

## ▶ CAPÍTULO 4



### Investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el Sector Hidráulico

La investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos son elementos clave para lograr las metas establecidas en el Programa Nacional Hídrico.

En este contexto, las actividades de las instituciones y organizaciones dedicadas a estas labores deben incidir de manera más contundente en la construcción de capacidades y en la aportación de soluciones para impulsar el desarrollo sustentable del país, teniendo siempre en mente mejorar la calidad de vida de los mexicanos, particularmente de los grupos de mayor marginación social.

Aún cuando se han logrado avances importantes para fortalecer el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo sustentable del país, como es el caso de la reciente modificación a la Ley de Ciencia y Tecnología, en lo que corresponde al Sector Hidráulico se requiere organizar y aprovechar la capacidad institucional de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, de las universidades e incluso de las empresas privadas, con el fin de generar y aplicar el conocimiento que permita enfrentar y dar solución a los problemas del agua en el país.

Es importante considerar también que la producción científica y tecnológica de las instituciones y centros de investigación vinculados con el Sector no se ha aprovechado cabalmente para impulsar el avance tecnológico, la competitividad y el desarrollo de las organizaciones.

## Problemática

La problemática más relevante radica en lo siguiente:

- Se carece de una estructura que permita coordinar de manera integral los esfuerzos desarrollados por las organizaciones dedicadas a estas tareas.
- Existe una fuerte centralización de la capacidad e infraestructura para la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos.
- La inversión en ciencia y tecnología es insuficiente, lo que dificulta el establecimiento y mantenimiento de programas y acciones a mediano y largo plazos y coloca a nuestro país en una situación desventajosa, originando una fuerte dependencia en términos de conocimiento y tecnología.
- Existe una pérdida acelerada de capital intelectual en el Sector, la

cual se agrava por la carencia de una política que incentive la formación de cuadros de jóvenes investigadores; cabe mencionar que desde hace más de 20 años no se incrementa la plantilla de los centros de investigación y desarrollo tecnológico.

- Se carece de un diagnóstico completo y confiable que permita determinar con mayor claridad cuáles son las áreas de conocimiento y las tecnologías particulares en las que se debiera concentrar la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos.
- La divulgación del conocimiento y la transferencia de tecnología han sido insuficientes, además de que se presta poca atención a tecnologías y conocimientos generados en el ámbito local, mismos que pueden aportar soluciones creativas y sobre todo, apropiadas, para resolver muchos de los problemas, particularmente en comunidades rurales e indígenas.

## Retos

En este sentido, los principales retos a vencer son los siguientes:

- Crear la capacidad necesaria para aplicar enfoques integrales en la solución de los problemas.
- Mayor colaboración y sinergia entre las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico.
- Mayor impacto y apropiación en el Sector de resultados de investigación y desarrollo tecnológico.



- Incremento de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico.
- Incremento de recursos humanos calificados en investigación y desarrollo tecnológico.
- Formación y capacitación de personal técnico especializado para el sector.
- Integrar, completar y difundir la información sectorial, la cual actualmente está incompleta, dispersa y es de difícil acceso.

## Estrategias

Las principales estrategias para abordar los retos identificados en materia de investigación y desarrollo tecnológico son las siguientes:

1. Procurar la alineación de todas las actividades de la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos con los objetivos del Programa Nacional Hídrico.
2. Procurar que en la formulación de los planes, programas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y tecnología del Sector Hidráulico, se tomen en cuenta las prioridades de las diversas regiones del país.
3. Promover que en los ámbitos regional y local se propicie una amplia participación y se tome en cuenta la opinión de diversos sectores en la formulación de los planes, programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos del Sector Hídrico.
4. Incrementar al 1% la inversión en ciencia y tecnología del Sector con



respecto al producto interno bruto del agua.

5. Impulsar la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas y coordinar los esfuerzos de las instituciones que realizan estas actividades.
6. Privilegiar el impulso de líneas de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos de impactos múltiples.
7. Privilegiar la aplicación de enfoques transdisciplinarios e integrales en la realización de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el Sector.
8. Fomentar que en el planteamiento de soluciones se aplique una correcta combinación de conocimiento tradicional, tecnológico y científico.
9. Privilegiar la transferencia de tecnologías sencillas, económicas y asequibles, teniendo en cuenta que el éxito

- de la transferencia dependerá de que coseche beneficios mutuos.
10. Impulsar el establecimiento de programas y proyectos enfocados en la adaptación y demostración in situ de las tecnologías con la participación plena de los actores locales.
  11. Impulsar la transversalidad y el trabajo interinstitucional.
  12. Impulsar la elaboración de plataformas de información y conocimiento del agua.
  13. Impulsar la creación y reforzamiento de redes de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos que incluyan a las partes interesadas en resolver la problemática prioritaria de cada



región y ayuden a promover la colaboración y el entendimiento mutuo.

14. Elaborar un programa nacional de formación y actualización de personal técnico especializado en gestión del agua.

### **Agenda Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Hidráulico.**

Con base en las atribuciones que la Ley de Aguas Nacionales confiere al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en el sentido de encabezar los trabajos de planificación e instrumentación de programas y acciones para la investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en materia de agua y su gestión, así como para la formación y capacitación de recursos humanos en las mismas materias, en colaboración con la Comisión Nacional del Agua llevó a cabo un foro virtual y dos talleres presenciales con investigadores y académicos expertos en el Sector, tanto del propio Instituto como de otras instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, a fin de revisar y definir lo que la ciencia y la tecnología pueden aportar al logro de los objetivos del Programa Nacional Hídrico 2007-2012.

Como parte de los trabajos realizados para definir una Agenda Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico en apoyo a los objetivos del Programa Nacional Hídrico, también se revisaron los resultados obtenidos de otros ejercicios participativos tales como el Encuentro Universitario del Agua, organizado por

la Universidad Nacional Autónoma de México y diversos documentos vinculados con el desarrollo científico y tecnológico del Sector.

Las líneas en materia de investigación y desarrollo tecnológico, calificadas como de alta relevancia para cada objetivo son:

### Objetivo 1. Mejorar la productividad del agua en el Sector Agrícola.

- Desarrollo e implantación de sistemas de información sobre la disponibilidad, uso y aprovechamiento del recurso.
- Metodologías para determinar el valor económico del agua por regiones y por cuencas.
- Desarrollo de patrones de cultivo adecuados a las condiciones de disponibilidad del agua en cada cuenca.
- Desarrollo de sistemas de riego de alta eficiencia parcelaria.
- Diseño y desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales para reúso en la agricultura.
- Mejoramiento tecnológico y adaptación de tecnologías de agricultura controlada y de precisión.
- Diseño de nuevos dispositivos de medición y supervisión de la distribución del agua de riego.

### Objetivo 2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

- Metodologías, técnicas, equipos y dispositivos para el fortalecimiento e incremento de la eficiencia global de

servicios de agua potable y saneamiento.

- Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías apropiadas para el abastecimiento, almacenamiento, potabilización, aprovechamiento y tratamiento integral del agua a zonas marginadas.
- Desarrollo y adaptación de plantas y equipos de bombeo de bajo costo y mínimo consumo de energía.
- Desarrollo de nuevas técnicas de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Mejoramiento de dispositivos para el uso eficiente del agua en viviendas.
- Desarrollo de tecnología para captar y conducir el agua pluvial en ciudades hacia zonas de recarga de acuíferos.
- Diseño de nuevos procesos industriales ahorradores de agua.

### Objetivo 3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

- Elaboración de balances y estudios de disponibilidad hídrica superficial y subterránea.
- Implantación de modelos integrados a nivel de cuenca para el control de la contaminación en cuerpos de agua.
- Desarrollo de sistemas de información de base geográfica en cuencas y acuíferos.
- Desarrollo de técnicas de estabilización de acuíferos.
- Reglamentación de la explotación y protección de acuíferos y cuencas hidrográficas.
- Desarrollo de modelos de simulación y optimización para establecer políticas óptimas de asignación de agua.



- Formulación de programas hídricos de cuenca y acuíferos con enfoque de gestión integrada del agua.
- Definición y reglamentación del cálculo del caudal de reserva ecológica en cauces.
- Metodologías e instrumentos para mejorar la comunicación e impulsar la participación social.
- Diseño de esquemas novedosos de financiamiento.
- Mejoramiento y desarrollo de nuevos instrumentos de regulación.

#### **Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico.**

- Diseño de mecanismos económicos y de esquemas financieros a partir de los conceptos de valor y precio del agua, con el correspondiente desarrollo de los instrumentos jurídicos para hacer obligatoria su aplicación.
- Fortalecimiento y ampliación de los programas de especialidad y posgrado en ciencias y tecnologías del agua.
- Diseño de reformas a las leyes que hagan accesible a los usuarios su cumplimiento, impulsen la descentralización

- regional y el fortalecimiento por cuencas.
- Bancos de datos para la captura y registro continuo de información.

#### **Objetivo 5. Consolidar la participación de los usuarios y de la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.**

- Evaluación y desarrollo de mecanismos para fortalecer la operación de los consejos consultivos del agua.
- Diseño e implantación de estrategias nacionales y regionales de comunicación de largo plazo para posicionar al agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional y crear conciencia entre la población sobre la necesidad del pago y uso responsable y eficiente del agua.
- Definición e implantación de la estrategia para la inclusión del conocimiento y el análisis del agua en la curricula de educación preescolar, primaria y secundaria.
- Impulso de la investigación sobre la gobernabilidad del agua en los ámbitos nacional y regional.
- Desarrollo de métodos y mecanismos de planeación participativa en apoyo a la toma de decisiones.

## Objetivo 6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.

- Desarrollo de sistemas integrales de pronóstico hidrometeorológico.
- Desarrollo de sistemas integrales de control de inundaciones.
- Estudio de la inestabilidad de laderas.
- Diseño de obras de protección con enfoque integral de cuencas.
- Evaluación y diseño de redes de medición climática, meteorológica e hidrométrica.
- Desarrollo de criterios y métodos para completar los registros de las redes de medición.

## Objetivo 7. Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.

- Formación de recursos humanos especializados en el tema de cambio climático en el Sector Hidráulico.
- Desarrollo de grupos interdisciplinarios para evaluar los efectos del cambio climático en los recursos hidráulicos.
- Desarrollo, implantación y adapta-

ción de indicadores de cambio climático.

- Desarrollo de escenarios climáticos a nivel de cuenca.
- Implantación de sistemas de información sobre cambio climático asequibles tanto a públicos especializados como a la sociedad en general.
- Implantación de programas de educación formal sobre cambio climático en todos los niveles educativos.
- Desarrollo y puesta en marcha de medidas de adaptación al cambio climático en el manejo de los recursos hidráulicos a nivel de cuenca.

## Objetivo 8. Hacer cumplir las obligaciones fiscales y administrativas que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales.

- Análisis y evaluación del impacto del cobro de agua al uso agrícola.
- Diseño de un Registro Público de Derechos del Agua que proporcione información confiable sobre las condiciones en tiempo real, de los aprovechamientos.
- Planteamiento y desarrollo de esquemas de incentivos para reducir las descargas contaminantes, reforzando



las acciones penales y punitivas al que contamine.

- Análisis y diseño de instrumentos regulatorios, de comando y control, para el manejo y preservación del agua.
- Desarrollo de estudios legislativos para el seguimiento y actualización permanente del marco jurídico.

### Coordinación y recursos necesarios

De conformidad con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en

conjunto con la Comisión Nacional del Agua, coordinará la agenda de investigación y desarrollo tecnológico en apoyo a los objetivos del Programa Nacional Hídrico.

Para cumplir este propósito, se considera necesario que el gobierno federal destine directamente en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, el 1% del monto del Programa.

