

## 11.9 APROBACIÓN DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL 2013-2018 DEL IMTA

### Exposición de motivos y dictamen del área proponente:

Los retos planteados por un entorno cada vez más complejo, demandan del IMTA su total compromiso con las nuevas realidades y los retos futuros del agua. En particular, para asegurar su capacidad de respuesta frente a las crecientes demandas del país en materia de agua, pero también para brindar a los usuarios productos y servicios tecnológicos de alta calidad.

Durante la presente administración se ha planteado un enfoque que busca anticiparse a los problemas y una mayor integración con los diferentes actores del sector agua en los niveles local, estatal y federal.

En este contexto, el IMTA preparó su Programa Institucional 2014-2018 en donde sus objetivos institucionales, así como estrategias y líneas de acción, se alinearon, en lo que corresponde, al Plan Nacional de Desarrollo, y a los programas Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Nacional Hídrico.

Por lo anterior, se pone a consideración de este Cuerpo Colegiado, la aprobación del Programa Institucional 2014-2018 del IMTA, cuya aplicación habrá de fortalecer su liderazgo tecnológico en el Sector Agua como articulador del quehacer científico y favorecer la creación de capacidades en los ámbitos regionales.

### PROPUESTA DE ACUERDO

**14.12** Con fundamento en los artículos 53 y 56 fracción I de la Ley de Ciencia y Tecnología; 3 fracción I, II, XIV y XV, 7 fracción I del Decreto de Creación del IMTA; 29 párrafo tercero de la Ley de Planeación; 58 fracción I, de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales; Artículo único, numeral 27, del Acuerdo 01/2013 por el que se emiten los Lineamientos para dictaminar y dar seguimiento a los programas derivados del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018; se aprueba el Programa Institucional 2014 – 2018 al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, y autoriza al Director General para que por su conducto lo presente ante el Titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para que, de considerarlo procedente, dé su aprobación y ordene su publicación en el Diario Oficial Federación.

**Se anexa:** Programa Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 2014-2018

PROPONE

DICTAMINA

APRUEBA

---

ING. SERGIO RAÚL  
REYNOSO LÓPEZ  
COORDINADOR DE  
ASESORES

---

LIC. BRAULIO GARCÍA  
LÓPEZ  
JEFE DE LA UNIDAD  
JURÍDICA

---

M. en I. VÍCTOR JAVIER  
BOURGUETT ORTIZ  
DIRECTOR GENERAL

PROGRAMA INSTITUCIONAL  
INSTITUTO MEXICANO DE  
TECNOLOGÍA DEL AGUA  
2014-2018

Mensaje Presidencial  
Mensaje del Titular de la SEMARNAT  
Mensaje del Director General del IMTA

## Índice

Marco Normativo .....	3
Capítulo I. Diagnóstico.....	5
Capítulo II. Alineación a las Metas Nacionales .....	21
Capítulo III. Objetivos, estrategias y líneas de acción .....	28
Sección III.1 Estrategias transversales .....	36
Capítulo IV. Indicadores.....	37
Transparencia.....	43
Glosario de Términos.....	44
Siglas y Acrónimos .....	48

## MARCO NORMATIVO

El Programa Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, responde a los principios que emanan de varios ordenamientos legales, siendo el principal la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que señala primero en el artículo 25 que le corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

En segundo término, en el artículo 26 constitucional se establece que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación. La planeación del desarrollo nacional debe ser de carácter democrático y los fines del Proyecto de Nación contenidos en la Constitución determinan los objetivos que se incorporan en el Plan Nacional y los Programas de Desarrollo. Además, mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogen las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas a estos instrumentos de gestión del Gobierno de la República.

Asimismo, los párrafos quinto y sexto del artículo 27 constitucional determinan que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la Nación, que ese dominio es inalienable e imprescriptible, y la explotación, uso o aprovechamiento del recurso no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de conformidad a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Por otro lado, la Ley de Planeación establece las normas y principios básicos que guían la planeación nacional del desarrollo, así como las bases de un Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD). El artículo 2 de la Ley de Planeación establece que ésta deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por otra parte, el artículo 4 de la misma Ley estipula que es responsabilidad del Ejecutivo Federal conducir la planeación nacional del desarrollo con la participación democrática de los grupos sociales.

En el PND, aprobado por Decreto publicado el 20 de mayo de 2013 en el Diario Oficial de la Federación, se definen los programas sectoriales, especiales y regionales que la presente Administración Pública Federal elaborará para lograr las cinco metas nacionales que llevarán a México a su máximo potencial. Estas metas son: México en Paz, México Incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad Global,

con tres estrategias transversales: Democratizar la Productividad, Gobierno Cercano y Moderno, y Perspectiva de Género.

La Ley de Aguas Nacionales, como señala en el artículo 1, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Menciona esta ley en la fracción I del artículo 7 a la gestión integrada de las aguas nacionales de utilidad pública, y la señala como prioridad y asunto de seguridad nacional. Establece el artículo 15 que la planificación hídrica debe ser de carácter obligatoria para la gestión integrada de los recursos hídricos, conservación de los recursos naturales, de los ecosistemas vitales y del medio ambiente, lo que convierte al proceso como el instrumento más importante de la gestión hídrica.

## **Legislación nacional**

Ley General de Cambio Climático. (D.O.F. 26-06-2012).

Ley de Aguas Nacionales. (D.O.F. 01-12-1992, última reforma D.O.F. 07-06-2013).

Ley de Ciencia y Tecnología (D.O.F. 02-07-20021, última reforma publicada D.O.F. 07-06-2013).

Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. (D.O.F. 4-01-2000, última reforma D.O.F. 16-01-2012).

Ley de Planeación. (D.O.F. 05-1-1983, última reforma D.O.F. 9-04-2012).

Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. (D.O.F. 11-06-2002 última reforma D.O.F. 8-06-2012).

## **Reglamentos**

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. (D.O.F. 12-01-1994, última reforma D.O.F. 24-05-2011).

Reglamento de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. (D.O.F. 11-06-2003).

## CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO

### I.1 Panorama general

El mundo experimenta una crisis multidimensional. Diversos elementos cruciales para la sociedad han entrado en un proceso de crisis. Se identifica (v.g. Planck Foundation, 2011), una crisis económica y financiera, una crisis de energía, una crisis de alimentos y, conforme a la opinión de diversos expertos y centros de análisis, una crisis de agua (Water Initiative, World Economic Forum, 2011). En muchas regiones del mundo los recursos hídricos superficiales se utilizan al límite de su disponibilidad, y muchos acuíferos están sobreexplotados. La contaminación de los cuerpos de agua, es uno de los grandes retos.

La situación de los recursos hídricos en México, país que tiene del orden de 51.8 por ciento de su territorio ubicado en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, y que ha experimentado un importante crecimiento de la demanda de agua, originado tanto por su crecimiento demográfico como por su desarrollo económico, tampoco es de sencillo tratamiento, pues se requieren cambios estructurales profundos en la relación de la sociedad con sus recursos naturales, que consideren al agua como un componente del ecosistema, cuya calidad, cantidad y temporalidad debe estar estrechamente vinculada a un manejo de los recursos naturales por cuenca hidrográfica; ya que es imprescindible que la gestión del agua se realice en ese particular contexto territorial, como lo establece la Ley de Aguas Nacionales.

La disponibilidad del agua en México registra importantes variaciones regionales. Aunque el volumen total del recurso hídrico en el país es suficiente, su distribución desigual afecta la disponibilidad de este líquido en las zonas con mayor población y actividad económica. El mayor porcentaje de la población nacional, así como las grandes ciudades y centros de producción industrial, ganadera y agrícola, se encuentran distribuidos precisamente en zonas áridas y semiáridas, ubicadas principalmente en la parte centro-occidente y al norte del país. El 77 por ciento de la población nacional se concentra en regiones donde se cuenta solo con el 32 por ciento de la disponibilidad natural de agua y genera el 79 por ciento del PIB; en contraste, el sur menos poblado reúne el 68 por ciento de los recursos hídricos del país y produce el 21 por ciento del PIB.

De acuerdo con estimaciones de la CONAGUA, la disponibilidad de líquido se ha reducido de 18 mil metros cúbicos por habitante por año en 1950 a sólo 3,982 en 2013. Las proyecciones de la CONAPO indican que para el año 2030 la disponibilidad media de agua se reducirá a 3,705 m<sup>3</sup> por habitante por año. En tanto, 101 de los 653 acuíferos del país registran condiciones de sobreexplotación, mientras que gran parte del agua superficial presenta algún grado de contaminación.

Se estima que en el año 2008 en México se reutilizaron solamente 5,051 hm<sup>3</sup> de agua. Entre las acciones que pueden coadyuvar a la solución de los problemas de escasez, el reúso de agua de origen municipal puede transferir aguas residuales tratadas hacia cultivos agrícolas y en una menor proporción, tanto a los propios municipios como a las industrias. En el caso del reúso de agua de origen industrial (no municipal), destacan las aguas residuales para cierto tipo de actividades productivas, como la de los ingenios azucareros. Asimismo, las transferencias de

agua de primer uso de la agricultura de riego, pueden ayudar a cubrir la creciente demanda de centros de población.

El mayor reto que enfrenta la gestión del agua en México es poder equilibrar la oferta y la demanda de agua de forma sustentable. Si se compara la demanda con la disponibilidad natural del agua, se encontrará que en muchas regiones hidrológicas el uso de este recurso no es sustentable, situación que, de no remediarse, se incrementará en el futuro con graves consecuencias para el desarrollo social y humano de los ciudadanos.

## **I.2 El agua como elemento de justicia social**

### ***Agua y salud***

En México, el artículo 115 Constitucional faculta al municipio libre para prestar los servicios públicos de suministro de agua potable y saneamiento de los que depende en gran medida la salud de la población.

Debido a la gran diversidad geográfica, territorial, poblacional y económica, cada municipio, y por ende cada organismo operador, enfrenta retos y situaciones particulares que afectan la gestión y calidad de los servicios. Esta situación se complica aún más por la diversidad de figuras jurídico – administrativas que adoptan los estados o municipios para la prestación de los servicios, pues en algunos casos éstos son prestados a nivel estatal, como es el caso de Nuevo León, o por concesionarios privados, como en Cancún y Aguascalientes.

Por ello, el principal reto en materia de salud relacionado con el agua es lograr la cobertura universal, con calidad, de los servicios de agua potable y saneamiento. Conforme a las cifras de la Comisión Nacional del Agua, la cobertura al 31 de diciembre de 2012 de agua potable es de 92 por ciento, la de alcantarillado de 90.5 por ciento y se trata alrededor del 47.5 por ciento de las aguas colectadas en el drenaje urbano.

Las causas de esta situación se refieren, por una parte, al gran número y diversidad de los organismos operadores y sus condiciones particulares de orden técnico, administrativo y financiero, y por el otro, a la insuficiente inversión, el rápido crecimiento poblacional y las concentraciones urbanas –algunas en sitios donde ya no existe disponibilidad de agua–, tarifas inadecuadas, bajos niveles de cobranza, ineficiencias en la prestación de los servicios, deficiente cultura del agua entre los usuarios y escasez de recursos humanos calificados.

Las soluciones apuntan a administrar la demanda mediante un uso más eficiente del agua, mejorar la planeación, preparar y actualizar suficientes recursos humanos, así como buscar nuevas fuentes de agua en esquemas compatibles con el cuidado del medio ambiente, impulsando transferencias entre usos del agua y desalinización. Desde luego, será necesario mantener un elevado ritmo de inversiones en nueva infraestructura y en el mantenimiento de la existente.

La situación de los organismos operadores de agua potable y saneamiento, caracterizada por recursos económicos insuficientes, no les permite proporcionar una calidad óptima del servicio. De una muestra de 100 organismos operadores, en la que muy probablemente se encuentren los mejores, el IMTA ha determinado que la eficiencia física en promedio es de 58.6 por ciento y la global del 40.76 por ciento. Es decir que del agua extraída de las fuentes de abastecimiento se

pierde el 41.4 por ciento, y se pierde o no se cobra el 59.13 por ciento. Si bien alarmantes, estas cifras representan las áreas de oportunidad para mejorar la gestión e incrementar la oferta de agua sin acudir a costosas inversiones en nuevas fuentes de abastecimiento, y en particular a evitar o disminuir la presión sobre los recursos hídricos.

Las causas fundamentales de esta situación están referidas al bajo desempeño de los organismos operadores. Las bajas tarifas, las cuales desincentivan el uso eficiente en el usuario, juegan un papel importante, aunque son compensadas –si bien no completamente–, con subsidios federales, estatales y municipales. La falta de personal capacitado, sobre todo en los niveles gerenciales, y la alta rotación del mismo, son otra de las causas del bajo desempeño de los organismos operadores cuyas soluciones apuntan al incremento en el uso eficiente del agua, ligado a la mejora en su desempeño, y la formación y preparación continua de cuadros gerenciales. Asimismo, desde el punto de vista organizacional, como han reconocido diversos expertos, es necesario mejorar la regulación en la provisión de los servicios de agua, pero no se han dado pasos significativos al respecto.

En materia de la calidad del agua provista a los ciudadanos, no hay suficiente información para determinar cuantitativamente su calidad, sobre todo en el medio rural. Sin embargo, se reconoce que cada vez con mayor frecuencia se presentan problemas de contaminación natural en las fuentes, que hacen técnicamente más difícil y costosa la potabilización. Es necesario mejorar y disminuir los costos de potabilización pero, principalmente, atender necesidades especiales como la presencia natural de metales pesados como plomo, arsénico, flúor y hierro en las fuentes subterráneas.

Las soluciones apuntan a la optimización de sistemas de potabilización y al desarrollo de sistemas más económicos para tratamiento de contaminantes naturales, como los citados anteriormente.

### **Agua y pobreza**

La carencia de agua y la pobreza están fuertemente relacionadas. La falta de agua potable y saneamiento es uno de los indicadores utilizados para determinar el nivel de marginalidad de una población o un municipio. En México, aunque se registra un crecimiento constante de zonas periurbanas a las que cada vez es más difícil proveer de servicios, la mayor problemática del agua se registra en las zonas rurales. En 2010 se estimó que el 52 por ciento de la población en extrema pobreza se encontraba en zonas rurales, así como el 25.4 por ciento de la población con pobreza moderada.

Es conocido que un elemento que dificulta la provisión de servicios de agua, característica del medio rural, es la alta dispersión de la población. Adicionalmente, muchas de estas comunidades se encuentran localizadas en zonas montañosas o áridas de difícil acceso.

Por esta razón, las coberturas de agua potable y saneamiento en el medio rural son las más bajas de México, y están relacionadas no solamente con las dificultades físicas de abastecimiento, sino también con la necesidad de formas de organización social y de gestión diferentes para la provisión de los servicios. La mayoría de los organismos operadores municipales solamente proveen el servicio en las cabeceras municipales.

Como parte importante de la solución a los problemas de agua en el medio rural, la contribución del desarrollo y diseminación de conocimiento y tecnologías se centra en este caso en la

innovación mediante tecnologías apropiadas, y en el estudio y apropiación de modelos organizativos para la gestión del agua en pequeñas comunidades, tanto para la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, como para el riego de pequeñas parcelas.

### I.3 Sociedad informada y participativa para desarrollar una cultura del agua

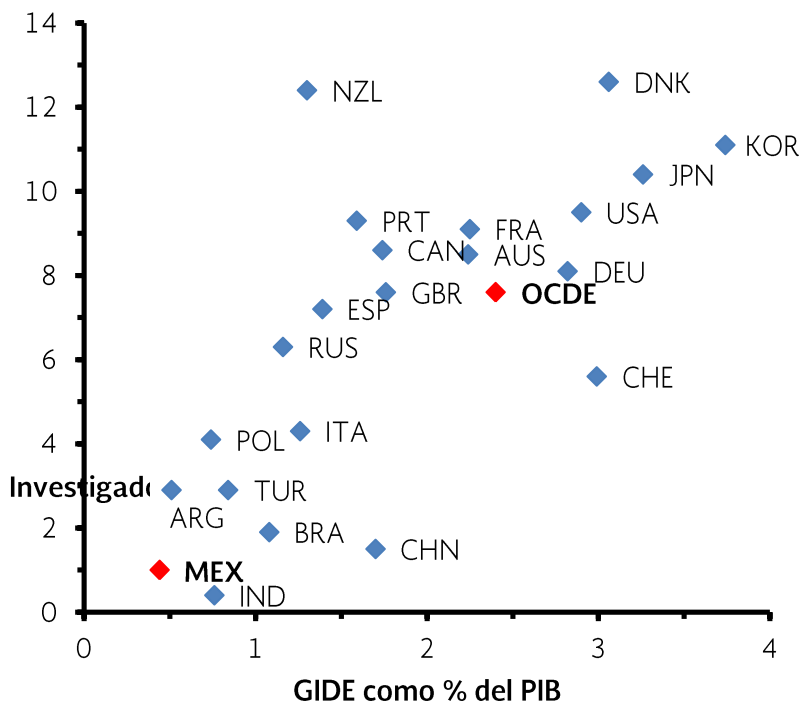
#### Agua y ciencia y tecnología

En un mundo con recursos naturales limitados, algunos de los cuales han alcanzado sus límites o, como en el caso del agua en algunas regiones, han sido rebasados y sobreexplotados; y donde además el acceso a recursos económicos es también limitado, la ciencia y la tecnología son una de las opciones más efectivas –en muchos casos la mejor–, para resolver los retos que el futuro plantea.

Así se establece en el documento de prospectiva de la ciencia y tecnología de México al 2030 del Foro Consultivo Científico y Tecnológico de México (FCCT, 2009). También en el ámbito internacional esta es una realidad reconocida; la editorial de la revista *Science* (2011), en el contexto de la crisis económica de los EEUU, destaca que la investigación es esencial para el crecimiento económico.

Los países desarrollados, y aquellos que se encuentran en un proceso claro de crecimiento económico, así lo han entendido, como lo demuestra la siguiente gráfica, que presenta la relación entre el número de investigadores y las inversiones en ciencia y tecnología de diversos países.

**Gráfica 1. No. de investigadores por cada mil empleados en relación con el gasto interno en investigación y desarrollo experimental como porcentaje del PIB.**

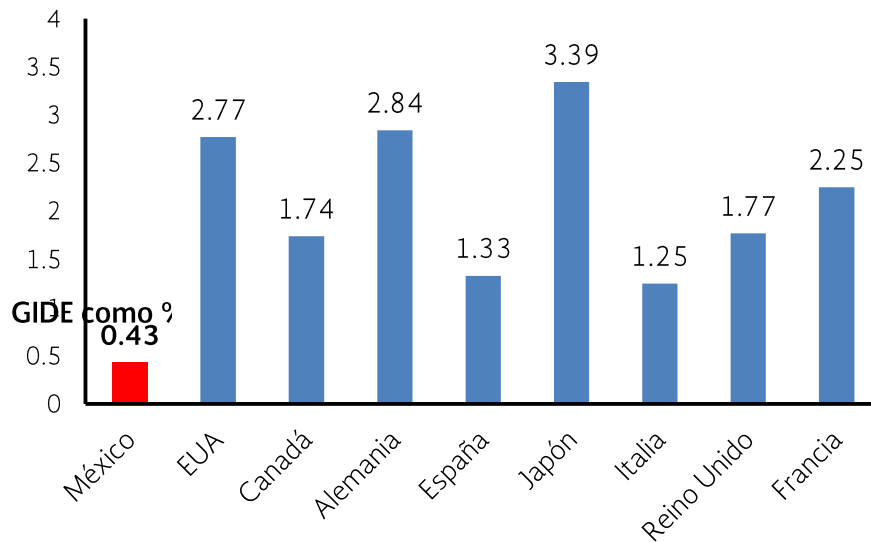


Fuente: OCDE. 2012, Para México Conacyt-INEGI.

Desafortunadamente, México se encuentra entre los países con menor inversión y menor número de especialistas dedicados a estas actividades.

Uno de los principales indicadores de la actividad científica, reconocido por la OCDE y el CONACYT, es la inversión, usualmente en términos del producto interno bruto (PIB) y/o del gasto programable de los gobiernos, dedicado a esta actividad.

**Gráfica 2. Gasto interno en investigación y desarrollo experimental 2011 (% del PIB base 2003\*100)**



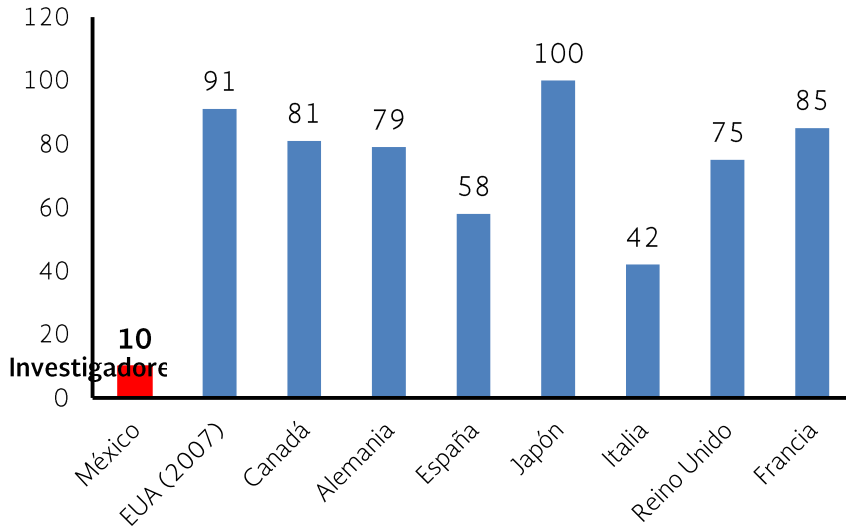
Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Main Science and Technology Indicators 2012/2. Para México, estimaciones del CONACYT

Ante el reconocimiento universal de la relevancia del conocimiento y la innovación en el desarrollo humano, las inversiones en el mundo, con pocas excepciones, han venido aumentando durante la última década.

En México, la mayor parte de la inversión en ciencia y tecnología la realiza el gobierno federal. En términos porcentuales, la inversión también ha crecido ligeramente los últimos años, sin embargo, aún en 2012 representaba apenas el 0.43 por ciento del PIB. Los países miembros de la OCDE invierten en promedio 2.37 por ciento de su PIB en ciencia y tecnología. Las economías más competitivas invierten porcentajes mayores. Por ejemplo, Estados Unidos de América 2.77 por ciento; Alemania 2.84 por ciento y Japón 3.39 por ciento. Como resultado, la brecha científica y tecnológica continúa incrementándose con respecto a estos países.

Como es de suponer, el número de personas dedicadas a la investigación y desarrollo tecnológico en México es también muy bajo respecto de países con economías similares o miembros de la OCDE.

**Gráfica 3. Investigadores por cada 10,000 integrantes de la población económicamente activa 2010**

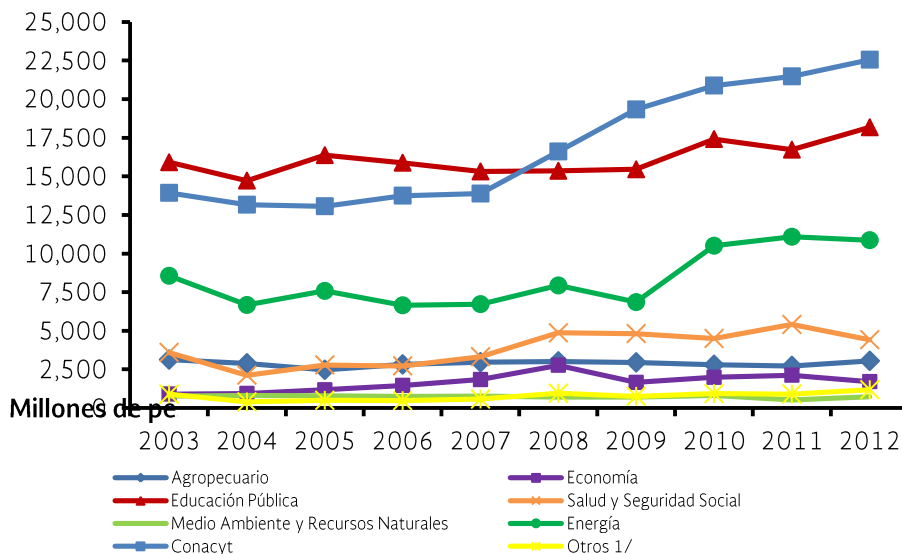


Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Main Science and Technology Indicators 2012/2. Para México, estimaciones del CONACYT

Una medida del nivel académico de estos investigadores, es su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). En 2013, el SNI contaba con 19,745 miembros, y de ellos 2,909 (14.7 por ciento) en el área de ingeniería. No se conoce aún cuántos de ellos se dedican a las ciencias y tecnologías del agua.

La inversión federal en ciencia y tecnología, por sectores, se muestra en la gráfica 4. Como puede observarse, solamente el 1.15 por ciento se dedica al sector medio ambiente. De ese monto, aproximadamente la mitad se dedica al agua, lo que significa solamente alrededor del 0.58 por ciento del gasto federal. Esta cantidad resulta muy reducida, si se considera la problemática hídrica que enfrenta nuestro país.

**Gráfica 4. Evolución del GFCyT por sector administrativo, 2003-2012.**



1/ Incluye las secretarías de Gobernación, Relaciones Exteriores, Comunicaciones y Transportes, Marina, Turismo y la Procuraduría General de la República. Para 2012 incluye la Secretaría de la Defensa Nacional.

Fuentes: SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 2003-2012. INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México

En 2006, el Ramo 38-CONACYT y el 11-Educación Pública concentraron el 66.6% del GFCyT; para el 2012 mantuvieron en conjunto, prácticamente el mismo porcentaje, el 65.0%. En el Periodo 2006-2012 el GFCyT tuvo un crecimiento en términos reales de 40.8%; mientras que el Ramo 38 y los sectores Energía y Salud tuvieron crecimientos reales superiores a 60%, los sectores Educación Pública y Economía tuvieron crecimientos reales más moderados pero superiores a 14%. Por su parte, el sector de Medio Ambiente presenció una disminución en términos reales de 3.5%.

Esta situación de bajo presupuesto dedicado a los centros de investigación, ha ocasionado que muchos de ellos dediquen una parte sustancial de sus recursos humanos e infraestructura a la prestación de servicios tecnológicos. Esta política tiene algunas ventajas, sobre todo la de fomentar una mayor vinculación con los sectores sociales y productivos, pero aplicada en exceso reduce su capacidad para desarrollar ciencia y tecnologías propias para México.

En materia de apoyo directo a la formación de recursos humanos, el Conacyt es la principal instancia del Gobierno Federal que otorga becas, pues para 2012 concedió ocho de cada diez becas.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, el sector medio ambiente es el que menos recursos destina al otorgamiento de becas de la administración pública federal.

**Tabla 1. Becas de posgrado otorgadas por dependencias y entidades de la Administración Pública Federal 2006-2012**

DEPENDENCIA / ENTIDAD	2006	2012	Estructura (%)	Variación (%)
<b>Ramo 38 CONACYT</b>	22,981	48,590	81	111.4
<b>CONACYT</b>	20,111	44,833	74.7	122.9
<b>Centros de Investigación CONACYT</b>	2,870	3,757	6.3	30.9
<b>SEP</b>	7,858	7,768	12.9	-1.1
<b>Salud y Seguridad Social</b>	2,713	2,420	4	-10.8
<b>PGR</b>	318	486	0.8	52.8
<b>SEMAR</b>	-	275	0.5	-
<b>SCT</b>	235	175	0.3	-25.5
<b>SENER</b>	116	116	0.2	0
<b>SAGARPA</b>	114	67	0.1	-41.2
<b>SHCP</b>	53	62	0.1	17
<b>SE</b>	26	34	0.1	30.8
<b>SEMARNAT</b>	2	21	0	950
<b>TOTAL</b>	<b>34,416</b>	<b>60,014</b>	<b>100</b>	<b>74.4</b>

Fuente: Conacyt.

Por otra parte, de acuerdo con el documento de Futuros de la Ciencia y la Tecnología del Foro Consultivo de Ciencias (2009), una de las limitaciones de las políticas de ciencia y tecnología en México es que éstas han sido cambiantes, y no se han alineado con las prioridades nacionales. En el caso de la investigación en agua, dicha complicación se puede resolver si las líneas de investigación se alinean con una visión de largo plazo. Con una estrategia de largo aliento, fundada y avalada por la comunidad científica y técnica, así como por los encargados de la gestión del agua en el país y la autoridad nacional en la materia, los resultados de la investigación y desarrollo de tecnología serán más efectivos en el apoyo a la solución de la problemática hídrica de nuestro país.

La falta de un adecuado tratamiento de las aguas residuales; sean industriales, de origen doméstico o agrícola, ha ocasionado que un número importante de corrientes y otros cuerpos de agua registren índices de contaminación de diversa magnitud, en algunos casos clasificada como “muy contaminada”.

Los asentamientos humanos, la concentración urbana y la variabilidad climática, por otra parte, han incrementado la vulnerabilidad de muchas poblaciones ante eventos hidrometeorológicos extremos, sean sequías o precipitaciones intensas.

Se prevé que el crecimiento demográfico, que se mantendrá al menos hasta las proximidades del año 2030, así como la concentración en grandes núcleos urbanos, que experimentan ya condiciones de escasez hídrica, así como el fenómeno del calentamiento global, aumentarán las presiones sobre el recurso hídrico.

En resumen, se puede constatar que las fuerzas dominantes en la crisis del agua son el incremento y la concentración de la población, el aumento de sus necesidades debido –entre otros factores menos relevantes–, al desarrollo económico y las nuevas condiciones de clima extremo que el cambio climático está ocasionando, y que serán más complejas con el devenir del tiempo. No es posible controlar los procesos demográficos –al menos no en un sistema democrático–, no es posible alterar significativamente la disponibilidad natural de agua ni su variabilidad y, desde luego, es un propósito deseable que las condiciones económicas mejoren y puede esperarse, por tanto, que la demanda de servicios de la población se incremente. Lo que se puede cambiar es el conocimiento y la tecnología aplicados a la solución de estos problemas, el flujo de capitales y las prioridades en el financiamiento, y la forma en que se gestiona el agua. Estos son los factores a atender, y están interrelacionados.

## **I.4 El agua como promotor del desarrollo sustentable**

### ***Agua y medio ambiente***

Es importante considerar como elemento primordial del Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua la relación intrínseca entre el recurso hídrico, la gestión por cuenca hidrológica y el medio ambiente, pues ésta define que las condiciones de disponibilidad en el territorio nacional, sean de escasez o abundancia.

Se ha mencionado que cerca del 52 por ciento del territorio mexicano se ubica en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, donde los principales problemas se relacionan a las sequías, pues la precipitación anual está entre 0 y 500 mm.

El reto de escasez de agua para el medio ambiente se agudiza en algunas regiones al experimentarse graves asimetrías entre disponibilidad de agua, crecimiento económico y poblacional, y las oportunidades económicas que percibe la población, ya que ha habido un importante crecimiento de la demanda de agua. De acuerdo con instituciones como el INECC, es fundamental conocer los impactos en la degradación ambiental y, en particular, sobre la cantidad y calidad de recursos hídricos a nivel cuenca para identificar medidas de mitigación y adaptación efectivas.

Es también importante establecer medidas de control de la demanda de agua a partir de una eficiente administración del recurso, para mitigar y corregir los efectos de la sobreexplotación de los acuíferos en zonas de escasez, así como la extracción al límite de los recursos hídricos superficiales en detrimento de las fuentes, la vegetación y la fauna.

Los ríos como conductores de agua, nutrientes, energía, materias orgánicas y contaminantes, constituyen ecosistemas de gran importancia en las cuencas del país. Los fenómenos de inundación observados en las últimas décadas, algunas veces resultan de una mala planeación de la infraestructura hidráulica y asentamientos humanos. Por ello, la investigación sobre ríos debe dar prioridad a su dinámica geomorfológica, con el fin de reducir riesgos por inundaciones.

Siendo que los ríos no se encuentran aislados de otros cuerpos de agua superficial (lagos, lagunas, humedales) y subterránea, el análisis de estas relaciones es vital para obtener una visión integral de la situación de los recursos hídricos en el país en los aspectos fundamentales de cantidad –disponibilidad y calidad–, y contaminación del recurso.

En este sentido, ante los retos que plantea el cambio climático, se debe hacer hincapié en el estudio de la dinámica de las cuencas y resaltar la importancia de contar con escenarios y balances hidrológicos a nivel regional ante dicho cambio climático, ya que habrá transformaciones en el uso del suelo, las actividades productivas y los asentamientos de población. Será fundamental conocer impactos en la degradación ambiental y, en particular, en la cantidad y calidad del recurso a nivel cuenca para, sobre esta base, identificar medidas de mitigación y adaptación efectivas.

En materia de agua y medio ambiente, en México se enfrentan grandes retos relacionados con el caudal ecológico y la presencia de sustancias tóxicas. Históricamente, la mayoría de las obras hidráulicas de captación, conducción, almacenamiento, distribución y tratamiento se construyeron bajo el concepto de extraer y utilizar el máximo de agua disponible en cada punto de la corriente. No se respetó la permanencia de un caudal ecológico, es decir aquel que ayuda a restaurar y mantener el hábitat ripario en los cauces. Como resultado, han desaparecido o se encuentran en peligro de hacerlo numerosas especies acuáticas y riparias, algunas de ellas endémicas. Por ello deben hacerse estudios que determinen el caudal necesario y ayuden a restaurar y mantener el hábitat ripario en los cauces.

La solución, desde el punto de vista del conocimiento y la innovación, es el desarrollo, validación y aplicación de métodos de determinación del caudal ecológico y de medidas para mantenerlo.

A partir de la elaboración y liberación al medio ambiente de un número cada vez mayor de sustancias químicas artificiales y naturales, son necesarias medidas para su control. No obstante, para su determinación, un enfoque analítico, además de muy costoso es de aplicación virtualmente imposible. Por ello, es necesario el desarrollo de técnicas de detección toxicológica, en las que se expone a un organismo vivo al agua presuntamente contaminada, y de su

respuesta biológica se determina la existencia de algún tipo de contaminante, en especial los denominados contaminantes emergentes.

Es impostergable desarrollar investigación que permita diseñar protocolos para determinar la presencia de contaminantes emergentes en cuerpos de agua, analizar los vertidos y establecer normas oficiales mexicanas (NOM), y normas no obligatorias (NMX), para controlar el vertido de sustancias a los cuerpos receptores y de agua, e identificar la contaminación puntual. Asimismo, se deben diseñar sistemas de tratamiento de los contaminantes emergentes, al menos los más persistentes en el ambiente y potencialmente peligrosos para la salud, a fin de evitar su presencia en el abastecimiento para consumo humano.

Desde luego, además de la determinación de la existencia de toxicidad, es necesario el desarrollo de nuevos sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales que eliminen algunas de las sustancias tóxicas más difíciles de determinar.

La contaminación de los cuerpos de agua es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero. A finales del año 2001, más de 70 por ciento de los cuerpos de agua del país presentaban algún grado de contaminación.

Las descargas de aguas residuales se clasifican en municipales e industriales. Las primeras corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales, en tanto que las segundas son aquellas procedentes de la industria y descargadas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria autoabastecida.

Desde diciembre de 2012, las 2,342 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales tratan en promedio 99.8 m<sup>3</sup>/s de los 210 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado. El sector industrial generó en 2012 un caudal medio de 215 m<sup>3</sup>/s. Existe un total de 3,033 plantas con capacidad instalada de 89 m<sup>3</sup>/s, de las cuales operan 2,995 y tratan 50 m<sup>3</sup>/s de efluentes industriales, removiendo 23 por ciento de la carga orgánica. Adicionalmente, se trataron 63 m<sup>3</sup>/s mediante humedales, por lo que el caudal total tratado es 53 por ciento.

Se estima que para 2030 se requerirá infraestructura para dar tratamiento a 7.157 miles de millones de metros cúbicos de aguas residuales municipales y en lo que respecta a las aguas residuales industriales, se estima que en 2030 se generarán 2.1 miles de millones de metros cúbicos.

Llevar a cabo las acciones necesarias para cubrir la demanda de agua para todos los usos, sin aumentar la sobreexplotación de fuentes y tratar la totalidad de aguas residuales generadas, implica en términos del horizonte de planeación 2030, “cerrar las brechas entre demanda y oferta”, así como entre “volúmenes descargados de aguas residuales y su tratamiento”, lo cual implica la construcción de una importante cantidad de plantas de tratamiento, además de redes de alcantarillado. Asimismo, se requerirá mejorar la gestión de los organismos prestadores de estos servicios, dándoles sustentabilidad técnica y financiera. Es importante el desarrollo y aplicación de tecnologías de tratamiento más eficientes y económicas, y apropiadas a las condiciones regionales.

Para lograr lo anterior, la cantidad de recursos financieros y su calidad en términos de fuente, aplicación y oportunidad temporal y geográfica, debe lograr tres aspectos cruciales, a saber: suficiencia, eficiencia y sostenibilidad del gasto.

### ***Agua y producción de alimentos***

Las condiciones actuales de crisis alimentaria mundial ocasionada tanto por fenómenos meteorológicos extremos, como por los altos precios de los alimentos, llama una vez más la atención sobre la agricultura de riego, que representa la única posibilidad de incrementar la producción de estos bienes esenciales. Considerando solamente la tasa prevista de crecimiento de la población, se estima que hacia el año 2050 se requerirá producir 30 por ciento más de alimentos, con una menor cantidad de agua –pues ésta se requerirá para usos urbanos e industriales de mayor valor agregado–, y probablemente, en México con menos superficie disponible debido al crecimiento urbano y la salinización de suelos.

Mejorar la investigación y desarrollar tecnología para lograr el uso eficiente del agua en la agricultura, reviste una importancia invaluable para el logro de la seguridad alimentaria del país. Este es el mayor reto de la política hídrica, al ser este uso el que más consume el agua.

En este sentido, las áreas agrícolas bajo riego en los estados norteños como lo son Sonora y Sinaloa, e incluso Baja California, Chihuahua y Coahuila son trabajadas bajo el incentivo del máximo rendimiento y ganancia que la agricultura de exportación permite, y cuya producción sobre todo en hortalizas y frutales, se orienta a los mercados extranjeros, en particular el estadounidense. Bajo ese tipo de producción se desarrolla una relación entre tipos de agricultura y grado de sobreexplotación de los acuíferos, relación que es aún mayor al no pagar derechos por el uso del agua, pues los pagos por cuotas por los servicios del riego a las asociaciones de usuarios, no compensan el costo de oportunidad del recurso, ni los costos por sobreexplotación y posible agotamiento de los acuíferos. La investigación a este respecto, es igualmente necesaria y urgente.

La principal problemática de la agricultura de riego es la productividad y eficiencia en el uso del agua, que deben ser incrementadas para producir más con menos agua, en general, a partir de la innovación tecnológica, cuyo principal reto en el caso de la producción de alimentos está vinculada a sistemas de uso del agua más eficientes, implementos ahorradores y paquetes tecnológicos que conserven y ahorren agua, incrementen la producción y, en adición, sean rentables y asequibles para que se puedan sustentar soluciones que permitan lograr el uso eficiente y sostenible del agua en el largo plazo.

Lograr esto último, conlleva acciones inmediatas que en el caso del uso del agua para producción de alimentos en el noroeste, norte y noreste donde están los graneros de México, implican que cuanto antes, se realicen estudios sobre las condiciones de disponibilidad del agua en función de los productos agrícolas y se tomen en cuenta desde ahora los efectos del cambio climático en aquellas regiones donde se pronostica una mayor disminución de las lluvias y sequías más frecuentes e intensas.

Las causas principales de la baja inversión en modernización tecnológica están ligadas a esquemas de subsidios en los países desarrollados, difícilmente replicables a nivel nacional, lo que hace que las inversiones en modernización para lograr un uso más eficiente del agua no faciliten tasas de retorno positivas para que puedan ser aceptadas por los agricultores, para quienes el

agua de riego no tiene costo, o éste es muy pequeño y ligado a la conservación, al servicio o al bombeo, y no directamente al agua, cuyo derecho de extracción en México es cero pesos.

El reto tecnológico principal consiste en la elaboración de paquetes tecnológicos que, al tiempo que conserven el agua, incrementen la producción agrícola y por lo tanto representen un beneficio neto para los agricultores.

Otro reto importante para México, especialmente en el trópico húmedo, es el diseño de sistemas de drenaje eficientes y de bajo costo.

Por otra parte, dada la importancia que reviste para el sustento del sistema de alimentación básica para amplios sectores de la población de escasos recursos o en pobreza, desde el punto de vista de la producción de alimentos en las zonas rurales, ésta plantea la necesidad de tecnologías apropiadas<sup>1</sup>, que permitan una alta productividad, pues la dimensión de las parcelas es muy pequeña, con condiciones de pendiente y tipos de suelo muy heterogéneos, que impiden el uso de los sistemas empleados en los grandes distritos de riego. No obstante, la producción para autoconsumo en estas comunidades es una parte esencial de la dieta de sus habitantes.

Una alternativa a la escasez regional del agua y la necesidad de detener la sobreexplotación de los acuíferos, es la que ofrecen los estados más al sur de México, donde aún existen grandes extensiones de tierras agrícolas explotables, si bien es ahí más precisamente, en donde falta la organización social, institucional y comunitaria que permita, ante el fraccionamiento y atomización de la propiedad agrícola, lograr los acuerdos para incentivar la producción eficiente de corte empresarial.

En el sur sureste del país, la organización social de los agricultores es el objetivo a vencer para aprovechar millones de hectáreas para la agricultura, bajo esquemas de uso sustentable del agua. La alternativa de reconvertir los patrones de cultivos de una economía agrícola de exportación a una economía agrícola para la autosuficiencia alimentaria del país debe ser analizada con detenimiento.

Desde el punto de vista tecnológico, la región sureste plantea importantes retos para el manejo de mantos acuíferos y tecnificación.

<sup>1</sup> Conjunto sistemático de conocimientos y procedimientos para la organización y/o producción de bienes y servicios que satisfagan necesidades de poblaciones en situación de pobreza. Estas se asumen e interiorizan cotidianamente, respetando la identidad cultural y el medio ambiente (Sánchez Narváez, 1996).

## ***Agua y cambio climático***

El clima y el ciclo hidrológico están estrechamente vinculados; de tal suerte que el incremento de temperatura esperado en los escenarios más probables de cambio climático tendrá un impacto importante en la disponibilidad de los recursos hídricos del mundo en general y de México en particular.

Las variaciones de temperatura, nivel del mar y deshielo, observadas y registradas en las últimas décadas en el hemisferio norte, en el que se ubica México, confirman su alta vulnerabilidad ante el cambio climático. En general, en latitudes medianas y zonas subtropicales se prevén importantes disminuciones en la precipitación y el escurrimiento, lo que ocasionará escasez y mayor presión sobre los recursos hídricos. Estas condiciones se están registrando ya en algunas

de las principales cuencas hidrológicas de México y, de no adoptarse medidas de adaptación, podría estar en riesgo la seguridad hídrica del país.

Por otra parte, se esperan lluvias más intensas y eventos extremos, que incrementarán la vulnerabilidad de algunas cuencas del sureste que ya registran problemas de inundaciones. Conforme a estudios realizados en el IMTA (Martínez-Austria y Patiño-Gómez, 2011), se espera que hacia finales de siglo la temperatura se incremente en más de 3 °C en el promedio anual y que la precipitación disminuya más de 15 por ciento, si bien con importantes variaciones entre regiones. Para lidiar con estos y otros efectos del cambio climático en el territorio mexicano, se requiere de mejores modelos basados en escenarios de cambio climático, así como diseñar y priorizar acciones de adaptación en las regiones hidrológicas más vulnerables.

### **Agua y ciudades**

En México, la mayoría de la población vive en zonas urbanas. Debido a las grandes diferencias entre las ciudades, su número de habitantes y su economía –por ejemplo, 56 zonas metropolitanas, asientan casi el 70 por ciento de la población (CONAPO)–, la prestación de los servicios difiere en calidad y cobertura, lo que enfrenta al país a uno de los retos más grandes de la gestión del agua.

El proceso de concentración de la población en las localidades urbanas ha dado como resultado su acelerado crecimiento, lo que ha implicado fuertes presiones sobre el medio ambiente y las instituciones, derivadas de la demanda incrementada de servicios. Hasta el año 2012 el agua para consumo de todos los usos a nivel nacional asciende a 78,400 hm<sup>3</sup>. De este total 67 mil hm<sup>3</sup> se extraen de fuentes sustentables, el resto se obtiene principalmente de la sobreexplotación de acuíferos. Se estima que en el año 2030 la demanda se incrementará a 91,200 hm<sup>3</sup>, y será necesario proveer el servicio de agua potable a 36.8 millones de habitantes adicionales más.

Al 31 de diciembre de 2012, la cobertura de agua potable fue de 92 por ciento, y la de drenaje de 90.5 por ciento, si bien en este último rubro no todos los usuarios cuentan con alcantarillado, sino que se emplean otros métodos de disposición de las aguas residuales, por ejemplo fosas sépticas. Como se sabe, sólo se trata alrededor del 47.5 por ciento de las aguas residuales colectadas, por lo que otro reto importante en el horizonte de largo plazo es incrementar ese porcentaje en ciudades y zonas periurbanas, y también en las zonas rurales pues, por otra parte, el promedio nacional difumina el hecho de que las coberturas de estos servicios en el medio rural son mucho menores que las de las zonas urbanas. Asimismo, el nivel requerido de tratamiento por las Normas Oficiales es aún bajo, por lo que será necesario revisar esa normatividad, para mejorar efectivamente la calidad en los cuerpos de agua. Finalmente, otro reto es proveer a los organismos operadores de los recursos humanos y financieros que garanticen la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

En general, los especialistas e instituciones académicas han avalado las prioridades definidas en la agenda 2030, como son incrementar las redes de agua potable y alcantarillado, construir infraestructura para nuevas fuentes de abastecimiento, incluyendo la cosecha de agua de lluvia y tecnologías apropiadas para el abastecimiento y tratamiento de aguas residuales en el medio rural. Sin embargo, hay también temas colaterales que deben sustentar acciones concretas de mejora como, por ejemplo, incrementar la eficiencia global de los organismos operadores y

capacitar a sus cuadros técnicos y administrativos; fortalecer los programas de cultura del agua involucrando a los usuarios, las empresas, y las instituciones y dependencias públicas; desarrollar programas de uso eficiente sustentadas en políticas tarifarias que desincentiven el desperdicio; hacer un esfuerzo para instalar medidores interdomiciliarios y asegurar que su lectura se refleje en estructuras tarifarias eficientes y sustentables, y señaladamente, establecer los esquemas financieros necesarios para garantizar su operación sustentable.

### ***Agua y medio rural***

Las coberturas de los servicios de agua potable y saneamiento en el medio rural son mucho menores que aquéllas de las zonas urbanas. Si bien la cobertura nacional de agua potable alcanza 92 por ciento, eso significa que alrededor de casi 9 millones de personas carecen de agua potable (5 millones en zonas rurales), y aproximadamente 11 millones no tienen acceso a alcantarillado (7.8 millones en zonas rurales), si bien una proporción de ellos lo hace en zonas periurbanas. Las razones de lo anterior responden a varias circunstancias específicas como son la alta dispersión de los asentamientos humanos, especialmente en poblados y rancherías de menos de cien habitantes, y localidades de entre cien y quinientos habitantes; la inexistencia de una autoridad central u organismo operador que pueda prestar y costear los servicios en el medio rural, debido a los altos costos de la infraestructura tradicional que no puede desarrollar economías de escala; las bajas cuotas o tarifas de agua que pueden ser cobradas a los usuarios; la escasez de recursos financieros, y la limitación de los provenientes de subsidios municipales, estatales y federales así como la falta de personal capacitado, son varios de los retos que deben resolverse lo antes posible. La operación de los sistemas de abastecimiento y saneamiento rurales requieren, asimismo, de esquemas especiales de organización social para su operación.

Deben privilegiarse la investigación y el desarrollo de tecnología apropiada, así como métodos adecuados a las condiciones de disponibilidad y uso del agua en las comunidades rurales, para proponer soluciones prácticas lo más económicas posible para que los municipios y la población pueda acceder a ellas.

La calidad del agua abastecida en el medio rural es también motivo de preocupación por sus efectos en la salud pública, pues no existen los medios para conocer con regularidad la calidad a partir de análisis de laboratorio en fuentes rurales de abastecimiento, a diferencia de aquellos practicados por norma para los organismos operadores en las zonas urbanas. En este sentido, la tecnología debe proveer sistemas de potabilización sencillos, eficientes y de bajo costo y mantenimiento.

### ***Agua y energía***

En México, el agua y la energía son recursos escasos inmersos en entornos de crisis estructurales cada vez más profundas. Se destinan grandes volúmenes de agua para generar energía y cantidades importantes de energía para abastecer y tratar el agua. Esta interrelación es tan estrecha, que la disponibilidad de uno limita el suministro del otro, mientras que ambas son fundamentales para el desarrollo socioeconómico y el bienestar de la población.

En el Programa Sectorial de Energía, en el objetivo 5 se establece ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental. Esto debe lograrse mediante la instrumentación de programas de responsabilidad

ambiental que disminuyan el impacto de la operación del sector en el medio ambiente, incluido un uso más eficiente del agua y reducir los efectos derivados de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, al igual que otros contaminantes, lo que implica hacer un uso eficiente de los recursos.

Es importante considerar el impacto de los subsidios al campo, en especial, el de la energía eléctrica. El costo de bombeo de agua no es significativo en los costos de producción agrícola debido a que es de 5 a 6 veces menor que para uso público. Las tarifas de energía eléctrica son preferenciales para el campo. Además de esas bajas tarifas, no se hacen cargos por bajo factor de potencia, lo que ocasiona que la eficiencia hidráulica y energética de los equipos sea muy baja y de poco interés. Así, pues, el uso agrícola no sólo consume gran cantidad de agua, sino también de energía eléctrica sin impacto en sus costos. Con la finalidad de lograr la recuperación de volúmenes en el uso del agua para riego agrícola, se debe priorizar la necesidad de investigación y desarrollo tecnológico en aspectos como la rehabilitación, mantenimiento, modernización e innovación de infraestructura hidroagrícola, con el fin de mejorar la eficiencia energética, ahorrar agua y liberar volúmenes concesionados.

Si bien la agenda nacional y local muestra preocupación por la crisis energética y los efectos de la inestabilidad de precios del petróleo, no se ha contemplado en toda su dimensión el alcance de la crisis de agua, ni se ha atendido el hecho preocupante de que la disponibilidad de agua está limitando las soluciones para generar más energía y que los problemas de la generación de energía, aunados al alza de sus precios, restringen el suministro de agua y su tratamiento. No se puede abordar el problema de generación de energía sin analizar los efectos en los recursos hídricos y viceversa. La solución exige nuevas políticas públicas e instrumentos, y una visión científica y tecnológica integral de ambos sectores.

La generación hidroeléctrica es la segunda fuente de energía renovable más importante del mundo y la primera a nivel comercial al ser la más económica y eficiente en términos del ciclo de vida de su infraestructura. Adicionalmente, sus características permiten la generación a escala de grandes centrales o bien de instalaciones pequeñas o minicentrales hidráulicas que provocan un impacto ambiental menor, razón por la cual en los últimos años se han difundido intensamente, si bien su proliferación en una cuenca puede producir efectos acumulativos igualmente nocivos, que ponen a la generación hidroeléctrica, pese a su carácter limpio, en conflicto con la visión ambientalista de conservación del medio natural.

En el caso de la fuerza mareomotriz, las variaciones del nivel del mar subsiguientes a las mareas son susceptibles de aprovechamiento al transformar la energía potencial en cinética. En varias partes del mundo se han realizado numerosas pruebas y construido centrales eléctricas mareomotrices de carácter experimental, aprovechando, donde es suficiente, la diferencia entre marea alta y marea baja.

Otra posibilidad conocida es la generación y captación geotérmica a partir de aguas termales; en algunos lugares brotan con abundancia y se aprovechan desde hace tiempo para cubrir las necesidades de calefacción y agua caliente. Pero es posible ir más allá y generar electricidad a partir de centrales térmicas que utilicen tal diferencial. Teóricamente es posible inyectar agua fría, calentarla en la profundidad, recuperarla y generar electricidad. Este es el principio de las centrales geotérmicas.

Una alternativa viable es obtener biogás a partir del aprovechamiento anaeróbico del tratamiento secundario, como es el caso de la planta de tratamiento con sistema de cogeneración para la producción de electricidad y calor. La Planta Municipal de Tratamiento de Aguas Residuales de León (mayo 2011), podrá suministrar hasta el 75 por ciento de la energía que consume y recuperar la inversión durante los próximos 10 años, con los ahorros en la factura eléctrica. De acuerdo con el Instituto de Investigaciones Eléctricas, en México existe un potencial de 3,000 MW para generación de electricidad con biogás. Dicho potencial proviene de la recuperación y aprovechamiento del metano a partir de residuos animales, residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas residuales. La biomasa contenida en las aguas residuales representa una fuente de energía, cuyo aprovechamiento permite lograr procesos de tratamiento y reúso prácticamente autofinanciables.

Por otra parte, si bien el sector energético es un usuario de alto consumo de agua, el total de agua usada en PEMEX ha crecido sólo ligeramente en los últimos años. En contraste, el porcentaje del uso proveniente de agua tratada pasó del 10 por ciento en 2005 a 17 por ciento en 2008. Este crecimiento es satisfactorio y se espera que pueda incrementarse aún más en el futuro. En el caso de CFE, el consumo total de agua ha presentado variaciones, pero igualmente el porcentaje que proviene de agua tratada se ha incrementado, ubicándose en 32 por ciento en 2009. Como se observa, estas tendencias favorecen un uso más sustentable del agua.

Como puede apreciarse, las alternativas para lograr una generación de energía eléctrica que sea sustentable y sostenible en el mediano y largo plazos, está fuertemente ligada a la gestión integrada del agua y la energía, y depende críticamente de las acciones coordinadas de los dos sectores y del análisis conjunto de las alternativas de solución a los problemas que enfrentan.

## CAPÍTULO II. ALINEACIÓN A LAS METAS NACIONALES

Meta Nacional: México incluyente					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
2.5. Proveer un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna.	2.5.2. Reducir de manera responsable el rezago de vivienda a través del mejoramiento y ampliación de la vivienda existente y el fomento de la adquisición de vivienda nueva.	3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.	3.2 Fortalecer el abastecimiento de agua y acceso a servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como para la agricultura.	4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.	3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
		5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.	5.1 Proteger los ecosistemas y el medio ambiente y reducir los niveles de contaminación en los cuerpos de agua.	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.	1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.

<b>Meta Nacional: México con educación de calidad</b>					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
3.5. Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.	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.	6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.	6.3 Desarrollar, difundir y transferir conocimientos científicos tecnológicos en materia de agua y su gestión integral por cuencas.	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.	4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.
	3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.	3. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.	3.1 Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad en el sector hídrico.	4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.

<b>Meta Nacional: México con educación de calidad</b>					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
<p>3.5. Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.</p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>3.5.5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.</p>	<p>6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.</p>	<p>6.3 Desarrollar, difundir y transferir conocimientos científicos tecnológicos en materia de agua y su gestión integral por cuencas.</p>	<p>1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.</p> <p>5. Difundir información, conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana.</p>	<p>4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.</p>

Meta Nacional: México próspero					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.	2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.	2.5 Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.  3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente.  4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.	2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones .

PROGRAMA INSTITUCIONAL  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA  
2014 – 2018

Meta Nacional: México próspero					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.	3. Fortalecer la gestión integral y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y los ecosistemas.	3.1 Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.	1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.
	4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.		3.2 Fortalecer el abastecimiento de agua y acceso a servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como para la agricultura.	4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.	

Meta Nacional: México próspero					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	4.4.4. Proteger el patrimonio natural.	6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.	6.3 Desarrollar, difundir y transferir conocimientos científicos tecnológicos en materia de agua y su gestión integral por cuencas.	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.  4. Proveen servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.  5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana.	4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.
			6.6 Desarrollar instrumentos de política y participación ciudadana para fortalecer la gobernanza ambiental.	3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente.	1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.

<b>Meta Nacional: México con responsabilidad global</b>					
Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo Sectorial Promarnat	Estrategia Sectorial Promarnat	Objetivo del IMTA	Objetivo PNH
5.1 Ampliar y fortalecer la presencia de México en el mundo.	5.1.6. Consolidar el papel de México como un actor responsable, activo y comprometido en el ámbito multilateral, impulsando de manera prioritaria temas estratégicos de beneficio global y compatible con el interés nacional.	6. Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.	6.7 Impulsar la cooperación multilateral, bilateral y regional para fortalecer la gobernanza ambiental.	6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua.	6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua.

## CAPÍTULO III. OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

### 1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.

Las capacidades científicas y tecnológicas son unos de los principales recursos con los que el sector agua cuenta para enfrentar los crecientes retos en materia hídrica en el país, incrementar el valor público generado y lograr una mayor eficacia y eficiencia en un contexto de escasez de recursos de todo tipo. Constituye toda una decisión estratégica disponer de las capacidades necesarias para crear conocimiento y gestionar su incorporación a la toma de decisiones y a la operación de los actores principales del sector y es algo que no se logra sin un esfuerzo sostenido y de largo aliento. En el caso específico del IMTA, el énfasis se encuadra en la Investigación aplicada que atienda las prioridades del sector hídrico y contribuya a resolver los principales problemas en materia de agua. Como actividad complementaria a la generación de conocimiento es importante identificar mediante ejercicios de inteligencia tecnológica los avances en el ámbito internacional para conocer el estado de la técnica y realizar aportaciones reamente novedosas así como implementar aquellas aplicables a nuestro país. De esta manera el IMTA mediante la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico se convierte en habilitador estratégico de los actores del sector y fortalecen sus propias capacidades institucionales.

Estrategia 1.1 Generar conocimiento, tecnología e innovación para la gestión sustentable del agua	
<i>Líneas de acción</i>	
1.1.1	Fortalecer las capacidades institucionales de investigación aplicada y generación de nuevo conocimiento
1.1.2	Desarrollar estudios de inteligencia tecnológica para conocer el estado de la técnica
1.1.3	Instrumentar un sistema de gestión de tecnología para la innovación en materia de agua
1.1.4	Conformar asociaciones estratégicas con entidades públicas y privadas para investigación y desarrollo tecnológico conjunto
1.1.5	Fortalecer la infraestructura física, tecnológica y de información para el apoyo a la investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación
1.1.6	Fortalecer el Fondo de Investigación Científica y Tecnológica del IMTA para incrementar la inversión en ciencia y tecnología

<b>Estrategia 1.2 Transferir tecnología desarrollada por el IMTA</b>	
<i>Líneas de acción</i>	
1.2.1	Proteger la propiedad intelectual del IMTA
1.2.2	Rentabilizar la propiedad intelectual del IMTA mediante la comercialización de la tecnología
1.2.3	Fortalecer la Oficina de Transferencia de Conocimiento
1.2.4	Promover la vinculación entre las instituciones de educación superior y centros de investigación con los sectores público, social y privado

<b>Estrategia 1.3 Fortalecer las capacidades regionales en ciencia y tecnología en materia de agua</b>	
<i>Líneas de acción</i>	
1.3.1	Elaborar mapeos de capacidades científicas y tecnológicas del sector
1.3.2	Fortalecer la colaboración con instituciones de educación superior y centros de investigación en materia de agua
1.3.3	Contribuir a articular la oferta y demanda regional de ciencia y tecnología en materia de agua

## 2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad en el sector hídrico.

La creación de capital humano es un elemento estratégico en el fortalecimiento de capacidades institucionales del sector con un énfasis en la mejora de la productividad. Asimismo, es impostergable la necesidad de mejorar significativamente la forma en la que se administran los recursos humanos del sector hídrico; tanto para mejorar la elaboración de políticas como para garantizar una prestación de servicios más eficaz, eficiente y competitiva. Fortalecer la gestión técnica requiere que se incremente la formación de cuadros especializados (educación formal y no formal) y se incentive la certificación de competencias laborales a todos los niveles. Las actividades de capacitación deben ser alineadas a las necesidades que enfrenta el sector e incentivar la diseminación de conocimiento especializado y compartir experiencias de buenas prácticas. Otro reto importante es la reestructuración de los programas de educación superior y posgrado, considerando la realidad que vive el país. Asimismo, el IMTA debe fortalecer sus competencias para prestar servicios de educación continua en sus diversas modalidades, para el manejo sustentable del recurso agua.

Estrategia 2.1 Formar y certificar recursos humanos calificados para el sector hídrico	
<i>Líneas de acción</i>	
2.1.1	Fortalecer el programa de educación continua ofrecido por el IMTA
2.1.2	Consolidar el Posgrado del IMTA
2.1.3	Instrumentar tecnologías de educación a distancia
2.1.4	Otorgar becas para la realización de estudios de posgrado, prácticas profesionales, servicio social y capacitación
2.1.5	Capacitar en materia de cultura del agua, huella hídrica y consumo sustentable, a personal del sector hídrico
2.1.6	Instrumentar procesos de mejora en el Sistema Integral de Profesionalización para el personal de IMTA

### 3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente.

Con la reforma de 2004 a la Ley de Aguas Nacionales y conforme al artículo 14 BIS 3 el IMTA fue integrado formalmente como parte del diseño institucional de la política hídrica nacional. En dicho artículo, se identifica al IMTA como el organismo orientado a enfrentar retos nacionales y regionales asociados con el manejo del agua y a perfilar nuevos enfoques en materia de investigación y desarrollo tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable.

La política hídrica requiere del diseño de diversos instrumentos que apoyen su implementación. De acuerdo a sus atribuciones el IMTA en materia de política hídrica puede contribuir principalmente con instrumentos normativos, económicos y de gestión. Estos instrumentos tienen la finalidad de incrementar el grado de certidumbre en las decisiones que se tomen por parte de los principales actores del sector y que se sustenten en la mejor información disponible y bajo rigurosos criterios científicos y técnicos.

Estrategia 3.1 Desarrollar instrumentos normativos , económicos o de gestión que apoyen la instrumentación de la política hídrica del sector	
<i>Líneas de acción</i>	
3.1.1	Proponer normatividad hidrológica y meteorológica así como sistemas información climatológica
3.1.2	Proponer normatividad dirigida a la seguridad de presas
3.1.3	Desarrollar estudios para establecer precios y tarifas que reflejen el costo económico del agua y promuevan su conservación y uso eficiente
3.1.4	Desarrollar estudios para eficientar la administración del agua
3.1.5	Contribuir al proceso de formulación, seguimiento y evaluación del programa nacional hídrico
3.1.6	Contribuir al establecimiento de un sistema de programación de proyectos del sector hídrico con visión de corto, mediano y largo plazos
3.1.7	Contribuir a la formulación de los instrumentos legales o reformar los existentes para adecuar el marco jurídico vigente
3.1.8	Desarrollar estudios para la orientación experta en política hídrica

#### 4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.

La provisión de servicios tecnológicos es un mandato ordenado en el Estatuto orgánico del IMTA y es un mecanismo idóneo para vincularse de manera directa con la solución de problemas del sector. De esta manera, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico se alinean a los retos críticos en materia de agua y se mejora la articulación entre la oferta y la demanda de conocimiento y tecnología que es una de las principales carencias de los sistemas de innovación en los países en desarrollo. Los destinatarios de los servicios tecnológicos del IMTA fortalecen sus capacidades, dinamizan su operación y aumentan su competitividad. Por otra parte la vinculación directa con los usuarios y sus problemas es un insumo importante para la innovación, la búsqueda de soluciones tecnológicas y creación de nuevo conocimiento.

Estrategia 4.1 Fortalecer las capacidades de seguridad hídrica en el sector	
<i>Líneas de acción</i>	
4.1.1	Analizar la seguridad en presas y obras de infraestructura hidráulica
4.1.2	Evaluar el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos
4.1.3	Desarrollar investigación para el manejo y conservación del agua ligado a la adaptación y mitigación al cambio climático
4.1.4	Desarrollar metodologías e indicadores para fortalecer capacidades a nivel local para reducir vulnerabilidad hídrica frente al cambio climático
4.1.5	Desarrollar e instrumentar sistemas de medición de las diferentes variables comprendidas en el ciclo hidrológico
4.1.6	Desarrollar y transferir herramientas para pronósticos hidrometeorológicos
4.1.7	Desarrollar estudios de balance hídrico y disponibilidad de agua
4.1.8	Desarrollar estudios de caudal ecológico
4.1.9	Fortalecer los laboratorios del IMTA en materia de investigación y provisión de servicios tecnológicos
Estrategia 4.2 Fortalecer las capacidades de cobertura de agua potable y saneamiento en el sector	
<i>Líneas de acción</i>	
4.2.1	Desarrollar estudios y tecnología para incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado
4.2.2	Desarrollar estudios y tecnología para suministrar agua de calidad para consumo humano para prevenir padecimientos de origen hídrico
4.2.3	Contribuir con estudios para el aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento
4.2.4	Desarrollar estudios y tecnología para mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios y sus localidades
4.2.5	Desarrollar y transferir tecnologías apropiadas de suministro y tratamiento de agua a sectores vulnerables de la población
4.2.6	Desarrollar estudios sobre generación de energía eléctrica a partir del tratamiento de aguas residuales por medio de bioceldas

<b>Estrategia 4.3 Desarrollar y fortalecer la producción y productividad agrícola y forestal</b>	
<i>Líneas de acción</i>	
4.3.1	Desarrollar estudios y tecnología para mejorar la productividad del agua en la agricultura
4.3.2	Promover y reforzar las acciones de conservación de suelos y agua en cuencas hidrográficas prioritarias
4.3.3	Desarrollar estudios y adaptación de tecnología para el uso de energía renovable y su aplicación en el subsector agrícola

<b>Estrategia 4.4 Generación de ingresos propios mediante la venta de servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado</b>	
<i>Líneas de acción</i>	
4.4.1	Elaborar análisis de valor para la oferta de servicios científicos y tecnológicos del IMTA
4.4.2	Promocionar servicios tecnológicos en empresas del sector privado
4.4.3	Conformar asociaciones estratégicas con entidades públicas y privadas para la prestación de servicios tecnológicos
4.4.4	Instrumentar procesos de mejora continua de servicios tecnológicos mediante el Sistema de gestión de calidad del IMTA

## 5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana.

Una sociedad participativa y responsable requiere información de calidad, suficiente y oportuna lo que incide directamente en una adecuada gobernanza del agua.

Es necesario generar información confiable sobre el agua y su gestión, así como sistematizar y extender la difusión de información y conocimiento del agua a diversos sectores de la población. Las tecnologías de la información y comunicación permiten ahora socializar y difundir la información de manera más dinámica y exigen un registro y análisis más riguroso de los datos. La disponibilidad de información debe abarcar no sólo la escala nacional sino también la regional. En este sentido, es importante fortalecer los sistemas regionales de información para apoyar a tomadores de decisiones locales.

El papel de los comunicadores profesionales también debe integrarse en este esfuerzo con la finalidad de incrementar la cultura del agua y facilitar la adopción de patrones más sustentables para su uso y gestión.

Estrategia 5.1 Promover y facilitar el acceso de información suficiente, oportuna y de calidad en materia de agua aprovechando nuevas tecnologías de información y comunicación	
<i>Líneas de acción</i>	
5.1.1	Fortalecer sistemas de información y redes de colaboración para socializar el conocimiento en materia de agua e incentivar la participación ciudadana
5.1.2	Integrar la participación de los medios masivos de comunicación y difusión para fortalecer la cultura del agua
5.1.3	Diseñar repositorios de datos para ciencia y tecnología del agua
5.1.4	Fortalecer los servicios de información del Centro Nacional de Conocimiento del Agua (CENCA)
5.1.5	Organizar eventos temáticos de divulgación en materia de agua.

Estrategia 5.2 Fortalecer la gobernanza del agua por medio de la información y el conocimiento	
<i>Líneas de acción</i>	
5.2.1	Desarrollar modelos participativos para la planificación hídrica y toma de decisiones
5.2.2	Generar estrategias y acciones de comunicación educativa para públicos específicos buscando fortalecer la cultura del agua para la sustentabilidad
5.2.3	Realizar estudios sobre conflictos y gobernanza del agua

## 6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua.

A partir de los análisis efectuados se ha determinado que es necesario incrementar la cooperación técnica internacional como instrumento fundamental para fortalecer y complementar las capacidades institucionales de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y formación de recursos humanos. Se requiere fortalecer las acciones y mecanismos de vinculación con redes y/o grupos científicos, con gobiernos e instituciones de investigación y universidades de otros países para aprovechar sus avances científicos y tecnológicos y de profesionales altamente calificados.

En un mundo cada vez más globalizado, estas competencias pueden incrementarse gracias a la capacidad de articular alianzas en el ámbito internacional.

Estrategia 6.1 Fortalecer la cooperación técnica internacional	
<i>Líneas de acción</i>	
6.1.1	Desarrollar el plan estratégico internacional del IMTA
6.1.2	Consolidar competencias institucionales para la internacionalización
6.1.3	Incrementar la rentabilidad de la cooperación técnica internacional en el fortalecimiento de capacidades institucionales en materia de recursos humanos, investigación aplicada y desarrollo tecnológico

Estrategia 6.2 Fortalecer la asistencia financiera internacional para el IMTA	
<i>Líneas de acción</i>	
6.2.1	Instrumentar proyectos de asistencia financiera internacional
6.2.2	Incrementar las capacidades institucionales para la gestión de asistencia financiera internacional

## SECCIÓN III.1 ESTRATEGIAS TRANSVERSALES

El Programa Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua incluye los planteamientos de las estrategias plasmadas en los programas transversales.

- Programa Especial para Democratizar la Productividad

Se identificaron líneas de acción específicas que corresponden al sector y que se desarrollarán coordinadamente con otros sectores.

### Democratizar la Productividad

**Objetivo 1. Promover el uso y asignación eficiente de los factores de producción de la economía.**

Estrategia 1.4 Promover el manejo eficiente y sustentable del capital natural y reforzar el cuidado del medio ambiente del país.	
Líneas de acción	
1.4.4	Modernizar y expandir la infraestructura hidroagrícola que permita el uso racional y eficiente del agua

**Objetivo 2. Elevar la productividad de los trabajadores, de las empresas y de los productores del país.**

Estrategia 2.5 Incrementar la inversión pública y promover la inversión privada en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).	
Líneas de acción	
2.5.1	Articular esfuerzos de los sectores público, privado y social, para incrementar la inversión en CTI a 1 por ciento del PIB.

## CAPÍTULO IV. INDICADORES

### 1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.

FICHA DE INDICADOR	
<i>Elemento</i>	<i>Características</i>
<b>Indicador:</b>	Transferencia de tecnología
<b>Objetivo:</b>	1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua.
<b>Descripción general:</b>	<p>Este indicador refleja el porcentaje de proyectos, que se encuentran en ejecución en un periodo, en los que se transfiere tecnología a un usuario con respecto a todos los proyectos que desarrolla el IMTA.</p> <p>Se constituye de los componentes: número de proyectos desarrollados por el IMTA con tecnología transferida a un usuario y del número total de proyectos que desarrolla el IMTA.</p> <p>El indicador busca darle equilibrio en la proyección al 2018 a la utilización de la capacidad instalada del Instituto y, considera que una cuarta parte de ésta pueda dedicarse al mandato del IMTA como centro público de investigación, de realizar transferencia de tecnología frente a los otros que son: formación de recursos humanos, generación de conocimiento y provisión de servicios tecnológicos.</p>
<b>Observaciones:</b>	<p>Tipo de valor de la meta: Relativo                      Porcentaje de tecnología transferida.</p> <p>Fórmula general de cálculo:                      (Número de proyectos con tecnología transferida a un usuario en ejecución en el período/ Número total de proyectos realizados) *</p>
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .

<b>Referencias adicionales:</b>	Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>	
15%	25%	

## 2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad en el sector hídrico.

FICHA DE INDICADOR	
Elemento	Características
<b>Indicador:</b>	Capacitación y posgrado
<b>Objetivo:</b>	2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad en el sector hídrico
<b>Descripción general:</b>	<p>Este indicador refleja los esfuerzos que lleva a cabo el IMTA en la formación de recursos humanos calificados a través de los programas de posgrado y los programas de educación continua, presencial y a distancia.</p> <p>Se constituye de los componentes: número de participantes por cada evento de educación continua en programas institucionales o en posgrados institucionales y de las horas de duración del evento de educación continua o posgrado correspondiente.</p>
<b>Observaciones:</b>	<p>Tipo de valor de la meta: Absoluto</p> <p>Fórmula general de cálculo: Sumatoria del producto del número de participantes de cada evento por el número de horas de educación continua y posgrado</p>
<b>Periodicidad:</b>	Semestral
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .
<b>Referencias adicionales:</b>	Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>
40,000 participantes-hora	45,000 participantes-hora

### 3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente.

FICHA DE INDICADOR	
Elemento	Características
<b>Indicador:</b>	Influencia de la investigación y desarrollo tecnológico del IMTA en la política pública y la toma de decisiones del sector ambiental
<b>Objetivo:</b>	3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente
<b>Descripción general:</b>	Este indicador refleja el resultado del desarrollo y la promoción de la investigación en el sector ambiental a través de la estimación de la influencia de sus investigaciones en la política ambiental, hídrica y de cambio climático de los tres niveles de gobierno. Se constituye de los componentes: proyectos de influencia de las investigaciones y proyectos tecnológicos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en la política hídrica, incluido su diseño, modificación e instrumentación, en el ámbito nacional, regional y local y del total de proyectos que desarrolla el IMTA. Se consideran proyectos que han sido transferidos a otra entidad, para apoyar la ejecución de políticas públicas mediante instrumentos normativos, económicos o de gestión.
<b>Observaciones:</b>	Tipo de valor de la meta: Relativo Fórmula general de cálculo: (Número de proyectos vinculados con instrumentos de la política hídrica y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos/ total de proyectos realizados) * 100
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .
<b>Referencias adicionales:</b>	Vinculación con indicadores sectoriales: Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>
13.3%	20%

**4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.**

FICHA DE INDICADOR	
Elemento	Características
<b>Indicador:</b>	Servicios científicos y tecnológicos
<b>Objetivo:</b>	4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua.
<b>Descripción general:</b>	Este indicador mide los esfuerzos que se realizan para proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado a través de los proyectos que desarrolla el IMTA.  Se constituye del componente: número de proyectos que lleva a cabo el IMTA que prestan servicios científicos y tecnológicos sobre el total de proyectos IMTA.  Los proyectos pueden ser de: estudios, consultoría, dictámenes, proyectos ejecutivos, diseños, entre otros.
<b>Observaciones:</b>	Tipo de valor de la meta: Relativo Fórmula general de cálculo:  Sumatoria de proyectos que desarrolla el IMTA que prestan servicios científicos y tecnológicos sobre el total de proyectos del IMTA en el periodo.
<b>Periodicidad:</b>	Semestral
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .
<b>Referencias adicionales:</b>	Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>
60 %	65%

**5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana.**

FICHA DE INDICADOR	
Elemento	Características
<b>Indicador:</b>	Producción científica
<b>Objetivo:</b>	5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana
<b>Descripción general:</b>	<p>Este indicador representa la producción científica que producen los investigadores del Instituto como resultado de su quehacer y que contribuyen a tener una sociedad informada en los distintos temas relacionados con el agua y medio ambiente.</p> <p>Se constituye del componente: número de artículos publicados en revistas arbitradas y en publicaciones no arbitradas, así como de libros y capítulos de libros publicados.</p>
<b>Observaciones:</b>	Tipo de valor de la meta: Relativo Sumatoria del número de artículos publicados en revistas arbitradas, número de artículos en publicaciones no arbitradas, número de libros publicados y capítulos de libros publicados sobre el número de especialistas en hidráulica del IMTA.
<b>Periodicidad:</b>	Semestral
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .
<b>Referencias adicionales:</b>	Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>
334 / 250	375 / 250

**6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua.**

FICHA DE INDICADOR	
Elemento	Características
<b>Indicador:</b>	Cooperación técnica internacional
<b>Objetivo:</b>	6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua.
<b>Descripción general:</b>	Este indicador refleja la capacidad del Instituto para consolidar la cooperación internacional en los temas del agua y medio ambiente.  Se constituye del componente: número de actividades y proyectos de cooperación internacional que estén en ejecución en el período.
<b>Observaciones:</b>	Tipo de valor de la meta: Absoluto Fórmula general de cálculo: Sumatoria de actividades y proyectos de cooperación técnica internacional que se encuentren en desarrollo en el período.
<b>Periodicidad:</b>	Anual
<b>Fuente:</b>	La fuente de información se encuentra en el informe anual de trabajo del IMTA que se publica en <a href="http://www.imta.gob.mx">www.imta.gob.mx</a> .
<b>Referencias adicionales:</b>	Unidad responsable de la información: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>Línea base 2013</b>	<b>Meta 2018</b>
4	7

## TRANSPARENCIA

Con el propósito de cumplir con el mandato de transparencia y rendición de cuentas, el Programa Institucional del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua estará disponible a partir de su publicación en el portal de transparencia de su página de internet [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx).

Asimismo, el seguimiento de los indicadores estará disponible en [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Acuífero.** Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

**Agua potable.** Agua para uso y consumo humano que no contiene contaminantes objetables (según la NOM-127-SSA1-1994), ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud.

**Aguas de primer uso.** Las provenientes de fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

**Aguas residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Aguas del subsuelo o subterráneas.** Agua contenida en formaciones geológicas.

**Cambio climático.** Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Fuente: Diario Oficial de la Federación (2012a). Ley General de Cambio Climático. 6 de junio del 2012. México

**Caudal.** Cantidad de escurrimiento que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como gasto. Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río.

**Cobertura de agua potable.** Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda o dentro del terreno. Determinado por medio de los Censos y Conteos que realiza el INEGI.

**Cobertura de alcantarillado.** Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares, cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado o a una fosa séptica. Determinado por medio de los Censos y Conteos que realiza el INEGI.

**Contaminantes emergentes.** Son sustancias que se encuentran presentes en pequeñas cantidades en el agua y, sin embargo, presentan un alto riesgo a la salud de los seres humanos y los ecosistemas. Entre ellas, las hormonas y otros fármacos de uso extendido.

**Cuenca hidrológica.** Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas - aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad -, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta

se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con estos y el medio ambiente.

Degradación ambiental. Transformación acelerada y a gran escala de los ecosistemas. En México este proceso se ha acelerado a partir de la segunda mitad del siglo XX, debido principalmente a los siguientes factores: a) ganadería extensiva, b) intensificación agrícola y agricultura itinerante de subsistencia, c) crecimiento urbano desorganizado, d) aplicación de modelos tecnológicos inadecuados para la diversidad natural del país, e) procesos de colonización formal e informal y f) rápida expansión demográfica. La agricultura y la ganadería han determinado las transformaciones ambientales más importantes en términos de su alcance territorial en el espacio rural de México, que se han traducido en una deforestación tan costosa en términos ecológicos como cuestionable respecto a su rentabilidad social.

Descarga. La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Desarrollo sustentable. En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Distrito de Riego. Es el establecido mediante Decreto Presidencial, el cual está conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego.

Ecosistema. Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

Escurrimiento superficial. Es el agua proveniente de la precipitación que llega a una corriente superficial de agua.

Fenómenos meteorológicos extremos. La ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo), de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior), de la serie de valores observados de la variable.

Gestión integrada de los recursos hídricos. Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable.

GFCyT. Se compone por las erogaciones en CTI que realizan las dependencias y entidades del Gobierno Federal; incluye el gasto en IDE, el apoyo a la educación de posgrado, los SCyT, y la innovación.

GIDE. Es la inversión destinada a la realización de proyectos de investigación científica y desarrollo experimental (IDE). La importancia de la IDE dentro de la economía del conocimiento se debe a que su propósito es la creación de conocimiento básico y aplicado, éste último destinado a la generación de productos y procesos. Por ello, las fuentes de financiamiento son diversas: sector empresarial, gobierno, IES, instituciones privadas sin fines de lucro y sector externo.

Grado de presión sobre el recurso hídrico. Es un indicador porcentual de la presión a la que se encuentra sometida el recurso agua y se obtiene del cociente entre el volumen total de agua concesionada y el agua renovable.

Hábitat ripario. La vegetación que se desarrolla en las márgenes de los ríos, arroyos y cuerpos de agua, que se caracteriza por especies vegetales y formas de vida que difieren de aquellas de los bosques circundantes y que forman corredores biológicos entre las zona de cabeceras de las cuencas hídricas y el mar.

Hidroenergía. Consiste en aprovechar la energía cinética del agua en cauces naturales o artificiales para inducir el movimiento de un generador eléctrico. Las modalidades de generación principales incluyen la acumulación de energía en forma potencial por medio de una represa con sus compuertas en la sección inferior de la cortina, el desvío parcial de un cauce de río en zonas con un gradiente de altura aprovechable o el aprovechamiento directo o natural a flor de cauce.

Infraestructura. Obra hecha por el hombre para satisfacer o proporcionar algún servicio.

Localidad rural. Localidad con población menor a 2,500 habitantes, y no son cabeceras municipales.

Localidad urbana. Localidad con población igual o mayor a 2,500 habitantes, o es cabecera municipal independiente del número de habitantes de acuerdo al último censo.

Mitigación. Son las medidas tomadas con anticipación al desastre y durante la emergencia para reducir su impacto en la población, bienes y entorno.

Sustentabilidad ambiental. Proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y la evolución institucional se hallan en plena armonía y promueven el potencial actual y futuro de atender las aspiraciones y necesidades humanas.

**Tarifa.** Precio unitario establecido por las autoridades competentes para la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y saneamiento.

**Precipitación.** Agua en forma líquida o sólida, procedente de la atmósfera, que se deposita sobre la superficie de la tierra; incluye el rocío, la llovizna, la lluvia, el granizo, el aguanieve y la nieve.

**Resiliencia.** Capacidad de un sistema de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características y de regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado. El término suele aplicarse en la ecología para referirse a la capacidad de un ecosistema de retornar a las condiciones previas a una determinada perturbación.

**Reúso.** La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

**Saneamiento.** Recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.

**Seguridad hídrica.** Capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de sustento, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política.

**Sequía.** Ausencia prolongada o escasez marcada de precipitación.

**Sustentabilidad.** Se habla de sustentabilidad cuando se satisfacen las necesidades de la actual generación, pero sin que se sacrifique la capacidad futura de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

**Uso.** Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso.

**Usuarios.** Son las personas u organizaciones que reciben o utilizan los productos que la institución genera.

**Volumen sustentable.** Cantidad de agua, superficial o subterránea, que se extrae artificialmente sin afectar las fuentes naturales de abastecimiento.

**Vulnerabilidad.** Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

Fuente: Diario Oficial de la Federación (2012a). Ley General de Cambio Climático. 6 de junio del 2012. México

NOTA: El glosario es una compilación de diversas fuentes, con el fin de ilustrar los conceptos empleados en este documento, no constituye por tanto definiciones con fuerza legal.

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
GFCyT	Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
GIDE	Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del agua
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OTC	Oficina de Transferencia de Conocimiento
PEA	Población Económicamente Activa
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018
PNH	Programa Nacional Hídrico 2013-2018