

# **AGENDA DE INNOVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL**

## **DOCUMENTOS DE TRABAJO**

### **4.1 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN: AGUA**

*Noviembre 2014*

## Índice

|        |                                                                                                 |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Caracterización del área de especialización del Agua en el Distrito Federal .....               | 6  |
| 1.1.   | Breve descripción del área de especialización .....                                             | 6  |
| 1.2.   | Situación del área de especialización en el Distrito Federal .....                              | 7  |
| 1.2.1. | Contexto .....                                                                                  | 7  |
| 1.2.2. | La gestión del agua en el Distrito Federal .....                                                | 9  |
| 1.2.3. | Situación según las fases del Ciclo Integral del Agua .....                                     | 11 |
| 1.2.4. | Principales tendencias de innovación en agua a nivel mundial .....                              | 20 |
| 2.     | El Sistema de Innovación del Agua en el Distrito Federal .....                                  | 21 |
| 2.1.   | Mapa de los agentes del Sistema de Innovación .....                                             | 21 |
| 2.2.   | Principales agentes y líneas de investigación .....                                             | 23 |
| 2.2.1. | AGENTES de generación de conocimiento .....                                                     | 24 |
| 2.2.2. | AGENTES de desarrollo tecnológico .....                                                         | 25 |
| 2.2.3. | Detalle de empresas RENIECYT relacionadas con el Agua .....                                     | 27 |
| 2.3.   | Diagnóstico del agua en el Distrito Federal .....                                               | 27 |
| 3.     | Marco estratégico y objetivos .....                                                             | 30 |
| 4.     | Líneas de Acción y Estructurales .....                                                          | 32 |
| 4.1.   | Líneas de actuación .....                                                                       | 33 |
| 4.1.1. | CAPTACIÓN: LA1. Fuentes alternativas de captación de agua .....                                 | 33 |
| 4.1.2. | POTABILIZACIÓN: LA2. Calidad del agua .....                                                     | 34 |
| 4.1.3. | DISTRIBUCIÓN: LA3. Pérdidas de agua potable: Fugas .....                                        | 34 |
| 4.1.4. | CONSUMO: LA4. Reducción del consumo de agua .....                                               | 35 |
| 4.1.5. | DRENAJE Y TRATAMIENTO: LA5. Mejora del drenaje .....                                            | 36 |
| 4.1.6. | DRENAJE Y TRATAMIENTO: LA6. Tratamiento de aguas residuales .....                               | 37 |
| 4.2.   | Líneas de estructuración .....                                                                  | 38 |
| 4.2.1. | TRANSVERSALES: LE7. Gestión Integral del Agua .....                                             | 38 |
| 4.2.2. | TRANSVERSALES: LE8. Capacitación de los recursos humanos vinculados a la gestión del agua ..... | 40 |

|        |                                                                                                |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.3. | TRANSVERSALES: LE9. Estructuración y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación..... | 40 |
| 5.     | Caracterización de proyectos prioritarios de Agua .....                                        | 41 |
| 5.1.   | Rutas de Valorización de proyectos de I+D de Agua .....                                        | 43 |
| 5.2.   | Espacio de Innovación de Agua .....                                                            | 45 |
| 5.3.   | Portafolio de proyectos .....                                                                  | 46 |

## Índice de ilustraciones

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Ciclo Integral del Agua .....                                                                                          | 7  |
| Ilustración 2 Región hidrológico-administrativa Aguas del Valle de México (2013, región XIII)<br>.....                               | 7  |
| Ilustración 3 Fuentes de abastecimiento de agua de la Cuenca del Valle de México (2013, %)<br>.....                                  | 12 |
| Ilustración 4 Grado de presión sobre el agua (2013, grado de presión) .....                                                          | 17 |
| Ilustración 5 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del área del Agua en el<br>Distrito Federal .....                 | 23 |
| Ilustración 6: Marco estratégico de la Agenda de Innovación del Agua .....                                                           | 32 |
| Ilustración 7: Proyectos potenciales en torno a “Fuentes alternativas de captación de agua”<br>.....                                 | 33 |
| Ilustración 8: Proyectos potenciales en torno a la “Calidad del agua” .....                                                          | 34 |
| Ilustración 9: Proyectos potenciales en torno a las “Pérdidas de agua potable: Fugas” .....                                          | 35 |
| Ilustración 10: Proyectos potenciales en torno a la “Reducción del consumo de agua” ....                                             | 36 |
| Ilustración 11: Proyectos potenciales en torno a “Mejora del drenaje” .....                                                          | 37 |
| Ilustración 12: Proyectos potenciales en torno al “Tratamiento de aguas residuales” .....                                            | 38 |
| Ilustración 13: Proyectos potenciales en torno a la “Gestión integral del Agua” .....                                                | 39 |
| Ilustración 14: Proyectos potenciales en torno a la “Capacitación de los recursos humanos<br>vinculados a la gestión del agua” ..... | 40 |
| Ilustración 15: Proyectos potenciales en torno a la “Estructuración y vinculación de los<br>agentes del Sistema de Innovación” ..... | 41 |
| Ilustración 16 Ruta de Valorización: secuencia de actividades .....                                                                  | 45 |

## Índice de tablas

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Instrumentos de gestión del agua en el Distrito Federal .....                    | 11 |
| Tabla 2 Empresas y asociaciones RENIECYT en el área del Agua en el Distrito Federal..... | 27 |
| Tabla 3 Objetivos del Área de Especialización del Agua .....                             | 31 |
| Tabla 4 Líneas definidas por fase del Ciclo Integral del Agua .....                      | 31 |

# 1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN DEL AGUA EN EL DISTRITO FEDERAL

## 1.1. Breve descripción del área de especialización

El agua es un recurso vital insustituible que representa un papel fundamental tanto para las actividades humanas básicas como para el desarrollo económico sostenible. Sin embargo en los últimos años el agua renovable disponible, es decir, el agua capaz de regenerarse por medios naturales, ha disminuido dramáticamente. Las causas habría que buscarlas en diversos factores que oscilan entre los fenómenos relacionados con el calentamiento global y la sobreexplotación del recurso.

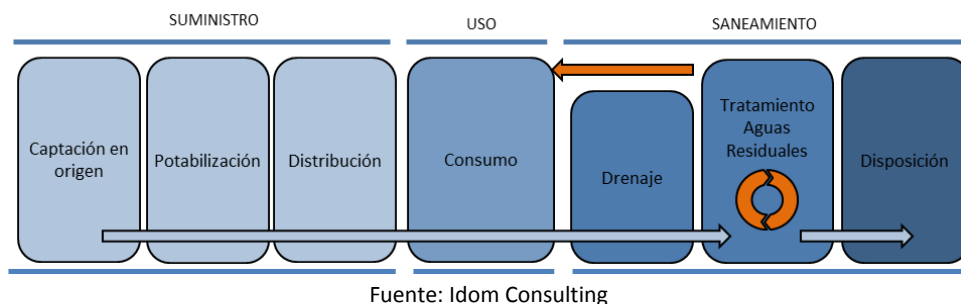
El crecimiento poblacional y su concentración en ciertas zonas urbanas han provocado una demanda creciente del servicio de agua potable, causando por un lado una considerable disminución del recurso hídrico y por otro lado una dificultad añadida de acceso a agua de calidad. En el caso del Distrito Federal esta situación ha provocado la búsqueda de soluciones orientadas a lograr un manejo adecuado y sostenible del agua que respondan a los retos geográficos, hídricos, demográficos y socioeconómicos y garanticen el acceso de la ciudadanía a este recurso escaso.

Una de las aproximaciones para el uso eficiente y sostenible del agua es una gestión óptima. Se entiende por Gestión del Ciclo Integral del Agua el proceso de provisión del recurso hídrico a la sociedad que comprende su suministro, uso y saneamiento: desde su captación en origen, potabilización, distribución y uso, pasando por su depuración, tratamiento y reúso, y terminando finalmente en su disposición al medio natural en condiciones adecuadas<sup>1</sup>, tal y como se muestra en la Ilustración 1.

---

<sup>1</sup> Aguas de Valencia S.A. Aguas de Valencia. [En línea] 2014. [Citado el: 26 de Julio de 2014.] <https://www.aguasdevalencia.es>

**Ilustración 1 Ciclo Integral del Agua**



## 1.2. Situación del área de especialización en el Distrito Federal

### 1.2.1. Contexto

A nivel nacional existen trece regiones hidrológico-administrativas formadas por agrupaciones de cuencas. La región de Aguas del Valle de México, que contempla la Cuenca del Valle de México y el Río Tula, es una zona que abarca 56 municipios del Estado de México, 39 municipios del estado de Hidalgo, cuatro municipios del estado de Tlaxcala y las 16 delegaciones del Distrito Federal.

La Ilustración 2 muestra la ubicación y límites de la región Aguas del Valle de México.

**Ilustración 2 Región hidrológico-administrativa Aguas del Valle de México (2013, región XIII)**



Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2013

Esta zona a su vez se divide en dos subregiones: El Valle de México y Tula. Por cuestiones geográficas, hidrológicas y administrativas, en materia de gestión de agua el Distrito Federal

se considera parte de la región administrativa de Aguas del Valle de México y de la subregión del Valle de México<sup>2</sup>.

A diferencia de otras regiones hidrológicas en el país, la región de Aguas del Valle de México cuenta con una serie de características singulares que se exponen a continuación y que presentan importantes retos para una apropiada gestión del agua:

- Es una región asentada principalmente sobre terreno pantanoso con problemas de hundimiento y altamente susceptible a sismos.
- La subsidencia del terreno en el Distrito Federal incrementa anualmente, presentando actualmente entre 6 y 28 centímetros de hundimiento<sup>3</sup>.
- Con una aportación al PIB nacional del 23.98%, es la región que presenta mayores tasas de actividad económica y concentración industrial.
- Concentra el 20% de la población total del país (22.62 millones de habitantes aproximadamente) que representa la mayor parte de la demanda del recurso hídrico. Para el año 2030 se estima un incremento de la población en esta región del 12%.
- Es la región con menor superficie territorial del país, con solo 16,438 km<sup>2</sup>, es decir menos del 1% de la superficie total.
- La disponibilidad de recursos hídricos renovables de 3,468 hm<sup>3</sup>/año, que corresponde a 153 m<sup>3</sup>/hab./año, es la menor del país<sup>4</sup>, lo que la convierte en una región con un alto nivel de estrés hídrico<sup>5</sup>.
- Se prevé que en los próximos años los efectos derivados del cambio climático generen estados de sequía aún mayores que los registrados hasta el momento, lo que provocaría una disminución de la cantidad de agua renovable disponible, acentuando el estado de estrés hídrico de la región.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> Dado que la CONAGUA considera el Distrito Federal como parte de la región administrativa de Aguas del Valle de México y de la subregión del Valle de México, los datos presentados en este documento se basan en estadísticas de ésta región y subregión, a reserva de algunos datos en los que es posible hacer una diferenciación específica del Distrito Federal.

<sup>3</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

<sup>4</sup> CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013.

<sup>5</sup> Se considera que una región se encuentra en este estado si su agua renovable es menor a 1,000 m<sup>3</sup>/hab./año.

<sup>6</sup> Op. Cit.



---

## 1.2.2. La gestión del agua en el Distrito Federal

### Órganos gestores

Existen diversos entes, tanto administrativos como reguladores y operadores, que se encargan de garantizar el servicio de agua a la población del Distrito Federal.

La gestión del agua en México está a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), cuya principal función es administrar y preservar las aguas nacionales, fungiendo como organismo administrativo, normativo, técnico y consultivo, con implicación tanto a nivel nacional como estatal.

La gestión local del agua, que incluye servicios de aprovisionamiento, potabilización, distribución, drenaje y tratamiento, así como reúso y aprovechamiento de aguas residuales, está a cargo de organismos operadores municipales que en el caso del Distrito Federal recae en el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX).

Para la prestación de servicios operacionales y de mantenimiento para los sistemas de agua potable y drenaje, SACMEX se apoya en organismos concesionarios que realizan diversas actividades entre las que se encuentran las siguientes:

- Atención a usuarios y servicios comerciales.
- Lectura de medidores de agua potable.
- Emisión y distribución de boletas de derechos correspondientes.
- Gestión y cobranza de derechos.
- Operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica y de drenaje.
- Tratamiento y reúso de aguas residuales.

Las empresas involucradas actualmente<sup>7</sup> en estas concesiones son:

- Agua de México S.A. de C.V.
- Industrias del Agua de la Ciudad de México S.A. de C.V.
- Proactiva Medio Ambiente SAPSA S.A. de C.V.

---

<sup>7</sup> Gobierno del Distrito Federal. Sistema de Aguas de la Ciudad de México. [En línea] SACMEX, 2014. <http://www.sacmex.df.gob.mx>

- Tecnología y Servicios del Agua S.A. de C.V.

Existen otras instituciones, tanto federales como locales, que de forma complementaria se encuentran implicadas en acciones para la gestión del agua. A nivel federal la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se involucra mediante el apoyo al desarrollo de políticas y estrategias de gestión del recurso hídrico, con un enfoque en la sostenibilidad medioambiental. Asimismo, a nivel local en el Distrito Federal, la Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) promueve diversos programas y estrategias de apoyo a la gestión del agua en la ciudad.

### **Instrumentos de gestión**

El Distrito Federal cuenta con diversos instrumentos de gestión del agua que han sido desarrollados por la administración pública y que plasman estrategias y acciones integrales encaminadas a la sustentabilidad en el manejo del agua. La Tabla 1 detalla los diversos planes y programas de gestión actualmente vigentes en el Distrito Federal, así como sus líneas de acción.

**Tabla 1 Instrumentos de gestión del agua en el Distrito Federal**

| Programa                                                                               | Institución responsable | Líneas de acción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2013-2018</b> | SEMARNAT                | Fortalecimiento de la gestión integral y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Programa Nacional Hídrico 2014-2018</b>                                             | SEMARNAT<br>CONAGUA     | Definición de estrategias, prioridades y políticas de gestión integral del agua para alcanzar la seguridad y sustentabilidad hídrica nacional.                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Agenda del Agua 2030</b>                                                            | CONAGUA                 | Definición de la estrategia a largo plazo para la consolidación de la política nacional de sustentabilidad hídrica.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Programa Hídrico Regional Visión 2030 Aguas del Valle de México</b>                 | CONAGUA                 | Definición de estrategias, prioridades y políticas de gestión integral del agua con visión a 2030 para lograr la sustentabilidad del recurso hídrico.                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Plan Verde Ciudad de México 2007-2022</b>                                           | SEDEMA                  | Gestión integral del agua para alcanzar la sostenibilidad y autosuficiencia hídrica del Distrito Federal, basada en los siguientes objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcanzar el equilibrio del acuífero.</li> <li>• Reducir el consumo de agua potable.</li> <li>• Reducir de pérdidas por fugas.</li> <li>• Incrementar la reutilización de aguas residuales.</li> </ul> |
| <b>Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos PGIRH 2012-2032</b>           | SACMEX                  | Gestión integral del agua para garantizar el servicio en cantidad y calidad a toda la población del Distrito Federal.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Plan Agua para el Futuro CDMx 2014-2018</b>                                         | SACMEX                  | Reestructuración de servicios para garantizar el abastecimiento sustentable de agua a la población del Distrito Federal en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reformas legales.</li> <li>• Agua potable.</li> <li>• Eficiencia comercial.</li> <li>• Tratamiento y reúso.</li> <li>• Drenaje.</li> </ul>                                                                              |

Fuente: Idom Consulting

### 1.2.3. Situación según las fases del Ciclo Integral del Agua

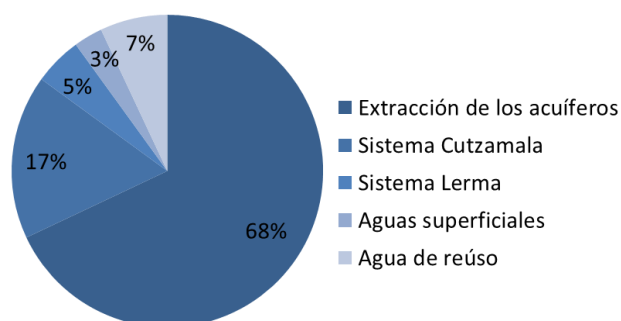
#### Captación

El abastecimiento del recurso hídrico de la Cuenca del Valle de México se realiza principalmente a partir de la extracción de agua de fuentes subterráneas o acuíferos (68%), las cuales se consideran un valioso recurso ya que sus características físicas permiten el filtrado y purificación del recurso, además de su almacenamiento y distribución, haciendo posible el disponer de agua de calidad en prácticamente cualquier época del año.

Prácticas de gestión ineficientes, la demanda insostenible de agua así como la pérdida irreversible del suelo de conservación, que ha generado la desecación de cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos y manantiales) e impide la captura natural de agua y la recarga de los acuíferos, han llevado a la sobreexplotación de los mismos y a tener que buscar fuentes alternativas<sup>8</sup>.

La segunda fuente de abastecimiento de agua son los trasvases desde los sistemas hídricos de Cutzamala (17%) y Lerma (5%). Esta fuente de abastecimiento implica un alto consumo energético en el bombeo de agua debido a las diferencias de nivel y se prevé que podría convertirse en una fuente de tensiones políticas y sociales si debido a su sobreexplotación no se garantiza su sostenibilidad.

***Ilustración 3 Fuentes de abastecimiento de agua de la Cuenca del Valle de México (2013, %)***



Fuente: Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, CONAGUA-SEMARNAT. 2013

La alta demanda de agua conduce a la extracción de agua de pozos cada vez más profundos, cuya calidad es menor y que supone mayores costos de extracción y de potabilización. Asimismo cabe destacar la correlación positiva entre la sobreexplotación del agua subterránea y el hundimiento cada vez mayor de la ciudad debido a la pérdida de presión hídrica subterránea, lo cual disminuye la capacidad de recarga de los acuíferos dado que cada vez hay menos espacio. La asimetría de estos movimientos y hundimientos causan además daños significativos a la infraestructura de agua potable y drenaje, ocasionando pérdidas

<sup>8</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

considerables tanto de agua potable (hasta un 40% en el Valle de México) como de aguas residuales (contaminando acuíferos y otras masas de agua natural).

### **Potabilización**

El agua directamente captada contiene materiales físicos, químicos y biológicos que limitan su consumo, por lo que tiene que ser sometida a procesos de tratamiento y potabilización que la habiliten para el consumo humano.

La calidad del agua viene determinada por diversos factores. La contaminación generada en la zona metropolitana, las deficiencias en los sistemas de drenaje que resultan en pérdidas de agua contaminada, así como la necesidad de transferir agua de fuentes externas afectan a la calidad del agua. Ello ha hecho necesaria la búsqueda de soluciones para la protección del recurso así como para el monitoreo y control de su calidad, tanto en fuentes de abastecimiento y pozos, como en el sistema de distribución para garantizar la seguridad de su consumo<sup>9</sup>.

La región de Aguas del Valle de México cuenta con 62 plantas potabilizadoras para la depuración del agua, proveniente de fuentes superficiales y subterráneas, destinada para el uso público urbano. Con el fin de controlar la calidad del agua en el Distrito Federal, el SACMEX realiza periódicamente estudios y análisis de la infraestructura hidráulica para identificar la presencia de elementos contaminantes. De acuerdo a información del SACMEX<sup>10</sup>, en términos generales, la calidad del agua que se distribuye en el Distrito Federal se considera apta para el consumo humano con respecto a los requerimientos de las Normas Oficiales Mexicanas.

Según estos estudios, la mayor fuente de contaminación del agua que se distribuye a la población para su consumo son los sistemas de almacenamiento de agua domésticos (tinacos y cisternas). Debido a deficiencias en su mantenimiento contaminan el agua almacenada, imposibilitando su consumo directo de la toma y haciendo necesarios procesos de purificación adicional<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> SACMEX. El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México: Pasado, presente y prospectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo. Sistema de Aguas de la Ciudad de México, 2012.

<sup>10</sup> Op. Cit.

<sup>11</sup> Op. Cit.

Estos procesos generalmente los realizan empresas privadas que comercializan el agua purificada embotellada, o mediante la instalación de dispositivos de filtración en la toma.

Sin embargo, existen zonas en el oriente de la ciudad, especialmente en la delegación de Iztapalapa, donde el agua presenta minerales e incluso contaminantes que no garantizan su potabilidad<sup>12</sup>. De acuerdo a los expertos, esta situación se debe principalmente a la baja calidad del agua de los pozos ubicados en esa zona, lo cual se relaciona con el alto nivel de hundimiento que ésta presenta en comparación con otras zonas de la ciudad.

### **Distribución**

La región del Valle de México cuenta con una cobertura de la red de distribución de agua potable del 91.6%<sup>13</sup>, lo que la convierte en la región con mayor cobertura a nivel nacional. El sistema de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México consta de:

- 567 kilómetros de acueductos.
- 1,273 kilómetros de red primaria.
- 11,971 kilómetros de red secundaria.
- 357 tanques de almacenamiento.
- 268 plantas de bombeo.
- 49 plantas potabilizadoras.
- 976 pozos.
- 69 manantiales<sup>14</sup>.

---

<sup>12</sup> Según el informe de calidad del agua de abril de 2014, en diez de las delegaciones de Distrito Federal se distribuye agua que cumple con la norma NOM-127-SSA1-1996, que fija los parámetros para la calidad potable. En el resto de las delegaciones hay algunas colonias que reciben agua apta para el consumo humano pero con algunos parámetros fuera de norma (principalmente fierro y manganeso), cuyo consumo no representa un riesgo para la salud (35 colonias de Iztapalapa, cinco de Azcapotzalco, de Gustavo A. Madero, de Iztacalco y de Tlahuac respectivamente, y dos de Venustiano Carranza). En las delegaciones Iztapalapa y Gustavo A. Madero hay una colonia en cada una, en la que el agua no es apta para consumo humano.

[http://www.sacmex.df.gob.mx/sacmex/doc/1\\_inicio/calidad\\_del\\_agua/Calidad\\_del\\_Agua\\_CDMX.pdf](http://www.sacmex.df.gob.mx/sacmex/doc/1_inicio/calidad_del_agua/Calidad_del_Agua_CDMX.pdf)

<sup>13</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

<sup>14</sup> SACMEX. El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México: Pasado, presente y prospectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo. Ciudad de México: Sistema de Aguas de la Ciudad de México, 2012.

A pesar de esto existen desequilibrios en la provisión del servicio a la población. La mayor parte de la infraestructura instalada en el Distrito Federal y la que presenta mejores condiciones se concentra en las delegaciones centrales, donde se localiza la población con un mayor poder adquisitivo. En contraste, las delegaciones periféricas cuya población registra un poder adquisitivo bajo presentan grandes deficiencias en infraestructura que satisfaga el suministro de agua potable<sup>15</sup>.

Se estima que alrededor de un millón de habitantes del Distrito Federal recibe el suministro de agua de forma intermitente y aproximadamente 180 mil personas no cuentan con conexión a la red de distribución<sup>16</sup>, situación que además de generar problemas sociales, representa un alto impacto económico de compensación del servicio. En el Valle de México este costo asciende a más de 28 mil millones de pesos anuales, aproximadamente el 1% del PIB de la región; que son financiados tanto por la administración pública, como por la población que llega a pagar hasta catorce veces más por el servicio ofrecido mediante proveedores privados<sup>17</sup>.

El sistema tarifario del Valle de México está altamente subvencionado y no refleja el costo generado por la provisión del servicio. Se estima que las tarifas pagadas por los usuarios cubren únicamente un 51% de dicho costo. A esto hay que añadir que los niveles de recaudación de 77% son relativamente bajos comparados con referentes internacionales<sup>18</sup>, lo que representa un riesgo significativo de sostenibilidad a largo plazo, además de limitar la capacidad de inversión para generar mejoras.

Además, debido a la localización de la región del Valle de México en una zona sísmica y con alto nivel de subsidencia, la infraestructura de distribución de agua potable presenta importantes daños. Las fallas del terreno, el hundimiento y los movimientos sísmicos han provocado daños en la infraestructura y rompimientos tanto visibles como invisibles que son difíciles de contabilizar y que provocan pérdidas de agua importantes y de difícil detección.

---

<sup>15</sup> SEDUVI. Agenda hacia una ciudad compacta, dinámica, policéntrica y equitativa 2013-2018. Ciudad de México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno del Distrito Federal, 2013.

<sup>16</sup> Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. Agua.org.mx: Centro Virtual de Información del Agua. [En línea] Julio de 2014. [Citado el: 22 de Julio de 2014.] <http://www.agua.org.mx>

<sup>17</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

<sup>18</sup> Op. Cit.

En el Valle de México los sistemas de macro y micro medición presentan baja cobertura, además de problemas de calibración y una deficiente gestión de datos obtenidos por los pocos sistemas existentes, no siendo posible la determinación exacta del volumen de agua que ingresa, que se usa y que se pierde, cuestión fundamental para la cuantificación del agua y su gestión, cobro y uso eficiente.

Estas situaciones ocasionan severos problemas de pérdidas físicas del recurso hídrico tanto en fugas como en uso clandestino. Se estima que el volumen de agua que se pierde en las redes de distribución y tomas de agua en el Distrito Federal se acerca al 37% del recurso disponible para consumo en la ciudad<sup>19</sup>.

Una de las aproximaciones de las instituciones de gestión del agua de la Ciudad de México para hacer frente a los problemas de fugas es la sectorización de 336 distritos hidrométricos por zonas de aproximadamente 2,500 tomas. Esto permite tener el control del agua que ingresa en el distrito mediante medidores macro y del agua que se distribuye a cada domicilio, mediante medidores micro, haciendo posible la detección de fugas y el control de la presión del agua en la red para disminuir las pérdidas. Asimismo esta sectorización facilita la reparación y mantenimiento de la red de distribución localizada dentro de cada distrito.

## **Consumo**

Se estima que el volumen de agua concesionado a la región de Aguas del Valle de México asciende a 4,720 hm<sup>3</sup>/año, mientras que el volumen de agua renovable del que se dispone es de 3,468 hm<sup>3</sup>/año. Esto representa un grado de presión por encima del 136% sobre el recurso en la región, significativamente alto comparado con el dato a nivel nacional (17%) y con los parámetros internacionales (en donde las regiones con más de un 40% están en el límite más alto<sup>20</sup>). En la Ilustración 4 se aprecia el alto grado de presión que presenta la región de Aguas del Valle de México en comparación con el resto del país.

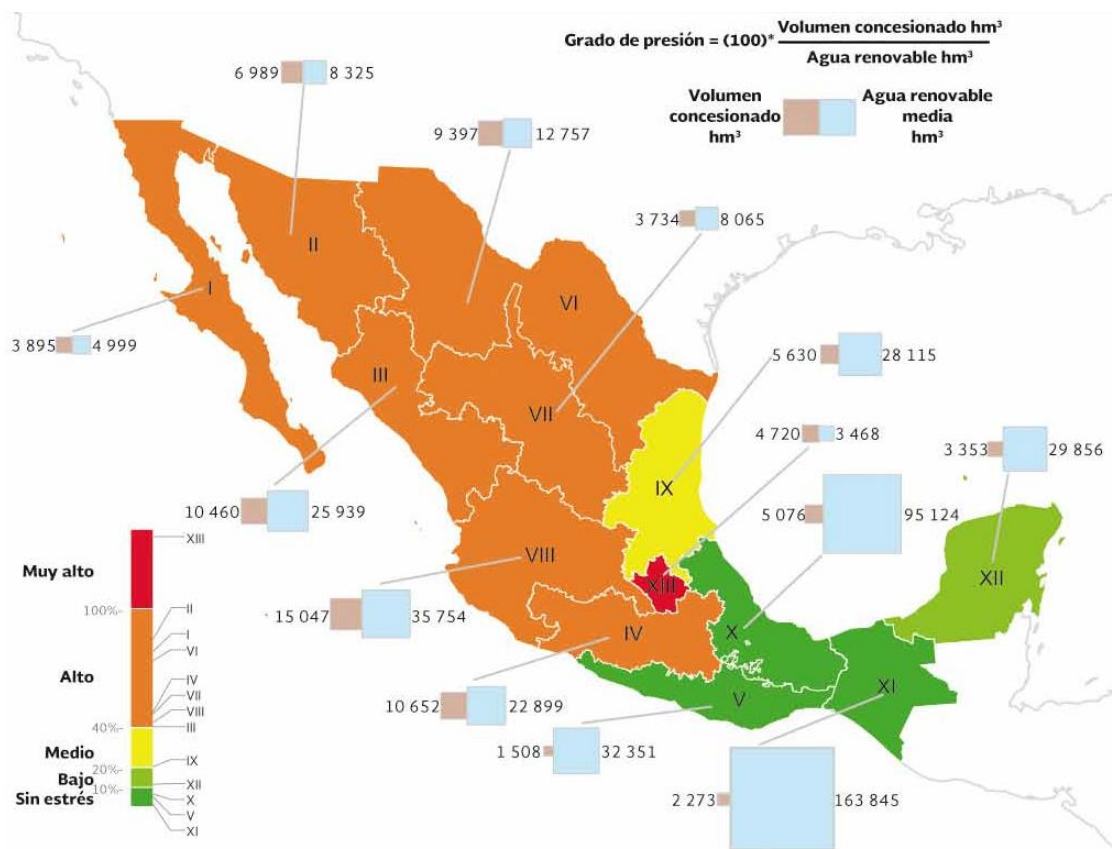
---

<sup>19</sup> Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. Agua.org.mx: Centro Virtual de Información del Agua. [En línea] Julio de 2014. [Citado el: 22 de Julio de 2014.] <http://www.agua.org.mx>

<sup>20</sup> CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013.



**Ilustración 4 Grado de presión sobre el agua (2013, grado de presión)**



Fuente: Estadísticas del Agua en México, CONAGUA-SEMARNAT, 2013

A pesar de esto, se estima que el 33% del agua disponible en el Valle de México registra un uso ineficiente<sup>21</sup>, debido tanto a las deficiencias en el sistema de distribución como al alto consumo de los usuarios finales. El principal uso del agua en el Distrito Federal es el abastecimiento público, es decir, el agua distribuida directamente a través de redes de agua potable para uso tanto en el sector doméstico como en diversas industrias y servicios metropolitanos, que representa un 97% del volumen total concesionado a la entidad<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

<sup>22</sup> El 2.8% se destina a actividades secundarias, entre las que se encuentran los sectores de la construcción y manufacturero, y solamente un 0.1% se destina a consumo agrícola, dadas las condiciones urbanas de la Ciudad de México. (CONAGUA, 2013. Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales).

El consumo de agua per cápita de los habitantes de la región del Valle de México se sitúa en aproximadamente 360 litros al día<sup>23</sup>, nivel muy elevado en comparación con el dato por habitante en otras zonas del país como el área metropolitana de Monterrey (130 litros diarios) o con otras ciudades latinoamericanas como Sao Paulo, Medellín o Bogotá, en las que se estima un consumo en torno a los 125 litros al día<sup>24</sup>.

Uno de los principales motivos de este elevado nivel de consumo de agua radica en los hábitos de consumo de los usuarios, lo que unido a una falta de conciencia ecológica conducen a consumos de agua elevados. De acuerdo a un estudio realizado por el SACMEX la cantidad necesaria para cubrir las necesidades de una persona, bajo condiciones de uso responsable del agua y con la utilización de enseres ahorradores, podría ser de 96.5 litros al día<sup>25</sup>.

Esta situación se ve reforzada por cuestiones como la existencia de un sistema tarifario basado en cuotas fijas, no considerando una progresividad en la que se penalice un mayor consumo mediante un coste más elevado. Además, la baja cobertura e ineficiencia de la infraestructura de micro medición domiciliaria dificulta el cobro del servicio por parte del concesionario o el servicio de aguas y obstaculiza el control de la cantidad de agua exacta que se consume<sup>26</sup>.

### **Drenaje y tratamiento de aguas residuales**

La región del Valle de México cuenta con una cobertura de la red de drenaje de 94.2%<sup>27</sup>, convirtiéndola en la región con mayor cobertura a nivel nacional. El sistema de drenaje de la Ciudad de México se compone de:

- 165 kilómetros de drenaje profundo y semiprofundo.
- 2,368 kilómetros de red primaria.
- 11,626 kilómetros de red secundaria.

---

<sup>23</sup> Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. Agua.org.mx: Centro Virtual de Información del Agua. [En línea] Julio de 2014. [Citado el: 22 de Julio de 2014.] <http://www.agua.org.mx>.

<sup>24</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

<sup>25</sup> SACMEX. El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México: Pasado, presente y prospectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo. Ciudad de México: Sistema de Aguas de la Ciudad de México, 2012.

<sup>26</sup> Op. Cit.

<sup>27</sup> Op. Cit.

- 145 kilómetros de colectores marginales.
- 198 plantas de bombeo y rebombeo.
- 78 estaciones para la medición en tiempo real de tirantes en componentes del sistema de drenaje<sup>28</sup>.

A pesar de esto existen desequilibrios en la distribución del servicio ya que, al igual que la red de agua potable, este sistema solo cubre ciertas zonas de la ciudad, presentando deficiencias especialmente en las zonas marginales.

La capacidad del sistema de drenaje de la Ciudad de México se ve superada por la cantidad de agua residual y pluvial generada, especialmente en temporada de lluvias. Aunque cuenta con infraestructura para el bombeo y desalojo del agua pluvial, la escasa capacidad del drenaje profundo es comúnmente rebasada, lo que ocasiona inundaciones. Esto ha dado lugar al desarrollo del proyecto de construcción del Túnel Emisor Oriente con el fin de ampliar esta capacidad, así como dar flexibilidad para el mantenimiento y descongestión de la infraestructura actual.

La infraestructura de drenaje de la Ciudad de México cuenta con más de 40 años de antigüedad y gran parte de la misma ha cumplido su vida útil por lo que requiere ser renovada o sustituida para su correcto funcionamiento. El bloqueo en el sistema de drenaje debido a la acumulación de residuos sólidos es otra de las causas de las inundaciones en la ciudad, que además provocan fugas de agua contaminada que se filtran en los acuíferos.

La infraestructura para tratamiento y reúso también se muestra insuficiente ante el incremento poblacional que provoca el aumento de aguas residuales. El Valle de México cuenta con una infraestructura de 102 plantas en operación para el tratamiento de aguas residuales, con una capacidad de tratamiento 10.9 m<sup>3</sup>/s. Se estima que se generan aproximadamente 52m<sup>3</sup> de aguas residuales por segundo, de las cuales se trata y reutiliza aproximadamente el 12%<sup>29</sup>. El tratamiento se dificulta debido a la falta de diferenciación de aguas (negras, grises, pluviales) que requieren procesos distintos.

---

<sup>28</sup> SACMEX. Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, Visión 20 años. Ciudad de México: Gobierno del Distrito Federal, 2012.

<sup>29</sup> Banco Mundial. Agua Urbana en el Valle de México: ¿Un camino verde para mañana? Washington D.C.: Banco de Reconstrucción y Fomento, 2013.

Debido a las condiciones críticas de abastecimiento de agua de la región, se está buscando incrementar el reúso de agua residual. De acuerdo a información del SACMEX y la CONAGUA<sup>30</sup>, se contempla la construcción de plantas adicionales en diversos municipios del Valle de México con las que previsiblemente se aumentaría la eficiencia del proceso, así como la capacidad de tratamiento del agua residual generada. Igualmente se contempla aumentar el uso de agua residual para la agricultura, enviando el agua tratada de estas plantas directamente a los distritos de riego, lo que permitiría clausurar los pozos de agua potable actualmente utilizados para este fin y contribuir de esta manera a la conservación del acuífero.

---

#### 1.2.4. Principales tendencias de innovación en agua a nivel mundial

Las principales tendencias de innovación en agua a nivel internacional se centran en la búsqueda de métodos de aprovisionamiento de agua suficiente y de calidad para satisfacer las necesidades del crecimiento poblacional, la reducción del consumo y la distribución más eficiente del recurso hídrico, así como en la búsqueda de soluciones para el saneamiento de aguas residuales para su reúso.

A continuación se presenta una breve descripción de dichas tendencias:

- **Fuentes alternas de extracción de agua potable: agua de mar o agua impura:**
  - Desalinización de agua de mar.
  - Tratamiento de aguas residuales para uso doméstico.
- **Optimización de las técnicas de saneamiento:**
  - Reducción del consumo energético en actividades clave (bombeo y aireación de tanques).
  - Reducción del uso de agentes químicos nocivos.
  - Optimización de los métodos de tratamiento:
    - Sistemas de bombeo (bombas, controles y válvulas, sistemas de automatización).
    - Químicos (coagulantes y floculantes, inhibidores de corrosión, carbón activado, biocidas).
    - Sistemas de membrana (osmosis inversa, ultrafiltración, micro filtración, electrodiálisis, separación por gas).

---

<sup>30</sup> SACMEX. El Gran Reto del Agua en la Ciudad de México: Pasado, presente y prospectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo. Ciudad de México: Sistema de Aguas de la Ciudad de México, 2012.

- Mejora de los rendimientos de purificación.
- **Distribución eficiente y consumo inteligente:**
  - Planeación y anticipación de situaciones en las redes de distribución.
  - Registro del consumo en tiempo real.
- **Reúso de agua residual:**
  - Tratamiento en tres fases: (1) ultrafiltración, (2) osmosis inversa, (3) desinfección por rayos ultra violeta.
  - Filtración por membranas.

## 2. EL SISTEMA DE INNOVACIÓN DEL AGUA EN EL DISTRITO FEDERAL

Este apartado reúne los principales actores del Sistema de Innovación del Agua en el Distrito Federal. En primer lugar, se presenta el mapa de actores basado en la función que éstos desempeñan en el conjunto del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, para posteriormente mostrar de una manera más detallada la presencia de las Instituciones de Educación Superior (IES), los Centros de Investigación y las empresas que forman parte del Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT).

### 2.1. Mapa de los agentes del Sistema de Innovación

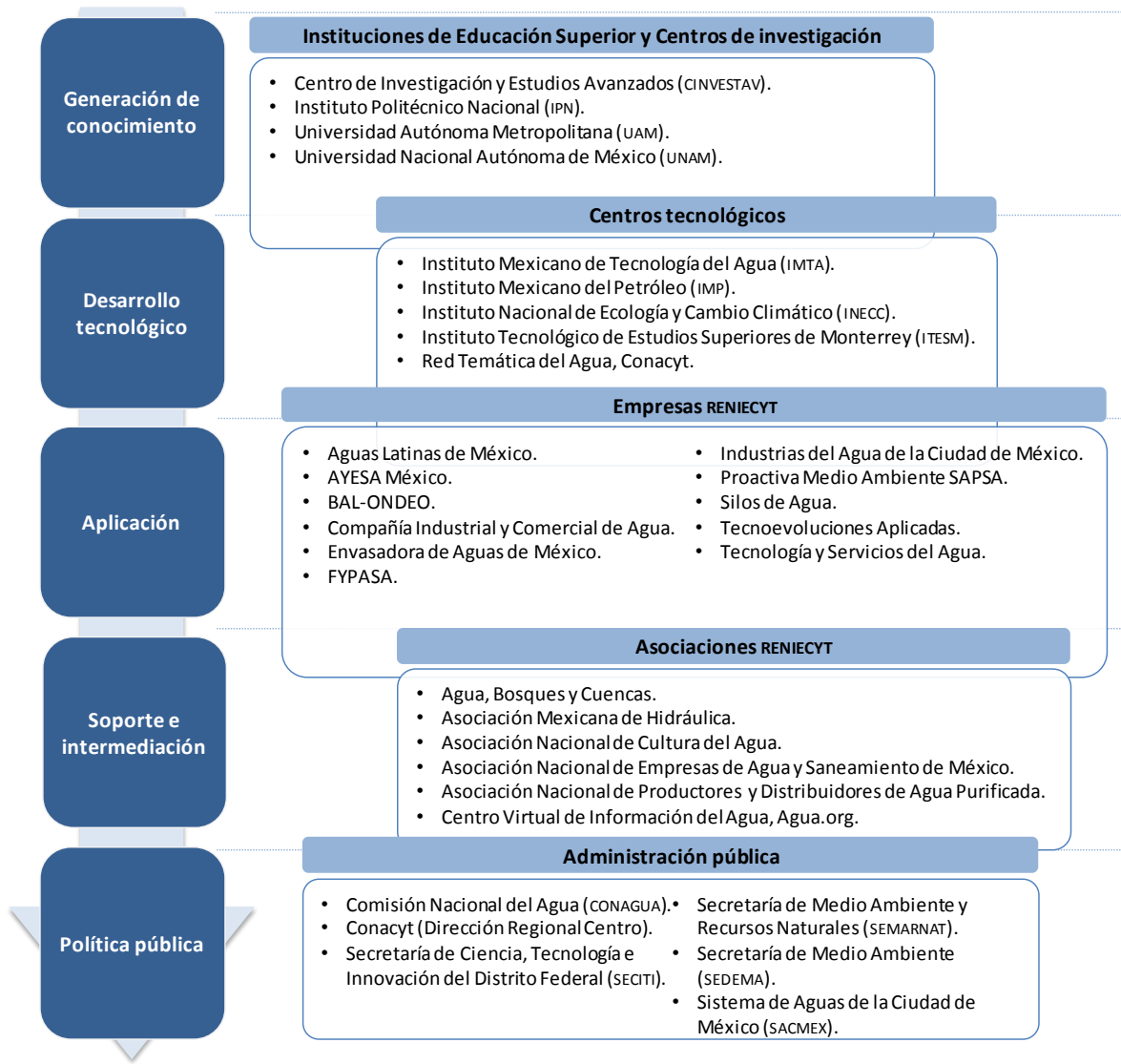
El entramado de instituciones que condicionan la innovación empresarial, facilitándola de forma más o menos directa, se denomina Sistema de Innovación. Una forma clásica de estructurarlo y describirlo es recurriendo a las funciones desarrolladas por sus actores, las cuales se pueden agrupar de la forma siguiente:

- **Generación de conocimiento**, es decir la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y superior comprensión de los existentes, en los terrenos científico o técnico.
- **Desarrollo tecnológico**, la cual se refiere a la aplicación concreta de los logros obtenidos en la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, a un plan o diseño en particular para la producción de materiales, productos, métodos, procesos o sistemas nuevos, hasta que se inicia la producción comercial.

- **Aplicación o innovación** en sentido estricto, es decir la introducción con éxito en el mercado de nuevos o mejorados productos, procesos y servicios.
- **Soporte e intermediación**, en esta categoría se incluyen todas aquellas entidades que prestan servicios que contribuyen a catalizar los procesos de innovación, tales como: el asesoramiento para la puesta en marcha de proyectos de I+D+i, el asesoramiento en procesos de valorización y transferencia de conocimiento, el financiamiento de actividades de I+D+i y la formación, entre otros.
- **Definición e implantación de políticas públicas de fomento de la innovación.** Las administraciones públicas juegan un papel fundamental en el impulso de la innovación, por medio de sus políticas científicas y tecnológicas ponen en marcha acciones que fomentan la innovación, garantizan la apropiación de resultados de la investigación y facilitan la difusión de las nuevas tecnologías.

El Sistema de Innovación del Agua en el Distrito Federal, que se detalla en la Ilustración 5, se ha estructurado considerando la función principal de los agentes, ello sin perder de vista que no se trata de compartimentos estancos. Por ejemplo, las universidades también podrían incluirse como entidades de soporte a la innovación al considerar sus oficinas de transferencia de conocimiento, o la administración pública cuando financia actividades empresariales de I+D está también asumiendo el citado rol; de la misma forma, las empresas que cuentan con departamentos de I+D no solo se sitúan en el rol aplicación, sino también en generación de conocimiento o desarrollo tecnológico.

*Ilustración 5 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del área del Agua en el Distrito Federal*



Fuente: Idom Consulting

## 2.2. Principales agentes y líneas de investigación

En el Distrito Federal se concentran algunos de los más destacados Centros de Investigación e Instituciones de Educación Superior a nivel nacional e internacional. A continuación se presenta una relación de dichas instituciones y centros, que llevan a cabo actividades de

generación de conocimiento y desarrollo tecnológico en cuestiones relacionadas con el agua en el Distrito Federal, detallando sus áreas de especialización.

---

### 2.2.1. AGENTES de generación de conocimiento



#### **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

Principales departamentos:

- Centro de Ciencias de la atmósfera.
- Departamento de Biología.
- Departamento de Biotecnología.
- Departamento de Ecología y Recursos Naturales.
- Departamento de Ingeniería Química.
- Facultad de Química.
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Instituto de Ecología.
- Instituto de Geofísica.
- Instituto de Geografía.
- Instituto de Geología.
- Instituto de Ingeniería.
- Red del Agua UNAM.



#### **Instituto Politécnico Nacional (IPN)**

Principales departamentos:

- Centro de Biotecnología Genómica.
- Departamento de Ingeniería Bioquímica.
- Departamento de Zoología.



#### **Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)**

Principales departamentos:

- Departamento de Biotecnología.
- Departamento de Ciencias Básicas.
- Departamento de Energía.



- Departamento de Hombre y su Ambiente.
- División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- División de Ciencias Sociales y Humanidades.



### **Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)**

Principales departamentos y servicios de apoyo:

- **Departamentos**
  - Biología y Química.
  - Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.
  - Ciencias Sociales.
  - Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.
  - Humanidades y Ciencias de la Conducta.
  - Ingeniería.
- **Servicios de innovación**
  - Articulación tecnológica y empresarial.
  - Gestión de fondos.
  - Gestión de la propiedad intelectual.
  - Vigilancia y prospectiva tecnológica.

---

## 2.2.2. AGENTES de desarrollo tecnológico



### **Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)**

Principales líneas de investigación:

- Calidad de aguas subterráneas.
- Calidad del agua.
- Contaminación del agua (hidrogeoquímica, detección de contaminantes).
- Gestión integral del agua.
- Hidráulica: medición de consumos.



### **Centro de Investigación y estudios Avanzados (CINVESTAV)**

Principales líneas de investigación:

- Aprovechamiento de agua pluvial.
- Calidad de agua.
- Contaminación de cuerpos de agua.
- Detección de fugas.
- Eficiencia en el uso de agua.
- Recuperación de aguas residuales.
- Reducción de consumo de agua.
- Tratamiento y potabilización.



### **Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)**

Principales líneas de investigación:

- Conservación de ecosistemas.
- Cuencas hídricas.
- Economía ambiental.
- Ecosistemas acuáticos.
- Ordenamiento ecológico.



### **Red temática del Agua Conacyt (RETAC)**

Principales líneas de investigación:

- Disponibilidad del agua, interacción y usos.
- Efectos sociales y conflictos.
- Instituciones, política, aspectos jurídicos y economía del agua.
- Procesos hidrológicos y manejo de cuencas y acuíferos.
- Salud y calidad del agua.



### **Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)**

Principales líneas de investigación:

- Evaluación ambiental del agua.
- Fluidos de perforación.
- Geofísica y Geología.
- Perforación de pozos profundos.
- Riesgo sísmico.

### 2.2.3. Detalle de empresas RENIECYT relacionadas con el Agua

El Distrito Federal cuenta con cuatro empresas y una asociación civil en materia de agua registradas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) a fecha de julio de 2014.

Su enfoque de negocio gira principalmente en torno al desarrollo de soluciones tecnológicas para la captación, tratamiento, medición y control de agua, así como otros servicios de apoyo al Ciclo Integral del Agua. El detalle de dichos agentes se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2 Empresas y asociaciones RENIECYT en el área del Agua en el Distrito Federal**

| Empresas                                                      | Líneas de acción                                                              |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Agua, Bosques y Cuencas A.C.                                  | Servicios de consultoría en medio ambiente.                                   |
| Aguas Latinas de México S. de R.L. de C.V.                    | Soluciones tecnológicas para el tratamiento de agua potable y residual.       |
| Compañía Industrial y Comercial de Agua S.A. de C.V. (CICASA) | Desarrollo, implementación y mantenimiento de sistemas de medición y control. |
| Envasadora de Aguas de México S. de R.L. de C.V.              | Soluciones para el envasado de agua purificada.                               |
| Silos de Agua S.A de C.V.                                     | Desarrollo tecnológico para la captación de agua para uso agrícola.           |

Fuente: Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas, RENIECYT, julio de 2014

## 2.3. Diagnóstico del agua en el Distrito Federal

En el diagnóstico se presenta un panorama general de la problemática identificada en esta área de especialización en relación con las diferentes fases del Ciclo Integral del Agua, así como aquellas que son transversales al mismo.

### Captación

- Pérdida de suelo de conservación que impide la recarga natural de acuíferos.
- Desecación y contaminación de cuerpos de agua superficiales.
- Política urbanística altamente dañina.
- Sobreexplotación de los acuíferos.
- Contaminación de los acuíferos.
- Incremento de los costos de extracción y potabilización de agua de los acuíferos debido al uso de pozos cada vez más profundos.

- Alta dependencia de fuentes externas.
- Alto consumo energético de los trasvases.
- Subsistencia del terreno por sobreexplotación de fuentes subterráneas.
- Reducción de la capacidad de los acuíferos debido a los hundimientos del terreno.

### **Potabilización**

- Baja calidad del agua extraída de los acuíferos debido a la contaminación por filtrado de aguas residuales y a la explotación de pozos cada vez más profundos.
- Baja calidad del agua extraída de las fuentes superficiales debido a la contaminación por aguas residuales, escurrimientos, entre otros.
- Problemas de eficiencia de las plantas de tratamiento (energética, costos, productiva, resultados).
- Insuficiencia de diagnósticos y control de la calidad del agua.
- Baja calidad del agua distribuida a la población en algunas zonas de Distrito Federal, lo que incluye distribución de agua no potable en algunas zonas.
- Contaminación del agua en sistemas de almacenamiento y distribución domésticos.

### **Distribución**

- Insuficiente cobertura de la red de agua potable.
- Infraestructura antigua y dañada debido al hundimiento del terreno.
- Riesgo de sismos que pueden dañar la infraestructura superficial y de poca profundidad (red secundaria), especialmente las juntas y conexiones.
- Reducidos niveles de inversión en la renovación, mantenimiento y ampliación de las infraestructuras.
- Alto nivel de pérdidas físicas de agua.
- Intermitencia en el servicio de distribución de agua.
- Inequidad en la provisión del servicio.
- Altos costos de compensación del servicio para la población marginada.
- Altos costos para el gobierno derivados de la subvención de las tarifas y la asunción parcial de los costos de compensación.
- Reducidos niveles de cobro por el servicio.
- Ineficiencia y falta de cobertura de los sistemas de micro y macro medición.

## **Consumo**

- Elevado consumo de agua per cápita.
- Falta de una cultura del cuidado y uso eficiente de agua.
- Sistemas de medición insuficientes y en mal estado de conservación.
- Sistema tarifario ineficiente que no penaliza el exceso de consumo.
- Escasa concientización respecto al coste del servicio y al impacto del exceso de consumo.

## **Drenaje y tratamiento de aguas residuales**

- Falta de cobertura de la red de drenaje, especialmente en zonas marginadas.
- Insuficiencia de capacidad de la red de drenaje actual, especialmente en temporada de lluvias.
- Infraestructura de drenaje obsoleta y dañada debido al hundimiento del terreno.
- Ineficiencia de la infraestructura debido a los cambios de pendiente provocados por los hundimientos.
- Bloqueo de drenaje debido a deficiencias en el manejo de residuos sólidos urbanos.
- Bajo nivel de tratamiento y reúso de aguas residuales.
- Las plantas de tratamiento de aguas residuales son insuficientes para tratar el agua generada en la ciudad.
- Las infraestructuras de reúso son insuficientes para garantizar un mayor aprovechamiento.
- Escasa cultura del reúso de agua entre la población.

## **Cuestiones transversales**

- Gestión Integral:
  - Existencia de cierta descoordinación entre las distintas administraciones responsables de la gestión del agua en el Distrito Federal.
  - Insuficiencia de mecanismos o herramientas para la gestión integral del agua, adaptados a las características de la Ciudad de México.
- Vinculación:
  - La principal debilidad observada en el Sistema de Innovación es que se encuentra desarticulado, en general los agentes operan de manera aislada. En consecuencia, no se aprovecha el enorme potencial del Sistema de

Ciencia y Tecnología para la generación de soluciones innovadoras que puedan llegar al mercado y a la población.

- El marco jurídico existente es un limitante para una colaboración ágil entre las universidades y el sector empresarial.
- Insuficiencia de agentes intermediarios que fomenten y catalicen las relaciones entre los distintos miembros del Sistema.
- Desconocimiento por parte de las empresas y gestores del agua de la oferta científico-tecnológica en agua.
- Desconocimiento de los agentes generadores de conocimiento de las necesidades de las empresas.
- Insuficiente oferta de servicios de soporte a la innovación específicos en el área del agua.
- Insuficiente tejido de profesionales expertos en la promoción de la innovación en agua.
- No existe una asociación que integre a todos los actores empresariales de la cadena de valor del agua y los agentes de innovación.

En general se observa la necesidad de impulsar el trabajo colaborativo entre el sector académico y el empresarial. Cada una de las partes involucradas argumenta no conocer las demandas y capacidades existentes en el Sistema de Innovación del Agua en el Distrito Federal lo cual dificulta su trabajo en cooperación. Esto apunta a la oportunidad de favorecer y dinamizar los flujos de comunicación e interacción entre los agentes del Sistema para vincular la demanda con la oferta científico-tecnológica existente.

### 3. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS

Como resultado del proceso de reflexión que se ha conducido para la realización de esta Agenda se han identificado tres grandes objetivos sobre los que el Distrito Federal centrará su estrategia de innovación en materia de agua:

*Tabla 3 Objetivos del Área de Especialización del Agua*

| OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN DEL AGUA                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OA1. Manejo eficiente, sostenible y equitativo del agua.                                                                                                  |
| OA2. Acceso de toda la población a un servicio de agua de calidad.                                                                                        |
| OA3. Articulación y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación para la valorización del conocimiento científico y tecnológico en torno al agua. |

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones del Comité de Gestión y la mesa sectorial del Agua

Atendiendo a las fases que componen el Ciclo Integral del Agua, se han identificado una serie de líneas sobre las que se desplegará la estrategia de innovación y se identificarán proyectos potenciales de interés.

*Tabla 4 Líneas definidas por fase del Ciclo Integral del Agua*

|                              |                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Captación</b>             | LA1. Fuentes alternativas de captación de agua.                                                                                                                                               |
| <b>Potabilización</b>        | LA2. Calidad de agua.                                                                                                                                                                         |
| <b>Distribución</b>          | LA3. Pérdidas de agua potable: fugas.                                                                                                                                                         |
| <b>Consumo</b>               | LA4. Reducción del consumo de agua.                                                                                                                                                           |
| <b>Drenaje y Tratamiento</b> | LA5. Mejora del drenaje.<br>LA6. Tratamiento de aguas residuales.                                                                                                                             |
| <b>Transversales</b>         | LE7. Gestión integral del agua.<br>LE8. Capacitación de los recursos humanos vinculados a la gestión del agua.<br>LE9. Estructuración y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación. |

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones del Comité de Gestión y la mesa sectorial del Agua

De esta manera el marco estratégico de la Agenda de Innovación del Agua aúna las acciones e instrumentos sobre los que se desplegará la operativa de la estrategia y que se concretará en la puesta en marcha de nuevos proyectos y procesos innovadores.

*Ilustración 6: Marco estratégico de la Agenda de Innovación del Agua*



Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones del Comité de Gestión y la mesa sectorial del Agua

A continuación se detallan cada una de las líneas definidas y los proyectos seleccionados en cada una de ellas, enfocándose en aquellos elegidos como prioritarios.

## 4. LÍNEAS DE ACCIÓN Y ESTRUCTURALES

Para responder a los objetivos planteados se han seleccionado una serie de líneas que, atendiendo a la metodología utilizada, pueden ser de acción o estructurales. La diferencia entre ambas estriba en que:

- las primeras son ámbitos específicos cuya atención se desea priorizar de cara a buscar soluciones innovadoras que permitan atajar la problemática detectada en cada una de las fases del Ciclo Integral del Agua.
- mientras que las segundas son ámbitos cuyo impulso contribuirá a la promoción de la innovación y a favorecer la vinculación entre agentes, lo que facilitará la estructuración y optimización de los procesos del Ciclo Integral del Agua desde un punto de vista integral.



A continuación se describen en detalle las líneas identificadas en torno al Agua y sobre las que se erigirán los proyectos de innovación o de estructuración.

## 4.1. Líneas de actuación

### 4.1.1. CAPTACIÓN: LA1. Fuentes alternativas de captación de agua

La ciudad se enfrenta a un problema de insuficiencia en el servicio de agua potable debido a la sobreexplotación, la contaminación y la desecación de cuerpos de agua superficiales. Ello genera una fuerte dependencia de fuentes externas de abastecimiento que generan altos costos, sobre todo energéticos. Es por ello que surge la necesidad de buscar fuentes de captación alternativas a las actuales.

En este sentido se han identificado ciertos ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Búsqueda y evaluación de nuevas fuentes de abastecimiento de agua.
- Desarrollo y fomento de fuentes alternativas de abastecimiento.

#### *Ilustración 7: Proyectos potenciales en torno a “Fuentes alternativas de captación de agua”*

##### **Nuevas fuentes de abastecimiento:**

- Búsqueda y evaluación de fuentes alternativas: pozos profundos, acuíferos artificiales, retención de aguas pluviales, aguas residuales.

##### **Desarrollo y fomento de fuentes alternativas:**

- Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.1.2. POTABILIZACIÓN: LA2. Calidad del agua

La calidad del agua distribuida a la población es un aspecto a mejorar. La necesidad de asegurar la calidad del agua, determinar el origen de los problemas detectados y de solucionarlos del modo más eficaz y económicamente eficiente motiva la selección de esta línea de acción y determina la temática de los proyectos a desarrollar.

*Ilustración 8: Proyectos potenciales en torno a la “Calidad del agua”*

**Técnicas y tecnologías:**

- Diseño de nuevas técnicas para vigilar y mejorar la calidad de las masas de agua naturales (acuíferos, ríos y lagos).
- Desarrollo y/o implantación de tecnologías emergentes de depuración – como los sistemas de membranas– con el fin de eliminar nutrientes, micro y nanocontaminantes y sustancias traza (medicamentos).
- Desarrollo de sistemas de control de calidad *on-line* en las diferentes fases (medición en tiempo real y en laboratorio).
- Desarrollo de técnicas de mantenimiento de sistemas domésticos de almacenamiento y distribución de agua.

**Infraestructuras:**

- Creación de laboratorios de control de calidad.
- Mejora de la eficiencia de las plantas de depuración: desarrollo de plantas de tratamiento de menor tamaño, económica y energéticamente más eficientes y con menor consumo de agentes químicos.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.1.3. DISTRIBUCIÓN: LA3. Pérdidas de agua potable: Fugas

La distribución de agua en el Distrito Federal registra importantes fugas de agua potable, debido, entre otros factores, a una infraestructura obsoleta y dañada por los sismos y el hundimiento del terreno. En este sentido se han identificado varios ámbitos que determinarán la temática de los proyectos que se potencien para minimizar las fugas:

- Dimensionamiento y control.
- Detección.
- Rehabilitación y sustitución.
- Subsistencia.

*Ilustración 9: Proyectos potenciales en torno a las “Pérdidas de agua potable: Fugas”*

**Dimensionamiento, control y detección de fugas:**

- Utilización de nuevos sistemas de estimación de fugas.
- Diseño de sistemas de monitorización y control de fugas.
- Implantación de nuevos métodos de monitoreo de flujos.

**Rehabilitación y sustitución de redes de distribución:**

- Planeación de redes.
- Desarrollo y aplicación de nuevos materiales a la red de distribución.
- Desarrollo de nuevos sistemas de inyección de materiales y soldadura de fugas.

**Subsidencia:**

- Estudios de determinación de zonas de hundimiento y de extracción de agua.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.1.4. CONSUMO: LA4. Reducción del consumo de agua

Los niveles de consumo de agua per cápita en el Distrito Federal son elevados en comparación con otras entidades federativas. Las principales causas son la ausencia de cultura del cuidado y uso eficiente del agua y la falta de conciencia sobre el coste del agua, hecho que se acentúa debido a sistemas de medición imprecisos y un sistema tarifario ineficiente. En este sentido se han identificado los siguientes ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Sistemas tarifarios y de cobro.
- Pautas de consumo.
- Reutilización.

#### *Ilustración 10: Proyectos potenciales en torno a la “Reducción del consumo de agua”*

##### **Sistemas tarifarios y de cobro:**

- Incorporación de tecnologías que permitan el ajuste de la estructura tarifaria del agua para adaptarla al costo real de gestión y al precio de escasez.
- Implantación de sistemas de predicción del fraude en la conexión a la red de agua potable, para facilitar el cobro del servicio.
- Estudios de reestructuración de sistemas tarifarios (a mayor consumo, mayor precio) y de cobro (universalización del servicio y de la recaudación).

##### **Pautas de consumo:**

- Análisis de pautas de consumo y acciones de concientización.
- Incorporación de acciones socio-tecnológicas en los proyectos de innovación para inculcar un cambio de cultura en el manejo del agua.
- Desarrollo de tecnologías domésticas de bajo consumo de agua.

##### **Reutilización:**

- Definición e implantación de sistemas de reutilización de aguas residuales.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

#### **4.1.5. DRENAJE Y TRATAMIENTO: LA5. Mejora del drenaje**

La problemática del sistema de drenaje en el Distrito Federal está relacionada, en muchos aspectos, con la que se registra en el sistema de distribución. La subsidencia, los temblores o la obsolescencia del sistema, por ejemplo, provocan fugas con importantes consecuencias socioeconómicas. La insuficiente cobertura y capacidad de las infraestructuras también son cuestiones comunes que generan graves consecuencias (inundaciones, contaminación del agua potable). La existencia de sistemas de drenaje separados para agua de lluvia, aguas grises y aguas negras facilitaría su tratamiento y por tanto su reutilización, además de ayudar a evitar los continuos problemas de encharcamiento de la ciudad, de gran importancia en la Ciudad de México.

En consecuencia, los ámbitos que se han identificado para mejorar el drenaje y que determinarán la temática de los proyectos se centran en:

- Infraestructuras.
- Inundaciones.

Hay que tener en cuenta que algunas de las acciones planteadas para afrontar los problemas de distribución tendrán efectos también en la red de drenaje.

*Ilustración 11: Proyectos potenciales en torno a “Mejora del drenaje”*

**Infraestructuras:**

- Desarrollo de infraestructura y manejo integral de la cuenca del río Yautepec / Chichinautzin para reducir las inundaciones.
- Diseño de sistemas de separación de aguas residuales –negras, grises y pluviales– en origen para facilitar la depuración y reutilización de las menos contaminadas.

**Inundaciones:**

- Aplicación de sistemas de análisis de riesgo de inundaciones.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.1.6. DRENAJE Y TRATAMIENTO: LA6. Tratamiento de aguas residuales

La inclusión de esta línea de acción se debe al insuficiente tratamiento y, sobre todo, falta de aprovechamiento de aguas residuales que se observa en el Distrito Federal.

Dentro de esta línea se han identificado varios ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Mejora de la eficiencia de las plantas de tratamiento actuales.
- Reutilización y reciclaje de los lodos activados.

### *Ilustración 12: Proyectos potenciales en torno al “Tratamiento de aguas residuales”*

#### **Nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales:**

- Incorporación de tecnología orientada a la gestión sostenible, que permita diferenciar fracciones de agua residuales para su tratamiento y reutilización.
- Desarrollo de nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos de cavitación, nanomateriales, microorganismos, desinfección por rayos UV y ósmosis inversa.

#### **Mejora de la eficiencia de las plantas de tratamiento actuales:**

- Mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en las plantas de tratamiento mediante su descentralización, la adecuación de su tamaño a las necesidades de cada zona y la optimización energética.

#### **Reutilización y reciclaje de los lodos activados:**

- Diseño de nuevos métodos de reutilización y reciclaje de lodos activados para su utilización como biocombustibles sólidos y líquidos, abonos y fertilizantes y para la recuperación de compuestos (amonio, fosfatos) y el aprovechamiento de materia orgánica.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

## **4.2. Líneas de estructuración**

### **4.2.1. TRANSVERSALES: LE7. Gestión Integral del Agua**

Tal como ha quedado patente, la responsabilidad de la gestión del agua del Distrito Federal en sus distintas fases del ciclo recae sobre diversos organismos públicos y privados, y sobre ella inciden además numerosos planes, programas y marcos jurídicos. A esto hay que añadir la fuerte relación de interdependencia en cuestión de agua entre el Distrito Federal y los estados limítrofes que se plasma en las siguientes cuestiones:

- Una importante proporción del agua que se consume en el Distrito Federal se importa de otras entidades federativas.
- Las políticas públicas del gobierno del Distrito Federal inciden directamente en la gestión del agua en la entidad, tal es el caso de las inundaciones, recarga de acuíferos o la contaminación del agua potable.

- Las aguas residuales se envían fuera del Distrito Federal para su tratamiento y/o disposición final.

A lo largo tanto del análisis como del diagnóstico y de la estrategia planteada, también se han detectado necesidades comunes a las distintas fases del Ciclo Integral del Agua, como es el caso de la existencia de una monitorización y control centralizados. Todas estas cuestiones conducen a la necesidad de desarrollar una visión integral de la gestión del agua tanto a nivel territorial (considerando todo el Valle de México) como desde el punto de vista del Ciclo (desde su captación hasta su disposición final).

En este sentido se han identificado varios ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Coordinación de las diferentes administraciones y organismos públicos y privados que tienen responsabilidades en la gestión del agua en el Distrito Federal.
- Mejora de los procesos de gestión del agua desde un punto de vista integral.
- Disponer de los medios necesarios para posibilitar una adecuada gestión integral del agua.

***Ilustración 13: Proyectos potenciales en torno a la “Gestión integral del Agua”***

**Coordinación administrativa:**

- Reorganización y coordinación de los organismos vinculados a la gestión del agua para lograr un sistema eficiente y sostenible. Involucra a las instituciones responsables de la ordenación territorial, la salud, el medio ambiente y la infraestructura.

**Mejora de procesos y herramientas de apoyo a la gestión del agua:**

- Diseño de herramientas TIC especializadas en gestión del Ciclo Integral del Agua: *software* y *hardware* específicos –incluyendo tecnologías *GIS*– de los que se derive un sistema de información regional.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.2.2. TRANSVERSALES: LE8. Capacitación de los recursos humanos vinculados a la gestión del agua

Una de las áreas de mejora detectadas en las empresas e instituciones vinculadas a la gestión del agua está relacionada con la falta de cualificación de su personal para una gestión moderna y racional del recurso o para la contratación de personal capacitado.

Con el fin de buscar soluciones a esta situación se han identificado varios ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Nuevos programas formativos.
- Capacitación del personal implicado en la gestión del agua.

*Ilustración 14: Proyectos potenciales en torno a la “Capacitación de los recursos humanos vinculados a la gestión del agua”*

**Oferta formativa:**

- Diseño de programas formativos adaptados a las necesidades de la gestión del agua.

**Actividades de capacitación**

- Formación de recursos humanos en habilidades técnicas y de gestión del agua, desarrollo de infraestructura y operaciones.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

---

#### 4.2.3. TRANSVERSALES: LE9. Estructuración y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación

A lo largo de todo el proceso de reflexión estratégica para la construcción de esta agenda, los agentes participantes han dejado constancia de forma unánime de los problemas de estructuración y vinculación que sufre el Sistema de Innovación del Agua en el Distrito Federal. Ello justifica la dinamización y puesta en marcha de un mecanismo de vinculación en red que permita identificar de forma coordinada proyectos de innovación sobre los que diseñar y pilotar rutas de valorización tecnológica para facilitar su llegada al mercado y a la sociedad.



En este sentido se han identificado varios ámbitos que determinarán la temática de los proyectos:

- Articulación y estructuración de un mecanismo de vinculación del Sistema de Innovación del Agua.
- Identificación de líneas de innovación en el área de especialización del agua.
- Detección y difusión de las capacidades científico-tecnológicas del Distrito Federal para atender los retos relacionados con el agua.
- Puesta en marcha de proyectos orientados a generar soluciones innovadoras a las problemáticas asociadas al agua en el Distrito Federal.
- Desarrollo de rutas de valorización de proyectos de I+D en torno al agua, que garanticen la llegada al mercado de los resultados de las investigaciones científico-tecnológicas.

*Ilustración 15: Proyectos potenciales en torno a la “Estructuración y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación”*

**Estructuración del Sistema de Innovación:**

- Creación del Espacio de Innovación del Agua.

**Mecanismos de vinculación y transferencia tecnológica:**

- Desarrollo e implementación de rutas de valorización de proyectos de I+D relacionados con el agua.

Fuente: Idom Consulting, basado en aportaciones de la mesa sectorial del Agua

## 5. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS DE AGUA

En el marco de esta Agenda, se entienden como proyectos prioritarios aquellos que contribuyen de forma significativa a resolver, bajo un enfoque científico y tecnológico, las problemáticas que afectan a la Ciudad de México, y por ende detonan procesos de transformación que resultan en una mejora de la calidad de vida de la ciudadanía. En este sentido, los proyectos prioritarios son aquellos que impactan sobre diversas fases del Ciclo Integral del Agua y, por tanto, líneas de acción, y requieren de la interacción de los agentes público-privados.

Los proyectos prioritarios identificados a lo largo del proceso de elaboración de esta Agenda en torno al agua y validados por la SECITI se centran principalmente en mejorar y fortalecer de manera sostenible el Sistema de Innovación del Agua del Distrito Federal con el fin de contribuir de una manera particularmente significativa al logro de los objetivos definidos, esto es:

- Manejo eficiente, sostenible y equitativo del agua.
- Acceso de toda la población a un servicio de agua de calidad.
- Articulación y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación para la valorización del conocimiento científico y tecnológico en torno al agua.

En base al análisis realizado y a la unanimidad por parte de los agentes en cuanto a la urgencia de estructurar un sistema de vinculación eficaz y eficiente, se considera fundamental orientar los proyectos prioritarios a crear los mecanismos que garanticen la articulación del Sistema de Innovación. Para ello se actúa, por un lado, en facilitar la promoción de instrumentos que coadyuven a que los resultados de la I+D lleguen al mercado y la sociedad y, por otro lado, en generar un mecanismo que de soporte a estos instrumentos, conformándose en un espacio de intercambio y transferencia de información y conocimiento entre los agentes del Sistema.

En este sentido la SECITI apuesta por un enfoque de proyecto prioritario que se despliega en:

- El impulso de las Rutas de Valorización de proyectos de I+D relacionados con el agua como instrumento que comprende la secuencia de actividades que van desde la generación de una idea de explotación de resultados de un proyecto de I+D, hasta su introducción en el mercado en forma de empresa, venta de tecnología o unidad de servicios tecnológicos.
- La creación de un Espacio de Innovación del Agua que fomente la cooperación entre grupos de investigación, empresas y administración pública, para facilitar la transferencia de conocimiento y articular y estructurar el Sistema de Innovación del área del Agua.

El resto de proyectos definidos, considerados complementarios, tendrán su base de desarrollo a partir de los anteriores. El espacio de Innovación estará diseñado para detectar y fomentar la ejecución de proyectos de I+D que solucionen las problemáticas existentes en el área del Agua y para, una vez que éstos han finalizado con éxito (entendiendo como tal

la capacidad de los mismos para llegar al mercado o a la sociedad), impulsar sus Rutas de Valorización.

En los siguientes apartados se describen con mayor profundidad los proyectos prioritarios seleccionados y posteriormente se incluye una relación de los proyectos complementarios que se han identificado y priorizado de cara a paliar las problemáticas detectadas en el área.

A continuación se describen los proyectos prioritarios para el Área de Especialización del Agua del Distrito Federal.

## 5.1. Rutas de Valorización de proyectos de I+D de Agua

El objetivo de esta iniciativa es aplicar la metodología de Rutas de Valorización (del laboratorio al mercado), con el fin de resolver la problemática de la gestión del agua del Distrito Federal. Esta metodología permite definir un camino crítico para implementar las tecnologías desarrolladas y explotarlas comercialmente ya sea mediante la creación de empresas, la licencia de tecnologías o la creación de laboratorios de I+D.

El proyecto plantea el desarrollo e implantación de las rutas de valorización de los proyectos piloto con los que se trabajó durante el desarrollo de esta Agenda, estos son:

- Implementación de un programa para habilitar 10,000 viviendas sufriendo escasez crónica de agua, con sistemas para que cosechen y aprovechen la lluvia que cae sobre sus techos. Promovido por la empresa Isla Urbana.
- Construcción y evaluación de un sistema de cosecha de agua de lluvia en escuelas de la Sierra de Santa Catarina. Promovido por investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Considerando tanto actividades analíticas de desarrollo de negocio, tales como: estudios de mercado, planes de negocio y estrategias de protección de la propiedad industrial e intelectual, como actividades técnicas relacionadas con el grado de madurez de las tecnologías valorizables: verificaciones técnicas y pruebas de concepto.

El desarrollo de Rutas de Valorización, como proyecto prioritario, actúa sobre los tres objetivos planteados en la Agenda de Innovación del Agua del Distrito Federal:

1) Respecto al “OA3. Articulación y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación para la valorización del conocimiento científico y tecnológico en torno al agua”, mediante:

- La conversión de capacidades científico-tecnológicas generadas en universidades y centros de investigación, en soluciones innovadoras accesibles a la población.
- La estructuración de una oferta de servicios especializados para el desarrollo e implementación de procesos de valorización y transferencia de tecnología.
- La difusión de las capacidades científico-tecnológicas en materia de agua.
- El establecimiento de vínculos entre los agentes del Sistema.

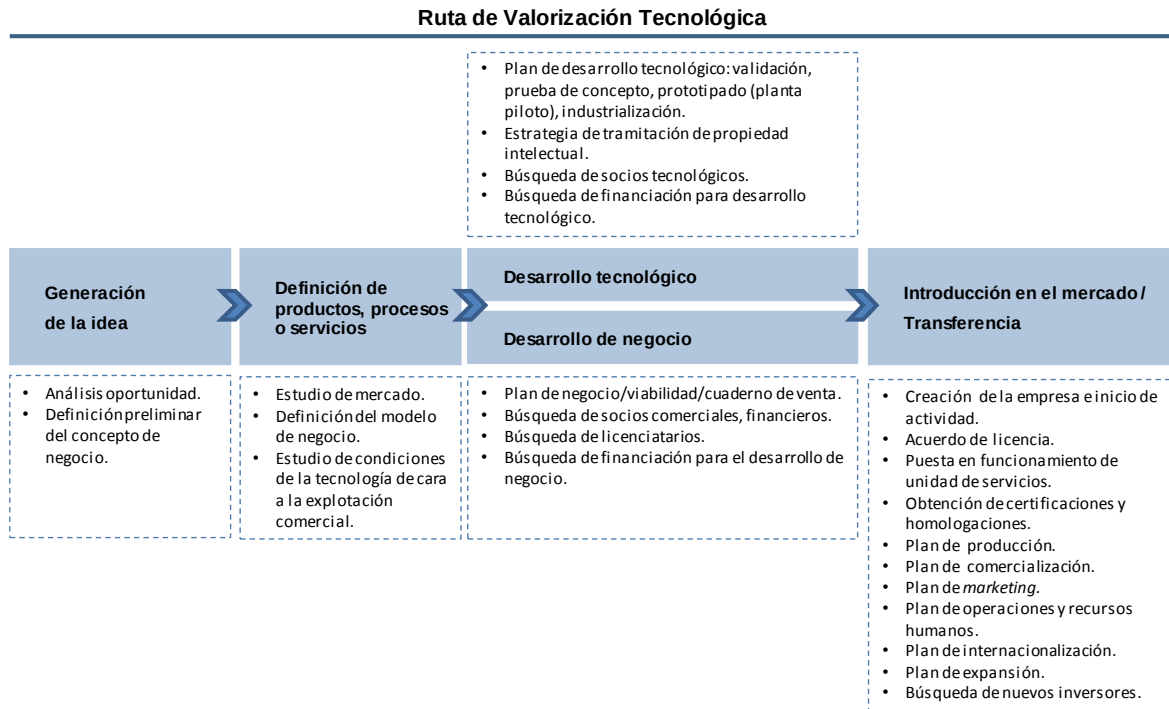
2) Respecto al “OA1. Manejo eficiente, sostenible y equitativo del agua” y al “OA2. Acceso de toda la población a un servicio de agua de calidad”, a través de los objetivos que se plantean los proyectos que se someten al proceso.

En el caso de los proyectos piloto favoreciendo:

- El acceso al agua de la población socialmente desfavorecida.
- Solventar problemas de equilibrio hídrico en la cuenca del Valle de México.
- Favorecer el desarrollo y puesta a disposición de la sociedad de soluciones innovadoras que den respuesta a los retos en materia de acceso al agua.

Como se puede observar en la Ilustración 16, la puesta en marcha de un proyecto prioritario de Rutas de Valorización comprenderá por un lado la ejecución de actividades relacionadas con el desarrollo de negocio, como son: la realización de estudios de mercado, planes de negocio y estrategias de protección de la propiedad industrial e intelectual, y por otro, lado la ejecución de actividades relacionadas con el grado de desarrollo y madurez de las tecnologías valorizables: verificaciones técnicas y pruebas de concepto, entre otros.

**Ilustración 16 Ruta de Valorización: secuencia de actividades**



Fuente: Idom Consulting

## 5.2. Espacio de Innovación de Agua

A lo largo del proceso de elaboración de esta Agenda se ha puesto de manifiesto que el Sistema de Innovación del Agua del Distrito Federal está desarticulado, no facilita la vinculación entre los distintos agentes y los resultados de I+D no llegan a la sociedad. En líneas generales se evidencia la ausencia de un canal que garantice la comunicación entre las demandas de la industria y los agentes que gestionan el agua, y la oferta de la academia y los grupos de investigación con capacidad de ofrecer soluciones científico-tecnológicas. Es por ello que se hace necesario activar canales específicos y a medida para fomentar la comunicación y vinculación entre los distintos agentes del sistema, de forma que se facilite y acelere la llegada de las soluciones de I+D a la sociedad y en particular a la ciudadanía del Distrito Federal.

La creación de un Espacio de Innovación del Agua actúa sobre estas necesidades planteándose los siguientes objetivos:

- Identificar de manera continua líneas de I+D+i asociadas a los retos relacionados con captación, tratamiento, distribución, consumo, drenaje y tratamiento de aguas residuales.
- Promover la puesta en marcha de proyectos colaborativos de I+D+i en los ámbitos anteriores.
- Dar soporte a la definición de rutas de valorización para conseguir la explotación comercial o social de los resultados de proyectos de I+D.
- Impulsar acciones de estructuración y articulación del Sistema de Innovación del Agua.
- Difundir las capacidades científico-tecnológicas del Distrito Federal para atender los retos relacionados con el agua.

Este proyecto está alineado con los objetivos planteados en la Agenda de Innovación del Agua del Distrito Federal:

- En relación al “OA1. Manejo eficiente, sostenible y equitativo del agua” y al “OA2. Acceso de toda la población a un servicio de agua de calidad”, mediante:
  - Identificación continua de líneas de I+D+i en torno al agua.
  - Rutas de valorización para conseguir la explotación comercial o social de los resultados de proyectos de I+D.
- Y en relación al “OA3. Articulación y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación para la valorización del conocimiento científico y tecnológico en torno al agua”, mediante:
  - Puesta en marcha de proyectos colaborativos de I+D+i.
  - Estructuración y articulación del Sistema de Innovación del Agua.
  - Difusión de las capacidades científico-tecnológicas.

### 5.3. Portafolio de proyectos

Dentro del desarrollo de la Agenda de Innovación del Distrito Federal se han detectado un total de 58 proyectos alineados con las áreas de especialización. Estos proyectos han sido propuestos directamente desde la cuádruple hélice, siendo cuatro de ellos clasificados como prioritarios por su coherencia estratégica con la Agenda, su viabilidad, el impacto esperado y su potencial de vinculación del Sistema de Innovación. El resto son considerados proyectos complementarios, ya que tendrán su base de desarrollo a partir de los anteriores.

A continuación se presenta la relación de proyectos detectados para el área de Agua, así como fuentes de posible financiamiento para cada uno de ellos.

| AGUA |                |                                            |                                                                                                                                                                           |                                                                    |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE           | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN        | RETO                                                                                                                                                                      | PROYECTO                                                           | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                           | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| AGUA | CAPTACIÓN      | Fuentes alternativas de captación de agua. | Insuficiencia en el servicio de agua potable debido a la sobreexplotación, la contaminación y la desecación de cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos y manantiales). | Búsqueda y evaluación de fuentes alternativas.                     | Búsqueda y evaluación de fuentes de agua alternativas a las actuales: pozos profundos, acuíferos artificiales, retención de aguas pluviales, aguas residuales.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>SENER-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |                |                                            |                                                                                                                                                                           | Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia.                 | Desarrollo y fomento de sistemas de captación y depuración de agua de lluvia.                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>SENER-Conacyt</li> <li>INIFED-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      | POTABILIZACIÓN | Calidad del agua.                          | Mejora y aseguramiento de la calidad del agua distribuida a la población.                                                                                                 | Vigilancia y mejora de la calidad del agua de las masas naturales. | Desarrollo de nuevas técnicas para vigilar y mejorar la calidad del agua de las masas naturales (acuíferos, ríos y lagos).                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                |
|      |                |                                            |                                                                                                                                                                           | Tecnologías emergentes de potabilización.                          | Desarrollo y/o implantación de tecnologías emergentes de depuración (como los sistemas de membranas) con el fin de eliminar nutrientes, micro y nano contaminantes y sustancias traza (medicamentos). | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>INIFED-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                        |

| AGUA |              |                                     |                                                                                                                                                                                       |                                                                                |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE         | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN | RETO                                                                                                                                                                                  | PROYECTO                                                                       | DESCRIPCIÓN                                                                                                                               | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|      |              |                                     |                                                                                                                                                                                       | Control de calidad por fases.                                                  | Desarrollo de sistemas de control de calidad <i>on-line</i> en las diferentes fases (medición en tiempo real y en laboratorio).           | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |              |                                     |                                                                                                                                                                                       | Mantenimiento de sistemas domésticos de almacenamiento y distribución de agua. | Desarrollo de técnicas de mantenimiento de sistemas domésticos de almacenamiento y distribución de agua.                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |              |                                     |                                                                                                                                                                                       | Creación de laboratorios de control de calidad.                                | Creación de laboratorios de control de calidad con capacidad para atender las necesidades actuales y futuras de agua.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |              |                                     |                                                                                                                                                                                       | Mejora de la eficiencia de las plantas de depuración.                          | Desarrollo de plantas de tratamiento de menor tamaño, económica y energéticamente más eficientes y con menor consumo de agentes químicos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>INIFED-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      | DISTRIBUCIÓN | Pérdidas de agua potable: fugas.    | La distribución de agua registra importantes fugas de agua potable debido, entre otros factores, a una infraestructura obsoleta y dañada por los sismos y el hundimiento del terreno. | Nuevos sistemas de estimación de pérdidas de agua.                             | Utilización de nuevos sistemas de estimación de fugas.                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |



| AGUA |      |                                     |      |                                                                  |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|------|-------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN | RETO | PROYECTO                                                         | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                            | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|      |      |                                     |      | Nuevos sistemas de monitorización y control de pérdidas de agua. | Diseño y aplicación de nuevos sistemas de monitorización y control de fugas.                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |      |                                     |      | Implantación de nuevos métodos de monitoreo de flujos.           | Desarrollo de sistemas de macro y micro medición adaptados a las circunstancias del Distrito Federal (subsistencia, temblores) que permitan un control en tiempo real. | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |      |                                     |      | Planeación de redes.                                             | Implantación de nuevos sistemas de planeación de redes que contemplen las características del Distrito Federal.                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |      |                                     |      | Nuevos materiales para la red de distribución.                   | Desarrollo y aplicación de nuevos materiales a la red de distribución de agua.                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |      |                                     |      | Nuevos sistemas de inyección de materiales y soldadura de fugas. | Desarrollo y empleo de nuevos sistemas de inyección de materiales y soldadura de fugas para disminuir las pérdidas.                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |

| AGUA |         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE    | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN  | RETO                                                                                                                                                                                                                                       | PROYECTO                                                        | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                           | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|      | CONSUMO | Racionalización del consumo de agua. | Altos niveles de consumo debido a la falta de cultura sobre el uso eficiente del agua y la escasa concientización sobre su costo, lo que se agrava por la imprecisión de los sistemas de medición y la ineficiencia del sistema tarifario. | Subsidencia.                                                    | Estudios de determinación de zonas de hundimiento y de extracción de agua.                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                            | Tecnologías para el ajuste de la estructura tarifaria del agua. | Incorporación de tecnologías que permitan el ajuste de la estructura tarifaria del agua adaptándose al coste real de gestión y precio de escasez (implantación de sistemas de telelectura y contadores inteligentes). | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                            | Sistemas de predicción del fraude en agua potable.              | Desarrollo de sistemas de predicción del fraude en agua potable para facilitar el cobro del servicio.                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                            | Reestructuración de los sistemas tarifarios y de cobro.         | Estudios de reestructuración de sistemas tarifarios (a mayor consumo, mayor precio) y de cobro (universalización del servicio y de la recaudación).                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                            | Análisis de pautas de consumo y acciones de concientización.    | Desarrollo de acciones de concientización para la minimización del consumo.                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>SEMARNAT</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                                                            |

| AGUA |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE                  | NICHO<br>ESTRATÉGICO O<br>LÍNEA DE<br>ACCIÓN | RETO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PROYECTO                                                                 | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                      | FUENTES DE<br>FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|      |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Innovación social: inculcar una cultura de cambio en el manejo del agua. | Incorporación de acciones socio-tecnológicas en los proyectos de innovación para inculcar una cultura de cambio en el manejo del agua.                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• SEMARNAT</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                                                                                              |
|      |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Tecnologías domésticas de bajo consumo de agua.                          | Desarrollo de tecnologías domésticas de bajo consumo de agua (enseres, sistemas de saneamiento).                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                           |
|      |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Sistemas de reutilización de aguas residuales.                           | Definición e implantación de sistemas de reutilización de aguas residuales (desarrollo técnico, adaptación de reglamentos de construcción, programas de concientización social). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• INIFED-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      | DRENAJE Y TRATAMIENTO | Mejora del drenaje.                          | El progresivo hundimiento del suelo, los temblores o la obsolescencia del sistema provocan fugas con importantes efectos socioeconómicos. La insuficiente cobertura y capacidad de las infraestructuras también generan graves consecuencias, como inundaciones y la contaminación del agua potable. La instalación de sistemas de drenaje separados para agua | Gestión integral de la cuenca del río Yautepec / Chichinautzin.          | Desarrollo de infraestructuras y manejo integral de la cuenca del río Yautepec / Chichinautzin para la reducción de las inundaciones.                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                           |
|      |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Sistemas de separación de aguas residuales en origen.                    | Desarrollo de sistemas de separación de aguas residuales en origen (negras, grises, pluviales) para facilitar la depuración y reutilización de aguas menos contaminadas.         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• INIFED-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |                       |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                          |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| AGUA |      |                                     |                                                                                                                                                                       |                                                                |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN | RETO                                                                                                                                                                  | PROYECTO                                                       | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                       | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|      |      | Tratamiento de aguas residuales.    | de lluvia, aguas grises y aguas negras facilitarían su tratamiento y por tanto su reutilización, además de ayudar a evitar los continuos problemas de encharcamiento. | Análisis de riesgo de inundaciones.                            | Aplicación de sistemas de análisis de riesgo de inundaciones (estrés hídrico, estaciones hidrométricas, volumen de escurrimiento).                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |      |                                     | Insuficiente tratamiento y, principalmente, falta de aprovechamiento de aguas residuales en el Distrito Federal.                                                      | Tecnología para diferenciar fracciones de aguas residuales.    | Incorporación de tecnología orientada a la gestión sostenible, que permita diferenciar fracciones de aguas residuales para su tratamiento y reutilización.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |      |                                     |                                                                                                                                                                       | Nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales.            | Desarrollo e implantación de nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales (procesos de cavitación, nanomateriales, microorganismos, humedales, desinfección por rayos UV, ósmosis inversa). | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>INIFED-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |      |                                     |                                                                                                                                                                       | Mejora de la eficiencia de las plantas de tratamiento.         | Mejora de la eficiencia de las plantas de tratamiento mediante su descentralización, la adecuación de su tamaño a las necesidades de cada zona o la optimización energética.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> <li>CONAGUA</li> <li>Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                         |
|      |      |                                     |                                                                                                                                                                       | Nuevos métodos de reutilización y reciclaje del lodo activado. | Diseño y análisis de viabilidad de nuevos métodos de reutilización y reciclaje del lodo activado (biocombustibles sólidos y líquidos, abonos y                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOINS (Conacyt)</li> <li>FORDECYT (Conacyt)</li> <li>PEI (Conacyt)</li> <li>FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>FIT (SE-Conacyt)</li> <li>CONAGUA-Conacyt</li> </ul>                                                                        |

| AGUA |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|-------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE        | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN                                    | RETO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | PROYECTO                                                                          | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                      | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | TRANSVERSAL | Gestión integral del agua.                                             | Las competencias en materia de gestión de agua recaen en diferentes administraciones y organismos públicos y privados cuyo funcionamiento coordinado repercutirá en una mayor eficiencia y optimización de los recursos disponibles. Por otra parte, se ha detectado también la necesidad de mejorar los procesos y medios para posibilitar a las entidades responsables una adecuada gestión integral del agua. | Reorganización y coordinación de los organismos vinculados a la gestión del agua. | fertilizantes, recuperación de compuestos - amonio, fosfatos, entre otros- y posibilidad de incorporación dentro de la cadena de producción del aprovechamiento de materia orgánica).            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SENER-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |
|      |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   | Reorganización y coordinación de las instituciones públicas para lograr un sistema de gestión del agua eficiente y sostenible (ordenación territorial, salud, medio ambiente, infraestructuras). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
|      |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   | Diseño de software y hardware especializado en gestión del Ciclo Integral del Agua (incluyendo tecnologías GIS), del que se derive, entre otras cosas, un sistema de información regional.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |
|      |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   | TIC especializadas en la gestión del Ciclo Integral del Agua.                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                               |
|      |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   | Nuevos programas formativos.                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                                               |
|      |             |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                   | La modernización de los procesos de gestión integral del agua requiere de la mejora en la cualificación de los profesionales para actualizar sus competencias.                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becas Conacyt</li> <li>• Becas Conacyt-Gobierno del Distrito Federal</li> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Becas SRE</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>          |
|      |             | Capacitación de los recursos humanos vinculados a la gestión del agua. | La modernización de los procesos de gestión integral del agua requiere de la mejora en la cualificación de los profesionales para actualizar sus competencias.                                                                                                                                                                                                                                                   | Capacitación de recursos humanos.                                                 | Formación de recursos humanos en habilidades técnicas y de gestión del agua, desarrollo de infraestructura y operaciones.                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becas Conacyt</li> <li>• Becas Conacyt-Gobierno del Distrito Federal</li> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Becas SRE</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>          |

| AGUA |              |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|--------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÁREA | FASE         | NICHO ESTRATÉGICO O LÍNEA DE ACCIÓN                                    | RETO                                                                                                                                                                                                                                                                     | PROYECTO                                                                   | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                               | FUENTES DE FINANCIAMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|      | PRIORITARIOS | Estructuración y vinculación de los agentes del Sistema de Innovación. | La interacción y colaboración efectiva entre los agentes del Sistema de Innovación vinculados a la problemática del agua, permitirá un mejor aprovechamiento de las capacidades científico-tecnológicas para su transformación en soluciones innovadoras en este ámbito. | <b>Espacio de Innovación del Agua.</b>                                     | Creación y dinamización de un mecanismo de vinculación de los agentes del Sistema de Innovación del Agua, que permita poner en marcha actividades y proyectos de carácter innovador de manera colaborativa, con el fin de dar respuestas innovadoras a las problemáticas ligadas al agua. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul>                                                                                 |
|      |              |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Rutas de Valorización de proyectos de I+D relacionados con el agua.</b> | Implementación de las Rutas de Valorización de proyectos científicos y tecnológicos relacionados con el agua.                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOINS (Conacyt)</li> <li>• FORDECYT (Conacyt)</li> <li>• PEI (Conacyt)</li> <li>• FOMIX (Gobierno del Distrito Federal-Conacyt)</li> <li>• FINNOVA (SE-Conacyt)</li> <li>• FIT (SE-Conacyt)</li> <li>• CONAGUA-Conacyt</li> <li>• CONAGUA</li> <li>• Horizon 2020-Conacyt</li> </ul> |