 al 66% del porcentaje de población urbana, es decir, al año 2050 las ciudades en el mundo (muy especialmente en Asia) deberán asimilar unos 2.400 millones de personas (ONU, 2014).

Este proceso genera un conjunto de desafíos para la gestión del agua que son de gran importancia para el desarrollo de la región, entre los que se incluye el abastecimiento de agua a las crecientes demandas urbanas de carácter doméstico e industrial, el desarrollo de condiciones sanitarias y ambientales adecuadas en ese espacio y la protección de la población frente a inundaciones. A lo anterior, es necesario agregar los complejos problemas de equidad que se dan en el espacio urbano, en especial si se considera que se estima que del orden de 200 millones de latinoamericanos viven en barrios marginales (Clos, 2010).

#### **d) El cambio climático;**

Los informes que estudian las tendencias del clima a lo largo del siglo XX en la región muestran, con variaciones espaciales, un ascenso de las temperaturas en los últimos 50 años de 0,12°C/10 años (IPCC, 2014). También informan de cambios en el número, intensidad y frecuencias de las precipitaciones, con incremento en algunas zonas y disminuciones en otras, y un retroceso generalizado de los glaciares. Asimismo, comprueban que existe una intensificación de los fenómenos de El Niño y La Niña, lo cual se relaciona con el aumento de la frecuencia de huracanes en la zona tropical y la mayor frecuencia y persistencia de las sequías en zonas de Los Andes y en la vertiente pacífica del continente (Magrin et al, 2014).

Estos patrones de cambio son consistentes con las proyecciones climáticas realizadas en el marco del IPCC, las cuales muestran que continuará el incremento de las temperaturas, para alcanzar a fines del siglo, en un escenario de emisiones altas, valores de 1.6°C a 4.0°C en Centro América y 1.7°C a 6.7°C en Sud América por sobre el nivel actual (Magrin et al, 2014). Las proyecciones de precipitación muestran una gran heterogeneidad espacial, presentando para el período 2071-2100, por ejemplo, en zonas centrales y tropicales de América del Sur una reducción en ciertas zonas del 20 al 40%, y, en otras, un aumento del 5 al 10% (CEPAL, 2010). La tendencia a una disminución de las precipitaciones se presenta en un 60% del área, en la que se encuentran importantes zonas que en las condiciones actuales ya presentan una situación de aridez o semi-aridez.

Estos cambios climáticos generarían modificaciones muy significativas en el régimen hidrológico de numerosos ríos. Así, por ejemplo, ellos se asocian: a un incremento de los caudales máximos y de la frecuencia de las crecidas en zonas tropicales; a una significativa disminución de los caudales

en la temporada seca, y un aumento de las crecidas de origen pluvial en cuencas con una componente nival o glacial; y, en las zonas áridas o semiáridas que presenten una disminución de precipitaciones, a una mayor disminución de los caudales, y a un aumento de la intensidad, duración y frecuencia de los períodos de sequía.

No obstante la validez de las tendencias climáticas indicadas, es preciso destacar el alto grado de incertidumbre que presenta la predicción de caudales para fines de planificación hidrológica, debida a los siguientes factores:

- La incertidumbre en la evolución del contenido de los gases de invernadero, variable de entrada de los modelos climáticos, lo que lleva a los investigadores a operar en una amplia gama de escenarios posibles.
- Los modelos climáticos disponibles que, además de su incertidumbre propia, predicen la precipitación, variable crítica para la estimación de los caudales, con una incertidumbre mayor que otras variables meteorológicas.
- La incertidumbre que introduce la adecuación de los modelos climáticos a la escala requerida para los fines de gestión de las aguas
- La incertidumbre propia de los modelos hidrológicos, que simulan los caudales a partir de las variables meteorológicas.

Lo señalado se puede ilustrar observando el amplio rango de variación que presentan las predicciones de la temperatura y la precipitación medias para el período 2070-2100, en el caso de una cuenca particular, considerando distintos escenarios y modelos climáticos. Así, por ejemplo, al hacer dicho ejercicio en el caso de la cuenca del Limarí (Chile) se obtiene que las temperaturas medias anuales, combinando diversos escenarios de emisión definidos por el IPCC y modelos, cambiarían respecto de la condición histórica en un rango que va de +1 a +4 °C, y en el caso de las precipitaciones medias anuales de + 10% a -70% (Donoso et al, 2013).

De acuerdo a este análisis, resulta difícil tomar medidas de adaptación para el largo plazo que sean robustas, concluyéndose que el elemento más relevante que introduce la temática del cambio climático a la gestión de los recursos hídricos, es la necesidad de considerar que la toma de decisiones se desarrolla en un escenario de incertidumbre, en el que no resulta suficiente evaluar los riesgos con la hipótesis de un clima en condiciones estacionarias y que, en consecuencia, resulta fundamental desarrollar una estrategia de permanente adaptación a las condiciones climáticas que se generen en el futuro, enfoque que usualmente no está presente en las políticas públicas de la región.

#### **e) Nuevos requerimientos relativos a la gobernabilidad**

La solución de los problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos y, en consecuencia, los niveles de seguridad hídrica que pudiera alcanzar un determinado país,

dependen de una manera importante, de la capacidad de su sistema institucional para gobernar adecuadamente el sector. Es así como ya en el II Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000) el documento base señalaba que: “la crisis del agua es a menudo una crisis de gobernabilidad” e identificaba el logro de una gobernabilidad eficaz como una de las principales prioridades de acción. De este modo, resulta pertinente analizar los nuevos procesos que inciden en la gobernabilidad de los países de la región, en su relación con la gestión del agua y la seguridad hídrica.

Al respecto, es conveniente tener presente la importancia que se ha asignado en el debate público en las últimas décadas al tema del agua, siendo numerosas las controversias públicas relativas a los recursos hídricos y los proyectos de ley sobre su gestión o la provisión de servicios asociados, que se han propuesto y, en ocasiones, aprobado. En el hecho, una muestra efectiva de lo anterior es que países como Argentina (varias provincias, como Buenos Aires y Córdoba), Chile, Ecuador, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, han introducido modificaciones a sus cuerpos legales en los últimos años y en otros existen debates (Costa Rica, El Salvador, etc. En este marco, y en un contexto social de la región caracterizado por el mejoramiento de las condiciones de vida, el desarrollo de los sectores medios y la mejora de los niveles educacionales, el debate público sobre el agua presenta los siguientes elementos que interesa destacar:

- La influencia de los procesos experimentados por las sociedades democráticas, orientados hacia una búsqueda de una mayor transparencia y rendición de cuentas en el ejercicio de las funciones que afectan el interés público, y de una participación más directa y efectiva de la ciudadanía en la gestión de las materias que le conciernen.
- El desarrollo y uso de las nuevas posibilidades de comunicación social en relación con la temática hídrica, como el internet, y la emergencia de nuevas formas de organización y movilización social.
- La presencia de una sociedad más compleja, con una mayor diversidad de intereses y de patrones de consumo, incluyendo una mayor valoración del medio ambiente y de los beneficios no productivos asociados al agua, como se indicó en b).
- Una menor tolerancia de la población frente a los fallos y al riesgo, en relación con los servicios asociados al agua, y el desarrollo de una nueva relación del tipo cliente/proveedor ( párrafo b)).
- Una mayor conflictividad socio ambiental en torno a los grandes proyectos relacionados con los recursos hídricos y el medio ambiente, los que deben enfrentar movimientos opositores con intereses heterogéneos, y que, en ocasiones, presentan un alto contenido político y trascienden el ordenamiento legal con diversos grados de violencia. Estos conflictos usualmente se relacionan con la construcción de centrales hidroeléctricas, el desvío de aguas entre cuencas, la privatización de servicios sanitarios, el desarrollo de

proyectos mineros, la contaminación de las aguas, el impacto de la agricultura de exportación sobre pequeños agricultores tradicionales, y la tensión entre la política y jurisdicción nacionales y las comunidades indígenas, entre otros temas.

- La existencia de una tensión entre aproximaciones a los problemas de agua desde los niveles nacionales/federales, y estatales/provinciales,

#### **4. LA SEGURIDAD HÍDRICA EN LAC: RIESGOS Y DESAFÍOS**

Como se ha señalado en el capítulo 2, el concepto de seguridad hídrica apunta fundamentalmente al manejo de los riesgos que se presentan al desarrollo de la sociedad y el medio ambiente en las distintas áreas que dependen de la gestión del agua. Para ese propósito, en una sociedad determinada, resulta necesario priorizar las funciones más relevantes asociadas a los recursos hídricos y, a continuación, investigar en cada una de ellas los riesgos que constituyen una amenaza para su adecuado desarrollo. Como se ha indicado (capítulo 2), tratándose de temas que presentan diversas incertidumbres, resulta necesario determinar los niveles de riesgo que resultan aceptables para la sociedad, considerando su estado de desarrollo socio económico actual y previsible en el período de análisis. De ese modo, la seguridad hídrica necesariamente está referida a las metas de seguridad que la sociedad se proponga, aspecto que interesa destacar dada las importantes transformaciones sociales que experimenta en la actualidad la región, que hacen prever que en la medida que la sociedad se desarrolle dichas metas serán paulatinamente más exigentes.

Teniendo presente lo anterior, a continuación se identifican 4 áreas o dimensiones que se consideran prioritarias para la seguridad hídrica de LAC y, en cada una de ellas, junto con precisar la importancia que justifican su priorización, se analizan los riesgos para la seguridad hídrica que presentan. Las áreas consideradas prioritarias son:

- El acceso de la población a niveles adecuados de agua potable y saneamiento.
- La disponibilidad de agua para garantizar un desarrollo productivo sustentable.
- La conservación de cuerpos de agua en un estado compatible con la salud y el medioambiente.
- La protección de la población contra inundaciones.

##### **4.1 SEGURIDAD HÍDRICA PARA EL ACCESO DE LA POBLACIÓN A NIVELES ADECUADOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.**

Existen importantes antecedentes que justifican considerar el abastecimiento de agua potable y saneamiento (APS) como una de las dimensiones críticas de la seguridad hídrica en la región. Entre ellos, como ha señalado Jouravlev (2012), se pueden destacar los siguientes:

- En LAC, la temática del abastecimiento de APS no es un tema resuelto. En efecto, aun con las mejoras observadas en los servicios de APS en la región, unos 32 millones de habitantes urbanos no tienen acceso a servicios (mejorados), de AP y 121 millones a saneamiento, situación que en el sector rural se agrava, de modo que aún se requiere avanzar en forma significativa en la materia. Además, la población no atendida se concentra en sectores pobres de las grandes ciudades y en el área rural, los cuales presentan coberturas que son significativamente inferiores a las del resto, constituyendo una manifestación de la inequidad social de la región. Además, si se toman en cuenta los parámetros de calidad de servicio, la población con acceso “seguro y adecuado” al agua potable y al saneamiento en América Latina y el Caribe podría estar alrededor de 15% a 20% menos que la población reportada actualmente con acceso “mejorado”<sup>1</sup> al agua potable, y entre el 20% y 40% con relación al saneamiento (Jouravlev, 2012). Como consecuencia de lo anterior, en promedio un 3% de la pérdida de los años de vida (ajustados en función de discapacidad) se asocian a las deficiencias en dichos servicios;
- El acceso a los servicios de APS, no solo resulta crítico por su valor intrínseco, sino que también contribuye efectivamente a la lucha contra la pobreza ya que, de acuerdo a diversos informes, ello permite elevar los niveles de ingreso disponibles de los pobres (sector más afectado por la falta de acceso) en un 14%; debido a los menores costos de abastecimiento y a la reducción de los gastos en salud.
- Además, un adecuado desarrollo de los servicios de APS genera diversas externalidades positivas que inciden en la seguridad hídrica de actividades económicas de gran interés para la región (capítulo 3). Ese es el caso de los rubros alimentarios y de la industria turística, cuya competitividad en los mercados internacionales se ve afectada si dichos servicios no son de alto nivel. A modo de ejemplo, se puede señalar en países del sudeste asiático se ha estimado que las deficiencias en saneamiento causan pérdidas en el sector turístico del 5 al 10% (OECD, 2013). En forma similar, en LAC existen ejemplos que ilustran de manera dramática los impactos sobre la actividad económica de las deficiencias en APS, como es el caso de la epidemia de cólera iniciada en el Perú en 1991 y que afectó a varios países de la región.

En relación con los niveles de riesgo que resultan aceptables para la región, considerando su desarrollo actual y las tendencias indicadas en el capítulo 3, se pueden hacer los siguientes comentarios:

- A nivel mundial se ha aceptado que el acceso a fuentes de agua potable y saneamiento constituye un derecho humano, habiendo sido aprobada por la Asamblea de Naciones Unidas la Resolución A/RES/64/92 sobre el Derecho Humano al Agua y Saneamiento, la cual exhorta a los gobiernos a su “cumplimiento progresivo”. Sobre este objetivo, es importante destacar que

---

<sup>1</sup> En la categoría de “acceso mejorado”, se incluyen soluciones tales como fuentes públicas, recolección de agua de lluvia, y en el caso de saneamiento, letrinas. Además, no considera aspectos tales como la calidad del servicio en cuanto a su continuidad y calidad del agua entregada

la identificación de la seguridad hídrica a partir de los niveles de cobertura “mejorados”, como se hace en la evaluación de los ODM, resulta inadecuado para medir las reales expectativas de la población, ya que incluye soluciones que de acuerdo al desarrollo social y económico de LAC resulta difícil aceptar como suficientes. Al respecto, se estima que resulta más realista para la región establecer como objetivo el acceso universal a servicios de agua potable y saneamiento, considerando conexiones domiciliarias de agua potable y alcantarillado, por lo menos en las ciudades.

- La definición de riesgos aceptables en la región no debiera referirse solo al acceso y dotación de agua disponible para la población sino también a la calidad del servicio, considerando estándares adecuados respecto de su continuidad y control de calidad del agua. En este sentido es necesario destacar que ello es, en cierta medida, una materia dinámica relacionada con las definiciones normativas y los avances científicos, y las dificultades para su cumplimiento también se modifican de acuerdo a los cambios en las fuentes naturales. Así, por ejemplo, en EE.UU. (EPA, 2007) se ha estimado que el 16% de los requerimientos de inversión en infraestructura para los próximos 20 años corresponden al acondicionamiento de los sistemas para cumplir las normativas sanitarias, de los cuales el 2% es para futuros cambios.
- En la actualidad las metas de seguridad hídrica a alcanzar en los distintos países no pueden ser únicas (en términos absolutos). Lo anterior debido, por una parte, a que existen amplias diferencias en los avances alcanzados a la fecha y, por otro, a que la determinación de las metas supone un compromiso entre diversas políticas públicas de cada país, a partir de análisis de aspectos tales como: costos/beneficios, disponibilidades presupuestarias y consideraciones de equidad involucrados. Al respecto, un aspecto que resulta especialmente sensible es la eliminación de las brechas entre las ciudades y las áreas rurales y los estándares aceptables para dicho sector, considerando que los costos de provisión de los servicios pueden ser muy elevados dependiendo de las condiciones locales.

En relación con los desafíos que debe enfrentar esta dimensión de la Seguridad Hídrica, es posible identificar los siguientes:

a) Superar los déficits existentes:

Resulta evidente que el primer objetivo la región en esta materia debiera ser la superación de los déficits existentes (según se indicó más arriba), tanto en los aspectos de cobertura como de calidad de los servicios a los usuarios, en términos de continuidad y calidad del agua producida. Sobre este tema se han realizado numerosos informes que identifican las falencias de los sistemas de prestación de servicio, en especial en el marco de los análisis para evaluar el cumplimiento de los ODM. Entre dichas falencias interesa destacar los problemas del diseño institucional de muchos de los sistemas de prestación de servicios en las áreas urbanas, los que no proveen incentivos para una gestión eficiente, y presentan una limitada sustentabilidad financiera, aspecto que resulta crítico para la seguridad hídrica de la región.

Esto último, a pesar de que informes económicos muestran que, en la mayoría de los casos, los ingresos de los usuarios son suficientes para el pago de tarifas de sustentabilidad, siempre que se incluya un aporte del Estado a la población más pobre, a través de subsidios focalizados. En el ámbito de las ciudades menores y del área rural, un desafío aún pendiente en muchas zonas es la superación de la atomización de las entidades prestadoras, usualmente municipales, ya que operan a una escala inadecuada para entregar un servicio eficiente y de calidad y además para asegurar el abastecimiento de agua diversificando las fuentes de suministro.

b) Asegurar la disponibilidad de recursos hídricos en las fuentes

Un segundo aspecto a analizar se refiere a la disponibilidad futura de recursos hídricos de las fuentes de suministro. Al respecto, surgen los siguientes desafíos:

i. Intensificación de condiciones de aridez e incertidumbre climática:

En el caso de las grandes ciudades, las extracciones de agua pueden significar, en la actualidad, caudales considerables que compiten directamente con otros usos. En este contexto, muchas de las zonas áridas o semi-áridas, que proveen las fuentes que abastecen a grandes ciudades, podrían experimentar una disminución de las precipitaciones, en el marco de los cambios que se han venido observando en relación con el clima (capítulo 3). Así, el abastecimiento de esas demandas urbanas se puede tornar, o ya es, conflictivo, tanto por la necesidad de desplazar a otros usos, como por el encarecimiento que supone el recurrir a otras fuentes de suministro más alejadas o más contaminadas, o por la sobreexplotación de acuíferos. Un problema específico relacionado con el cambio climático se da en algunas ciudades en las que una fuente importante de abastecimiento lo constituyen glaciares, los cuales presentan importantes retrocesos con una merma en sus aportes (Bogotá, Quito, Lima, La Paz) (Magrin et al, 2014).

Un segundo problema, asociado a la eventual intensificación de las condiciones de sequía, se refiere al abastecimiento de poblaciones menores, que muchas veces dependen de una única fuente de suministro. Ese es el caso de las dificultades presentadas en pequeñas localidades chilenas abastecidas a través del sistema de agua potable rural en las que, en años recientes, la condición general de sequía ha significado el colapso de numerosos sistemas de suministro menores, obligando a la atención de emergencia de unas 300.000 personas.

ii. Cambios de uso del suelo y degradación de las cuencas

La disponibilidad de agua para el uso doméstico también se ve amenazada en numerosos poblados menores, abastecidos de pequeñas fuentes localizadas en las cabeceras de las cuencas, debido a los cambios de uso del suelo y a la degradación de

las cuencas altas, fenómeno que en LAC se presenta en grandes extensiones del territorio y que no se ha controlado completamente a la fecha. Además, como se ha señalado (capítulo 3), las tendencias relativas al aumento de demanda por alimentos que es necesario enfrentar a nivel global, implican una fuerte presión por incrementar las superficies agrícolas en LAC, con implicancias directas en la hidrología de los sectores de aguas abajo, afectando muchas veces la disponibilidad hídrica de ciudades medianas o grandes.

### iii. Incremento de las demandas

Como se indicó en el capítulo 3, si bien el crecimiento de la población urbana en LAC no adquiere las enormes dimensiones del pasado, igualmente se trata de un crecimiento de las demandas significativo, en particular en las mega-ciudades. A lo anterior se debe agregar un cierto crecimiento inicial de la dotación por habitante en las grandes ciudades, producto de las mejores condiciones de vida generales de la población y aumento de cobertura de los servicios de agua potable, si bien posteriormente el consumo medio tiende a estabilizarse (en Chile y Colombia las dotaciones medias por habitante se han mantenido prácticamente constantes desde hace más de una década). En ciudades menores y medianas, el aumento de las demandas se espera que sea paulatino, con la excepción de algunas ciudades que pudieran convertirse en nuevos polos de desarrollo o que presentan un especial atractivo turístico, las que, en ocasiones presentan incrementos de demanda explosivos. Este fenómeno también se observa en ciudades que abandonan el uso intensivo de fuentes públicas para adoptar un suministro domiciliario.

### c) Deterioro de la calidad del agua en las fuentes

Una tercera amenaza a la disponibilidad de agua para el abastecimiento de agua a la población la constituye la degradación de la calidad de las aguas de las fuentes. Este problema es tratado en 4.3.

## **4.2 SEGURIDAD HÍDRICA PARA EL DESARROLLO PRODUCTIVO SUSTENTABLE.**

Como se ha señalado (capítulo 3) el recurso hídrico en LAC juega un papel clave en su desarrollo económico, en especial considerando la estrecha relación con el agua de una proporción significativa de sus exportaciones basadas en los recursos naturales. Asimismo, se ha podido observar que las tendencias globales presionan fuertemente para que LAC intensifique aún más su actividad en esa dimensión, en especial considerando su contribución a la meta de alcanzar una adecuada seguridad alimentaria en un mundo que crece en población y en el ingreso de las personas. Por otra parte, se ha hecho presente la importancia que tiene la energía hidroeléctrica en la mayor parte de los países de la región y la magnitud de los recursos hidroeléctricos potenciales que podrán desarrollarse en el futuro. A partir de lo anterior, se puede señalar que, sin

lugar a dudas, una dimensión crítica de la seguridad hídrica en LAC es asegurar su desarrollo productivo.

En el tema de la seguridad hídrica del aprovechamiento productivo del agua, resulta necesario distinguir entre la situación de las zonas húmedas y la de las zonas áridas o semiáridas, en las cuales la escasez constituye la principal restricción. A continuación se analizan ambas situaciones.

#### **4.2.1 Usos productivos de zonas húmedas**

En las zonas húmedas, el uso productivo del agua de carácter consuntivo en general es poco significativo en relación con los caudales existentes y no debiera presentar riesgos asociados a la disponibilidad (los temas de calidad se abordan en un punto aparte). Así, en dichas zonas los aprovechamientos productivos más relevantes corresponden al uso hidroeléctrico, de modo que los riesgos que resultan aceptables se relacionan con la seguridad energética del país. En ese sentido, considerando la alta vulnerabilidad y, consecuentemente, la baja tolerancia de una sociedad moderna a las fallas energéticas, el riesgo hídrico aceptable dependerá de la importancia de la hidroelectricidad en la matriz energética, de las características hidrológicas de las fuentes, y del costo de disponer de una mayor seguridad hídrica, así como del costo y disponibilidad de las energías alternativas. Como se puede apreciar, se trata de un tema donde las seguridades hídrica y energética confluyen en soluciones integradas.

En relación con los riesgos relacionados con los aprovechamientos hidroeléctricos es conveniente destacar las siguientes amenazas:

##### **a) Situaciones de sequía y cambio climático.**

En general, el diseño de los proyectos hidroeléctricos considera la variabilidad hidrológica observada, de modo que su respuesta y la seguridad de los proyectos, bajo la hipótesis de un clima estacionario, resulta conocida para la planificación energética (siempre que se hayan tenido los antecedentes hidrometeorológicos adecuados). No obstante lo anterior, es posible que en la actualidad, la seguridad hídrica asociada a la generación eléctrica ya sea inadecuada para las necesidades de diversos países de la región, si se considera las situaciones críticas que han experimentado durante períodos de sequía en el pasado reciente. Esta situación pudiera agravarse en el escenario de un cambio climático global, donde los estudios muestran que en algunas áreas de LAC los caudales podrían disminuir en una proporción significativa, como se indica en 3.3., lo que afectaría en forma importante la generación hidroeléctrica. En este contexto, la incertidumbre hidrológica asociada a un cambio climático obliga a generar una estrategia de adaptación y a crear sistemas de generación eléctrica suficientemente robustos, diseñados con una matriz diversificada, capaz de asimilar estas incertidumbres en un nivel de riesgo aceptable, que no provoque impactos críticos en el funcionamiento de los países.

##### **b) Incremento de los niveles de erosión en cuencas degradadas y colmatación de embalses.**

En buena parte de las obras de regulación asociados a la generación hidroeléctrica el fenómeno de la acumulación de sedimentos resulta crítico en la vida útil de las obras. Así, en especial en las obras que aprovechan recursos hídricos generados en zonas tropicales, una parte significativa del almacenamiento está diseñada para ese propósito. No obstante lo anterior, por diversas razones, entre las cuales se encuentran la degradación de las cuencas superiores, son numerosos los casos en los que la colmatación de las obras se ha producido en períodos muchos más breves que lo previsto. Esta situación, en el contexto de una continua reducción de las superficies con bosque nativo en LAC, constituye una amenaza que debe ser enfrentada por los países para evitar una afección a la generación energética.

#### **4.2.2 Uso productivo en zonas áridas y semiáridas.**

##### **Consideraciones generales**

En este caso la definición de los niveles de riesgo que resultan aceptables para el suministro de agua es una materia altamente compleja, que depende estrechamente del tipo de uso de los recursos hídricos, de consideraciones sociales y económicas relacionadas con su aprovechamiento y del sistema de gestión en aplicación en cada país. Así, por ejemplo, son distintos los riesgos aceptables para las actividades industriales y mineras, de las aceptables en la agricultura; los de una agricultura de subsistencia de los de una agricultura de carácter empresarial exportadora, y los de una agricultura de cultivos anuales de los de una agricultura orientada a plantaciones frutales.

Además, el sistema de gestión podría estar diseñado para concentrar los déficits en ciertos usos, aplicando mecanismos de mercado u otros de carácter económico o administrativos. Sin embargo, como el uso agrícola es ampliamente mayoritario en la región, y además, la productividad económica por m<sup>3</sup> de agua de la industria y la minería es decenas de veces mayor a la agrícola (Willaarts et al, 2014), resulta evidente que, en la práctica, los déficits se tenderán a concentrar en el riego, ya sea a través de mecanismos institucionales o económicos. En consecuencia, interesa analizar especialmente los criterios de aceptación de los riesgos para ese caso.

En la práctica, para determinar la seguridad hídrica aceptable en la agricultura, ha sido tradicional aceptar que sus demandas debieran estar atendidas con una determinada probabilidad hidrológica de excedencia (usualmente se ubica entre el 80 y 90% de probabilidad de excedencia), como una solución de compromiso entre el interés de ampliar la superficie agrícola al máximo posible, y el riesgo de sufrir pérdidas en períodos secos. Criterios de esta naturaleza, sin duda requieren un importante ajuste a las condiciones locales, ya que los impactos de una falla de abastecimiento dependen de factores tales como: características hidrológicas, tipos de cultivo, sistema de gestión, etc. Además, es necesario considerar el grado de modernización de la agricultura, ya que las demandas agrícolas generadas por una agricultura de mayor tecnología y con mayores inversiones, orientada hacia productos de mayor valor, es menos tolerante a los déficits de abastecimiento, y que, como contrapartida, en períodos de déficits de abastecimiento

de agua las nuevas prácticas agronómicas e instrumentos económicos hacen posible implementar estrategias de adaptación que antes no estaban disponibles.

Por otra parte, la introducción de enfoques económicos más rigurosos, orientados a una optimización económica, resulta difícil de llevar a la práctica.

Desde una perspectiva nacional, los niveles de riesgo aceptables serán aquellos asociados a fallas en el suministro que no generan impactos sociales o económicos de relevancia a nivel local o nacional, considerando las particularidades de cada país. Además, siendo la disponibilidad hídrica variable de año en año, resulta necesario hacer un balance entre la extensión de las superficies de riego que se desarrollan y el nivel de riesgo que se acepta. Así, a mayor extensión existirá un mayor beneficio en años húmedos pero un mayor riesgo en años secos y, en la medida que no existan aspectos sociales o estratégicos involucrados, el nivel de seguridad debiera depender de la relación beneficio/costo entre seguridad y productividad, tarea que corresponde definir a los gobiernos en la formulación de la política hídrica. De acuerdo a lo indicado, se debiera considerar que la seguridad hídrica está afectada cuando los riesgos superan dichos niveles definidos como aceptables.

Adicionalmente es necesario resolver desde una perspectiva nacional el balance entre los objetivos de aprovechamiento productivo y de conservación ambiental, materia que puede ser altamente conflictiva y evolucionar en el tiempo. Al respecto, usualmente resulta aceptable la incorporación a los nuevos proyectos de la obligación de mantener caudales mínimos ecológicos determinados según normativas aceptadas internacionalmente. Sin embargo, la práctica de los países muestra que, en el nivel actual de desarrollo de LAC, en general se considera aceptable la mantención de situaciones históricas de extracción que superan los requerimientos ambientales (existen ejemplos en contrario?), en ocasiones mantenidas por más de un siglo, considerando el alto costo que tendría y los complejos problemas e impactos que implicaría la alteración de las reglas a los actuales usuarios del agua.

En este contexto, las amenazas a la seguridad hídrica que se deben enfrentar corresponden básicamente a un eventual desequilibrio, en niveles inaceptables, entre los caudales que es posible obtener del sistema de recursos hídricos, considerando su capacidad de gestión y la infraestructura disponible, y las demandas del sistema productivo.

En términos generales, este desequilibrio se origina en un insuficiente (o inexistente) sistema de gestión, sobre el que actúan factores externos que lo ponen a prueba.

En efecto, es posible que las normativas, en donde existen, presenten limitaciones en su diseño y no hayan considerado adecuadamente, en toda su complejidad, la necesidad de mantener el balance entre la disponibilidad de recursos hídricos y las demandas, o, existiendo normativas adecuadas, ellas no son suficientemente implementadas por razones tales como: limitadas capacidades de la institucionalidad pública, inadecuado conocimiento técnico, falta de información relevante, presiones políticas, captura de las entidades públicas, entre otras.

En este marco institucional, existen factores externos que afectan tanto la oferta como la demanda de recursos hídricos, contribuyendo a generar situaciones de desequilibrio que tienen riesgos hídricos que superan lo estimado aceptable.

Desde la perspectiva de la oferta, los factores que se pueden mencionar son: la variabilidad climática, que genera incertidumbre respecto de la disponibilidad hídrica de amplias zonas de LAC que, en la situación actual, ya presentan escasez; los cambios en las condiciones de escorrentía de las cuencas; y el propio aprovechamiento de los recursos hídricos, con su impacto en la disponibilidad hacia aguas abajo. Desde la perspectiva de la demanda, actúan factores tales como los incentivos generados en los mercados globales para un uso más intenso de los recursos naturales, y que, frecuentemente, hacen suyos los particulares y los gobiernos, excediendo eventualmente los riesgos aceptables. Estos factores, en ausencia de un sistema de gestión suficientemente sólido, pueden generar desequilibrios oferta-demanda en el mediano o largo plazo, con riesgos inaceptables.

Es importante hacer presente que no siempre los desequilibrios oferta-demanda, se manifiestan en el propio sector productivo ya que, en ocasiones, ellos se traducen en un deterioro ambiental que no estaba previsto, el cual a su vez puede tener un impacto en otras actividades productivas (mayor contaminación y mayores costos de tratamiento) o vía incremento de costos de transacción (mayor contaminación, protestas, conflictos, demoras en proyectos, paralización de actividades).

A continuación se analizan los mecanismos a través de los que se manifiestan estos desequilibrios originados en el sistema de gestión de los recursos hídricos y en la dinámica externa:

a) Ampliación sin control de las zonas de riego:

Las señales del mercado internacional, a las que se integran crecientemente los países de LAC, generan en la región un renovado interés por el incremento de las exportaciones agrícolas, en particular de productos cultivados en áreas de riego. Así, resulta natural que la ampliación de las áreas regadas se convierta en un objetivo de política económica compartido por la comunidad empresarial y los gobiernos. De este modo, es frecuente que las decisiones de incorporar nuevas superficies gocen de aceptación y se perciban como signos de progreso, y que, por el contrario, los controles para limitar una posible expansión sean decisiones poco comprendidas por la comunidad, independientemente de lo prudente que ellas pudieran ser desde la perspectiva de asegurar un adecuado balance oferta/demanda. Esta aceptación, que en definitiva pudiera terminar perjudicando a los usuarios originales, se explica porque los problemas de sustentabilidad asociados a una ampliación excesiva de las zonas regadas se manifiesta sólo en el mediano o largo plazo, cuando se presentan condiciones de sequía. Además, desde la perspectiva de los particulares interesados en incrementar las zonas de riego, resulta habitual que los impactos derivados de una mayor demanda se socialicen a través de la gestión del agua y sean imperceptibles en el corto plazo para el resto de los actores, mientras que los beneficios económicos permanecen privados.

Por otra parte, este proceso se ha visto facilitado por los desarrollos tecnológicos popularizados en buena parte del mundo en las últimas décadas, orientados a la producción agroindustrial para la exportación, como son los sistemas de riego por goteo, micro jet y aspersión, unidos a los sistemas de bombeo y al uso de tuberías de plástico de un menor costo, todo lo cual ha cambiado completamente las posibilidades tecnológicas de incorporar nuevas superficies al riego, al hacer regables terrenos que antes no lo eran, permitiendo con ello incrementar en forma radical las superficies susceptibles de ser regadas.

En este contexto, la posibilidad de ampliar las superficies regadas a niveles insostenibles (dando razón a la llamada paradoja de Jevons) es evidente, y en LAC están presentes. De este modo, si no existe un marco normativo que incorpore una visión del balance oferta/demanda de largo plazo e instituciones sólidas que hayan previsto este tipo de amenaza, las regulaciones y controles para limitar la expansión del riego tienden a ser ineficaces, en especial si los incentivos económicos son importantes y se trata de un proceso que se desarrolla en forma masiva, generando para la comunidad beneficios de corto plazo.

b) Desarrollos tecnológicos para una mejor eficiencia de riego y cambios de uso, sin una evaluación integral de los impactos:

Es frecuente que exista una amplia preocupación de los gobiernos y los sectores empresariales más dinámicos por mejorar la eficiencia de riego, generando inclusive programas de subsidio público con ese propósito. Esta visión con frecuencia se restringe a identificar los muchos beneficios generados por el eficiente uso del agua a nivel de parcela, sin evaluar simultáneamente los impactos que se generan por la reducción de los caudales que retornan al ciclo hidrológico en forma superficial, sub-superficial o como recarga de las aguas subterráneas. Algo similar puede suceder cuando se reasignan recursos hídricos de un aprovechamiento a otro nuevo que altera la magnitud y localización de los caudales que retornaban al sistema, y eventualmente contribuyan a abastecer otras demandas.

Así, si estos procesos se acompañan de la incorporación de nuevas demandas, como se indicó en el punto a), para ser abastecidas con los supuestos “ahorros”, sin considerar que se trata de recursos hídricos que ya eran utilizados, y ese fenómeno no es considerado en forma integral a nivel de la cuenca, se pudiera estar introduciendo un factor de desbalance, comprometiendo la sustentabilidad y la seguridad hídrica de los desarrollos, en el mediano y largo plazo.

c) Sobreexplotación de acuíferos.

Los problemas señalados en a) y b), se presentan en buena medida amplificados en el caso del aprovechamiento de las aguas subterráneas. Ello porque la explotación de dicho recurso presenta las siguientes características que los favorecen:

- Se trata de un recurso que frecuentemente presenta ventajas para incorporar al riego nuevas superficies al riego. En primer lugar por su eventual localización próximo a las

demandas, haciendo innecesaria la existencia de grandes infraestructuras de captación, conducción y regulación, así como de las organizaciones para gestionarlas. Además, tiene la ventaja de su baja variabilidad en el corto y mediano plazo, y de estar libre de sedimentos, lo que simplifica su uso en sistemas de riego modernos.

- La gestión de las aguas subterráneas y su fiscalización resultan difíciles, y en especial el control de las extracciones, situación que frecuentemente facilita: el uso al margen de cualquier control y la proliferación de obras de captación clandestinas. En este contexto, las demandas pueden incrementarse de forma espontánea prácticamente sin límites. Lo anterior se ve agravado por el retraso de LAC en estructurar adecuados sistemas de gestión de los acuíferos.
- Los impactos de la sobreexplotación se presentan en forma muy retardada en el tiempo y resulta difícil la identificación precisa del factor causante (el responsable), de modo que se toma nota del problema una vez que las actividades económicas que dieron origen se encuentran completamente consolidadas, resultando extremadamente difícil revertirlas.
- Muchas veces existe un conocimiento muy precario de las verdaderas capacidades de los acuíferos y de su recarga, por la propia naturaleza del recurso y las dificultades técnicas para evaluarlo con precisión. Esta situación resulta aún más difícil en las condiciones de las zonas áridas, donde las recargas se presentan en forma esporádica y son el resultado de procesos físicos de gran complejidad y poco conocidos.
- La cultura técnica de los usuarios y su comprensión de la naturaleza de los recursos hídricos que utilizan es muy débil, en comparación con la que habitualmente disponen sobre la gestión de las aguas superficiales. Así, en general, no están en condiciones de tener una actuación proactiva para evitar los problemas de sobre explotación.
- En LAC, en general, no existen políticas públicas de los organismos responsables en función de morigerar o salvar estos déficits a partir, por ejemplo, de dar apoyo técnico a los actores que se encuentran en esta situación.

d) Interacción entre las aguas superficiales y subterráneas no reguladas.

Resulta habitual en LAC que la gestión de las aguas superficiales y subterráneas se realice con un alto grado de independencia entre ellas, inclusive en sistemas hidrológicos en los cuales ambas presentan una interacción especialmente activa. De este modo, el marco normativo permite que las nuevas extracciones de recursos superficiales no consideren los impactos sobre las fuentes subterráneas y viceversa. Como consecuencia de lo anterior, es posible que se desarrolle una explotación de ambos que tienda a sobrevalorar la verdadera magnitud del recurso hídrico disponible, y a crear una demanda total que no sea sustentable en el largo plazo.

e) Desarrollo del regadío sin un control de los procesos de salinización

La incorporación de nuevas superficies al regadío en zonas áridas y semiáridas presenta el riesgo de provocar una salinización de los suelos. En ocasiones, los nuevos flujos que se infiltran al subsuelo debido a la aplicación de agua para el riego provocan un ascenso del nivel freático subterráneo y un proceso de concentración de sales por evaporación desde el suelo húmedo. En otras ocasiones, existe un paulatino depósito de sales debido al riego de suelos con dificultades de drenaje y a la aplicación de un caudal de agua insuficiente para el lavado de los suelos por lixiviación de las sales. Así, se hace necesario prever la forma de evacuación de los excesos de agua, diseñar las soluciones, construirlas y mantenerlas operativas. Lo anterior, no siempre ha sido adecuadamente resuelto en LAC, y existen distintos ejemplos, de desarrollo del riego acompañado por procesos de ascenso de los niveles freáticos por un inadecuado drenaje, resultando en una paulatina salinización de los suelos. De este modo, distintos países han experimentado pérdidas de varios cientos de miles de hectáreas. Por ejemplo, en Argentina se informa que más de medio millón de hectáreas regadas ya están afectadas por problemas de salinidad de agua y de suelo y/o de drenaje, problema que se concentra en siete provincias, y representa el 60 % de su área de riego. Asimismo, en Perú se estima que el 36 % de la superficie incorporada al riego en las cuencas de la costa, (300 mil ha), presentan problemas de degradación por salinidad, afectando su productividad y rentabilidad, y de dicho total degradado, unas 150.000 ha están abandonadas o con una actividad agrícola económicamente marginal, por su elevada degradación (de la Torre, 2011).

f) Incertidumbre asociada a variabilidad y cambio climático.

En el capítulo 3, se ha presentado la temática del cambio climático en la región, destacando que las modelaciones realizadas para simular sus efectos en LAC, muestran un aumento de las temperaturas del aire y, en general, una reducción significativa de las precipitaciones en sus zonas áridas y semiáridas. Además, estas zonas presentan algunas características que amplifican los impactos de la disminución de precipitaciones en la gestión del agua, tales como las siguientes:

- La disminución de precipitaciones se refleja en una reducción proporcionalmente mayor en los caudales, ya que, en las zonas áridas y semi áridas, la escorrentía es una función aproximadamente cuadrática de la precipitación.
- A lo anterior, en ocasiones se debe agregar el cambio en el régimen estacional de los caudales, lo cual resulta muy evidente en las cuencas que presentan regímenes con una componente nival o glacial. En esas cuencas los caudales disminuyen en forma más acentuada en los meses de verano, período crítico para la gestión del agua debido a las mayores demandas para riego.
- Los impactos también se hacen extensivos en forma amplificada en el valor de la recarga de las aguas subterráneas, las que usualmente se asocian a los esporádicos períodos de altos caudales.

- Los cambios se espera que afecten con mayor intensidad las condiciones hidrológicas extremas, en especial aquellas relacionadas con los fenómenos de La Niña y El Niño, justamente eventos que son especialmente relevantes en la hidrología de las zonas áridas y semiáridas de LAC.
- Por su parte, como consecuencia de un cambio climático, la magnitud de las demandas de agua, en particular la correspondiente al principal uso, el uso agrícola, también se vería incrementada, debido principalmente al aumento de las temperaturas.

De acuerdo a lo señalado, los desequilibrios en los balances oferta/demanda debido a una menor disponibilidad de recursos hídricos, como resultado de la variabilidad y cambio climáticos pueden llegar a ser de gran magnitud, y una fuente de grave inseguridad hídrica para los países.

Sin perjuicio de lo anterior, y no obstante que, en general, se reconoce que los impactos económicos asociados a un cambio climático serían muy significativos (CEPAL, 2010), a la escala de las cuencas, como se señaló en el capítulo 3, la incertidumbre de las previsiones es tan elevada que resultan inadecuadas para la planificación hidrológica. Así, se concluye que lo relevante es aceptar que no resulta suficiente evaluar los riesgos con la hipótesis de un clima en condiciones estacionarias y desarrollar una estrategia de adaptación a estos fenómenos asumiendo un escenario de incertidumbre.

En este contexto, la pregunta acerca del nivel de riesgo aceptable tiene una respuesta difusa y resulta inaplicable una definición convencional del nivel de riesgo aceptable, de carácter estadístico, del tipo de las habitualmente utilizadas en las cuestiones hidrológicas. En este caso, alcanzar una adecuada seguridad hídrica significa:

- Atender adecuadamente a las necesidades derivadas de la variabilidad actual conocida del clima y los recursos hídricos y, además,
- Implementar una estrategia de adaptación que sea:
  - i. Sensible: en condiciones de reaccionar con prontitud;
  - ii. Proactiva: que busca adelantarse a los problemas;
  - iii. Flexible: que se adapta a los cambios que se presenten;
  - iv. Duradera: que se mantiene en el tiempo,
  - v. Robusta: en condiciones de hacer frente a escenarios diversos.

Una estrategia de adaptación como la señalada requiere de un análisis integral de las amenazas existentes, la elaboración de programas de seguimiento e investigación, y medidas de adecuación en lo relativo a la institucionalidad, infraestructura e instrumentos de gestión.

g) Alteración de las condiciones de las cuencas

Los recursos hídricos de una fuente superficial o subterránea se ven afectados por la gestión del territorio que se hace aguas arriba, en particular por los cambios de la cobertura vegetal, la impermeabilización de superficies asociadas al crecimiento urbano, la alteración de las redes de drenaje naturales, la modificación de las zonas agrícolas y en especial de las zonas de riego. Así, existen importantes cuencas en LAC que están fuertemente intervenidas, y cuyo comportamiento hidrológico y la disponibilidad hídrica para los usos productivos depende de la gestión de las cuencas superiores. La falta de control sobre dichos procesos en cuencas áridas o semiáridas, puede significar amenazas para la mantención de los caudales, ya sea en cantidad, calidad, oportunidad o localización, con el consiguiente impacto en los balances oferta/demanda en cuencas que por su naturaleza tienen una baja disponibilidad de recursos hídricos.

**BOX 1 ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD HÍDRICA PARA EL DESARROLLO PRODUCTIVO EN ZONAS ÁRIDAS: EL CASO DEL NORTE DE CHILE.**

**4.3 SEGURIDAD HÍDRICA PARA LA CONSERVACIÓN DE CUERPOS DE AGUA EN UN ESTADO COMPATIBLE CON LA SALUD Y EL MEDIOAMBIENTE.**

En las últimas décadas, los distintos países de LAC han realizado importantes avances en el desarrollo de una institucionalidad y de normativas orientadas a la conservación y protección ambiental. Sin perjuicio de lo anterior, los déficits actuales en relación al tema son de gran magnitud, afectando severamente esta dimensión de la seguridad hídrica, tanto en lo relativo a disponer de fuentes de agua de buena calidad para la salud de las personas y los ecosistemas, como a la mantención de los hábitat para la integridad del medio ambiente.

Por otra parte, las dinámicas indicadas en el capítulo 3, relativas a la evolución futura de la región pueden incidir tanto haciendo más complejo y difícil el objetivo de alcanzar un riesgo ambiental aceptable como facilitando el avance en la materia. En efecto, mientras la presión por el desarrollo de los recursos naturales de la región, el crecimiento urbano y el cambio climático pueden afectar negativamente dicho avance, el aumento de los ingresos, las transformaciones sociales, las exigencias ambientales de los mercados globales, y los nuevos requerimientos de participación de los actores sociales contribuyen favorablemente a priorizar este objetivo en la sociedad.

A continuación se presentan las áreas que constituyen los principales desafíos para la seguridad hídrica en el tema:

a) Tratamiento de aguas servidas domiciliarias

En LAC la principal fuente de contaminación hídrica se origina en la falta de tratamiento de las aguas servidas domésticas. Al respecto se puede señalar que en la actualidad se estima que sólo el 27% de los efluentes urbanos es retornado a los cuerpos de agua previo tratamiento (Lentini, 2011). En especial se observa que frecuentemente, en las poblaciones de pequeña y mediana

envergadura, no existe una regulación precisa y por lo tanto un control efectivo de la disposición de los efluentes cloacales una vez recolectados. Por otra parte, en las localidades rurales una baja proporción de los sistemas dispone de recolección de aguas servidas y de tratamiento.

La situación descrita produce una generalizada contaminación microbiológica en la región. Por ejemplo, en el caso de México, un país con niveles de atención al tema de contaminación superior al promedio, se informa que el 13% de las aguas superficiales está contaminado de acuerdo a su contenido de DBO, el 31 % según su DQO y el 7.5 % según su contenido de TSS (Willaarts et al, 2014).

Este inadecuado control de la contaminación debida a aguas servidas domésticas, junto con la cobertura y calidad de los servicios de APS, incide en el resguardo de la salud de la población, y en particular en la elevada morbilidad por enfermedades transmitidas por el agua (cólera, fiebre tifoidea, disentería, etc.) de la región.

De este modo, para la región los objetivos de seguridad hídrica a mediano plazo necesariamente suponen el tratamiento completo de las aguas servidas domésticas, tarea que compromete grandes esfuerzos tanto en lo institucional como financiero (el BID estimó las inversiones requeridas para avanzar en el tratamiento de aguas Servidas en 17,7 mil millones (Ferro y Lentini, 2013)).

#### b) Contaminación por nitratos

Aunque la información disponible en la región respecto de este tópico es fragmentaria (Fernández-Cirelli et al, 2009), estudios generales han identificado la amenaza de una contaminación generalizada por nitratos, debido principalmente a la contaminación difusa asociada al uso de nutrientes para la agricultura (Willaarts et al, 2014). Un segundo factor que incidiría en dicha amenaza sería la ausencia de tratamiento de las aguas servidas, muchas veces reutilizadas en el riego. Así, la contaminación por nitratos podría limitar en el futuro la disponibilidad de agua fines domésticos, así como contribuir a los procesos de eutroficación de los cuerpos de agua.

La creciente importancia de esta contaminación sería el resultado del aumento del empleo de fertilizantes en la agricultura, en consonancia con la búsqueda de una mayor competitividad en los mercados, sin normativas que controlen su uso.

Esta situación presenta para la región el desafío inicial de implementar el tratamiento de las aguas servidas, como se indicó en a), e inclusive en el futuro pudiera requerir el desarrollo de tratamientos terciarios en lugares específicos.

Adicionalmente, en el mediano plazo, se presenta la tarea de incorporar regulaciones al uso de fertilizantes en la agricultura, tarea compleja y que en los países industrializados ha sido de difícil implementación y ha tenido resultados inciertos (Byrne, 2007).

### c) Contaminación industrial y minera

En la actualidad la contaminación industrial y minera en la región presenta escaso control, y constituye, después de la de origen doméstico y agrícola, una importante fuente contaminante. Además, ella presenta el inconveniente de localizarse en forma concentrada en ciertas cuencas, generando graves problemas ambientales y de salud pública.

En el caso, de la contaminación industrial los antecedentes disponibles muestran que, la mayor parte de las aguas residuales industriales se vierten al ambiente sin tratar, correspondiendo las principales fuentes de contaminación usualmente a agroindustrias y, en algunas cuencas, a la industria del petróleo (Jiménez y Tundisi (eds), 2012).

La importancia creciente de la contaminación industrial, se puede ilustrar con el caso de México, donde se ha constatado que la carga orgánica de tipo biodegradable (DBO5) descargada al ambiente, entre 1984 y 2007, por los municipios decreció en un 16%, mientras que la correspondiente al sector industrial prácticamente se duplicó, con el resultado de que la descarga total de contaminación orgánica aumentó en un 45%.

En relación con la minería (haciendo exclusión de las explotaciones petroleras), las principales fuentes contaminantes se asocian a la minería de metales preciosos (plata y oro) y cobre. Estas actividades tienen una larga data en LAC. En el pasado, ellas frecuentemente se desarrollaron en forma semi artesanal, sin ningún control ambiental, dejando innumerables depósitos abandonados con sedimentos contaminados, los que paulatinamente se incorporan al ciclo hidrológico, contaminando aguas superficiales y subterráneas. En la actualidad, parte de dicha minería se mantiene, con los problemas señalados, habiéndose agregado una minería moderna, de gran escala, la cual, a pesar de los avances tecnológicos y de las regulaciones ambientales, con frecuencia también genera problemas de contaminación ambiental.

Los problemas habituales asociados a estos proyectos se relacionan con la liberación de componentes químicos utilizados en las faenas (como cianuro y mercurio, entre otros), y con la lixiviación de compuestos contaminantes contenidos en el mineral (por ejemplo, los yacimientos de cobre existentes en Chile frecuentemente presentan compuestos tales como sulfatos, As y Mo, y generan el fenómeno de “drenaje ácido”, de aguas con un elevado pH).

En este marco, los desafíos de LAC son:

- Regular adecuadamente la industria y minería modernas, en especial en las áreas señaladas como de mayor presencia.
- Modernizar, capacitar y regular las pequeñas y medianas empresas.
- En el mediano plazo, desarrollar programas para la recuperación paulatina de los pasivos ambientales, teniendo presente criterios costo-efectividad ambiental, considerando que

muchas veces se trata de situaciones cuya corrección presenta costos extremadamente elevados.

d) Procesos de salinización

Esta materia ha sido analizada en el punto 4.2.2, en relación con la temática de las zonas áridas y semi-áridas.

e) Conservación de ecosistemas y biodiversidad.

Como contrapartida, la riqueza de recursos hidrobiológicos de la región conlleva la responsabilidad de conservar importantes ecosistemas acuáticos. Esta responsabilidad ha sido asumida por los países y la comunidad internacional, entre otras iniciativas, declarando 227 sitios Ramsar, que cubren un total de 35,9 millones de hectáreas aproximadamente. Sin embargo, las evaluaciones recientes sugieren que la inmensa biodiversidad de América Latina y el Caribe se está perdiendo o está siendo seriamente amenazada por las actividades humanas, así la región incluye cinco de los 20 países con el mayor número de especies de fauna en peligro de extinción o amenazadas (PNUMA, 2010).

Los principales procesos que inciden que esta situación son los siguientes (PNUMA, 2012):

- Contaminación de las aguas: La contaminación y deterioro de la calidad del agua en muchos cauces, como se señaló en a), b), c) y d) puede tener efectos significativos en los ecosistemas, generando condiciones que los hacen incompatibles con la vida acuática. Así, se observa el abandono de ciertas especies de ríos contaminados y no resulta inusual en la región fenómenos tales como la mortandad masiva de peces o de especies relacionadas con el medioambiente acuático.
- Deterioro de los hábitats: Considerando que la mantención de caudales ecológicos en los ríos de la región es una práctica relativamente reciente, son numerosos los cauces donde la extracción de caudales para fines productivos excede ampliamente las adecuadas para mantener los requerimientos ambientales. Asimismo, la explotación excesiva de aguas subterráneas en ocasiones genera descenso de niveles freáticos incompatibles con la conservación de humedales de gran interés ambiental. Estos tipos de situaciones son especialmente frecuentes en las zonas áridas y semi áridas de la región, como es el caso del altiplano chileno y de la vertiente pacífico de la Cordillera de los Andes. Es importante hacer presente que, en muchas cuencas, este régimen de extracción se ha desarrollado a lo largo de muchos años (frecuentemente por más de un siglo), lo que unido a la importancia del recurso hídrico para la actividad económica de la zona, genera una situación difícilmente reversible en el corto y mediano plazo. Así, corresponde desarrollar una estrategia de compromiso para definir el riesgo ambiental aceptable para la sociedad.

- Desarrollo de especies invasoras: En la región existen diversos ejemplos de especies introducidas desde otros continentes, las que cambian la estructura de los ecosistemas y, eventualmente, desplazan especies endémicas. Este proceso, que en algunas zonas se inició hace más de un siglo, ha tomado un nuevo impulso con el desarrollo de la acuicultura. Así, se informa que el desarrollo intensivo de la acuicultura con especies no nativas ha afectado de manera considerable a varias cuencas del Brasil y a ríos del sur de Chile (Jiménez y Tundisi, eds., 2012).
- Cambio climático: El proceso de pérdida de biodiversidad y los cambios en el clima tiene relaciones complejas de difícil predicción, relacionados tanto con los impactos directos del cambio (temperaturas, precipitaciones), como indirectos (incluida la propia reacción de la sociedad en los nuevos escenarios). En general se espera que la tasa de pérdida de biodiversidad se incremente con los cambios. Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, existen importantes incertidumbres en relación con la magnitud y velocidad de los cambios esperados. De este modo, algunas predicciones muestran situaciones que tendrían alto impactos, tales como una “sabanización” del Amazonas con una disminución del 30% de la disponibilidad de agua en las regiones brasileñas del sur y sureste (Jiménez y Tundisi eds., 2012), lo que amenazaría los ecosistemas de una amplia zona, sin embargo, no todas las modelaciones son coincidentes y aún se considera en el mundo científico un tema abierto (Magrin et al, 2014). En este marco, las estrategias de conservación de la biodiversidad deberán ser robustas, haciéndose cargo de las incertidumbres existentes, y tener la capacidad de responder a los nuevos conocimientos que se generen.

Cabe destacar que la región ha avanzado en gran medida en la definición de la normativa aplicable a los temas ambientales, sin embargo persisten importantes debilidades en relación con la capacidad institucional para hacerlos efectivos en la práctica. De este modo, los desafíos que se presentan en esta materia pasan por superar dicha limitación.

#### **4.4 SEGURIDAD PARA LA PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN CONTRA INUNDACIONES.**

Una de las dimensiones de la seguridad hídrica que importa analizar en el caso de LAC se refiere a los impactos de las crecidas e inundaciones sobre la población y los bienes. Aunque en este tema a nivel mundial existen zonas con mayores demandas que las que se observan en LAC, como es el caso de los países asiáticos (Sadoff et al, 2015, en la región las frecuentes catástrofes naturales, y en particular las de origen hidrológico, constituyen un importante obstáculo para el normal desarrollo de los países.

La gravedad del tema queda reflejada en la estadística disponible (EM-DATA, 2015), que señala que en los últimos 30 años (1985 - 2014) la región ha presentado cerca de 60.000 pérdidas de

vidas humanas por eventos hidrológicos, afectando a 60 millones de personas, y produciendo daños valorizados en 40.000 millones de dólares. Cabe destacar que estos impactos se generan con una gran variabilidad en el tiempo, concentrándose principalmente en algunos años, lo que aumenta su impacto disruptivo en el desarrollo de los países.

Estos desastres se originan en una amplia variedad de fenómenos, acorde con la gran diversidad geográfica que caracteriza a la región. Entre dichos fenómenos se pueden mencionar los siguientes:

- Huracanes y tormentas tropicales que afectan principalmente la zona del Caribe y Centro América. La magnitud de los impactos de estos fenómenos se puede ilustrar con el caso del Huracán Mitch (1998) que causó daños en Centro América por 6 billones de dólares, equivalente al 16% del PIB de los años previos de los países afectados (San Martín, 2002).
- Grandes inundaciones generadas por ríos de llanura, como las que se presentaron en la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay que en 1982/83 alcanzó un caudal máximo de 60.200 m<sup>3</sup>/s, duró más de un año, llegando a cubrir superficies de 30.000 km<sup>2</sup> (Jiménez y Tundisi eds., 2012).
- Aluviones en zonas áridas, como las que se presentan en las cuencas de la costa pacífica sudamericana. Estos fenómenos, no obstante originarse en precipitaciones de menor magnitud, en zonas donde se presentan precipitaciones solo en forma esporádica, se caracterizan por su violencia y carácter sorpresivo, generando grandes destrucciones. Así, en Chile, los aluviones que afectaron las regiones de Antofagasta y Atacama en marzo de 2015 dejaron sobre 100 personas fallecidas o desaparecidas, unos 30.000 damnificados y pérdidas en infraestructura estimadas en más de US\$1.000 millones.
- Inundaciones ribereñas, que se presentan como resultado de crecidas propias del régimen hidrológico del río, pero que provocan daños debido a la ocupación del suelo de las áreas que corresponden a su lecho mayor.
- Crecidas repentinas en pequeñas cuencas o en cuencas urbanas, en el entorno de ciudades, eventualmente con deslizamiento de tierras.
- Crecidas catastróficas de origen no meteorológico asociados al volcanismo, a la actividad sísmica o a fenómenos relacionados con la existencia de glaciares. La región de LAC presenta características geológicas, meteorológicas y topográficas que la hacen especialmente vulnerable a este tipo de fenómenos. En particular la dinámica de placas en torno a la costa pacífica, se relaciona con enormes desniveles topográficos, una abundante actividad sísmica y volcánica, y la existencia de cordilleras con glaciares en acelerado proceso de retroceso, todo lo cual configura un escenario altamente inestable, que se manifiesta en grandes catástrofes producidas por crecidas de origen no meteorológico, frecuentes especialmente en países como Colombia, Perú y Chile (Peña y Klohn, 1987). Un

recordado caso de catástrofe de este origen, que ejemplifica la peligrosidad de estos eventos, se presentó en Armero (Colombia), en 1985, con motivo de la erupción del volcán Nevado del Ruiz. En esa ocasión los lahares provenientes del volcán dejaron sin vida a unas 23.000 personas, y los daños se estimaron en US\$ 7.000 millones, equivalentes a un quinto del PIB del país en esa época.

Como se desprende de los antecedentes presentados, en la actualidad la región tiene un importante déficit en relación con la seguridad hídrica frente a inundaciones, de modo que los desafíos que se levantan para las próximas décadas corresponden a los que se observan en la actualidad, agravados por las dinámicas de diversa índole que experimentará la región, según se señala en el capítulo 3.

Esta situación de baja seguridad hídrica actual es el resultado de un conjunto de procesos relativos al poblamiento y a la utilización del suelo, en un marco en el que los esfuerzos realizados por los países en la planificación del territorio, en el acondicionamiento de infraestructura de drenaje urbano, y en prevención y mitigación, en general, han tenido una baja prioridad pública, a pesar del desafío que significaba el explosivo crecimiento urbano observado desde los años 50 y los desequilibrios generados en las cuencas por una ocupación incontrolada del territorio.

En el futuro los desafíos críticos que se estima necesario superar para alcanzar un adecuado nivel de seguridad hídrica son:

a) Ordenamiento y gestión del drenaje en zonas urbanas.

En el pasado, el crecimiento urbano en la región ha estado asociado a mayores riesgos como resultado natural de la ocupación de áreas ribereñas, que constituyen los cauces mayores inundados periódicamente por los ríos, y por los procesos generados por la propia urbanización. Entre estos últimos corresponde mencionar la impermeabilización del suelo, a la intervención inadecuada de la red de drenaje y a la generación de obstrucciones al escurrimiento (Tucci, 2007). En el futuro, estos procesos pudieran acentuarse aún más, ya que, si bien, como se ha señalado, desde el año 2000, el crecimiento promedio anual de población urbana es inferior al 2%, quedando atrás la etapa del masivo traspaso de población rural a las grandes ciudades, el espacio edificado continúa ampliándose a un ritmo muy superior, con la construcción de nuevas zonas residenciales e industriales y la aparición de nuevos barrios informales (ONU-Habitat, 2012). Así, en países como Brasil se estima que las áreas de riesgo ya comprometen a unos 20 millones de habitantes.

Además, esta dinámica va acompañada de dos tendencias que contribuyen a aumentar los desafíos en el tema:

- La aparición de grandes zonas urbanas generadas por la agregación de los territorios de diversos municipios en un proceso de conurbación. Esta tendencia constituye un nuevo desafío para la región en la medida que hace más necesario la gestión

integrada de dichas áreas, con visiones que consideran la cuenca como un sistema, capaz de resolver los impactos de unas zonas sobre otras y donde se aplican al conjunto medidas estructurales y no estructurales. Asimismo, ellas requieren planificar la expansión futura de la nueva área y el control de las superficies de aguas arriba, impidiendo su incremento de escorrentía mediante la aplicación de medidas locales.

- El crecimiento de ciudades intermedias que han adquirido un nuevo atractivo como resultado de la mejora en su provisión de servicios básicos. Este fenómeno requerirá desarrollar capacidades sobre el tema en instituciones sin experiencia y financiar inversiones, con el propósito de ampliar la actuación pública en las nuevas áreas urbanas.

De acuerdo a lo señalado, surgen con fuerza la necesidad de reforzar la gestión de muchas ciudades de la región, con políticas de drenaje urbano modernas, capaces de resolver los problemas de planificación en forma integral, considerando actuaciones locales y a nivel del sistema de drenaje en su conjunto, y de generar el financiamiento para la construcción de la infraestructura necesaria.

#### b) Ordenamiento territorial y gestión de cuencas.

Entre las causas de los desastres generados por los eventos hidrológicos extremos ha estado el insuficiente desarrollo en la región del ordenamiento territorial y de la protección de las cuencas. Esto se ha dado en un contexto en el que la intensificación del aprovechamiento de los recursos naturales ha ido acompañada de una significativa reducción de la superficie cubierta de bosques, la que se ha reemplazada por zonas agrícolas, praderas y superficies construidas. Esta tendencia, aunque se ha reducido en las últimas décadas, se espera que se mantenga elevada en lo que respecta al incremento de las zonas agrícolas y construidas (capítulo 3).

Como resultado de lo anterior, se ha provocado el incremento de las tasas de escorrentía y de los caudales máximos, y favorecido los procesos de deslizamiento de tierras y la erosión. Adicionalmente, con frecuencia los países de la región muestran una débil institucionalidad relativa al manejo de los cauces naturales, lo que ha permitido la invasión sin control de los cauces naturales por la acción humana y la alteración de las redes de drenaje natural, todo lo cual ha contribuido a agravar los impactos asociados a los eventos hidrológicos extremos.

En este escenario, la seguridad hídrica futura en el tema estará directamente relacionada con la capacidad de los países de fortalecer su institucionalidad, de investigar y evaluar los riesgos, de desarrollar los estudios de ordenamiento territorial y de manejo de cuencas, e implementarlos a través de políticas efectivas.

#### c) Atender a los nuevos desafíos incorporados por el cambio climático.

Los problemas de inundaciones presentes en el escenario climático actual, pueden tener un factor adicional de aumento en el futuro debido al cambio climático global.

Como se ha señalado (capítulo 3), en general se espera que el cambio climático global se manifieste con un incremento en la ocurrencia y magnitud de los eventos hidrológicos extremos, en especial en las zonas cálidas y en las latitudes medias y altas del planeta (IPCC, 2014). Sin perjuicio de lo anterior, la proyección a nivel local es variable según la zona geográfica y con resultados no siempre consistentes entre los distintos modelos. En todo caso, en la región de LAC conviene destacar los siguientes antecedentes:

- Se ha reportado en las últimas décadas, en concordancia con los resultados previstos, un aumento en el número e intensidad de las tormentas y huracanes tropicales (ONU-Habitat, 2012).
- Las proyecciones entregan un incremento de las precipitaciones extremas en el sudeste de Sudamérica, en el oeste de la Amazonia, el noreste de Brasil y en el noroeste de Perú y Ecuador (Magrin et al, 2014).
- Se espera un incremento sustancial de los caudales de crecida en las cuencas nivales y pluvio nivales de las zonas cordilleranas de América del Sur, debido al aumento de la elevación de la línea de nieves, fenómeno que puede comprometer a importantes centros urbanos ubicados en el piedemonte andino.

Los antecedentes anteriores y la importante incertidumbre existente en torno a las características precisas de los eventos hidrológicos que en el futuro deberán ser controlados, conducen a la necesidad de desarrollar una estrategia de adaptación con soluciones robustas, que otorguen una seguridad aceptable en distintos escenarios climáticos. Así, a las tareas de planeamiento frente a inundaciones, incluyendo medidas estructurales y no estructurales, tendrían que agregarse el desafío de incorporar una estrategia de adaptación frente al cambio climático.

#### **BOX 2 Caso sobre control de crecidas**

### **5. REFLEXIONES FINALES: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **REFERENCIAS**

- A. de la Torre (2011): Los Problemas de Drenaje y Salinidad en el Desierto Costero Peruano Lima, Perú, Septiembre 2011.
- A. Jouravlev (2012): “Objetivos de Desarrollo del Milenio en agua potable y saneamiento: avances, desafíos y retos”. Reunión Anual del Groupement de Recherche International(GDRI) (Buenos Aires, Argentina, 11 al 13 de julio de 2012)

- AWDO. (2013). Asian Water Development Outlook – Measuring Water Security in Asia and the Pacific. ADB, Manila.
- Bitar S. (2014). “Las tendencias mundiales y el futuro de América Latina”. Inter-American Dialogue CEPAL - Serie Gestión Pública N° 78.
- Cadena A, J Remes, J Manyika, R. Dobbs, Ch. Roxburgh, H. Elstrodt, A. Chaia y A. Restrepo (2011): “Building globally competitive cities: The key to Latin American growth”, McKinsey Global Institute
- Calcagno A, N Mendiburo y M Gaviño. (2000): “Informe sobre la Gestión del Agua en la República Argentina. Agua Para El Siglo XXI: De la Visión a la Acción”. GWP.
- Calow R., E. Ludi y J. Tucker, eds (2013). “Achieving Water Security: Lessons from Research in Water Supply, Sanitation and Hygiene in Ethiopia”, Practical Action Publishing, Rugby.
- CDP and Deloitte Consulting LLP (Deloitte) (2013). “A need for a step change in water risk management CDP Global Water Report 2013”
- CEPAL (2010): “La Economía del Cambio Climático en América Latina y El Caribe. Síntesis”.
- Chaherli N. y J. Nash. (2013): “Agricultural Exports from Latin America and the Caribbean: Harnessing Trade to Feed the World and Promote Development”. World Bank
- Clos, Joan (2010), “Urbanization Challenges of the 21st Century”, ONU-Hábitat.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2005): “Boletín demográfico América Latina: Proyecciones de Población Urbana y Rural 1970-2025”. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población Santiago de Chile
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (CA). 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute
- Cook C. y K. Bakker (2012). “Water security: Debating an emerging paradigm” Global Environmental Change 22 (2012) 94–102
- Dobbs, R. y otros (2011), “Resource Revolution: Meeting the world's energy, materials, food, and water needs”, McKinsey Global Institute
- Donoso G., J P Montero, F. Meza y S. Vicuña (2013): “Adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura de riego en Chile central”. PUC.
- EM- DATA (2015)

- EPA (2007): “Drinking Water Infrastructure Needs Survey and Assessment”. Fourth Report to Congress
- FAO (2000): “El riego en América Latina y el Caribe en Cifras. Informe sobre Temas Hídricos”. Roma
- FAO (2013). Food and Agriculture Organisation. AQUASTAT. Disponible en: [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO, (2011): “The Water-Energy-Food Nexus. A new approach in support of food security and sustainable agricultura”. Disponible en <http://www.fao.org/energy/41459-08c8c5bb39e0d89e17fdb63314c4c6ce5.pdf>
- Fernández-Cirelli A., J. L. Arumí, D. Rivera y P. W. Boochs.(2009): “Environmental Effects of Irrigation in Arid And Semi-Arid “. Chilean Journal of Agricultural Research 69 (Suppl. 1):27-40.
- Ferreira, F, J. Messina, J. Rigolini, L-F López-Calva, M. A. Lugo, y R. Vakis (2013), La Movilidad Económica y el Crecimiento de la Clase Media en América Latina. Washington, DC: Banco Mundial.
- Grey, D. y C.W. Sadoff. (2007). “Sink or Swim? Water security for growth and development.” Water Policy. Vol.9, No. 6. pp545-571.
- H. Bellfield (2015). “Water, Energy and Food Security Nexus in Latin America and the Caribbean”. Global Canopy Programme.
- H. Kharas (2010): “The Emerging Middle Class in Developing Countries”, Working Paper, Nº 285, OCDE.
- Hoff, H. (2011). “Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus”. Stockholm Environment Institute (SEI). Stockholm, Sweden.
- IEA/ Minister of Mines and Energy Federative Republic of Brazil (2012): “Technology Roadmap Hydropower”.
- IPCC (2014): “Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC (2014): “Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

- J. A. Rees (2002): “Riesgos y Gestión Integrada de Recursos Hídricos” TEC Background Papers No.6. GWP.
- J. Schmidhuber (2010): “The FAO outlook to 2030/2050 Production, Consumption, Resources”. Presentación en Global Conference on Agricultural Research for Development. GCARD Paris 2010
- Jiménez B. y J. G.Tundisi (2012): “Diagnóstico del Agua en las Américas”. Red Interamericana de Academias de Ciencias. Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Lentini, E. (2011): “Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Documentos de Proyectos, LC/W.392, Santiago de Chile.
- M. Byrne (2007): “Greening Runoff: The Unsolved Nonpoint Source Pollution Problem, and Green Buildings as a Solution”
- M. Tucci (2007): “Gestión de Inundaciones Urbanas”. WMO
- Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano, and S. Vicuña (2014): “Central and South America”. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- Mason, N. and R. Calow. (2012). “Water security: from abstract concept to meaningful metrics – An initial overview of options”. Working Paper 357, ODI, London, UK.
- Ministerial Declaration of the Second World Forum, The Hague (2000)
- Naciones Unidas (2014). World Urbanization Prospects. The 2014 Revision. Highlights. Department of Economic and Social Affairs. Population Division.
- OECD (2013), Water Security for Better Lives, OECD Studies on Water, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202405-en> en OCDE (Hutton et al., 2008)
- OECD (2013). “Water Security for Better Lives”, OECD Studies on Water, OECD Publishing.
- ONU (2013): “World Population Prospects. The 2012 Revision”. Department of Economic and Social Affairs. Population Division

- ONU (2014): "The Road to Dignity by 2030: Ending Poverty, Transforming All Lives and Protecting the Planet" Synthesis Report of the Secretary-General on the Post-2015 Agenda. New York December 2014
- ONU-Habitat, (2012): "Estado de las Ciudades de América Latina y El Caribe 2012. Rumbo a una Nueva Transición Urbana".
- Peña H y W. Klohn (1997)
- Pérez-Carrera A. y A. Fernández Cirelli (2010): "Arsenic and Water Quality Challenges in South America" en G. Schneier-Madanes, M.-F. Courel (eds.), Water and Sustainability in Arid Regions, DOI 10.1007/978-90-481-2776-4\_1Springer Science+Business Media B.V. 2010
- PNUMA (2010): "Estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe América Latina y el Caribe"
- PNUMA (2010): "Perspectivas del Medio Ambiente: América Latina y El Caribe". GEO ALC 3.
- PNUMA (2012): "GEO-5. Latin America and the Caribbean. Ch 12"
- Sadoff, C.W., Hall, J.W., Grey, D., Aerts, J.C.J.H., Ait-Kadi, M., Brown, C., Cox, A., Dadson, S., Garrick, D., Kelman, J., McCornick, P., Ringler, C., Rosegrant, M., Whittington, D. and Wiberg, D. (2015): "Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth", University of Oxford, UK, 180pp.
- San Martin O (2002): "Water Resources in Latin America and the Caribbean: Issues and Options". Inter-American Development Bank's Annual Meeting in Fortaleza, Brazil, March 7, 2002.
- UNESCO, 2010. "Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe". Dentro del marco del proyecto "Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe". CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.
- UN-Water (2013). "Water Security & the Global Water Agenda. A UN-Water Analytical Brief"
- Van Beek E. y W. L. Arriens (2014): "Water Security: Putting the Concept into Practice" . Technical Committee Background Paper Series No 20. GWP.
- Whittington D., C. Sadoff y M. Allaire (2013): "The Economic Value of Moving Toward a More Water Secure World". Global Water Partnership Technical Committee (TEC) TEC Background Papers No. 18.

- Willaarts B. A., A. Garrido y M. R. Llamas (Eds.) (2014): “Water for food security and well-being in Latin America and the Caribbean: social and environmental implications for a globalized economy” EARTSHCAN – Fundación Botín, Santander (Spain), 2014.
- World Bank (2013). World Bank Development Indicators. Disponible en [data.worldbank.org/indicator](http://data.worldbank.org/indicator).
- World Bank LAC (2013). Shifting gears to accelerate shared prosperity in Latin America and the Caribbean; June 2013 Document of the World Bank 78507
- World Economic Forum (WEF). (2011). “Water Security: Water-Food-Energy Climate Nexus”. The World Economic Forum Water Initiative. Edited by Dominic Waughray. Washington D.C., USA: Island Press
- WWC (2000). “World Water Council. World Water Vision: Making Water Everybody’s Business”. London, Earthscan.

BORRADOR