



La hidroelectricidad como instrumento para el desarrollo de infraestructura hidráulica en favor de la seguridad hídrica y la gobernanza del agua

Documento para la II Reunión General de la Red Gobernanza Metropolitana.

12 y 13 de noviembre de 2018, Colegio de Jalisco, Zapopan, Jalisco.

Morales Méndez, Victor

**Instituto de Energías Renovables, Centro Universitario de Tonalá,
Universidad de Guadalajara**

ssvicmo@gmail.com

Resumen/abstract:

La inversión y operación de grandes obras hidráulicas para el almacenamiento, transporte y saneamiento del agua, regularmente son financiadas, mediante presupuesto federal, por los distintos niveles de Gobierno, debido a sus altos costos y bajos porcentajes de recuperación de capital, considerando los beneficios sociales más que la rentabilidad de los proyectos. Sin embargo, la falta de suficiencia económica del Gobierno y de los organismos operadores municipales no ha permitido su completo desarrollo. Las nuevas tecnologías para la hidrogeneración se han vuelto una opción que permite amortizar los pagos de deuda en infraestructura nueva o reducir la facturación en aquellas en operación haciendo viables este tipo de proyectos atrayendo, además, inversión y financiamiento de empresas e instituciones privadas, volviéndose así, en un instrumento valioso en la gobernanza del agua para la seguridad hídrica.

Palabras clave:

Hidroelectricidad, obras hidráulicas, gobernanza del agua, seguridad hídrica.

Nota biográfica: Licenciatura y Maestría en Ingeniería Civil por parte de la UNAM. Estudiante del Doctorado en Agua y Energía en la U de G. 14 años en planeación estratégica y diseño del potencial hidroeléctrico de México. Especialista en Hidrología, Transición Energética, Energías Renovables, Mercado Eléctrico Mayorista, Cambio Climático, Sustentabilidad, Sostenibilidad, Gobernanza en cuencas hidrológicas y temas de agua. Profesor de Asignatura en la carrera de Ingeniería en Energía de la U de G y en las Maestrías en Hidráulica y en Energía Renovable de la UAG.

Política Pública, Gobernanza y Gobernabilidad en temas de agua

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas: *“La seguridad hídrica se define como “la capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de subsistencia, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política” (ONU-Agua, 2013. Citado y traducido por UNESCO, 2018, pp. 12)*

En esta razón, la política pública en temas de agua ha sido muy intensa en los últimos años, tanto en el plano internacional como en el nacional. La ONU estableció un objetivo propio para este aspecto dentro de los Objetivos de Desarrollo Sustentable, el número 6: *“Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”* en donde se fijaron metas para el año 2030 correspondientes a alcanzar una distribución equitativa del agua, además de que fuera asequible, segura y de calidad, asimismo el acceso a servicios de saneamiento e higiene apropiados sobre todo para la población más vulnerable, conseguir la gestión integral y el uso eficiente del recurso hídrico y la protección de todos los ecosistemas relacionados con el agua, promoviendo además la participación de los gobiernos y las comunidades en la gobernanza del agua y el saneamiento (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015).

Del mismo modo, desde 1965, la UNESCO estableció el Programa Hidrológico Internacional, el cual ha evolucionado en diferentes fases tomando en cuenta aspectos sociales, económicos y culturales, la administración del agua y gobernanza y los cambios globales. En el año 2014 se estableció la VIII Fase denominada “Seguridad Hídrica: atención de los problemas locales, regionales y globales” conscientes del Cambio Climático ocasionado por agentes antropógenos. De esta manera, orientan sus esfuerzos al fortalecimiento de la ciencia y la innovación en temas de desastres hidrometeorológicos extremos, aprovechamientos de recursos hídricos, gestión del agua, ecohidrología y educación para mitigar, adaptar y controlar los impactos ocasionados por el Cambio Climático (Jiménez, 2015).

En México, en el año 2014, como parte de la política hídrica del Gobierno Federal, se publicó el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018. Este Programa se derivó del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y del Programa Sectorial de Medio Ambiente

2013-2018¹. La finalidad del PNH fue la de establecer las directrices, metas y acciones, a mediano y largo plazo, que deberían seguir el Gobierno Federal, los gobiernos locales y la sociedad civil para garantizar el acceso al agua y de servicios de saneamiento, con la disponibilidad, calidad y asequibilidad adecuadas, así como su uso responsable y sustentable; distribuir el agua necesaria para la seguridad alimentaria del país, en respaldo de la Cruzada Nacional contra el Hambre y finalmente, disminuir la vulnerabilidad ante los efectos del Cambio Climático; incluyendo para ello, la participación adicional del sector privado. Coadyuvando así, para el éxito de cumplir con el objetivo principal del PNH: “lograr la seguridad y la sustentabilidad hídrica en México” (PNH, 2014, pp. 14). Otro aspecto importante del PNH, es que fue definido desde un enfoque multisectorial, considerando la sinergia de involucrar a todas las Secretarías de Gobierno para la coordinación e implementación de las acciones establecidas en el PNH. Finalmente, este Programa legalmente está fundamentado en los artículos 25 y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley de Aguas Nacionales.

De esta manera, se plantearon 6 objetivos y sus respectivos indicadores orientados al logro del objetivo principal del PNH, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Objetivos e indicadores del Plan Nacional Hídrico 2014-2018. Fuente: elaboración propia con información de PNH (2014).

| Objetivo | Indicador |
|---|--|
| 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua. | 1. Índice Global de Sustentabilidad Hídrica (IGSH) |
| 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones. | 2. Decretos de reserva de agua para uso ambiental formulados |
| | 3. Población y superficie productiva protegida contra inundaciones |
| | 4. Programas de manejo de sequías elaborados y aprobados por consejos de cuenca |
| 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. | 5. Índice global de acceso a los servicios básicos de agua (IGASA) |
| 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector. | 6. Influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones |
| 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable. | 7. Productividad del agua en distritos de riego (kg/m ³) |
| 6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua. | 8. Proyectos de cooperación internacional atendidos |

En el año 2018, el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) emitió un informe especial en donde mostraba los avances y resultados que se habían logrado en materia de seguridad hídrica a dicho año, con base a los indicadores establecidos en el PNH 2014-2018, mostrados en la Tabla 1 (CONAGUA, 2018). Dichos resultados se muestran en la Tabla 2.

En este caso, es importante resaltar que los indicadores pueden ser vistos desde dos puntos de vista: Gobernanza y Gobernabilidad. Desde el punto de vista de la Gobernanza, las acciones están más encaminadas a la generación de la política pública que debe de seguir el país para lograr la seguridad hídrica, tomando en cuenta los diferentes enfoques que pueden tener el Gobierno, la sociedad civil y la industria privada, desde un plano global, regional o local, estableciendo indicadores y metas que

¹ CONAGUA. Programa Nacional Hídrico 2014-2018. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-hidrico-pnh-2014-2018>.

deberán ser logradas en un cierto tiempo establecido. La Gobernabilidad se refiere a las acciones que “aterrizarán” las disposiciones establecidas por la política pública, en otras palabras, se refiere a todos aquellos, especialmente los municipios, que deberán llevar a cabo las actividades necesarias para que las metas sean cumplidas y los indicadores así lo demuestren. Es en este punto donde se da el quiebre entre lo planeado y lo realizable.

Tabla 2 Resultados de indicadores reportados por CONAGUA al 30 de junio de 2018.

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2018)

| Objetivo | Indicador | Unidad | Línea Base 2012 | Meta 2018 | Resultado 2018 |
|---|--|----------------------------|-----------------|----------------------|----------------|
| 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua. | 1. Índice Global de Sustentabilidad Hídrica (IGSH) | Índice | 0.555 | 0.684 | 0.582* |
| 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones. | 2. Decretos de reserva de agua para uso ambiental formulados | Decretos publicados en DOF | 0 | 189 | 295 |
| | 3a. Población protegida contra inundaciones | Habitantes | 0 | 6 620 000 | 10 641 249 |
| | 3b. Superficie productiva protegida contra inundaciones | Hectáreas | 297 917 | 300000 (adicionales) | 125 734 |
| | 4. Programas de manejo de sequías elaborados y aprobados por consejos de cuenca | Programas | 0 | 26 | 26 |
| 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. | 5. Índice global de acceso a los servicios básicos de agua (IGASA) | Índice | 0.652 | 0.761 | 0.735* |
| 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector. | 6. Influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones | % | 13.3 | 20 | 31.91 |
| 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable. | 7. Productividad del agua en distritos de riego | kg/m³ | 1.62 | 1.87 | 1.85** |
| 6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua. | 8. Proyectos de cooperación internacional atendidos | % | 0 | 100 | 100 |

*Valor a 2016

**Valor a 2017

De esta manera, en la Tabla 2, se puede ver claramente esta división conceptual en el cumplimiento de las metas establecidas en el PNH, los indicadores 2, 4, 6 y 8 fueron cumplidos en base al desarrollo de políticas públicas. En cambio, los indicadores 1, 3, 5 y 7 están basados en acciones concretas que se debieron haber realizado mediante el desarrollo de infraestructura hidráulica, entre otras acciones tangibles. En un análisis más profundo el indicador 3a, referente a la población protegida contra inundaciones fue cumplido debido a que las acciones emprendidas para este rubro fueron especialmente realizadas en grandes metrópolis como la Zona Metropolitana de la CDMX y el Valle de México, con lo cual una obra hidráulica desarrollada tiene influencia sobre un mayor número de personas, además de considerar las acciones para la atención de emergencias presentadas por eventos hidrometeorológicos extremos y “*las acciones para la conservación, restauración y manejo sustentable del capital natural*” (PNH, 2014, pp. 85). Por otro lado, enfatizar que los índices IGSH e IGASA no pudieron ser calculados al cierre del reporte emitido por CONAGUA, debido al retraso en la información que los define, reportándose solamente hasta el 2016. En el caso del IGSH, el índice logrado de 0.582 determina una sustentabilidad hídrica media en el país y el valor de 0.735 logrado en el IGASA refleja servicios regulares en el acceso al agua potable y al saneamiento. Finalmente, tampoco fueron cumplidos los indicadores referentes a la superficie protegida contra inundaciones y la productividad del agua en distritos de riego.

Es indudable que, cuando las metas a alcanzar dependen de beneficios intangibles establecidos en la emisión de Decretos, Programas, toma de decisiones, cooperación

internacional, entre otros, estos serán cumplidos cabalmente en los plazos definidos. Sin embargo, cuando se trata de indicadores cuyos insumos para su determinación están basados en bienes tangibles como el desarrollo de infraestructura, indicadores económicos, producción de alimentos, ahorro de agua, pérdidas económicas, de bienes o de vidas humanas, entre otros, estos no se ven cumplidos en su totalidad y se determinan con información no actualizada. Mostrando con ello, la gran brecha que existe entre lo planeado y lo ejecutado.

Problemática Hídrica en México

Son muchos los problemas que se deben enfrentar y las situaciones que se deben sortear para la implementación de las acciones que deriven en un avance sólido con respecto a la seguridad hídrica y a la consolidación de la gobernanza en el tema del agua. A continuación, se presentan algunos datos estadísticos que pueden ilustrar la situación hídrica en México con la finalidad de analizar la problemática desde diferentes aspectos:

Con respecto a aspectos geográficos y demográficos, de acuerdo a la publicación realizada por la CONAGUA, en noviembre de 2017: *“las Estadísticas del Agua en México”*. El país tiene una extensión territorial de 1.964 millones de km² en donde habitan 122.27 millones de personas proyectadas a 2016 lo que da una densidad media nacional de 62.25 habitantes por km². En el Censo más reciente, realizado en 2010, se determinó que en el país existían 192 247 localidades, de las cuales, en 139 156 localidades, con menos de 100 habitantes, vivían 2.8 millones de personas, es decir, en el 74.4% de las localidades del país vivía solamente el 2% de la población. Al contrario, se menciona que cerca del 57% de la población vivía en 59 zonas metropolitanas al 2015, el 0.03% de las localidades totales. Además, el 53.3% de la población total del país vivía en localidades situadas por arriba de los 1 500 msnm. Asimismo, el país cuenta con una división política representada por 32 entidades federativas, divididas en 2 458 municipios y delegaciones, lo que representaba que en promedio cada municipio debía atender las necesidades hídricas de 78 localidades, dentro de las cuales se podían encontrar localidades urbanas, rurales o zonas metropolitanas (CONAGUA, 2017).

Considerando paralelamente los aspectos socioeconómicos con respecto a los usos y distribución geográfica y temporal del agua al 2016, se tiene que en la región Norte, Centro y Noroeste habitaba el 76.95% de la población representando el 82.31% del PIB pero con una disponibilidad de 33% del agua renovable. En cambio, en la zona Sur del país donde se tiene una disponibilidad del 67% del agua renovable, vivía solamente el 23.05% de la población que representaba el 17.69% del PIB. Del mismo modo, el sector agropecuario aportaba solamente el 3.8% al PIB pero representaba el 76% de los volúmenes concesionados. El abastecimiento público es el segundo uso en concesión con un 15%. En conjunto, estos dos usos representan el 91% del volumen concesionado a escala nacional. Por último, el 68% de la precipitación media mensual se presenta solamente en cuatro meses del año (junio a septiembre) (CONAGUA, 2017).

En cuanto a la disponibilidad y calidad del agua al año 2016, México cuenta con una media nacional de 3 687 m³/hab/año de agua renovable per cápita, llegando a ser de hasta 21 500 m³/hab/año en el sur del país (Chiapas), de 55 m³/hab/año en el Centro (Ciudad de México) y de 2 385 m³/hab/año en el Norte del país (Sonora). De las 757 cuencas hidrológicas 108 de ellas ya no cuentan con disponibilidad de agua para

concesión y de los 653 acuíferos, 205 no cuentan con disponibilidad para concesión, de éstos 105 se reportan sobreexplotados, 32 tienen presencia de suelos salinos y agua salobre y 18 presentaron intrusión salina. Del mismo modo, el 10% de las aguas superficiales se consideran contaminadas de acuerdo a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el 31.7% de acuerdo a la demanda química de oxígeno (DQO). En cuanto al grado de presión (volumen concesionado con respecto al volumen renovable) en el norte, centro, noroeste del país se presentan índices de medio, alto y muy alto mientras que en la región sur el índice es bajo o sin estrés (CONAGUA, 2017).

En contraste, al 2015, se había logrado que el 95.3% de la población total cuente con acceso de agua entubada (97.8% urbana, 87.0% rural), el 92.8% cuente con servicios de alcantarillado y saneamiento básico (97.4% urbana, 77.5% rural) (CONAGUA, 2017).

En resumen, para determinar las mejores soluciones a los problemas del agua se deben tomar en cuenta aspectos como: la dispersión geográfica y el crecimiento demográfico de la población, la altura en el asentamiento de las poblaciones, la disponibilidad geográfica y temporal del agua, la contaminación del agua, la vulnerabilidad ante inundaciones y sequías, los usos de agua, los servicios ecosistémicos, la disponibilidad administrativa del agua en ríos y acuíferos, los impactos ambientales y sociales derivados de actividades antropógenas, la legislación vigente, entre muchos otros.

En esta razón, la política pública está más que establecida, como se pudo observar en el PNH y en la legislación vigente al respecto. La conceptualización de la situación hídrica en México, por parte de los tomadores de decisiones, aborda en su totalidad todos estos aspectos, las soluciones planteadas los toman en consideración, la legislación, planes, programas y estrategias publicadas mencionan cabalmente lo que se debe de hacer. Sin embargo, aún falta fundamentar la ejecución adecuada de las acciones propuestas en la implementación de esa política pública, es decir, que dicha política tome forma en el desarrollo de la infraestructura hidráulica necesaria para implementar las mejores soluciones en el tema del agua y que los beneficios sean tangibles para toda la población, sin discriminación alguna.

En este aspecto, se considera que hay mucho todavía por hacer, sobre todo en temas de corrupción. En algunos ejemplos, se puede observar como el desarrollo urbano no sigue las planeaciones estratégicas, se siguen otorgando permisos para la construcción de fraccionamientos habitacionales urbanos en zonas de vulnerabilidad y sin acceso a redes de agua potable y saneamiento, asentamientos en zona federal de cauces, tomas clandestinas de agua superficial y subterráneas, desvío de recursos económicos destinados a la implementación de soluciones, descargas clandestinas de aguas residuales, falta de mantenimiento y, en casos extremos, abandono de la infraestructura hidráulica existente, quedando por mencionar muchos más casos.

Al respecto de lo anterior, existe un contexto especial que toma relevancia en una de las principales soluciones en la problemática del agua: el desarrollo de infraestructura hidráulica. Mucho de ello tiene que ver con la poca capacidad de gestión integral que tienen los estados, y que en muchos casos la hacen a través de sus municipios, ante las grandes extensiones territoriales, así como del número de localidades y habitantes que los conforman. Principalmente, la falta de recursos económicos, la poca capacidad técnica especializada, las altas nóminas que mantienen, la deficiente gestión social, los

impactos ambientales no mitigados ni compensados, han sido factores importantes que no permiten el desarrollo de la infraestructura hidráulica necesaria para dar cabal continuidad a la política pública establecida, aunado a la infraestructura vieja y deficiente con que cuentan, al crecimiento de la demanda y a los subsidios que no permiten la recuperación del capital invertido. Es en este último aspecto donde toma vital relevancia el poder contar con fuentes de financiamiento de la banca de desarrollo y la participación de capital privado que permitan el impulso regional y local de la infraestructura hidráulica como solución primordial en la problemática del agua.

En un contraste significativo, existe un principio que sustenta la política hídrica nacional establecido en la Ley de Aguas Nacionales (artículo 14 BIS 5) denominado “*el agua paga el agua*” de tal manera que “*la gestión del agua debe generar recursos económicos y financieros necesarios para realizar sus tareas inherentes*” (CONAGUA, 2017, pp. 162). Así, la CONAGUA revela que, durante el año 2016, recaudó 18 360 millones de pesos por el cobro de derechos y diversos conceptos referentes al consumo y aprovechamiento del agua y el monto de programas presupuestarios para el gobierno y gobernanza del agua fue de 10 888 millones de pesos en el mismo año, lo que permite definir el valor del indicador “*el agua paga el agua*” el cual resultó ser de 0.59 haciendo referencia a que “la recaudación brinda los recursos suficientes para financiar las actividades de gobierno y gobernanza del agua” (CONAGUA, 2017, pp. 163). Sin embargo, en el mismo documento se menciona que la inversión en el subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento fue de 34 800 millones de pesos proveniente de programas a cargo de la CONAGUA, SEDESOL, CDI, BANOBRAS, organismos estatales, iniciativa privada y créditos. 70.8% de origen Federal, 12.6% estatal, 11.3% municipal y 5.3% de otras fuentes, considerando comisiones estatales, desarrolladores de vivienda, créditos, aportaciones de la iniciativa privada. Lo anterior, nuevamente muestra la disparidad en la concepción en el cumplimiento de los indicadores relacionados a la gobernanza del agua y la implementación de las acciones propuestas derivados de la misma. Con esto se formula la pregunta sobre si las recaudaciones realmente pagan las inversiones requeridas por el sector además de los recursos requeridos para las actividades del gobierno y la gobernanza del agua.

La hidroelectricidad como instrumento para el desarrollo de infraestructura hidráulica

En la actualidad, el país cuenta con una extensión de 633 mil km de ríos, 653 acuíferos, 908 plantas potabilizadoras, 2 536 plantas municipales y 3 041 plantas industriales de tratamiento de aguas residuales, más de 5 mil presas y bordos con 150 mil hm³ almacenados aproximadamente, 6.5 millones de hectáreas de riego, 2.8 millones de hectáreas de temporal tecnificado y más de 3 000 km de acueductos (CONAGUA, 2017), es importante mencionar que en estas estadísticas no se menciona el estado físico que guarda dicha infraestructura.

La realidad es que la mayoría de la infraestructura hidráulica existente requiere de mantenimiento mayor, modernización y en algunos casos de una suplencia completa, asimismo, ante el aumento poblacional, la demanda de agua también ha aumentado de

manera proporcional, lo que requiere de infraestructura hidráulica adicional que involucre tecnología de punta e innovadora que cubra las necesidades actuales.

El abastecimiento de agua para riego realizado por canales genera muchas pérdidas en su trayecto debido su falta de revestimiento y automatización. De acuerdo a Arreguín et. al. (2013) cerca del ocho por ciento del total de las presas construidas en México fueron construidas antes del año 1900 y un 10% se encuentran en peligro alto o medio. Muchas de las plantas de tratamiento de agua potable han dejado de funcionar debido a sus altos costos en energía eléctrica. Las pérdidas en las redes de agua potable no pueden ser reparadas debido a sus altos costos. En algunos momentos, los acueductos no trabajan a su capacidad de diseño considerando los altos costos en el bombeo. Los nuevos proyectos de almacenamiento de agua para abastecimiento de agua potable no pueden ser materializados debido a la falta de financiamiento y aceptación social. El problema es nacional; el desarrollo, modernización y mantenimiento de la infraestructura hidráulica nueva y existente se ve menguada debido a que los montos de recuperación de capital son menores que los costos de inversión. Como una alternativa para la solución en este dilema, se presenta el equipamiento hidroeléctrico de la infraestructura hidráulica existente y su incorporación en nuevos proyectos que estén en etapa de planeación o construcción.

Las nuevas tecnologías en turbinas hidroeléctricas representan una innovación en el ramo: más eficientes, con rangos de operación mayores, amigables con el medio ambiente y las especies acuáticas epicontinentales migratorias, de bajo costo de inversión y diseño.

Ahora es posible el aprovechamiento hidroeléctrico en canales y ríos de bajo caudal gracias a la incorporación de las turbinas cinéticas. Al mismo tiempo, existen turbinas que pueden ser acopladas a las válvulas reductoras de presión y dentro de las tuberías de conducción de acueductos para el abastecimiento de agua potable, sin comprometer la calidad del agua. Existen, turbinas de baja carga y gran caudal, ideales para zonas que no cuentan con grandes desniveles topográficos como cárcamos de aguas pluviales o sistemas de riego o para salvar desniveles topográficos en canales de conducción. Se pueden equipar turbinas a la entrada de las plantas potabilizadoras o a la salida de plantas de tratamiento de aguas residuales. Incluso instalar turbinas en el mismo desfogue de centrales hidroeléctricas ya construidas o en las obras de toma de presas dedicadas para el riego.

En los casos de que exista la infraestructura hidráulica, el equipamiento hidroeléctrico puede ayudar en la reducción de la facturación por concepto de energía eléctrica consumida o para otros costos debidos a la operación, así como para el autofinanciamiento en la modernización de infraestructura. En proyectos nuevos, sirve como un ingreso adicional que da certidumbre a la banca de desarrollo o a inversionistas privados para el financiamiento de este tipo de proyectos. En la planeación, permitirá subsanar los costos de una buena gestión social y ambiental que eviten retrasos o la cancelación de proyectos en construcción debidos a movilizaciones sociales en contra de los mismos.

Adicional a lo mencionado, la reciente Reforma Energética ha abierto una nueva modalidad de negocio en la venta de la energía eléctrica producida a baja escala como

lo es la *Generación Distribuida*. De tal manera que, no necesariamente se debe de consumir *in situ* la energía producida, dado que ésta puede ser negociada en las redes de distribución de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) o de otro sistema aislado y pagada a precios de mercado, lo que favorecería un portafolio de negocio que compensará los costos de construcción u operación de cierta infraestructura, con los ingresos de las centrales hidroeléctricas, lo cual se pudiera ver reflejado dentro de la misma contabilidad de una empresa o municipio, según el caso. En un acueducto de varios kilómetros de longitud con un sistema de bombeo, por ejemplo, podrían instalarse turbinas en los sitios donde se encuentren válvulas reductoras de presión muy lejanas a la planta de bombeo, la energía producida se comercializaría en la red de distribución más cercana y los beneficios se reflejarían en la contabilidad del dueño. El mismo caso sería en los canales de conducción de gran longitud para riego.

Finalmente, el desarrollo de la energía hidroeléctrica, ya sea considerada como energía renovable (centrales minihidroeléctricas) o como energía limpia (centrales hidroeléctricas con embalse) lleva inherente el beneficio ambiental de la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la diversificación en la matriz energética, la reducción en los precios de la energía, el cumplimiento de las metas nacionales e internacionales en el combate contra el Cambio Climático y la Transición Energética en energía eléctrica hacia el uso de energías limpias y renovables, desarrollo económico local, generación de empleos temporales durante la construcción y fijos durante su operación, desarrollo de obras de infraestructura asociada especialmente en los caminos de acceso, abastecimiento de energía eléctrica en zonas marginadas. En las centrales con embalse, se genera desarrollo turístico, piscicultura, recreación, vías de comunicación marítima, control de avenidas, manejo de sequías, almacenamiento de agua y energía.

Conclusiones

La hidroelectricidad puede servir con un instrumento valioso en la implementación de las acciones establecidas en las políticas públicas producidas por las actividades de gobernanza del agua. Disminuir la brecha que existe entre lo planeado y lo ejecutable en beneficio de la seguridad hídrica. Sortear la falta de recursos económicos y financiamiento, en los niveles más bajos de las dependencias de Gobierno, como lo son las entidades municipales y los organismos operadores, para el desarrollo y operación de infraestructura hidráulica.

El equipamiento hidroeléctrico, con base en las innovaciones tecnológicas incorporadas en las turbinas hidroeléctricas, permite la generación de energía eléctrica en infraestructura hidráulica existente o en proyecto. La Generación Distribuida permite la comercialización de la energía eléctrica en las redes de distribución más cercana reduciendo costos de interconexión.

De esta manera, la hidroelectricidad proporciona ingresos adicionales que dan certidumbre para el financiamiento y desarrollo de nueva infraestructura hidráulica requerida, de tal manera que de soluciones a los problemas del agua en México. Además, reduce los costos por consumo de energía eléctrica de los organismos

operadores, municipales o privados, quienes están a cargo de la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y potabilizadoras, así como de las redes de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Permite también la modernización, revestimiento y automatización de los canales de conducción y sistemas de riego, coadyuvando al consumo de agua eficiente en la agricultura.

Finalmente, el desarrollo hidroeléctrico brinda beneficios adicionales como el cumplimiento de metas nacionales e internacionales establecidas para el combate contra el Cambio Climático y la Transición Energética en energía eléctrica hacia el uso de las energías limpias y renovables, entre otros.

Bibliografía

- Arreguín, Murillo y Marengo. 2013. *Inventario nacional de presas*. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. IV, núm. 4, septiembre-octubre de 2013, pp. 179-185.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. 2015. *Resolución 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Septuagésimo período de sesiones. Cuarta sesión plenaria.
- CONAGUA. 2017. *Estadísticas del Agua en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de la República.
- CONAGUA. 2018. *Avances de los indicadores y metas relevantes del Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/365559/PNH_Indic_140818.pdf
- Jiménez, B. 2015. *Seguridad Hídrica: retos y respuestas, la fase VIII del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (2014-2021)*. Aqua-LAC - Vol. 7 - N° 1 - Mar. 2015. pp. 20 – 27.
- Programa Nacional Hídrico 2014-2018. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Gobierno Federal.
- ONU-Agua. 2013. *Water Security and the Global Water Agenda*. Ontario, Canada: United Nations University.
- UNESCO. 2018. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018. Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. París. Francia.