

RETOS PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SECTOR HÍDRICO EN MÉXICO

UN PRIMER ACERCAMIENTO A LA PROBLEMÁTICA DEL CONOCIMIENTO
DEL AGUA A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN NACIONAL

ROBERTO OLIVARES



RETOS PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SECTOR HÍDRICO EN MÉXICO

**UNA APROXIMACIÓN A LA PROBLEMÁTICA
DEL CONOCIMIENTO DEL AGUA EN EL PAÍS**

Roberto Olivares
Presidente de IWA-MÉXICO

Retos para el Desarrollo Científico y Tecnológico del Sector Hídrico en México

Una Aproximación a la Problemática del Conocimiento del Agua en el País

Autor: Roberto Olivares

Primera Edición: octubre, 2014

Fotografía:

Ferran Salas, Minister of Munitions

Adrián Vidal, Minister of Munitions

Monserrat Molina, ANEAS

D.R. © IWA Representación México
Palenque 287, Col. Narvarte
03029 México D.F.
www.iwamx.org

El contenido de esta publicación no puede reproducirse, almacenarse o transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin la previa autorización escrita por parte de la editorial.

Impreso en México

*“La ciencia más útil es aquella cuyo fruto
es el más comunicable”
Leonardo Da Vinci*

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| SIGLAS Y ACRÓNIMOS | 6 |
| PRÓLOGO | 8 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO 1. Datos básicos del desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico | 15 |
| RETO 1. Invertir mayores recursos en el desarrollo científico y tecnológico del sector | 19 |
| RETO 2. Impulsar e incentivar a los científicos del agua | 26 |
| RETO 3. Fortalecer los planes de estudios de nivel superior en la temática del agua | 32 |
| CAPÍTULO 2. Temas prioritarios para el sector hídrico | 37 |
| RETO 4. Impulsar el desarrollo de temas prioritarios | 39 |
| RETO 5. Vincular y fortalecer espacios para difundir el conocimiento científico y tecnológico generado | 42 |
| RETO 6. Fomentar y vincular redes de investigación | 46 |
| CAPÍTULO 3. IWA-MÉXICO: plataforma para impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico | 51 |
| Jóvenes Profesionales del Agua en México | 52 |
| Consejo científico de seguridad hídrica: una propuesta desde IWA-MÉXICO | 53 |
| A manera de conclusión | 55 |
| BIBLIOGRAFÍA | 57 |
| APÉNDICE 1. | 59 |
| APÉNDICE 2. | 62 |
| APÉNDICE 3. | 64 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| CUADRO 1. Países: inversión en investigación y desarrollo tecnológico | 20 |
| CUADRO 2. México: presupuestos aprobados para el sector hídrico | 22 |
| CUADRO 3. México: presupuestos asignados al CONACYT y al sector hídrico | 25 |
| CUADRO 4. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003-2012 | 27 |
| CUADRO 5. México: miembros del SNI por área de la ciencia, 2003-2012 | 28 |
| CUADRO 6 . México: planes de estudios de licenciatura con enfoque específico a la temática hídrica | 34 |
| CUADRO 7. México: planes de estudios de maestría con enfoque específico a la temática hídrica | 35 |
| CUADRO 8. México: planes de estudios de doctorado con enfoque específico a la temática hídrica | 35 |
| CUADRO 9. México: revistas especializadas en temas del sector hídrico | 44 |
| CUADRO 10. Redes y asociaciones de investigadores. | 47 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|--|----|
| GRÁFICA 1. Países: inversión en investigación y desarrollo tecnológico..... | 21 |
| GRÁFICA 2. Sector hídrico nacional: participación en el presupuesto de SEMARNAT | 23 |
| GRÁFICA 3. México: presupuestos asignados al CONACYT y al sector hídrico | 25 |
| GRÁFICA 4. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003-2012 | 29 |
| GRÁFICA 5. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003 | 30 |
| GRÁFICA 6. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2012 | 31 |
| GRÁFICA 7. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2012 | 39 |
| GRÁFICA 8. México: planes de estudio en temas de agua por nivel educativo, 2012 | 33 |

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|-------------|---|
| ANUIES | Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior |
| APAZU | Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas |
| CENID RASPA | Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera |
| CNPH | Comisión Nacional del Programa Hidráulico |
| CONACyT | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología |
| CONAGUA | Comisión Nacional del Agua |
| DHA | Derecho Humano al Agua |
| LAN | Ley de Aguas Nacionales |
| IMTA | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua |
| IPN | Instituto Politécnico Nacional |
| IWA-MÉXICO | IWA-Representación México |
| SARH | Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos |
| PEF | Presupuesto de Egresos de la Federación |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| PHI | Programa Hidrológico Internacional |
| PND | Plan Nacional de Desarrollo |
| PNH | Programa Nacional Hídrico |
| PRODDER | Programa de Devolución de Derechos |
| PROMAGUA | Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua. |
| PROSANEAR | Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales |
| PROSSAPYS | Programa para la Construcción y Rehabilitación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales |

| | |
|-----------|--|
| PROTAR | Programa de Tratamiento de Aguas Residuales |
| RALCEA | Red Latinoamericana de Centros de Conocimiento en Gestión de Recursos Hídricos |
| RAUNAM | Red del Agua UNAM |
| REDAM | Red de Docencia Ambiental |
| RED- ISSA | Red de Investigadores Sociales Sobre el Agua |
| RETAC | Red Temática de Agua CONACyT |
| RISAF | Red de Investigadores Sobre Agua |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales |
| SNI | Sistema Nacional de Investigadores |
| UAM | Universidad Autónoma Metropolitana |
| UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| YWP | Young Water Professionals |

*“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”
Albert Einstein*

PRÓLOGO

Hoy día, el conocimiento científico y tecnológico es uno de los principales capitales para las naciones y un instrumento clave para impulsar el desarrollo económico y social. La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas indispensables para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y desde luego, el desarrollo del sector hídrico.

Es necesario reconocer que a pesar de los esfuerzos y avances para impulsar la educación superior, los estudios de posgrado especializados, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación; los resultados muestran que no hemos logrado consolidar un sistema sólido, dinámico y plenamente articulado con las necesidades y prioridades del país en materia hídrica.

México tiene la oportunidad de consolidar los avances logrados en los últimos años y enfrentar los desafíos pendientes en el tema del agua, pues el conocimiento científico y tecnológico puede contribuir en gran medida a que ello sea posible. Los desafíos deben ser sorteados con una visión estratégica y de largo plazo, fortaleciendo los lazos comunes, identificando y vinculando a las diversas instituciones y dando respuesta a las demandas sociales; es sabido que el desarrollo científico y tecnológico del sector agua es capaz de movilizar no solamente a la comunidad científica, sino a muchos otros actores de la vida social.

Bajo esta premisa, IWA-Representación México (IWA-MÉXICO) tiene como proyecto total el fortalecimiento institucional, la formación de académicos, investigadores y tecnólogos, la creación de mecanismos de vinculación y la divulgación del conocimiento. Buscamos generar un marco de consensos que, con una mirada estratégica, facilite la sinergia y la convergencia de las iniciativas existentes tanto en el entorno nacional como en el internacional; trascendiendo de la ciencia misma hacia la praxis.

Esta obra tiene el propósito de propiciar el análisis profundo, nutrido y diverso, cuyo resultado sea un diagnóstico compartido y un conjunto de propuestas que puedan transformarse en un programa común, en este momento histórico en el que la problemática del agua se torna cada vez más compleja y es apremiante buscar alternativas de solución basadas en la investigación formal y en el conocimiento científico.

Así, para IWA-MÉXICO la pretensión es contribuir al desarrollo y consolidación de un sistema de formación de recursos humanos, académicos e investigadores especializados en el sector hídrico, que conozca, analice y dé respuesta a los principales problemas del país; ello implica promover la investigación y la divulgación científica en tópicos propios del entorno del agua, pero bajo una perspectiva incluyente, inter y transdisciplinaria que nos permita obtener trabajos con un enfoque holístico y sinérgico; en síntesis en un proyecto de largo plazo que promueva una cultura científica y tecnológica de mayor envergadura y de alcance global.

*“El fin de la ciencia especulativa es la verdad
y el fin de la ciencia práctica es la acción”
Aristóteles.*

INTRODUCCIÓN

Desde principios del siglo pasado, la política hídrica se ha caracterizado por gestionar el agua desde un enfoque basado en la oferta. México se vio beneficiado de esta orientación predominante y se requería en ese estadio de desarrollo del país; esta manera de gestionar se vio reflejada en la construcción de magnas obras de infraestructura hidráulica, que impulsaron el desarrollo socioeconómico de nuestro país por varias décadas.

En ese entonces, las cuestiones de disponibilidad del recurso no eran un tema de preocupación; no obstante, si echamos un vistazo a las cifras se observa que la disponibilidad de agua ha disminuido de 18,035 a 3,982 m³/hab/año entre 1950 y 2013 (CONAGUA, 2014). Ante este escenario de menor disponibilidad del recurso y el crecimiento de la población, que hoy habita en su mayoría en zonas urbanas, se evidencia que el reto de la política hídrica ya no es una cuestión puramente técnica.

Hoy en día, en dos tercios del territorio nacional existe una gran presión sobre el recurso y, por ende, al reducirse la disponibilidad se ha vuelto necesario gestionar la demanda a partir de instrumentos económico-financieros. Desde distintas perspectivas, se ha reconocido ampliamente que los cambios a implementar en el sector hídrico tendrán que derivar de propuestas que trasciendan el enfoque hidráulico que ha predominado, para dar paso al potencial científico multidisciplinario y transversal, porque así lo exige la problemática actual; así se visualiza desde la IWA- Representación México (IWA-MÉXICO).

El quehacer científico del sector hídrico tendrá que incluir, en términos prácticos, la perspectiva social y ambiental en la planificación y política hídrica. Para ser efectivas, éstas deberán estar basadas en la continua generación de conocimiento, la experiencia de profesionales y respaldar sus acciones en el desarrollo de tecnologías que tendrán que adecuarse a las necesidades locales y regionales para la mejor gestión del recurso.

Enfrentar adecuadamente los desafíos que la problemática del agua plantea en nuestro país, exige priorizar tanto el impulso del desarrollo científico y tecnológico como su implementación. Ésta es una labor que IWA-MÉXICO ha emprendido para convertirse en la plataforma que encabece este esfuerzo y genere vínculos entre el sector público, privado y social para dicho fin.

Con base en lo anterior, IWA-MÉXICO retoma los objetivos que en esta materia han sido planteados por distintas dependencias y reivindica al quehacer científico y tecnológico como pilar del presente y futuro de la toma de decisiones del sector hídrico. Es ampliamente reconocido que uno de los vacíos del sector hídrico es la vinculación del conocimiento con la práctica, y con ello es común escuchar que ambos caminan en direcciones distintas. Sin embargo, la IWA-MÉXICO busca ser la plataforma de confluencia de ambas, y ponerla a disposición de los tomadores de decisiones, hacedores de políticas públicas y la comunidad hídrica en general para consolidar esta tarea, apoyando al cumplimiento del objetivo 4 del Programa Nacional Hídrico 2013-2018 (PNH), de *Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector*.

Si bien es cierto que la programación hídrica es una guía de las acciones a implementar en el sector, cabe mencionar algunos antecedentes al respecto que sentaron las bases de la gestión del agua en nuestros días. El primer programa surgió en 1975 y fue denominado Plan Nacional Hidráulico. Éste mostró un primer proceso sistemático de planeación hidráulica en el que se dio a conocer la disponibilidad y suficiencia de agua para el desarrollo futuro del país.

Un año más tarde, con la creación de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico (CNDH) en 1976, se institucionalizó el proceso de planeación hidráulica y se sentaron las bases para el establecimiento en 1986 del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua¹ (IMTA) cuyo propósito es desarrollar la tecnología y los recursos humanos calificados para el manejo racional e integral del agua, a corto y largo plazo.

La CNDH surgió para hacer estudios prospectivos y de planeación mientras que el IMTA se enfocó a la investigación científica y técnica. Esto refleja la intención del Estado mexicano

¹ Creado por decreto como un organismo desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

por establecer bases y objetivos para guiar las acciones del sector hídrico. A treinta años del inicio del desarrollo de tecnología y recursos humanos para el sector hídrico, los avances han sido significativos, pero algunas cuestiones aún son materia pendiente. La diversidad técnica, económica, social, legal y ambiental del sector hídrico exige fortalecer la labor que la ciencia, la tecnología y el conocimiento tendrán que desempeñar para contribuir a resolver la problemática que persiste desde hace al menos tres décadas.

De acuerdo a algunas opiniones, en México, la ciencia, tecnología y formación de recursos humanos no tienen el reconocimiento y apoyo necesarios (JUÁREZ Y TORREGROSA, 2005). Por un lado, el sector de ciencia y tecnología enfrenta una problemática particular, por otro lado, el sector hídrico carece de espacios de vinculación efectiva entre la generación de conocimiento científico y técnico, así como de implementación. La complejidad para compatibilizar intereses en ambos sectores deriva en cierta medida de los problemas estructurales en materia de ciencia y tecnología.

Este libro no tiene como propósito llevar a cabo un diagnóstico exhaustivo o a profundidad del sector hídrico o del sector de ciencia y tecnología ni de su evolución; tampoco pretende sumarse a los diagnósticos que son ampliamente conocidos y discutidos sobre la problemática en cuestión del sector sobre la capacitación incipiente del personal operativo, la falta de personal técnico especializado, la poca oportunidad para nuevos talentos, la carencia de un sistema de profesionalización del personal en todos los niveles del sector, la ausencia de programas de capacitación sin seguimiento y sin medición del impacto. No obstante, coincide firmemente con aquéllos y presenta desde la visión de IWA-MÉXICO los retos actuales de la investigación científica y tecnológica del país y las acciones que ha emprendido esta asociación para abonar a las soluciones. Así, IWA-MÉXICO representa un terreno fértil para fomentar la cooperación y colaboración entre los actores del agua, con el propósito de impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector.

El libro enuncia **SEIS RETOS** para el desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico en México y permite identificar el papel que habrá de desempeñar la ciencia, la tecnología y el conocimiento para contribuir a resolver la problemática técnica, económica, social y ambiental que están presentes en una gestión sustentable del agua.

El contenido se divide en tres capítulos. En el primero de ellos se describen los tres retos iniciales: 1) Invertir mayores recursos en el desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico, 2) Impulsar e incentivar a los científicos del agua y 3) Fortalecer la oferta académica en la temática del agua. Con base en ello, se analizan los datos básicos del desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico en México, en particular las inversiones destinadas al sector hídrico y al sector de ciencia y tecnología; se analiza además un conjunto de instituciones y planes de estudios de nivel superior que ofrecen alguna temática del agua y revistas

científicas y de difusión a través de las cuales es posible conocer los temas recientes en materia hídrica, así como el cuerpo de científicos del agua.

En el segundo se enuncian los restantes tres retos: 4) Vincular y fortalecer los espacios para publicar el conocimiento generado, 5) Impulsar el desarrollo de temas prioritarios y 6) Fomentar y vincular redes de investigación multidisciplinarias. En él se analizan las oportunidades de publicación científica y de divulgación con que se cuenta en México para difundir el conocimiento generado en torno al sector hídrico, además se identifican los temas prioritarios a desarrollar y sustentar con el desarrollo científico y tecnológico; y se muestra una síntesis de las redes de investigación que conjuntan a investigadores, expertos en ciertas temáticas que son espacios de intercambio de conocimiento.

En el tercer y último capítulo se presentan las perspectivas de IWA-MÉXICO, dentro de las cuales se pretende impulsar el desarrollo científico y tecnológico para el sector hídrico en México; de esto derivan dos acciones en el corto plazo: fortalecer a la comunidad Jóvenes Profesionales del Agua en México y crear un Consejo Científico de seguridad hídrica, como órgano colegiado y consultivo para asesorar la toma de decisiones.

“La ciencia es la expresión de una necesidad inherente al ser humano y, en todo caso, está ligada a la función superior de su naturaleza inteligente: la capacidad de crear”
René G. Favaloro

CAPÍTULO 1. DATOS BÁSICOS DEL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SECTOR HÍDRICO

Un riguroso estudio sobre la política de ciencia y tecnología en México, evidencia que ésta requiere de un proceso de planeación y evaluación dirigido a obtener resultados estratégicos, ya que se muestra poca claridad en los sectores y áreas que se quieren incentivar e impulsar, y para lo cual se requieren implementar cambios al diseño institucional de dicha política (CABRERO, LÓPEZ-AYLLÓN, VALADEZ, 2006). Lo más valioso del estudio son los análisis de escenarios posibles para los cambios a implementar desde la institución encargada del desarrollo científico y tecnológico del país. Las conclusiones se orientan a: A) mantener la situación actual del CONACYT, con algunas mejoras parciales; B) resectorizarlo en la SEP u otra secretaría federal; C) convertirlo en una secretaría del gobierno federal; E) crear un organismo tripartito (gobierno, empresas y académicos); o E) redistribuir sus funciones en diversas secretarías y organismos. Para los profesionales del agua, estos escenarios no distan de lo que ha sido sugerido en México, por lo que se retoman estas propuestas en este breve análisis de la situación concreta del sector hídrico.

Varias preguntas iniciales pueden servir de guía para ponderar la importancia y el rol que desempeña el sector hídrico para el desarrollo del país. Quizá uno de los rubros que más evidencia su importancia es el financiamiento de la investigación en la materia. Es por eso, que se parte desde este punto; ¿Cuál es el presupuesto para el desarrollo científico y tecnológico en México? ¿Cuál es el presupuesto designado al sector hídrico? ¿Cómo ha evolucionado?

Seguidamente, el relativo a la formación de recursos humanos cualificados, ¿Cuáles son las instituciones de educación superior que ofrecen planes de estudio relacionados a la gestión del agua? ¿Cuáles son las disciplinas que más destacan en los estudios del agua? ¿Cuántos científicos del agua hay en México? En tercer lugar, la generación de información y conocimiento sobre la materia, ¿Cuáles son las revistas científicas y de difusión que publican estudios del agua? ¿Existe la suficiente información en la materia para conocer la problemática? ¿Se socializa esta información y conocimiento entre los diversos sectores y actores del agua? Estas preguntas guía permitirán, en el desarrollo del presente análisis, una revisión crítica que aporte elementos para orientar si es que fuera necesario, la futura formación y generación de conocimiento de profesionales el agua en el país, identificar las carenciaa de información o el impacto que ésta tiene para el desarrollo social y económico.

Por mandato de Ley, a la CONAGUA conjuntamente con el IMTA, le corresponde promover y propiciar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, la formación de recursos humanos, así como difundir conocimientos en materia de gestión de los recursos hídricos, con el propósito de fortalecer sus acciones y mejorar la calidad de sus servicios. Es el IMTA quien, por su propia naturaleza jurídica, está llamado a aportar elementos necesarios para que la gestión del agua se realice con base en la mejor información disponible.

Desde hace al menos dos décadas se han realizado intentos por sentar las bases jurídicas para de impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector, cuestión aún pendiente. Esto se observa en la iniciativa de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), que contemplaba que la CONAGUA se encargara de “Promover o en su caso de realizar la investigación científica y tecnológica...” del recurso; sin embargo, durante la discusión que tuvo lugar en julio de 1992, dicha iniciativa recibió severas críticas, por la entonces Comisión de Asuntos Hidráulicos, que tenía un enfoque más fiscalista y de explotación del sector hídrico.

Más tarde, en la reforma de 2004, se adiciona el artículo 14 Bis 3, a partir del cual se faculta a la CONAGUA para “...XXX. Promover y propiciar la investigación científica y el desarrollo tecnológico, la formación de recursos humanos, así como difundir conocimientos en materia de gestión de los recursos hídricos, con el propósito de fortalecer sus acciones y mejorar la calidad de sus servicios, para lo cual se coordinará en lo conducente con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; ...” y se hace un capítulo especial en el que además de definir y señalar el objetivo, se enlistan las atribuciones del IMTA el cual entre otras cosas se encargara de “... VIII. Proponer orientaciones y contenidos para la Política Nacional Hídrica y el Programa Nacional Hídrico, y encabezar los trabajos de planificación e instrumentación de programas y acciones para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión, así como para la formación y capacitación de recursos humanos en las mismas materias; ...”.

El IMTA ha desarrollado, desde su creación un papel fundamental en la generación de información y conocimiento, no sólo para la Federación sino también para los Estados y, en menor medida, para los municipios. Ante los diversos escenarios de incertidumbre, la producción constante y actualizada de conocimiento debe ser un pilar fundamental y el rol del IMTA como orientador de esta generación de conocimiento, como Centro Público de Investigación - CONACyT, y como brazo ejecutor de muchos proyectos de la CONAGUA, debe ayudar a definir la futura investigación que requiere el desarrollo del país.

El IMTA también tiene entre sus objetivos la transferencia tecnológica a los usuarios, realización de estudios y certificación para las instituciones gubernamentales o privadas, incluidas certificaciones de procesos. Estas funciones pueden ser fortalecidas y orientadas a la problemática actual de gestión del agua del país y alinearlas a lo establecido en el vigente Programa Nacional Hídrico (PNH). Adicionalmente asesora en materia científica a las dependencias y entidades de la administración pública federal, a los gobiernos de las entidades federativas, los municipios y a los organismos de los sectores público, social y privado que lo soliciten.

El objetivo 4 del PNH, plantea tres estrategias relativas al tema que se trata:

ESTRATEGIA 4.1 Fomentar la educación y conocimiento hídrico de la población para contribuir en la formación de una cultura del agua.

ESTRATEGIA 4.2 Impulsar la educación continua y certificación de los actores del sector hídrico.

ESTRATEGIA 4.3 Impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el logro de los objetivos del sector.

Dichas estrategias expresan la intención de fomentar e impulsar desde la política hídrica nacional, el desarrollo científico y tecnológico desde tres vertientes: la sociedad en general desde la visión de la cultura del agua; la formación del personal operativo, directivo y administrativo de dependencias e instituciones gubernamentales, así como de organismos operadores, y otros; una tercera vertiente específica del desarrollo científico y tecnológico, que sería pilar fundamental para incluir al sector científico, educativo, académico, con voz además de efectiva participación a través de vínculos y acciones concretas.

Actualmente, la formación y certificación de competencias de técnicos y profesionistas del sector considera, en menor grado, las necesidades reales para mejorar el desempeño en las funciones encomendadas dentro de sus instituciones. El perfil de las personas del sector no corresponde con las funciones que realizan. Y por otro lado, los cuadros técnicos y directivos del sector agua, incluyendo a los de CONAGUA y el IMTA, se han empobrecido gradualmente y el personal profesional con experiencia, con posgrado en los temas específicos que se requieren, son cada vez más escasos.

El diagnóstico del PNH 2013-2018, es muy claro al enunciarlo como uno de los problemas fundamentales del sector hídrico. La aportación que hace la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos al sector agua dista de alcanzar su máximo potencial (y más aún) tampoco responde a las necesidades del mismo. En función de esto, se presentan los siguientes retos.

“Si no puede expresarse en cifras, no es ciencia; es opinión”.
Robert Heinlein

RETO 1. INVERTIR MAYORES RECURSOS EN EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SECTOR

Recomendaciones internacionales y de expertos nacionales señalan que se requiere de inversiones en ciencia y tecnología que alcancen el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. En México, esta cifra sumó 0.5% del PIB en 2012, ubicándolo en el nivel más bajo entre los miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), e incluso menor al promedio latinoamericano. Ante esta situación, se observa que el presupuesto otorgado para 2014, de 81 mil 800 millones de pesos, pretende alinearse a esas recomendaciones, sin embargo, los resultados esperados tendrán que ser analizados en los años próximos.

IWA-MÉXICO coincide en que uno de los retos principales del sector hídrico es invertir mayores recursos en el desarrollo científico y tecnológico del agua. Es innegable la necesidad de asegurar las inversiones y financiamiento suficientes, que no logra cubrir la propia administración del agua actualmente.

La inversión en investigación y desarrollo científico en México ha mostrado un estancamiento en los últimos años; mientras que en 2006 representaba el 0.4%, en 2008 y 2012 ha permanecido en 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. Países como Alemania, Estados Unidos y Corea, ejercen una cifra seis veces mayor que en nuestro país (Ver Cuadro 1 y Gráfica 1); esta situación evidencia que las cuestiones de investigación y desarrollo tecnológico tienen una prioridad en otros países y superan por mucho a los países de la región latinoamericana, y en particular a Chile, México y Argentina.

CUADRO 1

Países: inversión en investigación y desarrollo tecnológico
(porcentaje del PIB)

| País | 2006 | 2008 |
|----------------------------|------|------|
| Chile ^a | 0.6 | 0.4 |
| México ^b | 0.4 | 0.5 |
| Argentina | 0.4 | 0.6 |
| España | 1.1 | 1.3 |
| Reino Unido ^c | 1.9 | 1.7 |
| Canadá | 1.9 | 1.7 |
| Francia ^c | 2.2 | 2.2 |
| Alemania | 2.5 | 2.7 |
| Estado Unidos ^b | 2.7 | 2.8 |
| Corea | 2.6 | 3.6 |

Fuente: OCDE, CONACyT para México, 2006 y 2010.

^aCifras para 2008

^bCifras preliminares para 2009

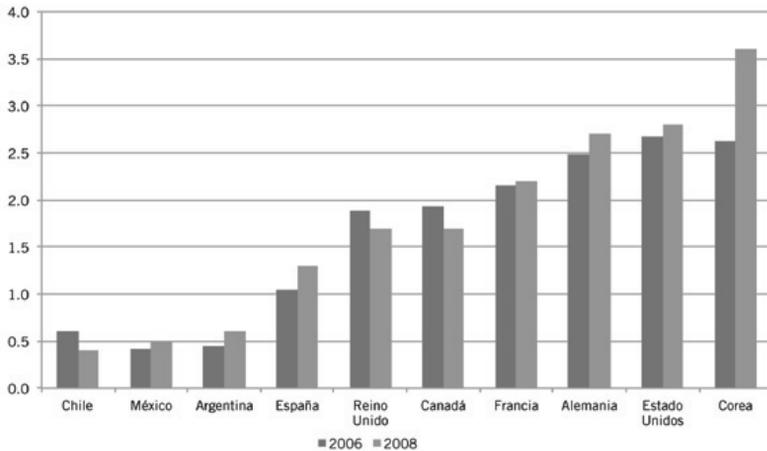
^cCifras preliminares.

En los últimos años han existido avances en materia de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el sector hidráulico. Sin embargo, es necesario organizar y aprovechar la capacidad institucional de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, de las universidades y empresas, a través de una instancia que coordine todos los esfuerzos.

Las cifras presentadas no permiten desagregar la importancia de la investigación y desarrollo tecnológico del sector hídrico, pero sí muestra la situación nacional del sector de ciencia y tecnología, lo cual tendrá que considerarse al analizar aquél. Para hacer este acercamiento, se parte de cifras del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) entre 2000 y 2014; el presupuesto asignado al sector hídrico se consideró como la integración de lo asignado a la CONAGUA y al IMTA, y éstos como parte de lo destinado a la SEMARNAT, cabeza del sector al que pertenecen.

El PEF 2014 se divide en cinco puntos estratégicos en este tema: 1) Estrategia Plan Nacional de Desarrollo (PND) 3.5.1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB; 2) Estrategia 3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel; 3) Estrategia

GRÁFICA 1. Países: inversión en investigación y desarrollo tecnológico (porcentaje del PIB)



Fuente: cuadro 1.

3.5.3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente; 4) Estrategia 3.5.4. Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado, y 5) Estrategia 3.5.5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

El presupuesto de la CONAGUA ha aumentado de manera sistemática al pasar de 32.3% a 76% del presupuesto de SEMARNAT, entre 2000 y 2005 respectivamente, esta participación porcentual se duplicó en tan sólo cinco años, mientras que en términos absolutos el presupuesto aumentó cuatro veces. En los años posteriores, la participación relativa no mostró aumentos como en esos primeros cinco años, pero siguió su ritmo de crecimiento, hasta alcanzar una participación de 75.1% en 2012. El ritmo de crecimiento del presupuesto de esta dependencia, entre 2000 y 2012, se multiplicó por 10 veces, al pasar de 4 681 307 a 49 737 422 mil millones de pesos (Ver Cuadro 2). En suma, lo considerado como el sector hídrico, aumenta su participación en el periodo de análisis, y alcanza en 2014 75% del presupuesto de SEMARNAT.

Estas cifras muestran el predominio presupuestal que tiene la CONAGUA en el sector de medio ambiente. Sin embargo, aunque ello no refleja el destino de los recursos, es sabido que el presupuesto se orienta a atender los problemas urgentes o del día a día, tales como la administración, el funcionamiento de la institución, la atención de emergencias, y no existe dentro de la CONAGUA un órgano que desarrolle investigación, cuestión que se resuelve, cuando se requiere de ésta, con el apoyo de asesorías externas.

Por otro lado, la participación porcentual del IMTA, dentro del presupuesto de SEMARNAT, muestra una tendencia inversa, al pasar de 1% en 2000 a 0.4% en 2014. Aún cuando el presupuesto pasa de 154 a 270 mil millones de pesos, se observa una reducción relativa que insinúa una pérdida de importancia de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico del sector hídrico (Ver Cuadro 2).

CUADRO 2
México: presupuestos aprobados para el sector hídrico
(mmdp^a corrientes)

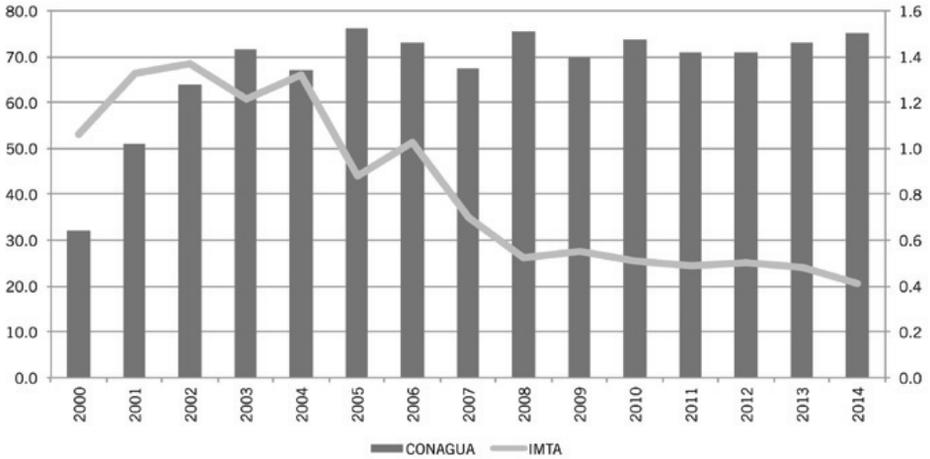
| Año | SEMARNAT | SUBTOTAL | % | CONAGUA | % | IMTA | % |
|------|------------|------------|------|------------|------|---------|-----|
| 2000 | 14 520 745 | 4 835 886 | 33.3 | 4 681 307 | 32.2 | 154 579 | 1.1 |
| 2001 | 14 400 459 | 7 541 120 | 52.4 | 7 350 139 | 51.0 | 190 981 | 1.3 |
| 2002 | 14 852 940 | 9 705 705 | 65.3 | 9 502 532 | 64.0 | 203 172 | 1.4 |
| 2003 | 17 404 217 | 12 655 259 | 72.7 | 12 443 316 | 71.5 | 211 943 | 1.2 |
| 2004 | 16 008 173 | 10 972 088 | 68.5 | 10 760 740 | 67.2 | 211 348 | 1.3 |
| 2005 | 24 482 865 | 18 832 770 | 76.9 | 18 617 037 | 76.0 | 215 733 | 0.9 |
| 2006 | 21 342 823 | 15 777 947 | 73.9 | 15 558 856 | 72.9 | 219 091 | 1.0 |
| 2007 | 29 006 275 | 19 775 705 | 68.2 | 19 573 557 | 67.5 | 202 148 | 0.7 |
| 2008 | 39 064 608 | 29 645 742 | 75.9 | 29 441 651 | 75.4 | 204 091 | 0.5 |
| 2009 | 39 911 443 | 28 033 083 | 70.2 | 27 813 977 | 69.7 | 219 105 | 0.5 |
| 2010 | 46 236 202 | 34 251 433 | 74.1 | 34 017 169 | 73.6 | 234 264 | 0.5 |
| 2011 | 51 222 024 | 36 650 669 | 71.6 | 36 399 398 | 71.1 | 251 271 | 0.5 |
| 2012 | 54 717 658 | 39 132 454 | 71.5 | 38 856 940 | 71.0 | 275 514 | 0.5 |
| 2013 | 56 471 236 | 41 528 294 | 73.5 | 41 257 344 | 73.1 | 270 950 | 0.5 |
| 2014 | 66 227 588 | 50 008 005 | 75.5 | 49 737 422 | 75.1 | 270 583 | 0.4 |

Fuente: SHCP, Presupuesto de Egresos de la Federación, 2000-2014.

^aMiles de millones de pesos.

Es conocido que la política de inversión del sector hídrico se enfoca principalmente a la construcción de infraestructura. Esto se debe a que gobierno federal, a través de la CONAGUA, realiza inversiones en diferentes programas: APAZU, PROSAPYS PAL, PROMAGUA,

GRÁFICA 2. Sector hídrico nacional: participación en el presupuesto de SEMARNAT (porcentaje)



Fuente: cuadro 2.

PRODDER, PROSANEAR, PROTAR, entre otros. Asimismo, dichas inversiones se ejecutan, por un lado, por los gobiernos estatales y municipales con alguna contraparte, y por otro, en forma directa por la CONAGUA a nivel central o a través de organismos de cuenca y direcciones locales.

Ya sea dentro de la CONACyT o fortaleciendo esta faceta del IMTA (la de desarrollo científico, que comprende tanto el conocimiento de las ciencias duras como de las sociales y tecnológicas), lo cierto es que tiene que ponerse en un lugar privilegiado un apoyo decidido a la generación de conocimiento específico ante el escenario de gran incertidumbre que nos presentan los cambios globales y concretamente en materia de recursos hídricos, la variabilidad climática.

Otra referencia de análisis es comparar lo destinado al sector hídrico y al sector de ciencia y tecnología, en particular al CONACyT, dependencia que implementa programas y políticas de apoyo para promover y fortalecer el desarrollo de la investigación científica, propiciando el desarrollo, fortalecimiento académico, así como coadyuvando a la productividad, competitividad, además del crecimiento económico y social del país.

En términos generales, el presupuesto asignado al CONACyT no es el recomendado para este sector y tendría que aumentarse. No obstante, dentro de éste, el asignado a la investigación del sector hídrico se realiza en temas en que ésta requiere de información, pero los fondos sectoriales son escasos y no alcanzan a cubrir la demanda ni la oferta de los temas sobre los cuales se demanda conocimiento actualizado (Ver Cuadro 3).

El CONACyT ejerce en este año más de 31 mil millones de pesos y el país invertirá 81 mil millones en ciencia y tecnología, datos que son una buena señal de querer atender a las recomendaciones para alcanzar el 1% del PIB. Sin embargo, esta tarea no es exclusiva del gobierno, sino que requiere la participación tanto de los sectores público y privado. En los últimos diez años, el CONACyT ha recibido alrededor de 183 mil millones de pesos en total, de tal suerte que para 2014, alcanzará su mayor porcentaje y presupuesto en relación con el asignado al sector hídrico (Ver Cuadro 3).

En términos comparativos, el presupuesto asignado al sector hídrico, contemplando la suma de CONAGUA e IMTA, y del sector de ciencia y tecnología, CONACyT, presentan una tendencia creciente en el últimos diez años, dicho crecimiento tiene distintos ritmos; resalta que en el último año ambos aumentaron más de 20% con respecto al año anterior (Ver Cuadro 3 y Gráfica 3). Sin embargo, también es posible asumir que parte del rezago del apoyo al desarrollo científico y tecnológico del sector hídrico deriva del propio sector de ciencia y tecnología como de las prioridades presupuestales y de política hídrica nacional. A partir de ello, IWA-MÉXICO, reafirma su compromiso de encabezar el impulso a destinar mayores recursos a la investigación científica y tecnológica del sector.

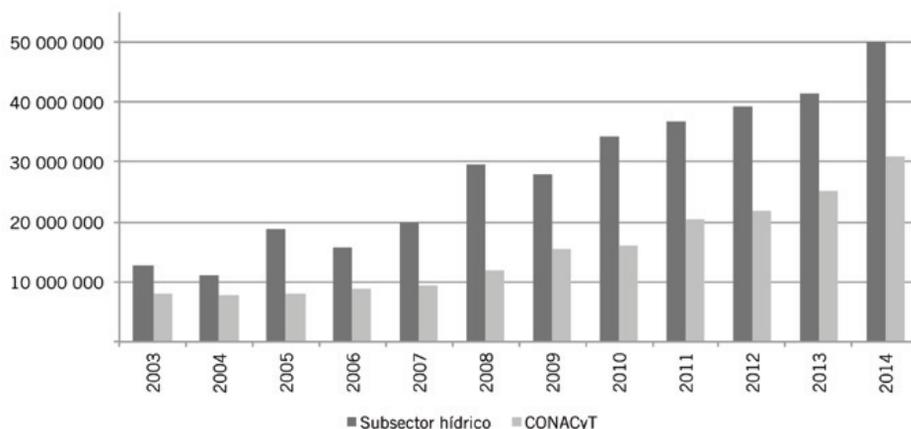
CUADRO 3
México: presupuestos asignados al CONACyT y al sector hídrico
(mmdp^a corrientes)

| Año | Subsector hídrico (1) | CONACyT (2) | tasa de crecimiento | |
|------|--------------------------|-------------|---------------------|------|
| | | | (1) | (2) |
| 2003 | 12 655 259 | 7 935 844 | | |
| 2004 | 10 972 088 | 7 705 976 | -13.3 | -2.9 |
| 2005 | 18 832 770 | 8 143 313 | 71.6 | 5.7 |
| 2006 | 15 777 947 | 8 859 248 | -16.2 | 8.8 |
| 2007 | 19 775 705 | 9 330 649 | 25.3 | 5.3 |
| 2008 | 29 645 742 | 11 876 004 | 49.9 | 27.3 |
| 2009 | 28 033 083 | 15 474 733 | -5.4 | 30.3 |
| 2010 | 34 251 433 | 15 946 592 | 22.2 | 3.0 |
| 2011 | 36 650 669 | 20 330 540 | 7.0 | 27.5 |
| 2012 | 39 132 454 | 21 872 177 | 6.8 | 7.6 |
| 2013 | 41 528 294 | 25 245 962 | 6.1 | 15.4 |
| 2014 | 50 008 005 | 31 086 324 | 20.4 | 23.1 |

Fuente: SHCP, Presupuesto de Egresos de la Federación, 2000-2014.

^aMiles de millones de pesos.

GRÁFICA 3. México: presupuestos asignados al CONACyT y al subsector hídrico
(mmdp corrientes)



Fuente: cuadro 3.

*“La ciencia no es más que un refinamiento del pensamiento cotidiano”
Albert Einstein*

RETO 2. IMPULSAR E INCENTIVAR A LOS CIENTÍFICOS DEL AGUA

El número de investigadores mexicanos que trabajan temas asociados al agua es insuficiente para lograr el capital humano requerido en el sector. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado en 1984, para reconocer y distinguir las contribuciones al conocimiento científico y tecnológico en nuestro país; su objetivo es promover y fortalecer la calidad de dichos aportes; asimismo, coadyuva en la formación y consolidación de investigadores del más alto nivel como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social.

En el SNI se agrupan todas las disciplinas científicas que se desarrollan en el país, y que se imparten en la mayoría de los centros de investigación e instituciones de educación superior que operan en México. En particular, en la temática del agua es posible reorientar o re-centrar finamente la investigación, pues evidentemente hay temas sobre los cuales se generan poca información y conocimiento.

De acuerdo al Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua - Horizonte 2030, *“el factor limitante más importante para el desarrollo del sector ciencia y tecnología del agua es el bajo número de investigadores”* (2012: 28). Por ello, recomienda crear un mayor número de plazas en las instituciones, fortaleciendo las que actualmente ya tienen grupos consolidados y creando o mejorando otros grupos en instituciones a nivel regional. Asimismo, a partir de este esfuerzo entre SEMARNAT, CONAGUA e IMTA, tras un análisis de

la producción de los investigadores mexicanos en recursos hídricos e ingeniería hidráulica, se concluye que el desarrollo científico y tecnológico en materia de agua se concentra en diez instituciones en México, lo que ocasiona entre otros efectos la carencia de grupos que atiendan la problemática específica de las regiones hidrológicas.

La labor de CONACyT es impulsar la participación de organizaciones que fomenten las actividades de investigación científica básica y aplicada, el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y establecer políticas que apoyen la infraestructura científica. De acuerdo a las cifras, el número de investigadores del SNI tuvo un incremento de 100% entre 2003 y 2012, al pasar de 9,199 a 18,555, incluyendo tanto a los tres niveles como a los candidatos a SNI (Ver Gráfica 3 y Cuadro 4).

CUADRO 4. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003 -2012 (número)^a

| Año | Candidato | Investigador Nacional | | | | Total |
|-------------------|-----------|-----------------------|----------|-----------|----------|--------|
| | | Nivel I | Nivel II | Nivel III | Subtotal | |
| 2003 | 1 325 | 5 384 | 1 728 | 762 | 7 874 | 9 199 |
| 2004 | 1 634 | 5 782 | 1 827 | 876 | 8 485 | 10 119 |
| 2005 | 1 876 | 5 981 | 2 076 | 971 | 9 028 | 10 904 |
| 2006 | 2 109 | 6 558 | 2 306 | 1 123 | 9 987 | 12 096 |
| 2007 | 2 386 | 7 567 | 2 429 | 1 103 | 11 099 | 13 485 |
| 2008 | 2 589 | 8 165 | 2 814 | 1 113 | 12 092 | 14 681 |
| 2009 | 2 706 | 8 567 | 3 057 | 1 235 | 12 859 | 15 565 |
| 2010 | 3 052 | 8 970 | 3 172 | 1 406 | 13 548 | 16 600 |
| 2011 | 3 390 | 9 577 | 3 135 | 1 537 | 14 249 | 17 639 |
| 2012 ^b | 3 604 | 10 059 | 3 311 | 1 581 | 14 951 | 18 555 |

Fuente: CONACyT, Base de datos del SNI, 2003-2012.

^a El total puede no coincidir debido a que el reporte se generó después de los resultados de reconsideración.

^b Cifras preliminares.

Los investigadores se dividen en siete áreas de conocimiento, que en parte se orientan al desarrollo científico y tecnológico del recurso hídrico; sin embargo, no todas ellas se enfocan sólo al estudio sustantivo; además promueven actividades e investigaciones de campo y aunque la investigación en el área de biología y química es la que integra más investigadores no es la que aporta mayor impulso al desarrollo científico y tecnológico del

CUADRO 5. México: miembros del SNI por área de la ciencia, 2003-2012
(número)^a

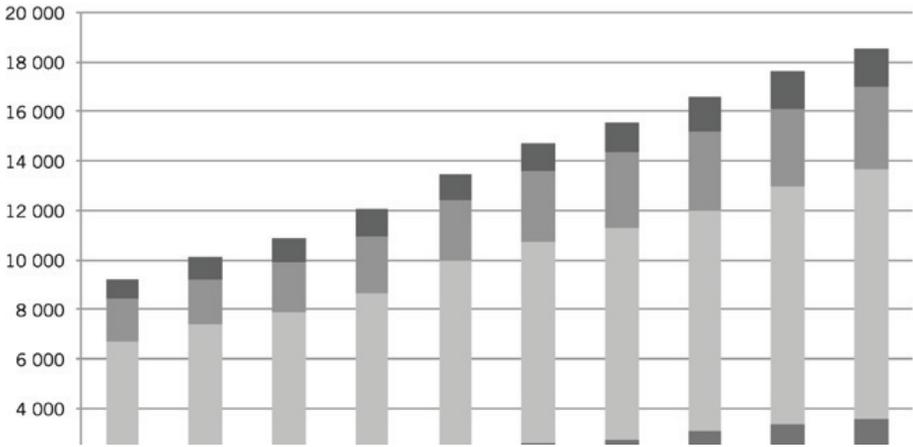
| Año | Ciencias Físico Matemáticas y de la Tierra | Biología y Química | Medicina y Ciencias de la Salud | Humanidades y Ciencias de la Conducta | Ciencias Sociales | Biotecnología y Ciencias Agropecuarias | Ingeniería | Total |
|-------------------|--|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|------------|--------|
| 2003 | 1 770 | 1 661 | 926 | 1 552 | 1 097 | 1 011 | 1 182 | 9 199 |
| 2004 | 1 878 | 1 767 | 1 043 | 1 700 | 1 233 | 1 131 | 1 437 | 10 189 |
| 2005 | 1 968 | 1 776 | 1 168 | 1 798 | 1 369 | 1 257 | 1 568 | 10 904 |
| 2006 | 2 074 | 1 891 | 1 343 | 1 964 | 1 608 | 1 441 | 1 775 | 12 096 |
| 2007 | 2 277 | 2 179 | 1 429 | 2 169 | 1 854 | 1 586 | 1 991 | 13 485 |
| 2008 | 2 478 | 2 443 | 1 445 | 2 326 | 2 187 | 1 711 | 2 091 | 14 681 |
| 2009 | 2 600 | 2 704 | 1 440 | 2 394 | 2 469 | 1 720 | 2 238 | 15 565 |
| 2010 | 2 708 | 2 905 | 1 592 | 2 465 | 2 616 | 1 866 | 2 448 | 16 600 |
| 2011 | 2 854 | 3 084 | 1 758 | 2 622 | 2 687 | 1 993 | 2 641 | 17 639 |
| 2012 ^b | 3 004 | 3 162 | 1 914 | 2 773 | 2 747 | 2 177 | 2 778 | 18 555 |

Fuente: CONAOyT, Base de datos del SNI, 2003-2012.

^a El total puede no coincidir debido a que el reporte se generó después de los resultados de reconsideración.

^b Cifras preliminares.

GRÁFICA 4. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003-2012 (número)



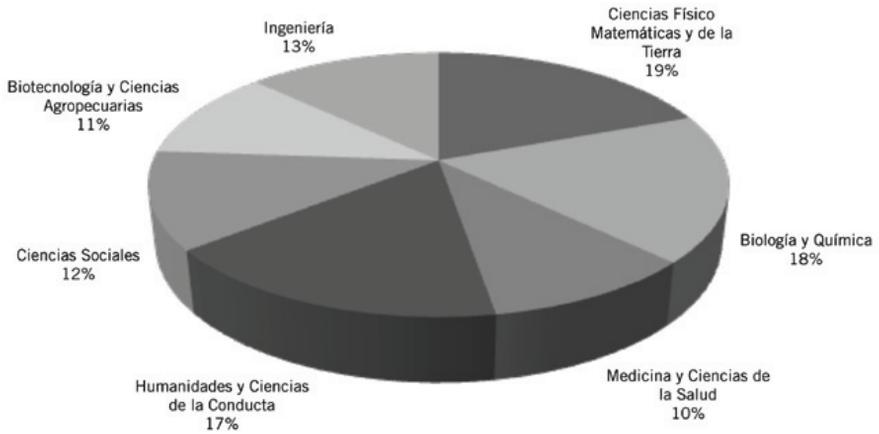
Fuente: cuadro 4.

sector hídrico (Ver Cuadro 5). Por otro lado, el área de Ingeniería, más asociada al tema en cuestión, conjuntó 12.8% de los miembros de SNI en 2003, y aumentó su participación a 14.9% en 2012; mismo caso muestra el área de las ciencias sociales, al pasar de una participación de 11.9% a 14.8% (Ver Gráficas 5 y 6).

El análisis por institución ofrece también información relevante; del conglomerado de éstas, el 19.6% se concentra en la Universidad Nacional Autónoma de México, el 33.1% en las distintas Universidades Autónomas de los Estados, el 8.5 % en centros CONACYT, el 5.1 % en la Universidad Autónoma Metropolitana, el 4.5 % en el Instituto Politécnico Nacional y el 3.7 % en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN (Ver Gráfica 7).

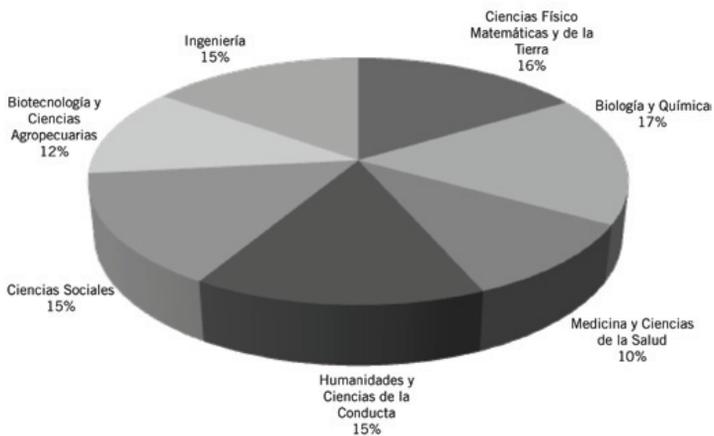
Hasta ahora no se cuenta con estudios del estado que guarda el capital humano en el sector hídrico, ni mucho menos un seguimiento del desarrollo y evolución del mismo; lo cual se vuelve más complejo al considerar que son muchas las disciplinas y profesiones que intervienen en la gestión del agua. Tampoco se cuenta con una estructura que permita coordinar de manera integral los esfuerzos desarrollados por las organizaciones dedicadas a estas áreas. Existe una fuerte centralización de la capacidad e infraestructura para la investigación y desarrollo tecnológico, así como formación de recursos humanos.

GRÁFICA 5. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2003 (porcentaje)



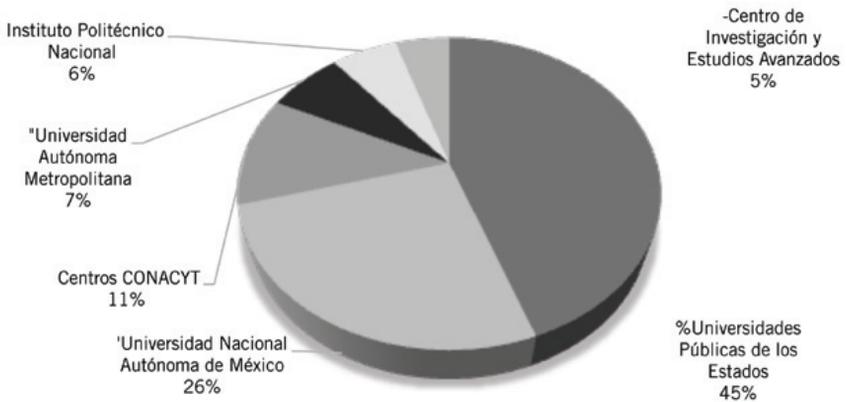
Fuente: cuadro 5.

GRÁFICA 6. México: miembros del SNI por categoría y nivel, 2012 (porcentaje)



Fuente: cuadro 5.

GRÁFICA 7. México: miembros del SNI por institución, 2012
(porcentaje)



Fuente: CONACyT, Base de datos del SNI, 2012.

A partir de esta información IWA-MÉXICO abre una ventana que permite visualizar a los miembros del SNI, áreas de conocimiento e institución a la que pertenecen, de aquellos que se relacionana la investigación científica enfocada al sector hídrico. El IMTA realiza un estudio desde hace algunos años con la información del CONACyT, no obstante, no se conocen aún los resultados.

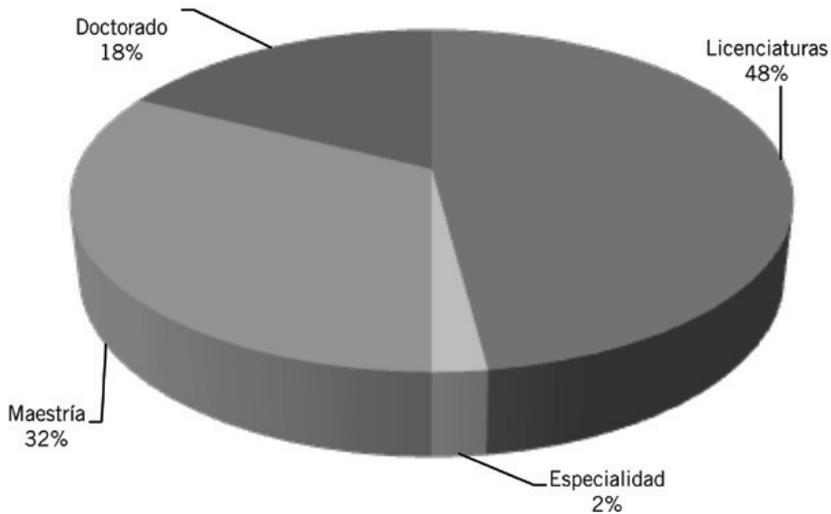
*“La ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones
y la fuente de todo progreso”
Louis Pasteur*

RETO 3. FORTALECER LOS PLANES DE ESTUDIO DE NIVEL SUPERIOREN LA TEMÁTICA DEL AGUA

Existen en México un gran número de planes de estudio escolarizados, no escolarizados, con enfoque de investigación o profesionalización, disciplinarios o multidisciplinarios. Sin embargo, el Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua Horizonte 2030, señala que no se cuenta con estudios del estado que guarda el capital humano en el sector hídrico, ni mucho menos un seguimiento del desarrollo y evolución del mismo. Aunado a esto, debido a su alta transversalidad y dispersión, se desconoce el número exacto de investigadores dedicados a los temas del agua y su ubicación en las instituciones del sistema de ciencia y tecnología.

No obstante, por medio de análisis de las publicaciones que realizan en congresos y seminarios nacionales, así como en revistas especializadas, se han hecho intentos por determinar de manera indirecta, cuáles instituciones poseen grupos de investigadores activos en los temas del agua. De estos ejercicios destaca el de la Academia Mexicana de Hidráulica, pues realizó un análisis de la procedencia de los autores de los artículos presentados al Congreso Nacional de Hidráulica y se contabilizó a los participantes, independientemente de si eran los autores principales o coautores de cada artículo. Se encontró que participaron con contribuciones investigadores de 47 instituciones, sin embargo, casi el 90% de los autores provenían de siete instituciones (AMH, 2010). Con la pretensión de identificar el universo de planes de estudios de nivel superior: licenciatura, maestría y doctorado, se percibió que la oferta académica en temas relacionados al estudio del sector hídrico, tanto a nivel licenciatura, maestría y doctorado es vasta y con algunas particularidades.

GRÁFICA 8. México: planes de estudio en temas de agua por nivel educativo, 2012 (porcentaje)



Fuente: CONACyT, Base de datos del SNI, 2012.

Con base en la información aquí presentada, se observa que a nivel nacional existen alrededor de 135 en instituciones que abarcan Universidades, Colegios, Centros de Investigación, Institutos Tecnológicos, y otros, públicos y privados, que ofrecen 194 planes de estudio relacionados con el estudio del sector hídrico, de los cuales 34 son de doctorado, 62 de maestría, 4 de especialidad y 93 licenciatura o ingenierías cuyos estudios se ubican en la temática del agua (Ver Gráfica 7); siendo el nivel licenciatura el que abarca 48% de dichos planes. Se observa que hay diversidad de disciplinas científicas y tecnológicas que tienen el sector hídrico como uno de sus principales temas de estudio.

El compromiso que tienen las distintas universidades con el desarrollo científico y tecnológico se muestra en sus distintas carreras y planes de estudio, muchos de ellos focalizados a este rubro, es así que sólo por encima de la UAM, que ofrece ingenierías como Ingeniería en Recursos Hídricos o Ingeniería Hidrológica, el Instituto Politécnico Nacional ofrece cinco ingenierías en la que se encuentra dentro de sus temarios referencias al desarrollo tecnológico. Otras cuentan también con estudio afines; la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca cuenta con la carrera de Ingeniería en Tecnología Ambiental y la Universidad de Guanajuato con la Ingeniería Hídrica, por mencionar algunas.

A nivel licenciatura 62 instituciones educativas (universidades e institutos tecnológicos) ofrecen 93 planes; la mayoría de ellos pertenecientes a ingenierías civil o ambiental, y licenciatura en ciencias ambientales; e identificando sólo una licenciatura en Agua, de la Universidad Autónoma de Baja California, y una con un enfoque muy particular de ciencias sociales, a saber, urbanismo de la UNAM. El Distrito Federal concentra 13 de los 62 planes, lo cual representa 20.9% y se ubican en instituciones como la UNAM, UAM, IPN; enseguida destaca el estado de Guanajuato con 7 planes; y Puebla, Sinaloa y Tamaulipas cada una con 6; por el contrario las entidades que sólo cuentan con uno son Tlaxcala, Tabasco, Morelos, Yucatán, Nayarit, Coahuila, Baja California, Baja California Sur y Campeche (Ver Apéndice 1).

Entre las licenciaturas con una temática muy específica del sector hídrico se encuentran: Ingeniería Hidráulica Subterránea, Ciencias y Tecnología del Agua, Ciencias del Agua, e Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua (Ver Cuadro 6).

CUADRO 6. México: planes de estudios de licenciatura con enfoque específico a la temática hídrica

| Institución o dependencia | Plan de estudios |
|---|-------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Agua |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Biología Marina y Manejo de Cuencas |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería en Recursos Hídricos |
| Universidad de Guanajuato | Ingeniería Hidráulica |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería Hidrológica |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería Hidrológica |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Ingeniería Topográfica e Hidrología |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades Autónomas de los Estados y de los Institutos Tecnológicos.

A nivel maestría se identificó que 67 planes en los que destacan Ciencias Ambientales, Ciencias de la Tierra, ciencias del agua, e Ingeniería Ambiental. Sobresalen además planes muy específicos sobre el tema en cuestión, como Ciencias del Agua, Gestión Integrada del Agua, Manejo de Cuencas, Gestión Integrada de Cuencas, entre otras (Ver Cuadro 7). Al igual que en las licenciaturas, también en las maestría se observa una concentración espacial de nueve planes en el Distrito Federal, seis en Nuevo León y cinco en San Luis Potosí, mientras que Tabasco, Sinaloa, Quintana Roo y Colima sólo cuentan con 1 plan; en tanto que hay un vacío en entidades como Aguascalientes, Tamaulipas (Ver apéndice 2).

Los 34 planes de estudio de doctorado ofrecen un espectro más amplio y multidisciplinario; en ellos es posible identificar un mayor enfoque desde las ciencias sociales, como el

CUADRO 7. México: planes de estudios de maestría con enfoque específico a la temática hídrica

| Institución o dependencia | Plan de estudios |
|---|---|
| Universidad de Guanajuato | Ciencias del Agua |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ciencias del Agua |
| Centro de Inv. de Yucatán | Ciencias del Agua |
| Universidad de Guadalajara | Ciencias en Ingeniería del Agua y la Energía |
| Instituto Tecnológico de Torreón | Ciencias en Irrigación |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ciencias en Recursos Acuáticos |
| Universidad Autónoma de Tlaxcala | Ciencias en Sistemas del Ambientales, en Ciencias (Hidrología Ambiental) |
| Universidad Autónoma de Querétaro | Gestión Integrada de Cuencas |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Gestión Integral de Ciencias y Acuiferos |
| El Colegio de la Frontera Norte, A.C. | Gestión Integral del Agua |
| El Colegio de San Luis A.C. | Gestión Sustentable del Agua |
| Universidad Autónoma de Guadalajara | Hidráulica |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Hidriosistemas |
| Colegio de Postgraduados | Hidrociencias |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Hidrometeorología y Meteorología Operativa |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Hidráulica Urbana |
| Universidad Autónoma Chapingo | Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería con Orientación en Hidrología Subterránea |
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniería en Hidráulica subterránea |
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco | Ingeniería Hidráulica |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Manejo de Cuencas |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades Autónomas de los Estados y de los Institutos Tecnológicos.

CUADRO 8. México: planes de estudios de doctorado con enfoque específico a la temática hídrica

| Institución o dependencia | Plan de estudios |
|---|---|
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniería en Hidráulica Subterránea |
| Universidad de Guanajuato | Ciencia y Tecnología del Agua |
| Universidad de Guadalajara | Ciencias y Tecnología del Agua |
| Colegio de Postgraduados | Hidrociencias |
| Universidad Autónoma Chapingo | Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ciencias del Agua |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Ciencias y Tecnología del Agua |
| Universidad de las Américas Puebla | Ciencias del Agua |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ciencias en Recursos Acuáticos |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades Autónomas de los Estados y de los Institutos Tecnológicos.

caso del Estudios Urbanos y Ambientales del Colegio de México, Desarrollo Regional Sustentable de la Universidad de Veracruz, Medio Ambiente y Desarrollo en la Universidad Autónoma de Baja California; Desarrollo, Medio Ambiente y territorio de la Universidad Iberoamericana en Puebla y Ciencias Políticas y sociales con línea de investigación en Medio Ambiente, de la UNAM (Ver Cuadro 8). Con un mismo patrón geográfico que las licenciaturas y maestrías, los doctorados se concentran en 19 entidades, mientras que en 13 entidades hay un vacío en este aspecto. De la concentración mencionada, cinco se ubican en el Distrito Federal, cuatro en Puebla, cuatro en Nuevo León y uno en Yucatán, Veracruz, Tlaxcala, San Luis Potosí, Guerrero, Guanajuato, Chiapas, Chihuahua y Baja California.

Para la IWA-MÉXICO resulta importante conocer qué tanto este universo de planes de estudios de licenciatura, maestría y doctorado construye capacidades profesionales y científicas que aporten soluciones a la problemática del sector hídrico. Se considera que las actividades de la instituciones públicas y privadas, deben incidir de manera contundente en la construcción de dichas capacidades, aun cuando se trate de distintos niveles de estudio.

Las oferta educativa aquí analizada se concentra en pocas instituciones y escasas entidades federativas. Con base en ello, una propuesta de IWA-MÉXICO es impulsar la vinculación y elaboración sistemática de información de planes de estudio, a partir de la conformación de grupos de trabajo de especialistas y expertos que aporten un análisis del contenido de dichos planes de estudio, y emitir recomendaciones para adecuarlo a las necesidades del sector.

Comúnmente los investigadores opinan que sus trabajos no trascienden y son menospreciados porque viven “apartados de la realidad”, por lo tanto, IWA-MÉXICO representa una gran oportunidad para vincular el quehacer académico con la toma de decisiones.

*“Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo
de la vida son uno mismo”
Jacques Y. Cousteau*

CAPÍTULO 2. TEMAS PRIORITARIOS PARA EL SECTOR HÍDRICO

En todo el mundo, el consumo de agua se ha duplicado durante las últimas dos décadas. En México, la disponibilidad de agua se ha reducido tanto por el aumento de la población como por el creciente uso en procesos productivos. De tal forma que el recurso hídrico es limitado y tendrá que ser administrado de manera que se consideren todos los factores y atendiendo al sustento del más reciente conocimiento científico generado.

Por otro lado, las condiciones climáticas, expresadas en los fenómenos hidrometeorológicos, plantean el reto de generar escenarios a escala regional y local, especialmente en aquellas regiones donde existe un centro de investigación concreto, tal como el Programa Universitario de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana, cuyos investigadores realizaron el primer Programa Estatal de Acción Climática del país, que dio soporte al Instituto Nacional de Ecología con egresados cualificados en materia de realización de Inventarios de emisiones y modelación. Sin embargo, esto no es lo común, se requiere de una modificación sustancial en los planes de estudio, hasta ahora generales, para orientar a los estudiantes a temas muy específicos desde la licenciatura, más que uniformar, se requiere diferenciar, especializar.

La disponibilidad limitada del recurso hídrico es también resultado de la ubicación geográfica de la población, 58% del territorio nacional se ubica en ecosistemas semisecos, semiáridos, áridos o hiperáridos, que no alcanzan el promedio nacional de precipitación, por lo cual, la información sobre el comportamiento del clima, sus previsiones, posibles escenarios, atendiendo a cómo se orienta la localización económica de las actividades puede ser muy útil para los gobiernos estatales.

Aunado a esto, las debilidades jurídicas, institucionales, administrativas y financieras del sector hídrico tendrán que ser analizadas desde enfoques multidisciplinarios que aporten, con el sustento científico y tecnológico, nuevas vertientes para enfrentar los retos aquí planteados.

Se requiere un mayor conocimiento acerca de los procesos ambientales que lo afectan e impulsar decididamente una agenda de investigación que incorpore los temas prioritarios para la sustentabilidad. Las instituciones educativas tendrían que impulsar el desarrollo de investigación multidisciplinaria; y formación de recursos humanos análoga.

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos vinculados con el sector hídrico son desarrolladas a nivel federal, estatal y municipal por universidades e instituciones de educación superior, por centros e institutos de investigación y, en menor medida por empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil. Sin embargo es común observar que adolecen de una orientación clara, nuevamente, la relación que pueda establecerse a través de IWA-MÉXICO, aunque no exclusivamente, entre investigadores y tomadores de decisiones puede ser crucial.

*“En algunos ríos es un crimen sacar peces;
en otros, es un milagro”
Richardson*

RETO 4. IMPULSAR EL DESARROLLO DE TEMAS PRIORITARIOS

Hoy en día, los temas más estudiados en torno al agua, pueden no ser los más prioritarios de acuerdo a las necesidades y a complejidad de las problemáticas en torno a ello. Dadas las condiciones, en términos de disponibilidad del recurso hídrico, cobertura de agua entubada y alcantarillado, saneamiento de aguas residuales, eficiencia de los servicios del territorio, así como del riesgo y la vulnerabilidad de cada la localidad, entidad o región que conforma nuestro país, es necesario regionalizar para cada caso los temas prioritarios.

Si bien dentro del enfoque de las investigaciones realizadas hay cada vez mayor presencia de disertaciones sobre las políticas públicas, aún es necesario generar vínculos y comunicación efectiva entre quienes generan el conocimiento y quienes lo tendrían que implementar en la toma de decisiones.

Entre los temas prioritarios para una agenda pública de investigación están, aunque no limitadamente:

1. Los instrumentos para garantizar agua segura para cumplir con el derecho humano al agua.
2. La gestión del riesgo de fenómenos hidrometeorológicos.
3. Formas alternativas de saneamiento para poblaciones rurales y periurbanas, inclusive dentro de las propias ciudades.

Pero también el de generar información y conocimiento a escala subnacional y local, pues en estos espacios territoriales se vive la problemática directa y los tomadores de decisiones no tienen la capacidad ni la información para gestionar acciones que minimicen las problemáticas. Es necesario fortalecerlos institucional y técnicamente para que puedan identificar soluciones que empiecen a desvincularse de “las decisiones políticas” aun con los cortos periodos de gestión gubernamental que tienen algunas autoridades, como las municipales. IWA-MÉXICO considera que entre los requisitos más importantes para enfrentar estos retos se encuentran:

- Mecanismos de financiamiento,
- Disponibilidad de recursos humanos,
- Arreglos institucionales y marcos legales apropiados.

En México se ha emprendido una reforma, o al menos, así lo plantea el PNH. Para hacerla posible se requiere de la investigación, pues un país no puede avanzar sin capacidades propias. Si la autoridad del agua, en sus tres niveles pudiera orientar, visibilizar, comunicar, cuál es la información que se requiere, sería más rápido avanzar en este trecho que falta.

El vínculo de CONAGUA con CONACYT ya es un avance, no obstante, es muy pobre la priorización que se realiza con los fondos sectoriales, cuyo enfoque es satisfacer los requerimientos de un área o de una persona. Esta selección de investigación a financiar con estos fondos debe ser más participativa, dentro de la propia institución gubernamental, de la CONAGUA, y abrirse a temas que no sean seleccionados sólo con criterios técnicos, pues hay otros que representan una debilidad para la propia institución, tal es el caso de la propia “institucionalidad del agua”, que se ha puesto en entredicho por el propio PNH.

Una autoridad fuerte requiere también contar con la información y con la cercanía hacia la sociedad, pues ésta tiene una visión de los problemas y de las soluciones, que no siempre es compartida con la CONAGUA, inclusive con las autoridades estatales y locales.

La selección de temas prioritarios de investigación tiene que pasar por el tamiz de la autoridad del agua en su conjunto, partiendo incluso de lo establecido en el PNH.

Los temas prioritarios en México son:

- Arreglos institucionales
- Gobernanza y gobernabilidad a través de la reestructuración de los Consejos de Cuenca.
- Seguridad hídrica.
- Derecho al acceso al agua y saneamiento en zonas rurales y urbanas.
- Problemas de salud asociados a la calidad del agua.
- Sostenibilidad financiera de los organismos operadores.
- Sustentabilidad en la gestión del agua.
- Determinación de vulnerabilidad y riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos.

“Ciencia es todo aquello sobre lo cual siempre cabe discusión”
José Ortega y Gasset

RETO 5. VINCULAR Y FORTALECER ESPACIOS PARA DIFUNDIR EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO GENERADO

La investigación científica y la publicación de un artículo son actividades íntimamente relacionadas. La investigación termina cuando se obtienen resultados, cuando éstos se analizan, cuando se entrega un informe o la investigación se presenta en una reunión profesional. Sin embargo, la investigación científica culmina con la publicación de un artículo en una revista científica; sólo entonces, su contribución pasa a formar parte de conocimiento científico. Así para una adecuada divulgación científica, las revistas han sido y siguen siendo el principal medio de transmisión de conocimiento que tienen los científicos e investigadores para dar a conocer sus trabajos y los resultados de sus investigaciones (RAMOS, 2006).

En la actualidad, las revistas son el instrumento más usado por la comunidad científica para dar a conocer sus trabajos. Actúan como un registro oficial y público de la ciencia, constituyen el principal vehículo para socializar la información científica y son fuentes de consumo y apropiación de información. Para el ámbito académico universitario, deben ser el elemento primordial y constitutivo de la producción y reproducción del saber con valor agregado.

Un estudio bibliométrico de la producción científica mexicana sobre ingeniería hidráulica revela que entre 1997 y 2008, el 1% de la producción científica en esta materia fue publicada en la revista *Tecnologías y Ciencias y del Agua*, lo que la convierte en el principal medio de difusión de la investigación en el país (ROJAS-SOLAY JORDÁ, 2011). Asimismo, se concluyó que dicha producción se generó principalmente en el IMTA y la UNAM.

Estudios similares tendrán que realizarse ampliando el área de conocimiento, ya que este ejercicio se enfocó solamente a la ingeniería hidráulica; sin embargo, el universo de disciplinas desde las cuales el agua puede ser estudiada es vasto. Asimismo, IWA-MÉXICO considera que es preciso incentivar a los investigadores no sólo en esta especialidad sino en las la mayoría de ellas, atendiendo a los temas prioritarios, a los que se hizo referencia en el reto anterior. Con resultados de un esbozo sobre las revistas científicas, tecnológicas y de divulgación referentes a la temática asociada al sector hídrico, que se publican a nivel nacional por diferentes instituciones, se obtuvo que al menos 47 revistas son editadas por instituciones como la UNAM, el IMTA, la UAM, el CONACYT, el IPN, y otros.

Dentro de estas revistas se encuentran aquellas que sólo se encargan de difundir y divulgar información sobre artículos científicos, mientras que otras contienen información científica y tecnológica, siendo la UNAM la institución que más revistas científicas y tecnológicas tiene, pues edita ocho de las 35 revistas presentadas (Ver Cuadro 9).

Las revistas científicas traen consigo grandes beneficios: funcionan como medio de auto-evaluación, son testimonio de la creación intelectual, son instrumento para la enseñanza científica, sirven como medio de promoción de una determinada disciplina.

De las revistas científicas más reconocidas en el sector hídrico está *Tecnologías y Ciencias del Agua*, editada por el IMTA, dirigida a los investigadores, académicos, especialistas y/o profesionales que se encuentren interesados en el análisis, la investigación y la búsqueda del conocimiento y soluciones de los problemas relacionados al sector hídrico. Dentro de sus publicaciones, de manera bimestral desde 1985, se encuentran artículos en temas de agua y energía, calidad de agua, gestión del agua, hidrología e hidráulica, principalmente.

Otro caso similar es el de la revista *Coversus*, editada por el IPN de manera bimestral, la cual se caracteriza por ser una publicación de divulgación de la ciencia y la tecnología dirigida principalmente, a la población estudiantil de nivel medio superior y a todos los jóvenes interesados en aspectos científicos, tecnológicos y sociales.

Casos particulares que necesitan mencionarse son las diversas publicaciones disponibles en el Centro Mexicano del Tercer Mundo y el Instituto Mexicano del Petróleo; el primero ofrece una recopilación de todos los textos de otros países en relación a diferentes temas como la gestión futura del agua, la gobernabilidad de los recursos hídricos, situación del agua en el mundo, el manejo integral de recursos hídricos, el derecho humano al agua, el manejo integral de cuencas hidrológicas, y otros.

El Instituto Mexicano del Petróleo es un centro de investigación dedicado al área petrolera, cuyos objetivos principales son la investigación y desarrollo tecnológico, la ingeniería y

servicios técnicos. En su portal web existe una lista de “Revistas Vigentes”, que suman un total de 263 todas en inglés y editadas por otros países, con relación a diferentes temas entre ellos incluidos algunos del sector hídrico.

En las publicaciones de los centros CONACyT se cuenta con 24 revistas editadas por instituciones como la UNAM, la UAM, el propio CONACyT, el IPN, entre otros. Dentro de estas 24 revistas se encuentran aquellas que sólo se encargan de difundir o divulgar información sobre artículos científicos, mientras que otras contienen información científica y tecnológica.

CUADRO 9. México: revistas especializadas en temas del sector hídrico

| Revista | Institución |
|---|--|
| Acta Bótanica Mexicana | Instituto de Ecología A.C. |
| Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Agro ciencia | Colegio de Postgraduados |
| Agroproductividad | Colegio de Postgraduados |
| Agua simple | IMTA |
| Atmosfera | UNAM |
| Avances en Recursos Hídricos | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana | UNAM |
| Ciencia ergo sum | UAEM |
| Ciencia UANL | UANL |
| Ciencia y Desarrollo | CONACyT |
| Ciencia y Política Ambiental | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Ciencias y Tecnologías del Agua | IMTA |
| Contactos | UAM Iztapalapa |
| Crónica Ambiental | Crónica Ambiental |
| Ecosistemas y Recursos Agropecuarios | Universidad Juárez Autónoma de Tabasco |
| Elementos | Universidad Autónoma de Puebla |
| Estudios Demográficos y Urbanos | COLMEX |
| Geofísica Internacional | UNAM |
| Gestión de Agua para la Agricultura | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Gestión y Política Pública | CIDE |
| Herreriana | Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo |

| | |
|--|---|
| Hidrobiología | UAM Iztapalapa |
| Improving Water Policy and Governance | Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua |
| Ingeniería Ecológica | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Ingeniería Investigación y Tecnología | UNAM |
| Integrated Water Resources Management in Latin America | Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua |
| Investigación ambiental Ciencia y política pública | Instituto Nacional de Ecología |
| Investigación y Ciencia | Universidad Autónoma de Aguascalientes |
| Investigaciones geográficas | UNAM |
| Revista ¿Cómo ves? | UNAM |
| Revista Conversus | IPN |
| Revista Hypatia | Gobierno del Estado de Morelos |
| Revista internacional de contaminación Ambiental | Universidad Autónoma de Tlaxcala |
| Revista Latinoamericana de Recursos Naturales | Instituto Tecnológico de Sonora |
| Revista Mexicana de Biodiversidad | UNAM |
| Revista Mexicana de Física | Sociedad Mexicana de Física /UNAM |
| Revista scientia cuba | Universidad de Guadalajara |
| Revista Chapingo serie ciencias forestales y ambientales | Universidad Autónoma de Chapingo |
| Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente | UAM Xochimilco |
| Temas de ciencia y tecnología | Universidad Tecnológica de la Mixteca |
| Terra Latinoamericana | Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo |
| Toxicología Acuática | Instituto Mexicano del Petróleo |
| Water Management for Large Cities | Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua |
| Water Quality Management: Present Situations, Challenges and Future Perspectives | Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua |
| Water Resources and Decision-Making Systems | Centro del Tercer Mundo para Manejo de Agua |
| Water Resources Research | Instituto Mexicano del Petróleo |

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida del sitio electrónico de cada Institución.

*“El fin de la ciencia especulativa es la verdad,
y el fin de la ciencia práctica es la acción”
Aristóteles*

RETO 6. FOMENTAR Y VINCULAR REDES DE INVESTIGACIÓN

En México, como en otros países, los investigadores, expertos y estudiosos del agua han conformado distintas redes temáticas que de alguna forma se relacionan con estudios del agua, desde distintas disciplinas, perspectivas e incluso desde distintos ámbitos territoriales.

Las redes de investigación están enfocadas a promover, apoyar, difundir, articular y consolidar esfuerzos en el desarrollo de la ciencia en temas estratégicos que respondan a problemas (científicos, tecnológicos y sociales) y procuren la vinculación entre la academia, el gobierno y la sociedad.

En México se identificaron alrededor de 30 redes, academias y centros, que conjuntan y ofrecen espacios académicos para compartir y discutir información, investigaciones recientes, concluidas o en proceso de elaboración sobre el tema de interés (Ver Apéndice 4). Dichas redes involucran a actores interesados en desarrollar un determinado objeto de investigación y algunas de ellas van más allá del establecimiento de una interconexión temática de investigadores sobre un tópico en particular, ya que pueden constituir una estrategia multidisciplinaria y un mecanismo de apoyo inter y transdisciplinario en el avance de la investigación para el sector hídrico.

Las diversas disciplinas son fundamentales para entender la problemática del agua en la región y coadyuvar a las políticas públicas en la materia con un involucramiento de los actores sociales.

La existencia de redes de investigación sobre el agua, demuestra que es de vital importancia sentar las bases que permitan enfrentar los retos presentes y futuros en el tema de la seguridad hídrica y, para lograrlo, la plataforma idónea es la labor científica a través de la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de agua. A mayor detalle, estas redes pueden clasificarse de acuerdo al tema principal y a la región que estudian.

Algunas de estas redes son:

CUADRO 10. Redes y asociaciones de investigadores.

| | |
|---|---|
| Academia Mexicana de Ciencias Academia Nacional de Ciencias Ambientales, A.C. (ANCA). | Movimiento Mexicano de Afectados por las Presas y en Defensa de los Ríos (MAPDER). |
| Academia de Ingeniería. | Red, Aprendizaje, Intercambio, Sistematización, Experiencias, Sustentabilidad (RAISES). |
| Academia Nacional de Educación Ambiental (ANEA). | Red de Comunicación Ambiental de América Latina y el Caribe. |
| Asociación Mexicana de Hidráulica. | Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (REDESMA). |
| Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, A. C. | Red de Investigadores del agua en cuencas del Norte de México (RECUNOR). |
| Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). | Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. |
| Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A. C. (CICEANA). | Red Mexicana Para la Restauración Ambiental. |
| Centro Mexicano de Derecho Ambiental. | Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas. |
| Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA). | Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad |
| Centro Virtual de Información del Agua. | Red de Investigadores Sociales Sobre Agua (RED-ISSA) |
| Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua (COMDA). | La Red del Agua UNAM (RAUNAM) |
| Consejo Nacional Consultivo Científico y Técnico de Arrecifes Coralinos. CONANP SEMARNAT. | Red latinoamericana de desarrollo de capacidades para la gestión integrada del agua. |
| Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios, para el Desarrollo Sustentable (COMPLEXUS). | Red Lerma-México |
| Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental. A. C. (FCEA). | Red Fronteriza de Salud y Ambiente. |
| Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentable (IDEADS). | Red Temática de Agua CONACYT (RETAC). |
| Instituto de Derecho y Economía Ambiental (IDEA). | Red de Docencia Ambiental- REDAM. |

Fuente: Portales Oficiales de CONAcYt, ANCA, ANEA.

La **RED DE INVESTIGADORES SOCIALES SOBRE EL AGUA** (RED- ISSA) conjunta desde 1996 el esfuerzo de múltiples investigadores de las ciencias sociales y otras disciplinas, que se reúnen a compartir y debatir sus avances y perspectivas de investigación. Cuenta con miembros de gran parte de las instituciones académicas y de investigación de México, otros países de América y Europa; convocados, todos ellos, por la investigación con perspectiva social vinculada con los diversos temas del agua.

La **RED DE INVESTIGADORES SOBRE AGUA** (RISAF), creada en el 2003 constituye un esfuerzo en construcción para conocer el estado de la investigación sobre el tema del agua en la frontera entre México y sus vecinos del sur, Guatemala y Belice, con la finalidad de articular esfuerzos dispersos y de construir proyectos de investigación binacionales o trinacionales, tomando en cuenta que entre los tres países mencionados se encuentran seis cuencas transfronterizas caracterizadas por poca o nula colaboración internacional en materia de aguas compartidas. Y actualmente se integra por más de 115 integrantes ubicados en 10 países.

La **RED TEMÁTICA DE AGUA CONACYT** (RETAC) es una red que ofrece una amplia gama de información, resultado de diferentes investigaciones, memorias de eventos en los que se ha tenido participación, un foro de discusión para debatir temas de interés, un directorio de los diferentes investigadores que pertenecen a la Red, las noticias de nuevos congresos a celebrar, publicaciones y otros más temas relacionados con el área.

La **RED DEL AGUA UNAM** (RAUNAM) es una red de conocimiento que se consolida como un mecanismo de participación, a través de equipos interdisciplinarios para la generación y difusión del conocimiento, desarrollo de capacidades y la ejecución de proyectos que contribuyan con la solución de los problemas que enfrenta México en el tema del agua.

El **CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN RELACIÓN AGUA, SUELO, PLANTA, ATMÓSFERA** (CENID RASPA) está dedicado a generar y adaptar conocimientos y tecnologías de vanguardia que contribuyan al manejo sustentable de los recursos agua, suelo y vegetación en el gradiente de una cuenca hidrológica. Cuenta con una plantilla de 20 investigadores, que pertenecen a los Niveles I y II del SNI. En mayoría de los planteamientos de la investigación, el elemento central de estudio es el agua y busca que las alternativas de solución se apliquen métodos de aproximación que permitan la extrapolación de los resultados generados a zonas, ecosistemas o condiciones agroecológicas similares de otras regiones del país.

RED LERMA-MÉXICO. Red interinstitucional e interdisciplinaria de la investigación, consulta y coordinación, para la recuperación de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

RED DE DOCENCIA AMBIENTAL (REDAM). Es un grupo de profesores e investigadores con asignaturas vinculadas a temas, problemas, tecnologías y propuestas ambientales. Su objetivo es establecer una red de personas que trabajen con dichos temas, discutan e intercambien ideas al respecto, divulguen sus resultados y compartan recursos informativos para mejorar la práctica docente.

Se observa que la temática de las redes responde a particularidades regionales o nacionales, y su presencia y generación de conocimiento tendrá que incidir de manera permanente en la toma de decisiones y diseño y evaluación de políticas públicas del sector hídrico. Las redes no son excluyentes, por lo que los actores del medio académico podrían formar parte de una o varias de ellas.

En el ámbito regional latinoamericano, la Red Latinoamericana de Centros de Conocimiento de Gestión de Recursos Hídricos (RALCEA) colabora en la promoción del desarrollo de políticas públicas basadas en conocimiento científico-técnico, y el fomento de capacidades en el sector del agua a través del establecimiento de una red de Centros de Excelencia. Su objetivo es la mejora de la gobernabilidad y de la gestión del agua, mediante el desarrollo de capacidades a nivel técnico y apoyo científico a los tomadores de decisiones. Cabe señalar que en 2011, el IMTA fue designado por la Comisión Europea para el Desarrollo y la Cooperación como punto focal en México para la RALCEA.

Por otra parte, WATERLAT-GOBACIT es una red de docencia, investigación e intervención inter- y transdisciplinaria interesada en el tema de la política y la gestión del agua, y de los servicios basados en el uso de la misma. La red tiene presencia en América Latina y el Caribe, pero su enfoque es de carácter global; articula las dimensiones cultural, ecológica, económico -financiera, de salud, de gestión y operación, institucional y de políticas públicas, y política de las cuestiones relacionadas con el agua. Es integrada por más de 300 miembros, de los cuales aproximadamente un tercio son estudiantes, principalmente de doctorado y maestría, y aglomera tanto a docentes, investigadores y estudiantes como a expertos en temas de agua basados en instituciones de gobierno, empresas públicas, Organizaciones No Gubernamentales, representantes de movimientos sociales, grupos de usuarios de agua, organizaciones sindicales y otros actores sociales relevantes.

Para IWA-MÉXICO, la creación y conformación de redes es una de las acciones indiscutibles e impostergables, el impulso y vinculación de dichos espacios permiten, entre otras:

- Participar en la identificación y priorización de los temas de investigación y transferencia de tecnología del sector hídrico.
- Diseñar estrategias para brindar la atención de necesidades y demandas en las áreas prioritarias, con el fin de generar conocimientos e innovaciones tecnológicas de alto impacto.
- Apoyar la elaboración de planes y programas nacionales de investigación e innovación tecnológica.
- Elaborar, gestionar y operar proyectos transdisciplinarios e interinstitucionales de investigación y transferencia de tecnología en respuesta a las problemáticas y demandas.

CAPÍTULO 3. IWA- MÉXICO: PLATAFORMA PARA IMPULSAR EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL SECTOR HÍDRICO

El Capítulo México de la IWA se crea como una asociación sin fines de lucro en marzo del 2011, con el objetivo de impulsar el diálogo entre las diversas disciplinas de la ciencia, la tecnología, así como la experiencia práctica, para administrar integrada y sustentablemente el agua en beneficio de todos. La participación de sus miembros resulta en las directrices de contenido de las próximas investigaciones, trabajos y publicaciones del sector.

IWA-MÉXICO se crea con un carácter científico, tecnológico y profesional, que promueve el uso de diversas disciplinas de la ciencia y la tecnología para administrar de forma integrada y sustentable el agua. Se encomienda participar en la definición y solución de problemas locales, nacionales, regionales e internacionales relacionados con el agua y su manejo, además de favorecer la comunicación entre los diversos sectores que conforman el sector agua; promueve la cooperación y trabajo profesional organizado entre los sectores académicos, consultores y compañías, organismos operadores, así como promover la importancia de administrar el agua haciendo uso de la ciencia y la tecnología al igual que de las mejores prácticas profesionales.

JÓVENES PROFESIONALES DEL AGUA EN MÉXICO

Para IWA-MÉXICO es incuestionable la necesidad de brindar oportunidades a los jóvenes científicos para hacer investigación y desarrollo tecnológico; sin embargo, ello demanda de manera sistemática cada vez mayores recursos, especialmente para los jóvenes, pues son ellos quienes poseen nuevos talentos, visiones, capacidades y habilidades, que tendrán que fortalecerse y orientarse, de acuerdo a las necesidades que requiere la gestión del agua en un contexto de variabilidad climática en el país.

De acuerdo al PNH 2013-2018, no existe un sistema de formación profesional que impulse a los jóvenes del sector. Actualmente es modesto el número de expertos que dan fe de la delicada situación por la que atraviesa el sector; aunado a esto, se tiene una reducida captación de nuevos talentos para realizar una carrera dentro del sector hídrico (CONAGUA; 2013). Es común encontrar vacíos de capital humano profesional, técnico y científico en los puestos directivos y operativos, así como en las áreas de toma de decisión del sector hídrico. Es por ello, que IWA-MÉXICO ve un enorme potencial para aportar en este rubro.

Gran parte de los miembros de IWA-MÉXICO son jóvenes, por esta razón, el impulso de la comunidad Jóvenes Profesionales del Agua, no mayores de 35 años, se da con el objetivo de hacer frente a estos vacíos de capital humano. Apoyarlos y alentarlos pretende en última instancia generar vínculos entre nuevos científicos, estudiantes, expertos y profesionales del sector hídrico.

Retomando la información presentada en los retos 2 y 3, se percibe un universo de jóvenes investigadores y estudiantes, con potencial de formar parte de esta comunidad IWA-MÉXICO apoya y alienta a los Jóvenes Profesionales del Agua a participar y organizar eventos locales y nacionales, ambos proporcionan una plataforma multidisciplinaria para el debate de los diversos temas del agua y facilitar el desarrollo de capacidades.

CONSEJO CIENTÍFICO DE SEGURIDAD HÍDRICA: UNA PROPUESTA DESDE IWA MÉXICO

Recientemente, los devastadores efectos que el huracán Odile trajo a Baja California Sur, la contaminación del río San Pedro en Sonora, la contaminación del Río Balsas en Guerrero y el Río Santiago en Jalisco, permiten observar que pese a contar con mecanismos institucionales para atender este tipo de contingencias, los protocolos adoptados tendrían que ser evaluados y emprender acciones de prevención permanente.

Para el año 2050, el 70% de la población mundial vivirá en las ciudades y ante escenarios de cambio climático, las ciudades se verán obligadas a rediseñar estos espacios urbanos para que se adapten a las nuevas condiciones ambientales. Eso tendrá un impacto en los ecosistemas y por ende, en la disponibilidad de recurso hídrico. El panorama que se vislumbra es un aumento en la frecuencia y duración de las sequías, incremento de la demanda de agua para la agricultura y para el consumo de una población creciente, entre otros.

Dicha situación pone en riesgo los avances alcanzados en las últimas décadas en la cobertura de agua potable y saneamiento adecuado; estos y otros efectos hidrometeorológicos son una preocupación creciente. Bajo este contexto es necesario ampliar y reforzar las perspectivas sobre todo la protección, gestión y aprovechamiento racional del recurso hídrico. Por ello la seguridad hídrica cobra una mayor relevancia e importancia, debido a que es forzoso proteger a la población, sus bienes y los sistemas productivos contra los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos.

Bajo este panorama, y con base en lo establecido en el PNH 2013-2018 es necesario identificar las acciones prioritarias para afrontar los retos que plantean el cambio climático y los fenómenos hidrometeorológicos asociados. Por ello, IWA-MÉXICO propone la iniciativa de crear un Consejo Científico de Seguridad Hídrica, como un órgano consultor para la autoridad del agua, que sea integrado por expertos reconocidos, con amplia trayectoria y de distintas disciplinas. Este Consejo buscará incidir en la toma de decisiones, en las políticas públicas y acciones que se diseñen para contrarrestar la situación ya expresada. Con el objetivo de fomentar la colaboración entre organizaciones

y profesionales, fortalecer las capacidades de actuación en materia hídrica y todo lo relacionado con ésta.

La finalidad de esta iniciativa es contribuir a la generación de acciones mediante el intercambio de ideas y posturas, promoviendo asociaciones y/o alianzas proactivas entre los científicos y los organismos, en diferentes vías tales como: la contaminación, la vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos, las sequías y todos los impactos que está generando el cambio climático.

La integración de este Consejo generará un enfoque integrado sobre la gestión de los recursos hídricos, para ello se requiere expandir más que reducir las visiones y los enfoques, para avanzar de manera conjunta en una sola línea. Se necesita entonces generar investigación multidisciplinaria que evalúe la vulnerabilidad presente y futura. Dicho Consejo generará una serie de mecanismos de cooperación que faciliten la puesta en valor de conocimientos, buenas prácticas y experiencias con las autoridades del agua que están dirigidas a mejorar las capacidades de gestión en materia de agua y saneamiento entre municipios, empresas abastecedoras y entidades sociales.

El Consejo será un órgano consultivo formado por expertos calificados y reconocidos en diferentes ámbitos en materia de investigación, que cuenten con un amplio reconocimiento y trayectoria. Sus funciones serán acompañar y orientar en materia de gestión de agua y saneamiento en el desarrollo de los diferentes proyectos, asesorar en la selección del grupo de expertos y colaborar en la difusión del proyecto.

Su objetivo es fomentar el intercambio y colaboración entre organizaciones, profesionales y las autoridades del sector hídrico, para contribuir a fortalecer las capacidades de acción en materia hídrica.

Sus funciones serán:

- Emitir propuestas en temas acordes a la seguridad hídrica de alguna localidad, región, e incluso a nivel nacional.
- Generar investigación multidisciplinaria que evaluará la vulnerabilidad presente y futura.
- Actuar en comisiones específicas en carácter de asesor, en función de las diferentes líneas de investigación que se lleven a cabo.
- Asistir a las reuniones del Consejo Directivo con voz pero sin voto, con el fin de cumplir el asesoramiento que se les puede encomendar.
- Es así, que el Consejo Científico de Seguridad Hídrica será un medio para sustentar y legitimar la toma de decisiones, a partir de las propuestas de científicos y expertos en la materia.

“La ciencia es la expresión de una necesidad inherente al ser humano y, en todo caso, está ligada a la función superior de su naturaleza inteligente: la capacidad de crear”
René Gerónimo Favaloro

A MANERA DE CONCLUSIÓN

La diversidad de la problemática hídrica en el país requiere de profesionales altamente flexibles, con enfoques multidisciplinarios y con oportunidades para compartir sus conocimientos e investigación, así como espacios para divulgarlas y que éstas sean aprovechadas en la toma de decisiones del sector hídrico.

El IMTA ocupa actualmente la vicepresidencia del Programa Hidrológico Internacional (PHI); por primera vez, una autoridad gubernamental encabezada por el Dr. David Korenfeld ocupa la Presidencia. Estas acciones decididas de la institución del agua por encabezar un programa científico pueden ser detonantes a favor de un cambio en el status presentado.

La generación de información y conocimiento sobre los recursos hídricos es un pilar fundamental de la IWA-MÉXICO, por medio del cual busca impulsar el desarrollo científico y tecnológico del sector en el país. Se presenta como una plataforma para establecer un puente entre investigadores y tomadores de decisiones. Es una oportunidad para conjuntar esfuerzos en dirección de establecer la seguridad hídrica en el país. Esta no se puede lograr sin una base científica nacional. No es acertado afirmar que el conocimiento ya está generado y que solo es necesario traerlo al país; Esta visión es muy restringida. Lo que se requiere es crear las capacidades nacionales, y esto debe ser reconocido por la autoridad del agua, específicamente por aquellas áreas que más lo requieren, como es la planeación.

La propuesta de IWA-MÉXICO es vincular la administración con el conocimiento, pero esto no se consigue si no existe la voluntad de realizarlo. La presidencia del PHI en México puede facilitar este proceso vinculatorio y de trabajo conjunto.

En este camino, lo primero que tendría que hacerse es identificar las áreas estratégicas y prioritarias de investigación que visualiza la autoridad del agua y la que ubican los investigadores. ¿Son las mismas? Y si no, ¿cómo se pueden conjuntar visiones? Esto sería ya un gran paso, si se logra un acercamiento.

Muy probablemente lo que es prioridad para la autoridad nacional del agua no lo sea para la estatal o la local. Por eso, una plataforma de diálogo científico puede contribuir a identificar en varios niveles las prioridades, no sólo desde el punto de vista científico, sino del requerimiento para soluciones a problemas urgentes y cotidianos, que también requieren de cierta información actualizada.

IWA-MÉXICO pretende representar esta plataforma de diálogo entre los que generan información, conocimiento, desarrollo tecnológico par, y ponerla al servicio efectivo de las necesidades del país.

Este Consejo Directivo apuesta decididamente por impulsar el vínculo entre gestión y conocimiento, coadyuvar a fortalecer las instituciones de educación superior y nacionales, conjuntando aquellos estudios y propuestas que identifiquen los vacíos y debilidades que como país tenemos en cuanto a la investigación.

FUENTES CONSULTADAS

- AMH (2010). *Memorias del XXI Congreso Nacional de Hidráulica 2010*. Guadalajara, Jalisco, Asociación Mexicana de Hidráulica.
- CABRERO MENDOZA, ENRIQUE, SERGIO LÓPEZ-AYLLÓN, DIEGO VALADEZ (2006), *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*. Eds. UNAM, CIDE. México.
- CONAGUA (2014). *Programa Nacional Hídrico 2013-2018*, México.
- CONAGUA (2013). *Estadísticas del Agua en México*, México.
- CONAGUA,IMTA y SEMARNAT(2012), *Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua Horizonte 2030*, México.
- CONACYT, (2011) “Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”, México.
- CONACYT (2010) Indicadores de actividad científica y tecnológica, México.
- FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (2012). *Programa Especial de Ciencia y Tecnología en Materia de Agua*, Libro Básico de Líneas prioritarias de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en materia de agua en México, México.
- ALBORNOZ, MARIO (2010). *El estado de la ciencia*, Argentina, Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- GÓMEZ UGALDE, LUISET AL,(2006), “Necesidades de Investigación desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en apoyo a la gestión integrada de recursos hídricos”, Instituto Nacional de Ecología, pp. 1-10.
- UNESCO(2006), 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo “El agua, una responsabilidad compartida”, Informe, París.
- OSWALD SPRING, ÚRSULA (COORD., 2011). *Retos de la investigación del agua en México*. Cuernavaca, CRIM-UNAM, RETAC-CONACYT.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018*, México.
- REYES YOLANDA, ET AL(2011). *Investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el cuidado y reusó del agua*, Noviembre, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
- ROJAS- SOLAJ.I., JORDÁ- ALBIÑANA B. (2011), “Análisis Bibliométrico de la producción científica mexicana sobre ingeniería hidráulica en revistas de la base de datos Science Citarion Index-Expanded (1997-2008)”, *Tecnología y ciencias del Agua*, Vol. II, Núm 4,pp. 195- 213.

- SÁNCHEZ, JOSÉ (1996), *Manual de referencias sobre tecnologías apropiadas*, Lima, Perú, Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales.
- RAMOS CASTILLO, JOSÉ RAÚL (2006). “Revistas científicas estudiantiles: rol e importancia de su difusión electrónica”, CIMEL 2006 VOL. 11 N° 2

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- AGUA SIMPLE, (<http://www.aguasimple.org.mx/index.php>).
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, (<http://www.ANUIES.mx/>).
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, (<http://www.cinvestav.mx/>).
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, (<http://www.CONAGUA.gob.mx/>).
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, (<http://www.CONACyT.mx/>).
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, (<http://www.imp.mx/>).
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, (<http://www.IPN.mx/educacionsuperior/>).
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA, (2014 (<http://www.itson.mx/>)).
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO, (<http://www.azc.UAM.mx/>).
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA IZTAPALAPA, (<http://www.izt.UAM.mx/>).
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA XOCHIMILCO, (<http://www.xoc.UAM.mx/>).
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, (<http://www.uaemex.mx>).
- UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, (<http://www.udg.mx/>).
- UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, (<http://www.ugto.mx/>).
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, (<http://www.UNAM.mx/pagina/>).
- INSTITUTO MEXICANO TECNOLÓGICO DEL AGUA, (<https://www.IMTA.gob.mx>).
- ÓRGANO DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, A.C., (<http://www.chapingo.mx/terra/>).
- REVISTA CONVERSUS, Página Oficial del Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (<http://www.cedicyt.IPN.mx/RevConversus>).
- SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO, (<http://www.hacienda.gob.mx/>).
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, (<http://www.semarnat.gob.mx/>).

PLANES DE ESTUDIOS DE LICENCIATURA CON ENFOQUE
ESPECÍFICO A LA TEMÁTICA HÍDRICA

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|---|--|---------|
| Inst. Politécnico Nacional | Ingeniería Ambiental | Zac. |
| Inst. Politécnico Nacional | Ingeniería Civil | DF |
| Inst. Politécnico Nacional | Ingeniería en Sistemas Ambientales | DF. |
| Inst. Politécnico Nacional | Ingeniería y Desarrollo Sustentable | Tam. |
| Inst. Tecnológico de Celaya | Ingeniería Ambiental | Gto. |
| Inst. Tecnológico de Culiacán | Ingeniería Ambiental | Sin. |
| Inst. Tecnológico de Nuevo León | Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad | NL |
| Inst. Tecnológico Sup. de San Martín Texmelucan | Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad | Pue. |
| Inst. Tecnológico Superior de Irapuato | Ingeniería Ambiental | Gto. |
| Inst. Tecnológico y de Estudios Sup. de Mty. | Ingeniería Civil | NL. |
| Inst. Tecnológico y de Estudios Sup. de Mty. | Ingeniería en Desarrollo Sustentable | Gto. |
| Instituto Tecnológico de Durango | Ingeniería Civil | Dgo. |
| Instituto Tecnológico de Matamoros | Ingeniería Civil | Tam. |
| Instituto Tecnológico de Sonora | Ingeniería Civil | Son. |
| Instituto Tecnológico de Tepic | Ingeniería Civil | Nay. |
| Universidad del Noreste-Tampico | Ingeniería Ambiental | Tam. |
| Universidad Autónoma de Tamaulipas | Ingeniería Ambiental y Seguridad | Tam. |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería Ambiental | DF |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería Hidrológica | DF |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería en Recursos Hídricos | DF |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ingeniería Hidrológica | DF |
| Universidad Autónoma de Aguascalientes | Ciencias Ambientales | Ags. |
| Universidad Autónoma de Aguascalientes | Ingeniería Civil | Ags. |
| Universidad Autónoma de Baja California | Ingeniería Civil | BC |
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Agua | BCS |
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniero en Ecología | Chih. |
| Universidad Autónoma de Ciudad Juárez | Ingeniería Ambiental | Chih. |
| Universidad Autónoma de Guerrero | Agroecología | Gro. |
| Universidad Autónoma de Guerrero | Ciencias Ambientales | Gro. |
| Universidad Autónoma de la Ciudad de México | Ciencias ambientales y Cambio climático | DF |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería Civil | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería en manejo de recursos naturales | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería Geólogo ambiental | NL |
| Universidad Autónoma de Puebla | Ingeniería Civil | Pue. |

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|--|--|------------------|
| Universidad Autónoma de Querétaro | Geografía Ambiental | Qro. |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ingeniería Ambiental | SLP |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ingeniería Civil | SLP. |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Comercialización Agrop. con acentuación en suelos y agua | Sin. |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ingeniería Civil | Sin. |
| Universidad Autónoma de Tamaulipas | Ingeniería Civil | Tam. |
| Universidad Autónoma de Tlaxcala | Ciencias Ambientales | Tlax. |
| Universidad Autónoma de Yucatán | Ingeniería Civil | Yuc. |
| Universidad Autónoma de Zacatecas | Ciencias Ambientales | Zac. |
| Universidad Autónoma del Carmen | Ingeniería en Energía | Camp. |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Ingeniería en Geología Ambiental | Hgo. |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ciencias Ambientales | Méx. |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ingeniería Civil | Méx. |
| Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Ciencias Ambientales | Mor. |
| Universidad Autónoma Indígena de México | Ingeniería en Desarrollo Sustentable | Sin. |
| Universidad Autónoma de Ciudad Juárez | Ingeniería Ambiental | Chih. |
| Universidad Católica de Culiacán | Ingeniería en Desarrollo Sustentable | Sin. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Biología Marina y Manejo de Cuencas | Chiap. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Ingeniería Ambiental | Chiap. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Ingeniería en Ecología | Chiap. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Ingeniería en Seguridad Industrial y Ecología | Chiap. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Ingeniería Topográfica e Hidrología | Chiap. |
| Universidad de Guadalajara | Ingeniería Civil | Jal. |
| Universidad de Guanajuato | Gestión y Economía Ambiental | Gto. |
| Universidad de Guanajuato | Ingeniería Ambiental | Gto. |
| Universidad de Guanajuato | Ingeniería Civil | Gto. |
| Universidad de Guanajuato | Ingeniería Hidráulica | Gto. |
| Universidad de la Sierra Juárez | Ciencias Ambientales | Oax. |
| Universidad de las Américas Puebla | Ingeniería Ambiental | Pue. |
| Universidad de Occidente | Ingeniería Ambiental | Sin. |
| Universidad de Quintana Roo | Ingeniera Ambiental | QR |
| Universidad de Quintana Roo | Manejo de Recursos Naturales | QR |
| Universidad de Saltillo | Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial | Coah. |
| Universidad de Sonora | Geología | Son. |
| Universidad del Mar | Ingeniería Ambiental | Oax. |
| Universidad del Valle de México | Ingeniería Ambiental | Tam. |
| Universidad del Valle de México | Ingeniería en Energía y Des. Sustentable | DF, Yuc. Ver. |
| Universidad Iberoamericana | Ingeniería Civil | DF |
| Universidad Iberoamericana de Puebla | Ciencias Amb. y Desarrollo Sustentable | Pue. |
| Universidad Jesuita de Guadalajara | Ingeniería Ambiental | Jal. |

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|--|--|---------|
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco | Ingeniería Civil | Tab. |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Ecología | Dgo. |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Ingeniería en biología | Dgo. |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Ingeniería en manejo ambiental | Dgo. |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | Ingeniería en manejo ambiental de recursos naturales | Dgo. |
| Universidad La Salle | Ingeniería Ambiental | DF. |
| Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo | Ingeniería Civil | Hgo. |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ciencias Ambientales | Mich. |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ciencias de la Tierra | Qro. |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ingeniería Civil | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Manejo Sustentable de Zonas Costeras | Yuc. |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Urbanismo | DF |
| Universidad Popular Autónoma del Est. | Ingeniería Ambiental | Pue. |
| Universidad Tecnológica de México- UNITEC | Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad | Pue. |
| Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl | Ingeniería en Química Ambiental | Méx. |
| Universidad Tecnológica del Valle de Toluca | Ingeniería en Tecnología ambiental | Méx. |
| Universidad Veracruzana | Ingeniería Ambiental | Ver. |
| Universidad Veracruzana | Ingeniería Civil | Ver. |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades autónomas de los estados y de los Institutos tecnológicos.

PLANES DE ESTUDIOS DE MAESTRÍA Y ESPECIALIDAD
CON ENFOQUE ESPECÍFICO A LA TEMÁTICA HÍDRICA

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|--|--|----------|
| Benemérita Univ. Autónoma de Puebla | Ciencias Ambientales | Pue. |
| Benemérita Univ. Autónoma de Puebla | Manejo Sostenible de Agroecosistemas | Pue. |
| Centro de Inv. Científica y de Educ. Sup. de Ens. | Administración Integral del Ambiente | Yuc. |
| Centro de Inv. Científica y de Educ. Sup. de Ens. | Ciencias de la Tierra | BC |
| Centro de Inv. de Yucatán | Ciencias del Agua | QR |
| Centro de Inv. y de Estudios Avanzados del IPN | Ciencias- Especialidad de Sustentabilidad de los Rec. Nat. y Energía | Coah. |
| Centro de Inv. Biológicas del Noroeste S.C. | Cienc. en Uso, Manejo y Preserv. de los Rec. Nat. | BSC |
| Centro de Inv. en Materiales Avanzados, S.C. | Ciencia y Tecnología Ambiental | CH. MTY. |
| Centro de Inv. y Asistencia en Tecnología y Diseño | Ciencia y Tecnología Ambiental | Jal. |
| Centro de IyD Tecnológico en Electroquímica | Ingeniería Ambiental | Qro. |
| Colegio de Postgraduados | Hidrociencias | Ver. |
| Colegio de Postgraduados | Innovación en Manejo de Recursos Naturales | SLP |
| El Colegio de la Frontera Norte, A.C. | Gestión Integral del Agua | NL |
| El Colegio de la Frontera Sur | Ecología Internacional | Chia. |
| El Colegio de México A.C. | Estudios Urbanos | DF |
| El Colegio de San Luis A.C. | Gestión Sustentable del Agua | SLP |
| El Colegio de Veracruz | Desarrollo Regional Sustentable | Ver. |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Gestión Integral de Ciencias y Acuiferos | Mor. |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Hidrometeorología y Meteorología Operativa | Mor. |
| Inst. Mexicano del Petróleo | Seguridad y Medio Ambiente | DF |
| Inst. Potosino de Inv. Científica y Tecnológica | Ciencias Ambientales | SLP |
| Instituto Tecnológico de Torreón | Ciencias en Irrigación | Coah. |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ciencias e Ingeniería Ambientales | DF |
| Universidad Autónoma Chapingo | Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua | Méx. |
| Universidad Autónoma de Baja California | Ciencias en manejo de ecosistemas de zonas áridas | BC |
| Universidad Autónoma de Baja California | Gestión Ambiental | BC |
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Economía del Medio Ambiente y Rec. Nat. | BCS |
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales | BCS |
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniería en Hidráulica subterránea | Chih. |
| Universidad Autónoma de Ciudad Juárez | Ingeniería Ambiental | Chih. |
| Universidad Autónoma de Guadalajara | Energía Renovable | Jal. |
| Universidad Autónoma de Guadalajara | Hidráulica | Jal. |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias con Orientación en Ingeniería Ambiental | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería con Orientación en Hidrología Subterránea | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ingeniería con Orientación en Ingeniería Ambiental | NL |
| Universidad Autónoma de Querétaro | en Ciencias (Hidrología Ambiental) | Qro. |

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|---|---|---------|
| Universidad Autónoma de Querétaro | Gestión Integrada de cuencas | Qro. |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ciencias Ambientales | SLP |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Hidrosistemas | SLP |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ciencias en Recursos acuáticos | Sin. |
| Universidad Autónoma de Tlaxcala | Ciencias Ambientales | Tlax. |
| Universidad Autónoma de Tlaxcala | Ciencias en Sistemas del Ambientales, | Tlax. |
| Universidad Autónoma de Yucatán | Ciencias Agropecuarias y Manejo de Rec. Nat. Tropicales | Yuc. |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Ciencias en Biodiversidad y conservación | Hgo. |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ciencias del Agua | Méx. |
| Universidad Autónoma del Estado de Morelos | Manejo de Recursos Naturales | Mor. |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Enseñanza de las Ciencias Naturales | Chiap. |
| Universidad de Colima | Ciencias del ambiente, gestión y sustentabilidad | Col. |
| Universidad de Guadalajara | Ciencias en Ingeniería del Agua y la Energía | Jal. |
| Universidad de Guanajuato | Ciencias del Agua | Gto. |
| Universidad de las Américas Puebla | Biotecnología | Pue. |
| Universidad de Sonora | Ciencias Agropecuarias | Son. |
| Universidad de Sonora | Geología | Son. |
| Universidad de Sonora | Sustentabilidad | Son. |
| Universidad Iberoamericana | Ingeniería Ambiental | Coah. |
| Universidad Iberoamericana de Puebla | Estudios en Cambio Climático | Pue. |
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco | Ingeniería Hidráulica | Tab. |
| Universidad Juárez del Estado de Durango | En Conservación y Manejo de Rec. Nat. y Medio Ambiente | Dgo. |
| Universidad Michoacana de San Nicolás de Hgo. | Ingeniería Ambiental | Hgo. |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ciencias de la Tierra | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Gob. y Asuntos Púb.- L. de Inv. En Med. Amb. | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Hidráulica Urbana | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ingeniería Civil | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Manejo de Cuencas | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Urbanismo | DF |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades autónomas de los estados y de los Institutos tecnológicos.

PLANES DE ESTUDIOS DE MAESTRÍA Y ESPECIALIDAD
CON ENFOQUE ESPECÍFICO A LA TEMÁTICA HÍDRICA

| INSTITUCIÓN O DEPENDENCIA | PLAN DE ESTUDIOS | ENTIDAD |
|--|---|---------|
| Universidad Autónoma de Baja California | Medio ambiente y desarrollo | BC |
| Centro de Inv. Biológicas del Noroeste S.C. | Cienc. en Uso, Manejo y Preserv. de los Rec. Nat. | BCS |
| Universidad Autónoma de Baja California Sur | Economía del Medio Ambiente y Rec. Nat. | BCS |
| Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas | Doc. en Ciencias en Desarrollo Sustentable | Chiap. |
| Universidad Autónoma de Chihuahua | Ingeniería en Hidráulica subterránea | Chih. |
| El Colegio de México A.C. | Estudios Urbanos y Ambientales | DF |
| Universidad Autónoma Metropolitana | Ciencias e Ingeniería | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ciencias Pol. y Sociales - L. de Inv. en M. Amb. | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Ingeniería Civil | DF |
| Universidad Nacional Autónoma de México | Urbanismo | DF |
| Universidad Autónoma de Guerrero | Ciencias Ambientales | Gro. |
| Universidad de Guanajuato | Ciencia y Tecnología del Agua | Gto. |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Ciencias en Biodiversidad y conservación | Hgo. |
| Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Ciencias Ambientales | Hgo. |
| Centro de Inv. y Asistencia en Tecnología y Diseño | Ciencia y Tecnología Ambiental | Jal. |
| Universidad de Guadalajara | Ciencias y Tecnología del Agua | Jal. |
| Colegio de Postgraduados | Hidrociencias | Méx. |
| Universidad Autónoma Chapingo | Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua | Méx. |
| Universidad Autónoma del Estado de México | Ciencias del Agua | Méx. |
| Inst. Mexicano de Tecnología del Agua | Ciencias y Tecnología del Agua | Mor. |
| Centro de Inv. en Materiales Avanzados, S.C. | Ciencia y Tecnología Ambiental | Mty. |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias con orientación en manejo de recursos naturales | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias Sociales con Orientación en Desarrollo Sustentable | NL |
| Universidad Autónoma de Nuevo León | Ciencias con Orientación en Procesos Sustentables | NL |
| Benemérita Univ. Autónoma de Puebla | Ciencias Ambientales | Pue. |
| Universidad de las Américas Puebla | Ciencias del Agua | Pue. |
| Universidad Iberoamericana de Puebla | Desarrollo, Medio Ambiente y Territorio | Pue. |
| Universidad Iberoamericana de Puebla | Desarrollo, Medio Ambiente y Territorio | Pue. |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ciencias en recursos acuáticos | Sin. |
| Universidad Autónoma de Sinaloa | Ciencias agropecuarias | Sin. |
| Universidad Autónoma de San Luis Potosí | Ciencias Ambientales | SLP |
| Universidad Autónoma de Tlaxcala | Ciencias Ambientales | Tlax. |
| El Colegio de Veracruz | Desarrollo Regional Sustentable | Ver. |
| Universidad Autónoma de Yucatán | Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos Naturales | Yuc. |

Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Estudios Superiores; Sitios Oficiales de las Universidades autónomas de los estados y de los Institutos tecnológicos.

El libro Retos para el Desarrollo Científico y Tecnológico del Sector Hídrico en México. Una Aproximación a la Problemática del Conocimiento del Agua en el País se terminó de imprimir en el mes de octubre de 2014 en los talleres de Gráficas Mateos, S. A. de C. V., Tajín 184, Col. Narvarte, Ciudad de México.
La edición consta de doscientos ejemplares.

IWA | Representación
México

