

**SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**  
**XXII CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**

**LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE.**  
**2000- 2013**

**JOSE VARGAS <sup>1</sup>**  
**CARLOS BERROETA <sup>2</sup>**  
**JORGE SOTO<sup>3</sup>**

**RESUMEN**

El Comité Nacional para el Programa Hidrológico de Chile (CONAPHI – CHILE) durante los años 2013 y 2014 evaluó el estado de la investigación sobre recursos hídricos en Chile en la última década para lo cual se plantearon dos objetivos. El primero de ellos tendiente a conocer la percepción de un grupo de investigadores y profesionales del área de los recursos hídricos respecto de los principales problemas/desafíos en materia de recursos hídricos en Chile y sus necesidades de investigación. El segundo objetivo estuvo centrado en la cuantificación de los montos de inversión en investigación en recursos hídricos con financiamiento público. Como resultado del trabajo realizado es posible concluir que existe un desfase entre lo investigado (financiado) y las reales necesidades del país según opinión de los investigadores, más aún en su relación con las políticas públicas lo que estaría indicando que la respuesta pública no ha sido adecuada para asegurar los niveles de conocimiento requeridos para una correcta toma de decisiones.

---

<sup>1</sup>Profesor Asociado del Depto. de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, Representante de UdeC y SOCHID en CONAPHI Chile

<sup>2</sup> Ingeniero Jefe de área de Soporte Técnico de Aguas Andinas S.A. y representante de dicha empresa en CONAPHI Chile

<sup>3</sup> Investigador asociado del Depto. de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile

# 1 INTRODUCCIÓN

En la década de los sesenta ante la gravedad presente y la evidencia futura sobre el uso de los recursos hídricos, Naciones Unidas promueve a través de UNESCO la preocupación e investigación sobre el agua. Es así como en 1965 se inicia el Decenio Hidrológico Internacional el cual finaliza en 1974, dando origen al Programa Hidrológico Internacional en 1975. Este Programa, como varios otros de UNESCO, tienen Comités Nacionales en todos los países adscritos a Naciones Unidas y funcionan de acuerdo a las leyes propias de cada país.

El Programa Hidrológico Internacional (PHI) es un Programa intergubernamental de cooperación científica de la UNESCO relativo a los recursos hídricos y a través de éste los Estados Miembros pretenden mejorar sus conocimientos acerca del ciclo hídrico e incrementar su capacidad de administrar y explotar de mejor modo sus recursos hídricos.

El PHI tiene por objetivo mejorar la base científica y tecnológica con el fin de desarrollar métodos para la gestión racional de los recursos hídricos, incluyendo la protección del medio ambiente. El PHI desde 1975 ha avanzado considerablemente en la metodología aplicada a los estudios hidrológicos y en lo relacionado a la formación y la educación en las ciencias del agua. Aunque siguen estando vigentes los objetivos generales del Programa, con el tiempo ha ido cobrando mayor importancia el reconocimiento del papel que desempeña la gestión de los recursos hídricos en el desarrollo sostenible y en la adaptación de las ciencias del agua a los cambios de las condiciones sociales y ambientales. Otra evolución considerable ha sido la integración de los países subdesarrollados en las iniciativas mundiales de investigación y formación.

Con el paso del tiempo, el PHI ha experimentado una profunda transformación, pasando de ser un Programa puramente monodisciplinario a convertirse en un vasto programa multidisciplinar. Recientemente, y gracias al componente añadido de las ciencias sociales, el PHI se ha convertido en un programa verdaderamente interdisciplinario, basado en el reconocimiento de que la solución de los problemas relativos al agua no es sólo de orden técnico/ingenieril.

Como consecuencia de lo anterior, mediante el Decreto N° 317 del 22 de Abril de 1975 se crea el Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional (CONAPHI-Chile) que en la actualidad agrupa a 31 instituciones de carácter público, privada y universitaria. El Comité sesiona mensualmente y sus funciones se relacionan con la promoción del conocimiento del recurso hídrico y el intercambio de experiencia entre las distintas instituciones participantes.

Durante su existencia este Comité, ha realizado dieciocho Jornadas de Trabajo oportunidad en que se ha debatido sobre los recursos hídricos en Chile con exposiciones invitadas sobre el tema hídrico. Por otro lado y cumpliendo con lo que establece el decreto de su creación, elaboró el año 2005 un primer estudio sobre la “Situación actual de la investigación sobre Recursos Hídricos en Chile” el cual ha sido actualizado al año 2014, resultados que son presentados en el presente documento : **“Situación de la investigación sobre Recursos Hídricos en Chile”**.

## 2. I+D EN RECURSOS HÍDRICOS

Reconocida es la importancia de la Investigación y Desarrollo (I+D) en la productividad de los países y su incidencia en el crecimiento de sus economías. La experiencia internacional demuestra que las empresas pueden lograr una mayor competitividad al utilizar la I+D como eje de sus estrategias de innovación y de negocios.

En los últimos años las estadísticas señalan que en Chile la inversión en I+D se ha mantenido en un rango entre 0,30 y 0,40 % de su PIB, cifra que representa una desventaja respecto de otros países, incluso latinoamericanos que se acercan a inversiones del 1% como promedio. Si la comparación se hace con naciones desarrolladas, la brecha aún es mayor dado que países miembros de la OCDE invierten en promedio el 2,4 % habiendo casos como Corea del Sur que en el año 2013 llegó a invertir un 4,36 %. (Un Sueño Compartido para el Futuro de Chile. Comisión Presidencial para el Desarrollo de Chile 2015)

Otra diferencia importante con países más desarrollados, es que en ellos la empresa privada aporta, en promedio, cerca de la mitad de los recursos orientados a la investigación científico-tecnológica, mientras que en Chile el aporte privado no supera el 20 % del total de los recursos orientados a estos fines. (Informe Ciencia para el desarrollo de Chile-2015)) A la luz de estos valores existen reflexiones tales como : *“No es correcto afirmar que los países ricos invierten más en I + D porque son ricos..... son ricos porque invierten más en I+D”*.

Ahora bien, si se toma en cuenta la disponibilidad de personal dedicado a I + D las diferencias también son muy importantes. En Chile, al año 2013, había solo 0,9 investigadores por cada 1.000 trabajadores a diferencia con los países OCDE que en promedio contaban con 7,6 y casos como Finlandia que contaba con 15,9.

Profundizar acerca de la realidad de la I + D de los países es un tema central de las políticas públicas. En el caso de Chile en los últimos años se ha tomado conciencia de la importancia de ella para nuestro desarrollo, y es así como han surgido iniciativas como la creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad; de programas tales como el de Atracción de Centros de Excelencia; o la dictación de leyes como la de Incentivo Tributario a I + D, tendiente a crear un incentivo real para las empresas que invierten en estas áreas, y de esta forma, promover una cultura más innovadora en las empresas chilenas y sus consecuentes efectos educacionales y sociales.

No obstante lo anterior el diagnóstico en materia de I + D no es para nada auspicioso. No solo la inversión es baja, sino que los pocos recursos públicos se encuentran muy desperdigados en distintas instituciones o ventanillas que no conversan entre sí y en donde se requiere una mayor asociación entre la investigación básica con la aplicada.

Chile se ha propuesto una meta importante como es aspirar a ser el primer país desarrollado de América Latina. Sin duda un gran desafío. Para lograrlo se requerirá hacer el mayor esfuerzo en la implementación de acciones basadas en educación, ciencia y tecnología, y

allí el rol que puede jugar la I + D puede ser muy relevante. Pero no solo bastará con aumentar el número de profesionales ligados al área, y tampoco aumentar la inversión solamente por presentar mejores indicadores; si no que hacer de ella, un real aporte con investigaciones con foco en desafíos definidos a través de una estrategia país.

No es objetivo del presente trabajo analizar cuáles podrían ser las áreas prioritarias en donde debiese canalizarse mayoritariamente la I + D, sino que lo que lo ha motivado es una preocupación por tener una percepción de que se está haciendo en materia de recursos hídricos.

¿Por qué recursos hídricos? La respuesta podría ser el interés de los autores que se desenvuelven en ese campo, pero la realidad hoy en día nos está demostrando que el tema va mucho más allá y ha adquirido relevancia por sí mismo. En efecto, el agua es un elemento insustituible para el sostenimiento de la vida humana y relevante para el desarrollo económico de los países. Es un insumo imprescindible para la mayoría de los procesos productivos y a pesar de ser un recurso renovable, en la medida que los países crecen económicamente, la escasez de agua se manifiesta gradualmente al aumentar las demandas y surgir conflictos por su uso. Su vulnerabilidad, manifestada en la creciente degradación de su calidad, puede poner en riesgo no tan solo el desarrollo de los países si no que la propia existencia de la vida.

Desde mediados de la década de los 80, Chile a través de una política macroeconómica estable y política fiscal eficiente, ha sido capaz de lograr un crecimiento constante lo que ha permitido, según estimaciones del Fondo Monetario Internacional, aumentar el ingreso por habitante de aproximadamente 3.950 a cerca de 23.000 dólares y disminuir la pobreza de un 15 a menos del 7 % (International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2015).

La estrategia adoptada para lograr ese crecimiento ha consistido básicamente en orientar la capacidad productiva hacia las exportaciones, abriendo las fronteras económicas internas y externas, fomentando la competencia y efectuando una asignación eficiente de recursos a través de mecanismos de mercado y de la creación de reglas económicas claras y parejas.

La importancia del recurso hídrico en el desarrollo de esa capacidad productora y exportadora queda de manifiesto al observar que productos como el cobre, la fruta fresca, la celulosa, los productos agroindustriales y el salmón, en que el uso de agua es parte fundamental de su proceso productivo, representando más del 50 % de las exportaciones nacionales. ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl))

En un país que crece como es el caso de Chile, es posible apreciar una clara correlación entre este crecimiento y sus demandas de agua como así también, el surgimiento de los temas ambientales ligados a la explotación de los recursos naturales. Adicionalmente los impactos esperados del cambio climático sobre los recursos hídricos son factores relevantes a la hora de planificar y gestionar su uso lo que supone nuevas herramientas para la evaluación y planificación de medidas de adaptación.

Así entonces, siendo el recurso hídrico un pilar fundamental para el desarrollo de los países, su preservación e interrelación con la gestión ambiental, su articulación con la gestión territorial, las acciones a emprender contra su contaminación, los impactos por exceso o escasez; son temas que necesariamente deben estar en la agenda país de los próximos años y en ellos la investigación, teniendo como eje central el agua, parece una tarea prioritaria.

### **3 INVESTIGACIÓN**

El trabajo se desarrolló teniendo dos objetivos. El primero de ellos tendiente a conocer la percepción de un grupo de investigadores y profesionales del área de los recursos hídricos respecto de los principales problemas/desafíos en materia de recursos hídricos en Chile y sus necesidades de investigación, elaborando para ello una encuesta y analizando los resultados correspondientes. El segundo objetivo se centró en la cuantificación de los montos de inversión pública en investigación sobre recursos hídricos para lo cual se analizaron las diversas fuentes estatales de financiamiento

#### **3.1 NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE**

Tal como se ha señalado el primer objetivo del trabajo fue conocer de parte de un conjunto de investigadores y profesionales ligados a los recursos hídricos, su percepción sobre los principales problemas que presenta el país en esta materia como así también las necesidades de investigación. Para la consecución del objetivo se elaboró una encuesta y procesó sus resultados. El universo muestral definido fue de 180 reconocidos investigadores y profesionales resultante de referencias de miembros del CONAPHI-Chile y fue realizada en el año 2013.

Sobre el universo muestral se aplicó la encuesta a una muestra representativa compuesta por 59 personas. La muestra se encuentra constituida en términos de género, mayoritariamente por hombres (76,27%) que en promedio tienen una edad de 47 años, mientras que las mujeres representan un 23,73% de la misma, con edades promedios de 48 años.

Los profesionales que respondieron la encuesta se desempeñan mayoritariamente en universidades (62,71%) funcionarios públicos (23,73%;) y en ONG u OBC (1,69%). Destaca el alto nivel educacional de la muestra, contando en su mayoría con postgrados (84,74%), siendo el más frecuente el de doctor (38,98%). Por el contrario, tan sólo un 15,26% de ella tiene el grado de licenciado o título profesional.

##### **3.1.1 Desafíos**

Los resultados de la consulta relativa al principal desafío en materia de recursos hídricos que se identifican en el Chile de 2005 se presentan en la Tabla N° 1 en donde los consultados han evaluado de 1 a 7 los desafíos, siendo 7 el más importante y 1 el de menor importancia.

**Tabla N° 1: Identificación de desafíos hídricos en Chile**

Desafíos	Calificación (media)	Desviación Estándar
Escasez física de agua	5,25	1,90
Gestión del agua	5,12	2,15
Uso eficiente del agua	4,54	1,84
Escasez legal de agua	4,46	2,13
Contaminación de agua	4,41	1,92
Acceso al agua	4,31	1,83
Abastecimiento de agua	3,83	1,79

A continuación se efectúa una comparación entre los resultados de las distintas encuestas realizadas tanto para el trabajo realizado el año 2005 como para la actualización del año 2014.

Según se aprecia en la Tabla N°1, es posible afirmar que la “Escasez física de agua” y la “Gestión del agua” destacan del resto de los desafíos, sin embargo, no son capaces de diferenciarse estadísticamente del “Uso eficiente del agua”, “Escasez legal de agua”, “Contaminación de agua” y “Acceso al agua”. Por el contrario, sí son capaces de diferenciarse estadísticamente del desafío “Abastecimiento de agua”.

Esta situación contrasta diametralmente con los desafíos hídricos identificados en 1999 y 2003. Por ejemplo, en 1999 y 2003 se consideraba el “Abastecimiento de agua y saneamiento” como aquel con mayor urgencia. Esto se debía principalmente al análisis de los equilibrios entre los costos del saneamiento de las aguas servidas, la necesidad de normativas de calidad de aguas, la pertinencia de la participación del Estado en el saneamiento, y la realización de estos procesos en zonas rurales. Sin embargo, en la encuesta realizada en 2005 este problema/desafío no fue considerado por los especialistas consultados. En la encuesta de año 2013 este desafío vuelve a aparecer, pero con una prioridad menor, lo cual se puede haber visto influenciado por efectos de sequía y problemas que han presentado los Servicios de Agua Potable Rural por los avances en la red de saneamiento que se han registrado hasta la fecha de la encuesta.

El “Desarrollo del agua subterránea en Chile” que originalmente ocupaba un segundo lugar bajó en 2005 al séptimo lugar según los consultados. En la actual investigación no ha sido considerado como un desafío, y aún más, la muestra consultada no indicó que este tema fuese por el momento algo prioritario. Sin embargo, ésta “no consideración”, se puede deber a que la muestra se concentra mayoritariamente en centros de investigación y universidades del centro-sur de Chile, omitiendo la experiencia de investigadores y profesionales de zonas tan problemáticas en temas de aguas subterráneas como Copiapó.

Destaca que el “Uso eficiente del agua” en todos los casos representa el tercer lugar de prioridad en tanto, “Medio ambiente y contaminación” ocupaba el quinto lugar los años 1999 y 2003, alcanzando la primera prioridad en la encuesta de 2005. Sin embargo, en la actualidad dicho desafío vuelve a ocupar la quinta prioridad lo que podría deberse a la importante focalización que propusieron los fondos de investigación desde el año 2000 a

temáticas orientadas a resolver problemas y desarrollar técnicas para la descontaminación de aguas, lo que influye en una baja en la prioridad de este desafío.

### 3.1.2 Causales de desafíos

Los resultados de la encuesta respecto a la consulta sobre las causas a las cuales se pueden atribuir los desafíos en materia de recursos que se identifican en el Chile (2014) y se muestran en Tabla N° 2.

Al respecto, los consultados atribuyen estos desafíos principalmente a dos causas: i) la normativa actual que rige las aguas y recursos asociados y ii) la administración y/o gestión ineficiente de las mismas.

**Cuadro 2: Causas de los desafíos identificados**

Desafíos	Calificación (media)	Desviación Estándar
Problemas asociados a la normativa actual que rige las aguas y los recursos asociados	3,15	1,06
Administración/ gestión ineficiente del agua	3,00	0,89
Causas climatológicas	2,29	1,15
Falta de información y/o estudios	2,24	1,10

Adicionalmente, los usuarios indican otras causas de los desafíos hídricos. Entre ellas se encuentran los intereses económicos crecientes y la falta de visión sustentable de los agentes productivos en las cuencas; la falta de instancias de discusión y vinculación, ya sea entre usuarios y tomadores de decisiones; la falta de priorización de recursos y la ausencia de organismos coordinadores a nivel de cuenca; problemas en el funcionamiento y la necesidad de implementar y/o fortalecer organizaciones de usuarios; problemas asociados a la legislación vigente, en especial la consideración de los derechos de aprovechamiento como un bien privado; y finalmente la existencia de normas e incentivos contrapuestos que generan efectos adversos sobre la administración y gestión de recursos hídricos.

### 3.1.3 Principales afectados

Evidentemente los desafíos identificados y sus causas generan una serie de efectos. Sobre estos últimos fue consultada la muestra, en específico quiénes son los más afectados. Como resultado se puede indicar que los principales sistemas afectados a nivel de cuenca son los ecosistemas, seguido por los agricultores y usuarios urbano (Tabla N° 3).

**Tabla N° 3: Identificación de los principales afectados**

Afectado	Calificación (media)	Desviación Estándar
Ecosistemas	5,12	1,37
Agricultores	4,58	1,12
Usuarios urbanos	3,37	1,51
Industrias	2,58	1,33
Mineras	2,46	1,49

Como se aprecia en el Cuadro 3, la dispersión de la elección de los principales afectados es considerable. Para el caso de los Ecosistemas, Agricultores y Usuarios urbanos existen diferencias estadísticamente significativas entre sí. Por el contrario, en el caso de las Industrias y Mineras no se evidencia una diferencia estadísticamente significativa, por tanto pueden considerarse en la misma categoría.

#### 3.1.4 Esfuerzo en hacer frente a los desafíos

Al analizar la información queda la incógnita si es que se trabaja de manera activa para enfrentar los desafíos identificados. Al respecto, los consultados indican que “no se trabaja de manera activa” (Tabla N° 4).

**Tabla N° 4: Percepción sobre el esfuerzo para solucionar los desafíos**

Criterio	Frecuencia	%
Sí	10	16,95
No	49	83,05

Los consultados lo atribuyen principalmente a la falta de interés por parte de las autoridades (67,35%) y en menor medida la falta de interés de los investigadores (2,04%) (Cuadro 5). Por el contrario, aquellos que han respondido “sí” atribuyen el esfuerzo positivo al interés de las autoridades (70%) y minoritariamente al interés de los investigadores (30%) (Tabla N° 5).

**Tabla N° 5: Causa por la cual no se trabaja de manera efectiva para solucionar el desafío**

Causa	Frecuencia	%
Falta de interés de las autoridades	33	67,35
Escasez de fondos y/o financiamiento para investigaciones	13	26,53
Falta de interés de las empresas privadas	2	4,08
Falta de interés de los investigadores	1	2,04

Los consultados complementan la respuesta indicando que la falta de interés de las autoridades se debe al desconocimiento de éstas, la baja valoración de los recursos hídricos y el analfabetismo ecológico. Adicionalmente, se critica la atomización de la autoridad que



gestiona las aguas, la baja capacidad de las organizaciones de usuarios para administrar de manera eficiente los recursos hídricos. También indican la existencia de conflictos de interés en el actual sistema de gestión de recursos hídricos, que se traduce en el nulo interés en realizar modificaciones al Código de Aguas, así como a la acumulación de derechos de aprovechamiento de aguas.

La muestra percibe que en Chile se destinan fondos fiscales mayoritariamente para corregir y/o investigar problemas asociados a la escasez física de aguas, mientras que el menor aporte de dichos fondos está asociado a la escasez legal de agua (Tabla N° 6).

Se puede apreciar que en general no existe una diferencia significativa en el grupo de los cuatro primeros desafíos, por tanto la asignación de urgencias de inversión por parte del fisco, no está claramente definida según la muestra (Cuadro 6). Lo que si queda claro, es que existe la percepción de que la escasez legal de agua no es un macro desafío que al cual se le estén asignando fondos para investigar de manera prioritaria, sin embargo la muestra lo ha identificado como el cuarto desafío más importante de Chile (Cuadro 1).

**Tabla N° 6: Destino de los fondos para investigar/corregir desafíos**

Macro desafíos	Calificación (media)	Desviación Estándar
Escasez física de agua	4,25	1,53
Contaminación de aguas	4,00	1,65
Problemas en el uso eficiente del agua	3,66	1,64
Problemas en el acceso al agua	3,49	1,44
Problemas en la gestión del agua	3,20	1,74
Escasez legal de agua	2,64	1,55

Fuente: Elaboración propia, 2014

Desde 2005 a la fecha, la percepción de los profesionales del área ha variado en cuanto a la temática que consideran más prioritaria respecto a la asignación de fondos. En dicho año, la principal prioridad en la asignación de fondos eran los estudios orientados a la generación hidroeléctrica, al igual que el riego (CONAPHI-Chile, 2005). En la actualidad, sólo este último se aborda de manera tangencial, mediante la búsqueda de la eficiencia hídrica, al cual se le asigna la tercera prioridad de asignación de fondos (Tabla N° 6).

En términos generales se puede indicar que en 2005 la percepción sobre las principales prioridades en temáticas sobre recursos hídricos estaba asociadas a la construcción de obras, el riego, la búsqueda de fuentes y el tratamiento de agua, así como la distribución y almacenamiento (CONAPHI-Chile, 2005). Cómo evidenciamos en el paso de 8 años, estas prioridades se materializaron, dado lugar a nuevas prioridades que tienen relación con la escasez física, la gestión eficiente y la normativa (Tabla N° 6)

### 3.2 INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN ASOCIADA AL RECURSO AGUA

Para lograr responder al segundo objetivo del trabajo y conocer el monto de inversión en investigación asociada a los recursos hídricos se analizaron los informes de distintas fuentes de financiamiento, total se realizó un análisis de 637 investigaciones sobre recursos de los cuales sólo un 42,54% corresponde a investigaciones orientadas a I+D, siendo las restantes recopilaciones, levantamiento de datos o consultorías. En tanto, los montos de financiamiento de las investigaciones sobre recursos hídricos varían según fondo. En promedio, éstos otorgan montos de MM \$ 48,2, siendo los fondos con mayores aportes los FIC, seguido por los FIA. Por el contrario, en el último lugar se encuentra los montos aportados por CONICYT (Tabla N° 7).

El aporte monetario según fondo ha variado en el tiempo (Cuadro 8, Figura 1). Se puede apreciar que el 2012 ha sido el año con mayor aporte, debido principalmente a la gran cantidad de investigaciones financiadas por los Organismos Públicos, lo cual ha generado un alza en el dinero asignado en dicho año. Al contrario, el año 2003 se evidencia una merma de fondos, lo que coincide con la menor ejecución de proyectos de investigación (Tabla N° 8, Figura 1).

**Tabla N° 7: Valor medio de los aportes según fondos**

Fondo	Montos en MM (\$CLP) (valor presente)			
	Media	Desv. Est	Mínimo	Máximo
CONICYT	48,2	44,1	1,3	220,0
FIA	116,4	84,6	5,0	383,8
FIC	132,3	119,8	19,0	581,3
Media	48,2			

**Tabla N° 8: Valor presente de los montos totales anuales aportados según fondos (\$CLP)**

Año	Fondos MM (\$CLP)			Total anual
	CONICYT	FIA	FIC	
2000	1.738,6	203,2	-	1.941,8
2001	2.542,9	-	-	2.542,9
2002	1.478,7	233,9	-	1.712,6
2003	226,3	-	-	226,3
2004	1.091,1	-	-	1.091,1
2005	231,5	215,0	-	446,5
2006	632,9	-	-	632,9
2007	1.046,6	70,9	-	1.117,5
2008	1.161,3	187,4	-	1.348,7
2009	1.087,6	88,4	51,7	1.227,7
2010	741,2	522,8	373,7	1.637,7
2011	549,2	974,1	2.988,9	4.512,2
2012	456,1	473,9	1.553,9	2.483,9
2013	1.120,6	356,4	151,5	1.628,5
Total	14.104,8	3.325,9	5.119,8	22.550,3

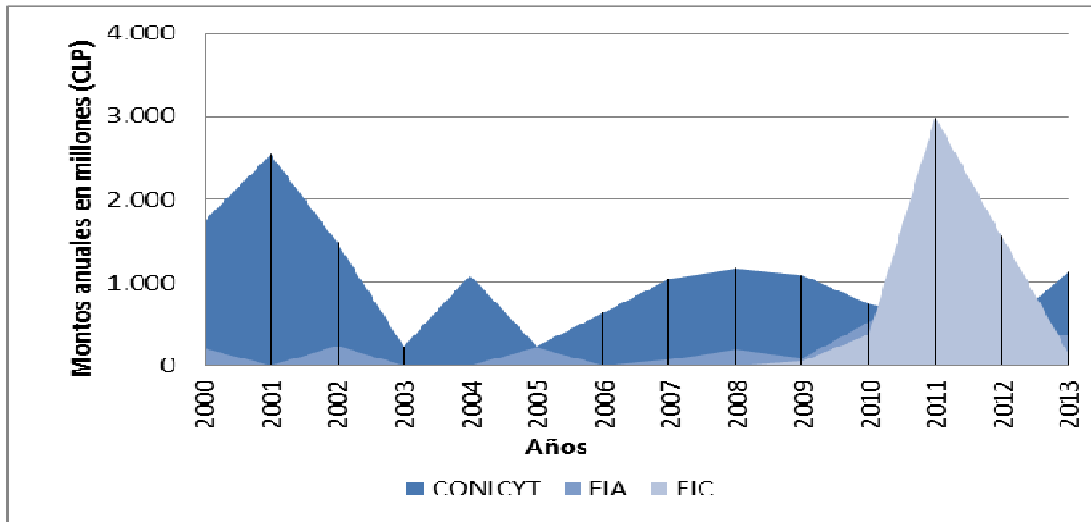
En cuanto al período de tiempo, el promedio de duración es de 1,87 años. El fondo FIA es el que otorga un mayor tiempo a las investigaciones que financia, seguido por CONICYT. En tanto los organismos públicos son los que otorgan el menor tiempo (Cuadro 9).

En la serie de tiempo 2000-2013, ha sido CONICYT quien con mayor frecuencia ha entregado los máximos fondos anuales (11), seguido por el FIC (2) y finalizando con el FIA (1) (Tabla N° 8, Figura N° 1).

En 14 años el Estado de Chile, a través de las distintas fuentes de financiamiento bajo análisis, ha aportado un total de MM\$ 22.550,3 (valor presente a 2013) para I + D en materia de recursos hídricos (Tabla N° 8).

En el período de análisis, los aportes estatales para financiar investigaciones en materias de recursos hídricos y su relación con el PIB, tiene una tendencia a la baja llegando a un mínimo el año 2003. Esto coincide con el menor número y montos asignados en investigaciones en dicho año (Tablas N° 8 y N° 10, Figura 2). Lo anterior implica una relación no simétrica entre el crecimiento del PIB y las variaciones de los fondos destinados a investigación por año, en especial en los períodos 2001-2005 y 2010-2013. A pesar de ello, tienen una correlación positiva de 0,29 (Tabla N° 10, Figura 2).

**Figura N° 1: Montos máximos anuales según fondos**



**Tabla N° 9: Duración media de las investigaciones**

Fondo	Duración (años)			
	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
CONICYT	1,42	0,71	0,16	5,00
FIA	2,04	1,03	1,00	5,00
FIC	2,16	1,04	1,00	4,00
<b>Media</b>	1,87			

En la serie de tiempo 2000-2013, ha sido CONICYT quien con mayor frecuencia ha entregado los máximos fondos anuales (11), seguido por el FIC (2) y finalizando con el FIA (1) (Tabla N° 8, Figura N° 1).

En 14 años el Estado de Chile, a través de las distintas fuentes de financiamiento bajo análisis, ha aportado un total de MM\$ 22.550,3 (valor presente a 2013) para I + D en materia de recursos hídricos (Tabla N° 8).

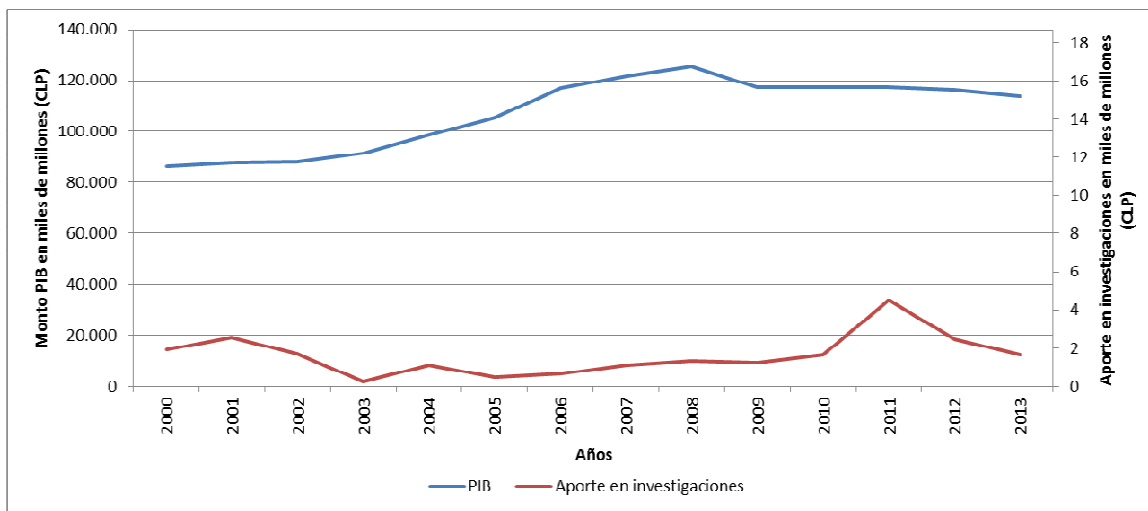
**Tabla N° 10: Aporte en investigaciones sobre recursos hídricos comparado con el PIB anual**

Año	PIB (MM de \$CLP)	Fondos destinados por año (MM de \$CLP)	%
2000	86.544.244,6	1.941,8	0,0022
2001	87.604.498,8	2.542,9	0,0029
2002	87.970.623,4	1.712,6	0,0019
2003	91.613.348,0	226,3	0,0002
2004	98.502.048,2	1.091,1	0,0011
2005	105.500.941,7	446,5	0,0004
2006	117.028.410,7	632,9	0,0005

Año	PIB (MM de \$CLP)	Fondos destinados por año (MM de \$CLP)	%
2007	121.779.545,2	1.117,5	0,0009
2008	125.589.703,0	1.348,7	0,0011
2009	117.252.878,4	1.227,7	0,0010
2010	117.358.190,8	1.637,7	0,0014
2011	117.345.155,9	4.512,2	0,0038
2012	116.335.844,8	2.483,9	0,0021
2013	114.022.307,0	1.628,5	0,0014
Media		1.610,8	0,0015

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central, 2006; Banco Central, 2007; Banco Central, 2008; Banco Central, 2011; Banco Central, 2012; Banco Central, 2013; Banco Central, 2014

**Figura N° 2: Aporte en investigaciones sobre recursos hídricos comparado con el PIB anual**



Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central, 2006; Banco Central, 2007; Banco Central, 2008; Banco Central, 2011; Banco Central, 2012; Banco Central, 2013; Banco Central, 2014

En el período de análisis, los aportes Estatales para financiar investigaciones en materias de recursos hídricos y su relación con el PIB, tiene una tendencia a la baja llegando a un mínimo el año 2003. Esto coincide con el menor número y montos asignados en investigaciones en dicho año (Tablas N° 8 y 10, Figura N°2). Lo anterior implica una relación no simétrica entre el crecimiento del PIB y las variaciones de los fondos destinados a investigación por año, en especial en los períodos 2001-2005 y 2010-2013. A pesar de ello, tienen una correlación positiva de 0,29 (Tabla N° 10, Figura N° 2).

Al analizar el porcentaje del PIB aportado para investigaciones en temas hídricos por año (Tabla N° 10) y el número de estudios por año, se obtiene un  $R^2$  de 0,0978. En palabras simples esto quiere decir que, el aporte monetario (% del PIB) explica en tan sólo un 9,78% del número de investigaciones realizada por año.

Luego, si se aporta tan sólo un 0,0001% del PIB, se esperaría obtener al menos 16 investigaciones asociadas a temas hídricos, por año.

#### **4 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

En el año 1999 el desafío hídrico de Chile identificado como el de más urgencia fue el “Abastecimiento de agua y saneamiento”, en 2005 fue la “Falta de recursos hídricos en el norte de Chile y su manejo”, junto con la “Contaminación de cursos de agua”. El desarrollo del sector sanitario experimentado en Chile en los últimos años que ha aumentado la cobertura de agua potable y tratamiento de aguas servidas estaría indicando que las investigaciones en ese sector han dado sus frutos y explica el cambio de percepción de los consultados que identifican los desafíos de “Escasez física de agua” y “Gestión del agua” como de mayor urgencia.

Parece interesante poner atención al resultado de la encuesta respecto del cambio de percepción de los encuestados en relación a la efectividad de la investigación en pos de enfrentar y solucionar los desafíos identificados. En el período 2013-14 la percepción positiva alcanzó solamente al 16,9 en comparación al año 2005 en que ella alcanzaba al 40 %.

En la actualidad los consultados indican que mejorar el interés de las autoridades y la creación de fondos de investigación son los mejores mecanismos para afrontar de mejor manera los desafíos hídricos. Con respecto a este último punto, es preponderante la necesidad de generar líneas de financiamiento específicos en temas hídricos en CONICYT, FIA y FIC, con el objeto de focalizar de mejor forma el esfuerzo investigativo en la resolución de los desafíos identificados. Además, las líneas específicas de financiamiento en recursos hídricos permitirían evitar en un mismo concurso, que tiene montos fijos de asignación, la competencia con otras temáticas que pueden tener efectos más destacables y atractivos en el mediano y corto plazo, pero de baja incidencia estratégica en el largo plazo

Se mantiene a las universidades como las instituciones que más trabajan en la búsqueda de soluciones a los desafíos identificados observándose que los Organismos Públicos han caído en su calificación, pasando del segundo al tercer lugar y del tercer al séptimo lugar, respectivamente en el último tiempo.

El Estado de Chile a través de diversos fondos institucionales en el período 2000-2013, ha aportado para investigaciones en temas hídricos un total de MM\$22.550,3. De ello, se deriva que el aporte promedio anual se acerca a los MM\$777,6, que representa un 0,0681% del PIB de 2013.

En general, la macro temática más investigada en el período ha sido el “Tratamiento de Aguas / Contaminación” que representa un 25,59% del total de investigaciones (637), aportadas principalmente por CONICYT. Luego, siguen “Hidrología” y “Optimización del uso del agua / Uso eficiente” con un 23,08% y 14,29%, respectivamente.

Los indicadores anteriores están ratificando que en Chile se sigue haciendo muy poca investigación y lo mismo ocurre con el tema de nuestro interés como son los recursos hídricos. Por lo demás, si bien la respuesta pública es adecuada para ir solucionando desafíos identificados por la comunidad de especialistas, existe un considerable desfase temporal, situación que puede tornarse muy riesgosa al no contar con base técnica y científica que permita la toma de decisiones en el momento oportuno.

## **REFERENCIAS**

Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos del Instituto de Ingenieros, 2011.

Agua y Medio Ambiente ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades para una gestión más sostenible, justa y transparente del recurso hídrico? CIPMA –ANDESS, 2012

PPT del documento Agua y Medio Ambiente ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades para una gestión más sostenible, justa y transparente del recurso hídrico? CIPMA –ANDESS, 2012

“Situación actual de la investigación sobre Recursos Hídricos en Chile” CONAPHI –Chile, 2005.

Banco Central. 2006. Cuentas Nacionales de Chile 1996-2005. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 126p.

Banco Central. 2007. Cuentas Nacionales de Chile 2003-2006. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 113p.

Banco Central. 2008. Cuentas Nacionales de Chile 2003-2007. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 127p.

Banco Central. 2011. Cuentas Nacionales de Chile 2003-2010. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 153p.

Banco Central. 2012. Cuentas Nacionales de Chile 2008-2011. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 155p.

Banco Central. 2013. Cuentas Nacionales de Chile 2012. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 176p.

Banco Central. 2014. Cuentas Nacionales de Chile 2008-2013. Banco Central de Chile. Santiago de Chile. 174p.

CONAPHI-Chile. 2005. Informe Final: Situación actual de la investigación sobre Recursos Hídricos en Chile. CONAPHI-Chile. Santiago de Chile. 30p.

Un Sueño Compartido para el Futuro de Chile. Comisión Presidencial para el Desarrollo de Chile 2015.

International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2015