



ARTÍCULO RES 007



ARTÍCULO RES 007

USO DE INDICADORES EN EL SECTOR AGUA POTABLE Y SUS PERSPECTIVAS PARA EL DESEMPEÑO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN ÁMBITOS URBANOS

187

Use of indicators in the potable water sector and their potential for the performance and environmental sustainability of providers of potable water services in urban areas

KARINA DEL VALLE PEÑA RODRÍGUEZ¹, WILVER CONTRERAS MIRANDA¹,
MARY ELENA OWEN DE C.¹ y VICENTE AGUSTÍN CLOQUELL BALLESTER²

^{1,2} Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela. E-mails: karina.kapisi@gmail.com; wilvercontrerasmiranda@gmail.com; marowen@hotmail.com; ³ Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. E – mail: cloquell@upv.es

Recibido: 17/07/17. Aceptado: 15/01/18.

RESUMEN

La gestión sostenible del recurso agua disponible como provisión del acceso al agua potable para la población mundial, es tal vez, la principal preocupación y desafío en el siglo XXI en un mundo cada vez más urbanizado. Frente a esta situación, y con la nueva visión que se debe tener de la gestión urbana del agua para garantizar su acceso sostenible, eficiente y equitativo del recurso hídrico a la población, enmarcado en un contexto de integración y sostenibilidad ambiental, representan un desafío para las organizaciones prestadoras del servicio público de agua potable y saneamiento, exigiéndoles, trascender a lo que actualmente fundamentan sus pilares, principios y problemas, agrupándolos sólo en cuatro parámetros ó elementos cobertura, cantidad, continuidad y calidad. En atención a ello, y en procura de contribuir a la gestión sostenible del recurso hídrico por las empresas prestadoras de este servicio, la presente investigación enmarcada en la tesis doctoral titulada **Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas de Mérida C.A (Venezuela)**, se desarrolló una revisión del estado del arte del uso de indicadores en el sector agua potable para la selección u combinación de metodologías que aporten parámetros para incorporar la dimensión ambiental como pilar fundamental en la prestación del servicio de agua potable en ámbitos urbanos, que permitan contar con bases fundamentales para desarrollar en otro estudio una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Como resultado se

obtiene la selección y combinación de cuatro metodologías: modelo FPEIR (Fuerzas motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta); modelo diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua; metodología propuesta para la Incremento de la eficiencia física, hidráulica y energética en sistemas de agua potable; metodología para la medición de la gobernabilidad y gobernanza del agua. Este aporte servirá de base en el desarrollo de las investigaciones vinculadas a la tesis doctoral e incorporar de manera innovadora el parámetro ambiental como un pilar de la prestación del servicio de agua potable y romper paradigmas de los sistemas de indicadores tradicionales aplicados al sector y lograr interrelacionar dicho servicio en las dimensiones de la sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: Metodologías, Indicadores, Sector Agua Potable.

SUMMARY

The sustainable management of available water resources for the global provision of accessible drinking water is maybe the main concern and challenge of the twenty-first century in an increasingly urbanized world. Together with this, a paradigm shift in urban water management is required in order to ensure the sustainable, efficient and equitable access of the water resource to the urban population. Integrated and environmental sustainability, pose a challenge to providers of safe drinking water and sanitation public services, that are required to transcend their current foundations, principles and problems, and focus only on four parameters: coverage, quantity, continuity and quality. Given this context, and in an attempt to contribute to the sustainable management of water resources by service providers, we present this research framed within the doctoral thesis entitled *Development of a methodology for the evaluation of performance and environmental sustainability in drinking water management. Case study: Aguas de Mérida C.A (Venezuela)*. A review of the state of the art of the use of indicators in the potable water sector was undertaken for the selection or combination of methodologies that provide parameters to incorporate the environmental dimension as the fundamental pillar in the provision of potable water services in urban areas, that could form the basis of a further study focused on the development of a methodology for the evaluation of the performance and environmental sustainability of the management of potable water. Results indicate the selection and combination of four methodologies: model FPEIR – Spanish initials for Prime movers, Pressures, the State, Impact, Answer); diagnostic model of the sustainability of a water supply; proposed methodology for the increase of the physical, hydraulic and energy efficiency of drinking water systems; methodology for the measurement of water governance and regulation. This work will contribute to the development of the research related to the doctoral thesis while incorporating innovative elements such, as the environment as a parameter which will serve as a basis for the provision of a drinking water service that will break existing paradigms related to traditional indicators applied to the sector and incorporate the sustainability dimension to a drinking water service .

KEY WORDS: Methodologies, indicators, potable water sector.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible del recurso agua disponible como provisión del acceso al agua potable para la población mundial, es tal vez, la principal preocupación y desafío en el siglo XXI. En un mundo cada vez más urbanizado. El problema que representa el encontrar suficientes fuentes

de agua, especialmente para las megaciudades, se posiciona como la principal prioridad en el mundo (Niemczynowicz, 1999).

En este contexto y lo adoptado en la Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro (1992), se planteó en el marco general, que el agua es parte integrante y aseguradora del Desarrollo Sostenible y como Política del Agua, establece: *“Garantizar que se mantenga un abastecimiento adecuado de agua de buena calidad para toda la población de este planeta, al tiempo que se preservan las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, adaptando las actividades humanas dentro de los límites de la capacidad de la naturaleza y luchando contra los vectores de las enfermedades relacionadas con el agua”*.

Frente a esta situación, y con la nueva visión que se debe tener de la gestión urbana del agua para garantizar su acceso sostenible, eficiente y equitativo del recurso hídrico a la población, enmarcado en un contexto de integración y sostenibilidad, representan un desafío para las organizaciones prestadoras del servicio público de agua potable y saneamiento, exigiéndoles, trascender a lo que actualmente fundamentan sus pilares, principios y problemas, agrupándolos sólo en cuatro parámetros ó elementos:

- **Cobertura.** El servicio de agua potable no es accesible al mayor número de usuarios.
- **Cantidad.** El recurso hídrico no es suficiente.
- **Continuidad.** El servicio de suministro de agua no se encuentra siempre disponible.
- **Calidad.** El agua no siempre es apta para el consumo humano.

Por tanto, la gestión urbana del agua involucra los campos del abastecimiento de agua potable y en atención a la creciente demanda de agua, en cantidad y calidad, percibida en los países en desarrollo, ejerce permanente presión sobre los gestores, operadores, proveedores u prestadores del servicio de agua potable, a base de la mejora constante de su desempeño y los obliga a replantearse su plan de acción, hasta ahora inconsistente y trivial en la mayoría de ellos, comprometiendo el equilibrio entre los aspectos que se involucran en el servicio de abastecimiento de agua (Benavides, 2010).

Esto, debido a que el sistema de recursos hídricos, es un componente prioritario dentro del objetivo de la sostenibilidad urbano-regional, ya que garantiza la disponibilidad adecuada de agua potable a largo plazo (tanto en términos de calidad como de cantidad), para los ciudadanos y los ecosistemas que los soportan, determina la calidad de vida y el bienestar de los habitantes de un área geográfica. Un sistema de recursos hídricos sostenible implica que las obras de infraestructura, las políticas, los planes y las prácticas sean “físicos, económicos,

ambientales, ecológicos y socialmente aceptables y benéficos para las actuales y futuras generaciones” (ASCE, 1998:5).

Ante lo antes mencionado, el desempeño ambiental de las empresas a nivel global, es un tema que ha estado cada vez más presente en la agenda pública y en los medios de comunicación, constituyéndose, en una temática de alta sensibilidad política y social y que para trascender ante la problemática latente, se hace indispensable que se interrelacione los aspectos de la sostenibilidad y sustentabilidad en la gestión del recurso hídrico para el abastecimiento a las poblaciones (Figura 1).

190

Esto implica ir más allá de la garantía de suministro y la consideración de derecho básico, el cual ofrece una perspectiva sintética, donde el agua es mucho más que un recurso porque conlleva valores intrínsecos y patrimoniales. Además, el actual desafío de gestionar el recurso hídrico ante la vulnerabilidad climática y el eminente Cambio Climático, no hace más que reforzar esta prioridad de recuperación y mantenimiento del buen estado de las cuencas hidrográficas ante una ya evidente reducción de las precipitaciones y aportaciones y un incremento de las temperaturas y, por tanto, del estrés hídrico, en general, y de la vulnerabilidad de los recursos hídricos (OSE, 2008 adaptado por Peña, K. 2016).

En la interrelación expuesta en la figura 1, implica que en los procesos de gestión, planificación, monitoreo y toma de decisiones en el sector agua potable, sea indispensable simplificar y cuantificar esta complejidad del sistema ambiental de manera tal que pueda ser analizado en un contexto dado y comunicarse a los diferentes niveles de la sociedad. Esto implica, que deben emplearse instrumentos de gestión ambiental, siendo indispensable contar con estrategias y compromisos voluntarios, en atención a políticas institucionales, propias del Estado donde se desarrollen y, aplicación de normas internacionales (Adriaanse, 1993 modificado por Peña, 2017).

En este contexto, se establece que la Evaluación de la Sostenibilidad y Desempeño Ambiental (ESDA) para las Empresas Prestadoras del Servicio de Agua Potable, es un proceso para facilitar las decisiones de gestión y planificación estratégica por medio de indicadores, recopilando y analizando datos, evaluando información con base en criterios de Desempeño Ambiental, reportando y comunicando, revisando periódicamente y mejorando este proceso. Ya que es preciso, que las empresas operadoras, proveedoras u prestadoras del servicio de agua potable para el abastecimiento a las poblaciones en ámbitos urbanos, trabajen para elevar su nivel de sostenibilidad y desempeño permanentemente (Figura 2).

Esto conlleva a un proceso de mejora dinámico, y que busca incorporar como cuarto pilar de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento la dimensión ambiental, lo que responde a una de las interrogantes planteadas, ya que la gestión hídrica urbana se halla actualmente en el umbral de una transformación como respuesta a las demandas de agua para ámbitos urbanos, los cuales están creciendo rápidamente y, a la necesidad, de lograr que los sistemas hídricos urbanos tengan mayor capacidad de adaptarse al cambio climático (Bahri, 2012).



FIGURA 1. Aspectos a integrar para lograr la sustentabilidad y sostenibilidad en la Gestión del Agua para el abastecimiento de Poblaciones. Fuente: Benavides, 2010 modificado y adaptado por Peña, 2016.

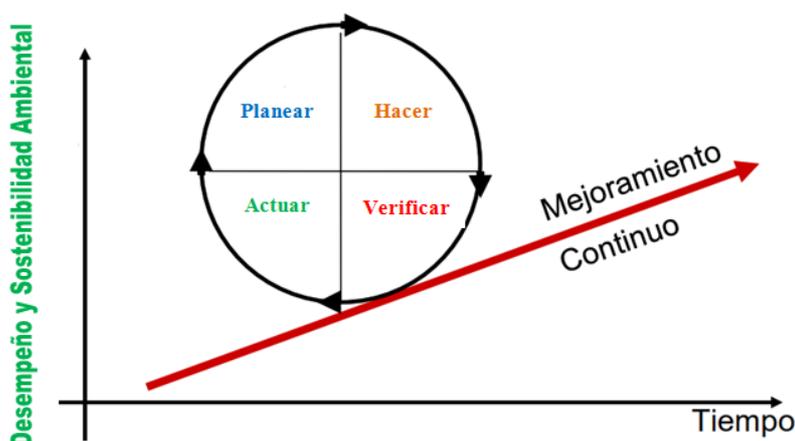


FIGURA 2. Ciclo para la sostenibilidad y desempeño ambiental en la Gestión del Agua para el abastecimiento de Poblaciones. Fuente: Corantioquia (2010) adaptado por Peña (2016).

Esto implica, reestructurar e incorporar al sistema de indicadores tradicionales de gestión del servicio de agua potable que giran en torno a cobertura, cantidad, calidad y continuidad. En este caso, se deben incorporar los *Indicadores Ambientales (IA)*, que permiten objetivizar las principales tendencias de las dinámicas ambientales y realizar una evaluación y, los *Indicadores de Sostenibilidad (IS)*, que son instrumentos de medición y cuantifican la evolución en el tiempo del comportamiento, así como, la protección ambiental de la empresa (organización estatal o privada), permita determinarlas tendencias y realizar la planificación, control y corrección de los factores que afectan el equilibrio de la sostenibilidad en un periodo determinado (IHOBE,1999; Contreras, 2016).

Ambos indicadores, sintetizan grandes volúmenes de datos e información estadística, útiles, y que permiten, monitorear el estado y tendencia del sistema ambiental “Cuenca Hidrográfica Abastecedora” y su influencia en los procesos de gestión del agua potable. Por tanto, resultan de utilidad como insumo en un determinado proceso de toma de decisiones (Hunsaker y Carpenter, 1990; Mc Kenzie *et al.*, 1993; Hammond *et al.*, 1995 citados por CEPAL 2007 y adaptado por Peña, 2017).

Estas herramientas se generan para contribuir en el diseño y gestión, a lo largo del monitoreo y, hasta la consecuente, evaluación de las políticas públicas y programas sectoriales o transversales (CEPAL, 2007).

En esta área de estudio vinculada a Sistemas de Indicadores, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es uno de los pioneros en la generación y propuestas de indicadores ambientales en el mundo, y uno de los organismos que más profusamente ha construido y articulado conjuntos de éstos orientados a las políticas públicas. Ésta, define a un **indicador**, como un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro. El significado añadido que conlleva un indicador, precisa de una definición clara de su función (OCDE, 1991).

De allí, es que los indicadores pueden ser definidos como variables individuales o como variables que son función de otras variables. La función puede ser tan simple, como una relación (incorporando el concepto de número índice que mide el cambio en los valores de una variable con relación a un valor de referencia); como un índice (un número individual que es función de dos o más variables ponderadas); o tan compleja como los resultados de un modelo de simulación. La diferencia entre índices e indicadores surge del grado de complejidad de la función de la cual son obtenidos (Gallopín, 1997).

En este sentido, se debe tener rigurosidad en los criterios de selección, diseño y validación de los mismos (Figura 3).



FIGURA 3. Criterios de selección de indicadores. Fuente: Cloquell (2012).

Y según Cloquell (2012), su desarrollo va estar en función de la información aportada (Figura 4).



FIGURA 4. Índices e indicadores por agregación. Fuente: Cloquell (2012).

Y para el desarrollo de indicadores se requiere que el proceso científico sea claro y el contenido social reconocido (Bockstaller y Girardin, 2003 citado por Cloquell, 2012), y según Cloquell (2012), debe tenerse en cuenta para el diseño y validación lo siguiente:

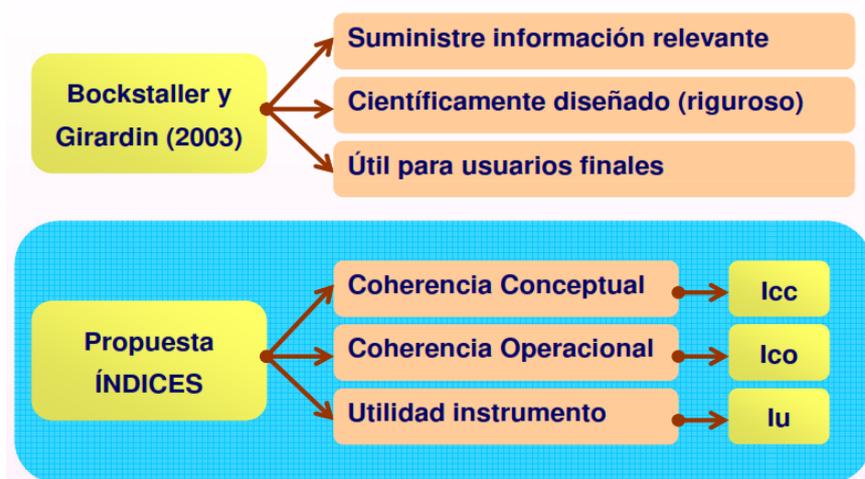


FIGURA 5. Criterios de diseño y validación de indicadores. Fuente: Cloquell (2012).



FIGURA 6. Criterios en la construcción de Índices e indicadores por agregación. Fuente: Cloquell (2012).

Lo antes expuesto, conlleva a profundizar lo planteado y realizar revisión documental específica del estado del arte de las metodologías y sistemas de indicadores aplicados al sector agua potable, que permita una selección de metodologías e indicadores útiles para evaluar la sostenibilidad y desempeño ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable, incorporando el cuarto pilar en la prestación del servicio en el marco de la gobernanza del agua.

Ello conlleva a formular las siguientes interrogantes en la investigación bajo un diseño descriptivo:

- **¿Qué metodología (s) será la más adecuada para evaluar la gestión, el desempeño y la sostenibilidad ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable?**

En este contexto, se planteó el siguiente Objetivo e Hipótesis:

1.1. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.1.1. Hipótesis

H1: *La revisión documental de varias metodologías existentes, afines al área de estudio, sentarán las bases conceptuales y técnicas para el desarrollo de un modelo metodológico en el contexto del Diseño Ambientalmente Integrado (DAI), que permitirá evaluar la planificación, gestión, el desempeño y la sostenibilidad ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable en un ámbito urbano.*

1.1.2. Objetivo General

- **Determinar la combinación de metodologías e identificar los indicadores claves asociados enmarcados en la concepción de la Evaluación Ambiental Estratégica y el Diseño Ambientalmente Integrado, para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la planificación y gestión del servicio para el abastecimiento de agua potable en las ciudades.**

1.1.3. Objetivos Específicos

- A. Desarrollar un estudio sinóptico del estado del arte de las principales metodologías e indicadores empleados en la prestación del servicio para el abastecimiento de agua potable en las ciudades, con el fin de identificar y caracterizar las bases fundamentales, permitiendo proponer una metodología para la evaluación de la sostenibilidad y Desempeño Ambiental de los prestadores del servicio de agua potable en ámbitos urbanos.
- B. Seleccionar metodología (s) e identificar indicadores estratégicos preliminares para la evaluación de la sostenibilidad y Desempeño Ambiental de los prestadores del servicio de agua potable en ámbitos urbanos, a través de una consulta en panel de expertos vinculados al sector agua potable.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diseño de investigación documental y descriptiva, ya que se partirá de metodologías relacionadas al estudio para realizar una nueva propuesta metodológica que incorpore aspectos fundamentales de la Cuenca Hidrográfica Abastecedora de Agua, entre los indicadores ambientales de la prestación del servicio de agua potable.

En vista de la complejidad de la situación, se aplica la Teoría de las Seis Dimensiones y su metodología de praxis y la estrategia de resolución de problemas de Gómez Senent (2002), cuyo procedimiento es secuencial y se detalla en la figura 7.

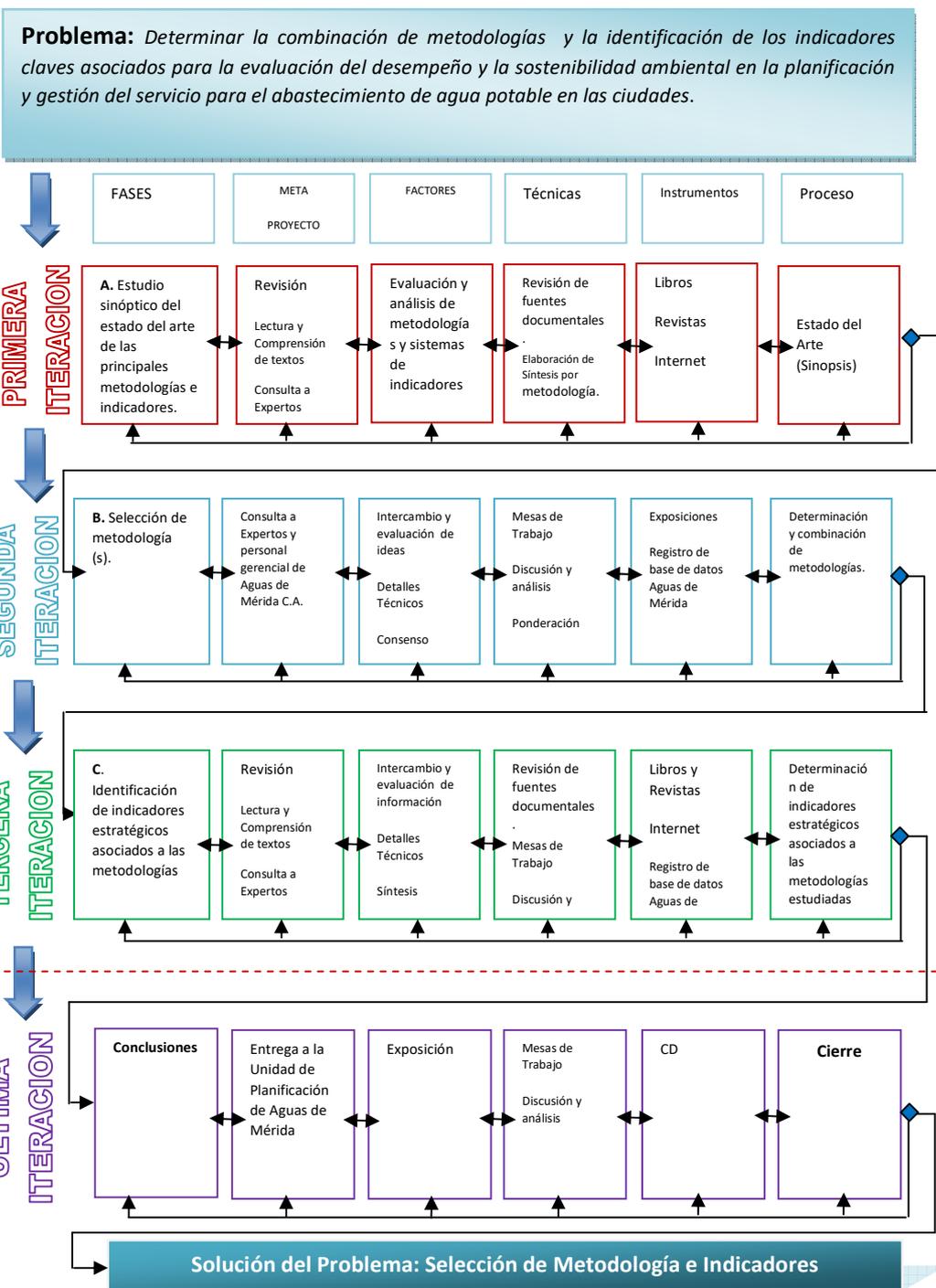


FIGURA 7. Aplicación de modelo matricial de Gómez - Senent (2002). Fuente: Elaboración propia.

Es importante resaltar, que la revisión documental, se sistematizó, en función de los aspectos más relevantes de la sostenibilidad y desempeño ambiental que pueda vincularse a la prestación del servicio de agua potable en ámbitos urbanos (Figura 8).

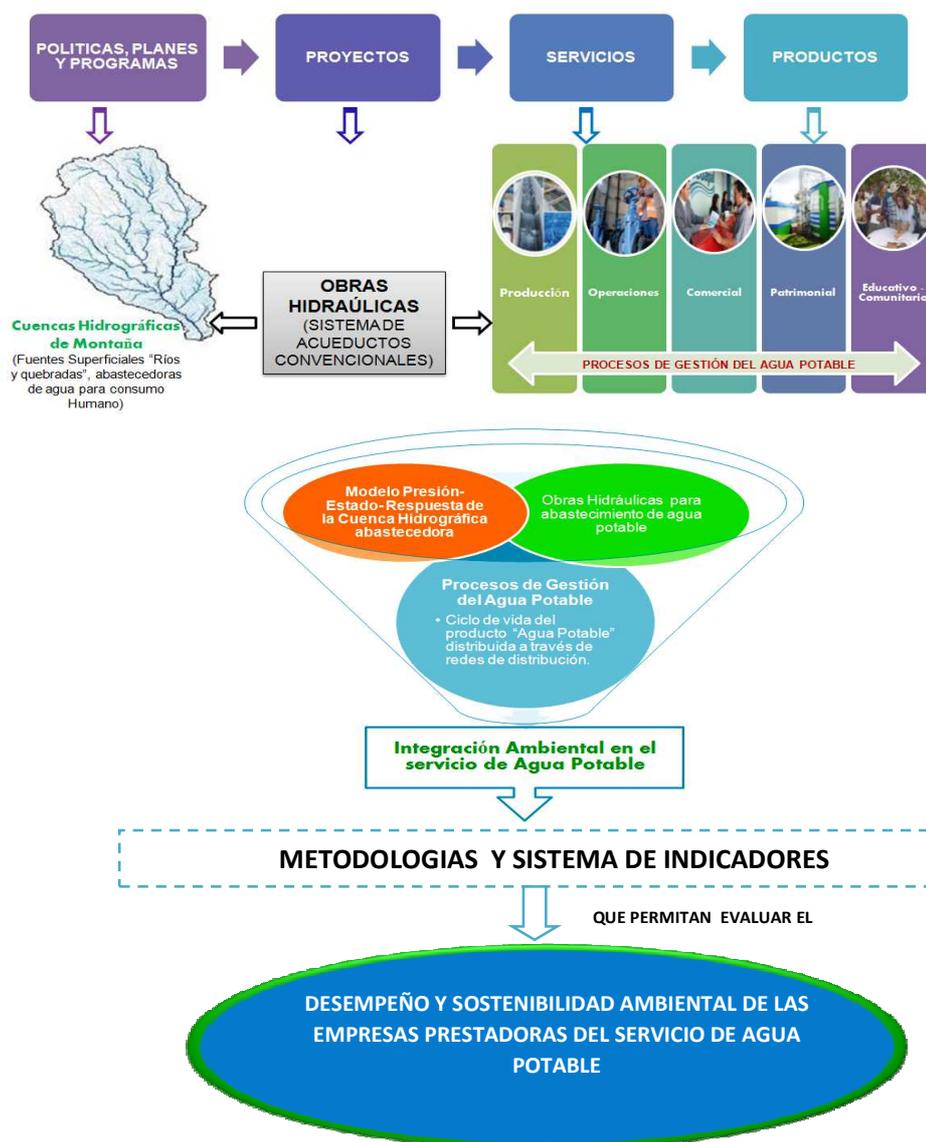


FIGURA 8. Sistematización de Aspectos de la sostenibilidad y desempeño ambiental en la Gestión del Agua para el abastecimiento de poblaciones. Fuente: Elaboración propia.

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El caso de estudio se ubica en la República Bolivariana de Venezuela, que está situada al norte de la América del Sur, entre los 00°38'53"; 12°11'46" de latitud norte y 58°10'00"; 73°25'00" de longitud oeste. Abarca un área total de 916.445 km² entre su territorio continental, la Isla de Margarita y las Dependencias Federales, con su punto más septentrional en la Isla de Aves, por lo que ejerce soberanía sobre 950.000 km² del mar Caribe y el Atlántico bajo el concepto de Zona Económica Exclusiva.

Venezuela, cuenta con más de un millar de ríos, 2.500 lagunas, dos importantes lagos, y caudales medios de 41,430 m³/seg en sus cuencas. Esta condición posiciona al país entre las primeras quince naciones con reservas de agua dulce del planeta (MINAMB, 2006). Específicamente, ocupa el quinto lugar del mundo en disponibilidad de recursos hídricos con una cantidad de 2.233 Km³/año.

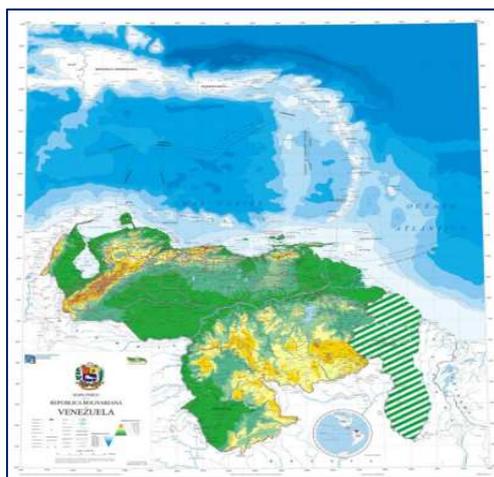


FIGURA 9. Ubicación geográfica de Venezuela. Fuente: MINAMB (2006).

Cuenta con una red densa de ríos que esta compuestas por siete grandes Cuencas Hidrográficas (Lago de Maracaibo, Río Orinoco, Lago de Valencia, Río Negro y Casiquiare, Golfo de Paria, Río Cuyuni y Mar Caribe), y ocupan un área de 914.939 km² (MINAMB, 2010).

Estas, están agrupadas en dieciséis (16) regiones hidrográficas según el artículo 7 de la Ley de Aguas, con unos recursos hídricos superficiales de 782.706 Hm³/año, adicionalmente a estos recursos habría que añadir un caudal de 14.133 m³/s procedentes de cuencas transfronterizas: 13.647 m³/s procedentes de los ríos Arauca, Meta, Tomo, Vichada y Guaviare de Colombia al Río Orinoco en Venezuela; y 486 m³/s de los ríos Catatumbo y Paraguachon de Colombia al Lago de Maracaibo en Venezuela (MINAMB, 2010). *Es importante resaltar que el caso de estudio se ubica en la Región Hidrográfica Lago de Maracaibo y Golfo de Venezuela, Cuenca Hidrográfica del Río Chama.*

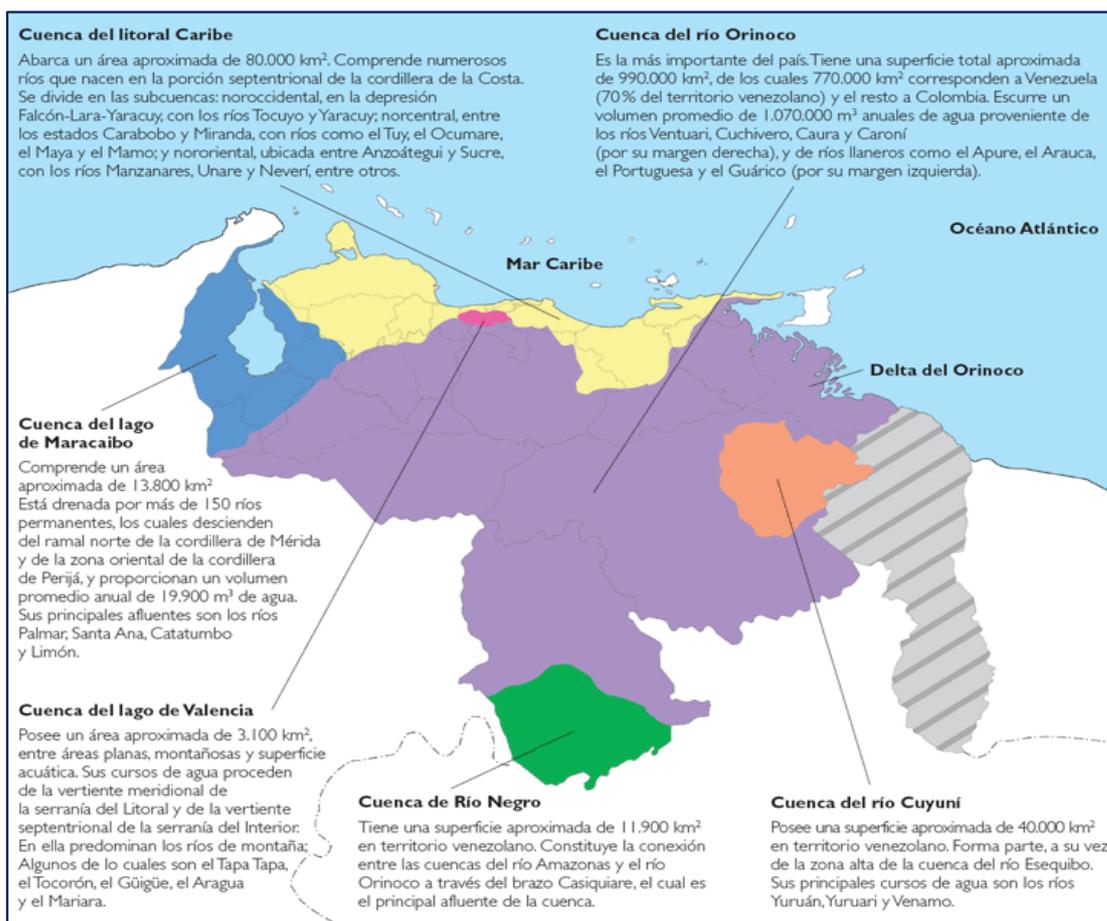


FIGURA 10. Grandes Cuencas Hidrográficas de Venezuela. Fuente: MINAMB (2010).



FIGURA 11. Regiones Hidrográficas de Venezuela Fuente: MINAMB (2010).

El país, también cuenta con un potencial hídrico subterráneo, ya que las aguas subterráneas se estiman en una magnitud de reservas totales de aproximadamente 7.700 millones de m^3 en una superficie total de 468.000 km^2 (Figura 12), de las cuales el volumen aprovechable de 23 millones de m^3 , sin incluir la reserva de la margen derecha del río Orinoco. Igualmente se estima que los acuíferos con mayor potencial hidrogeológico cubren una superficie total de 352.000 km^2 , que representa el 42% del territorio nacional (Geo Venezuela, 2010 citado por MINAMB, 2010).

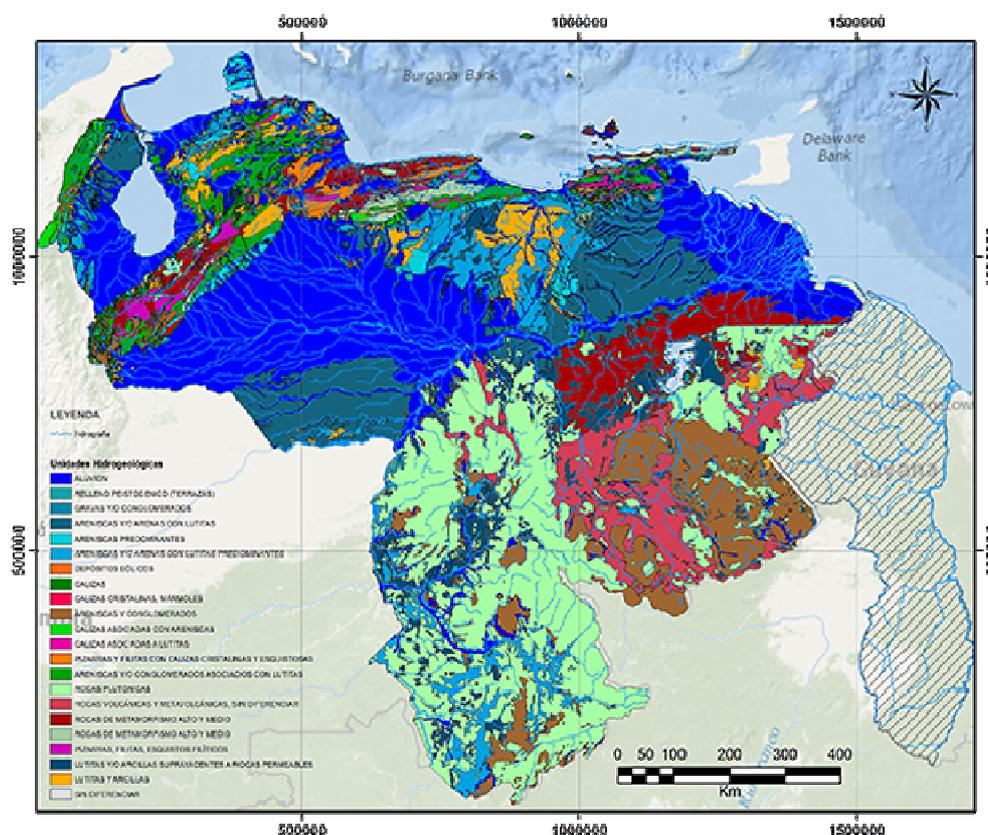


FIGURA 12. Mapa Hidrogeológico de Venezuela. Fuente: MINAMB (2010).

Este potencial hidrogeológico se encuentra clasificado en cuatro (04) provincias hidrogeológicas: Andina – Vertiente Atlántica y del Mar Caribe, Planicies Costeras, Orinoco y Escudo Septentrional o de Guayana Y cuentan con nueve (09) acuíferos de Importancia regional (Figura 9): Planicie de Maracaibo, Sur del Lago, Costa Oriental, Coro, Quibor, Boconó – Masparro, Valle de Caracas- Valencia- Maracay- Barlovento, Rio Guárico, Mesa de Guanipa y rio Negro (MINAMB, 2010; INAMEH, 2010).

Se estima que en todo el territorio nacional, existen alrededor de 70.000 pozos de agua que surten el 40 % aproximadamente del abastecimiento de agua potable para uso residencial, industrial y riego del país (MINAMB, 2006).



FIGURA 13. Acuíferos Regionales de Venezuela. Fuente: MINAMB (2010).

Otra fuente hídrica de gran importancia ecológica para el país son los Humedales (Morichales, pantanos, turberas, ciénagas, sabanas inundables, costas, estuarios, entre otros), ya que permiten la disponibilidad de agua, ya que estos ecosistemas captan, retienen y almacenan el agua proveniente de las precipitaciones y escorrentía.

Es de destacar, que en Venezuela, existe una disponibilidad de recursos hídricos superficiales de **782.706 Hm³/año**, mientras que la demanda total de agua (Residencial: 2926 Hm³/año, Riego: 2113,19 Hm³/año, Industrial: 82,06 Hm³/año) es de **5.121,05 Hm³/año que representa el 0,65% de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales** (MINAMB, 2010).

Además, esta abundancia hídrica le confiere entre otras cosas, un elevado potencial hidroeléctrico localizado principalmente al sur del país, donde sólo el río Caroní tiene el potencial de producir 26.000 megavatios equivalentes al ahorro de 800.000 barriles diarios de petróleo (MINAMB, 2006). Y a diferencia de la tendencia mundial, el consumo de agua por

sector en el país señala que la escasez no es problema, y esta agrupado en tres grandes sectores: Agropecuario (46%), Doméstico (43%) y el 11% restante para uso industrial (MINAMB, 2006; INE, 2004).

Esta riqueza en recursos hídricos, está directamente relacionados con la ordenación territorial, ya que constituye un instrumento básico de planificación y gestión del recurso hídrico; y representa una estrategia implementada en el país la creación de Parques Nacionales para la protección de cuencas hidrográficas proveedoras de agua a ciudades y centros poblados. Este criterio de conservación y de ordenación territorial permite que hoy día **“95% del agua consumida en el país provenga de 18 de los 43 parques nacionales”** (MINAMB, 2009).

En el país existen “Embalses” para diversos usos (Figura 14), cuenta con **107 embalses**, con una capacidad activa de aproximadamente **110.774, 4 millones de m³**, el 46,6% de ellos destina sus aguas al consumo humano, el 19% a uso compartido para atender las necesidades de consumo humano, riego, control de crecidas y recreación, un 18% se destina al riego, un 9% a hidroelectricidad y el resto se reparte entre el uso industrial, control de crecidas y recreación, entre otros (MINAMB, 2010).

En el país se reporta que para el año 2008, el país contaba con 27.934.783 habitantes, para la cual, se logró el acceso al agua potable del 94%, de ella cubriendo el 96% de la población ubicada en zonas urbanas y el 79,61% de las zonas rurales. Para el año 2010, la cobertura de agua potable se ubicó en 95%, superando así las metas del milenio (MINAMB, 2010). *Es importante resaltar que estas estadísticas son reportadas por las Empresas Hidrológicas a nivel nacional en su ámbito de responsabilidad en las principales ciudades del país, ya que la otra proporción de la población ubicada en zonas periurbanas y rurales, estaba bajo la responsabilidad de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental adscrito al Ministerio de Salud; actualmente son atendidos por el gobierno local y comunidades organizadas, quienes disponen de bajos recursos financieros para la prestación de un óptimo servicio de agua potable por lo que presentan problemas de continuidad y calidad del mismo.*

De ahí que se resalte que en Venezuela, según las estadísticas publicadas por el Estado Venezolano, ha dado cumplimiento de los objetivos del milenio, lo cual implica, que se han incorporado, más de 7 millones de personas a los servicios de saneamiento y, más, de 6 millones de habitantes a las redes de agua potable, con una **cobertura de 95%** en zonas urbanas y 79% en el área rural. Para el año 2003 hasta el año 2015, casi el 80% de la población nacional continua siendo atendida por HIDROVEN y sus empresas filiales (Figura 15).



FIGURA 14. Embalses de Venezuela. Fuente: MINAMB (2010).



FIGURA 15. Empresas Hidrológicas en Venezuela Fuente: HIDROVEN (2003).

Para ello, cuenta con 156 plantas potabilizadoras (Figura 16), que operan a nivel nacional y ubicadas mayormente en los sistemas que dan servicio a zonas urbanas, con una capacidad de aproximadamente 154 mil litros de agua por segundo, y producen, cerca de 109 mil litros por segundo, quedando una capacidad sin utilizar de 29,23% (MINAMB, 2006).

Además, dichos logros están directamente relacionados con la ordenación territorial, ya que constituye un instrumento básico de planificación y gestión del recurso hídrico; y representa, una estrategia implementada en el país, la creación de parques nacionales para la protección de cuencas hidrográficas proveedoras de agua a ciudades y centros poblados. Este criterio de conservación y de ordenación territorial permite que hoy día el “95% del agua consumida en el país provenga de 18 de los 43 parques nacionales” (MINAMB, 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Estudio Sinóptico del Estado del Arte de las Metodologías e indicadores estratégicos vinculantes a la Evaluación del Desempeño y la Sostenibilidad Ambiental en el Abastecimiento de Agua en ámbitos urbanos.

En los últimos sesenta y ocho años, se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y del Desarrollo Sostenible en el mundo, por lo que se incrementa la demanda de información ambiental, útil en espacio y tiempo, para prever situaciones ambientales en torno al recurso hídrico y, por tanto, capaz de servir a un proceso político preventivo (Gobernanza del Agua), que se justifica emplear para la evaluación del desempeño y sostenibilidad ambiental permanente, al incorporar como cuarto pilar del servicio de agua potable, la gestión ambiental. Es un paso inicial para que las empresas prestadoras del servicio de agua potable en diversos países, den el siguiente paso para el diseño e implementación de un sistema de gestión ambiental. Todo ello, a pesar de tener que seguir agudizando esfuerzos en la obtención de información de base (medición y registro), sea preciso avanzar con carácter prioritario en el desarrollo de indicadores y sistemas de indicadores, y que estos, además deben responder a un esquema común y por tanto comparable a nivel regional, nacional e internacional (AEMA, 2000 citado por Owen, 2006, modificado por Peña, 2017).

De ahí, que exista diversidad de tipos de indicadores para el desarrollo de la política ambiental que pueden servir de base para incorporar el pilar ambiental en la prestación del servicio de agua potable para el abastecimiento de las poblaciones, por ende existen varios marcos conceptuales disponibles, los cuales pueden utilizarse para guiar la selección, el desarrollo y uso de indicadores.

En este contexto, las metodologías y el uso de los indicadores ambientales y de Desarrollo Sostenible en el mundo, son heterogéneos, cuyo desarrollo sustantivo se inicia a finales de la década de los años 80 en Canadá y algunos países de Europa.

El siguiente impulso, según la CEPAL (2007), más abarcador, correspondió a la Cumbre de la Tierra, que en su Agenda 21 (capítulo 40), estipuló la necesidad de contar con información ambiental e indicadores de Desarrollo Sostenible para monitorear el avance respecto al fin mayor, la consolidación del Desarrollo Sostenible. Por lo tanto, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, junio 1992) creó la **Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS)**, con el objetivo de contribuir a monitorear el progreso hacia su consolidación. Dicha Comisión, generó un programa de trabajo en Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS), en la cual la mayoría de los países implemento el marco ordenador Presión -

Estado - Respuesta (PER) o Fuerza Motriz - Estado - Respuesta (FER), originalmente recomendado por la OECD, y posteriormente, adoptado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Igualmente, algunos investigadores han adelantado propuestas importantes en cuanto a enfoques analíticos y marcos ordenadores, que son de particular importancia para capitalizar la potencia de los indicadores como instrumentos de monitoreo del impacto de las políticas públicas, y que son igualmente interesantes, como los que ha postulado la OECD, y después, el Programa de Trabajo de Naciones Unidas sobre IDS de la CDS. En la actualidad, especialmente en la Comunidad de Estados Europeos, se ha implementado el nuevo modelo de Fuerza Motriz, Presión, Estado, Impacto y Respuesta (FmPEIR), basado en el principio de causalidad, siendo una versión extendida de los anteriores propuesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

Según el modelo las actividades humanas (Fuerzas Motrices) ejercen presión sobre el medio físico y como consecuencia su estado cambia, lo que produce impactos sobre la salud humana, ecosistemas y los recursos. Esta situación da lugar a respuestas de las sociedades humanas incidiendo en las fuerzas motrices, en las presiones, o en el estado o los impactos directamente. Por tanto, tiene como ventaja, resaltar que el Indicador "Impacto" favorece el establecimiento de prioridades en el desarrollo de las respuestas y soluciones adoptadas por los protagonistas implicados en el proceso de formulación de indicadores. Por otro lado, su gran limitación sigue siendo que no se establece la interacción de variables y el impacto no es más que una fórmula para evaluar los cambios del indicador "Estado", detectados en los ámbitos más relevantes del sector ambiental y social (Fuerza motriz).

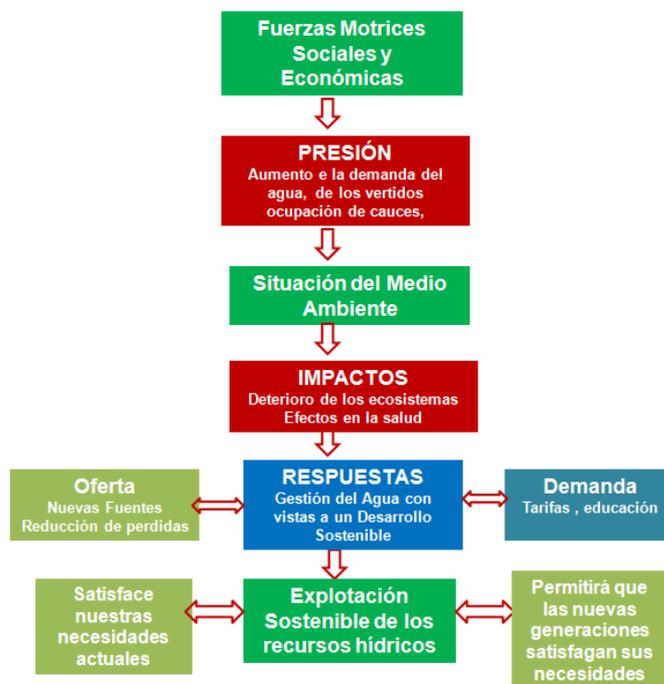


FIGURA 17. La Gestión del Agua con vistas a un Desarrollo Sostenible (Modelo FPEIR). Fuente: AEMA (2008).

El Observatorio de Sostenibilidad (OSE) de España en el año 2008, en su documento titulado “Agua y Sostenibilidad: Funcionalidad de Cuencas”, siguiendo el enfoque descrito anteriormente, ha adoptado una metodología específica para agrupar los indicadores seleccionados (válido para los indicadores de aguas superficiales) y que sigue el esquema de la figura 17, planteado y adaptado por la Dirección General de Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, divididos entre los indicadores que hacen referencia a factores naturales y los antrópicos (Figura 18).



FIGURA 18. Sistema de indicadores del Agua (SIA). Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (2008).

Este modelo es una potente herramienta para el análisis de las interrelaciones entre las dinámicas socioeconómicas y los impactos ambientales que repercuten en la sostenibilidad, en la medida que proporciona una visión de la degradación ambiental en relación con las causas directas e indirectas que la provocan, considerando el resultado de las fuerzas motrices que ejercen presión sobre el entorno, los recursos ambientales y naturales, alterando en mayor o menor medida su estado inicial.

El cambio se percibe como un impacto negativo, cuando representa un deterioro de los ecosistemas, de los recursos y de los usos y servicios asociados. La sociedad puede activar una respuesta frente a estos impactos, tratando de corregir las tendencias negativas detectadas si es posible en origen, o sea, reorientando las fuerzas motrices sin necesariamente renunciar a un desarrollo en términos de mejora de calidad de vida o reduciendo las presiones resultantes o mitigando o adaptándose a los impactos, para alcanzar el mayor equilibrio y mantener al máximo la funcionalidad del sistema con perspectivas de futuro (AEMA, 2004; OSE, 2008).

Una de las principales virtudes de esta metodología es la claridad con la que se puede exponer la información, para obtener una visión general de la situación del agua, y en **España**, tras la aplicación del modelo FPEIR, lograron identificar y cuantificar el estado y los impactos actuales sobre el agua en este país, y su evolución en el tiempo, además de clasificar, siguiendo este esquema los Indicadores de Aguas Superficiales (Figura 19).

En el caso de **Colombia**, se aplicó el modelo **FPEIR** (Fuerzas motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta), para determinar la sostenibilidad a nivel de Microcuencas, por medio de un análisis de indicadores que establecen cuales son las fuerzas motrices que ejercen presiones sobre la gestión del agua en este sector, ocasionando unos impactos y unas respuestas por parte de todo el conjunto que comprende la Microcuenca y, que repercute, en el desarrollo del territorio y la calidad de vida de los habitantes. La evaluación de los indicadores se determina valorando el estado actual y las tendencias que tiene el indicador, ya sean positivas o negativas, además, de la relevancia que tiene para la gestión sostenible del agua dentro de la microcuenca. Cada indicador se categoriza dentro de una fuerza motriz inicial (ya sea presión, estado, impacto o respuesta) que nos ayuda a clarificar cuales ámbitos influyen más en el Desarrollo Sostenible de la microcuenca, o al contrario, contribuyen a la degradación de la misma y especialmente del recurso hídrico (Pulgarin, 2011).

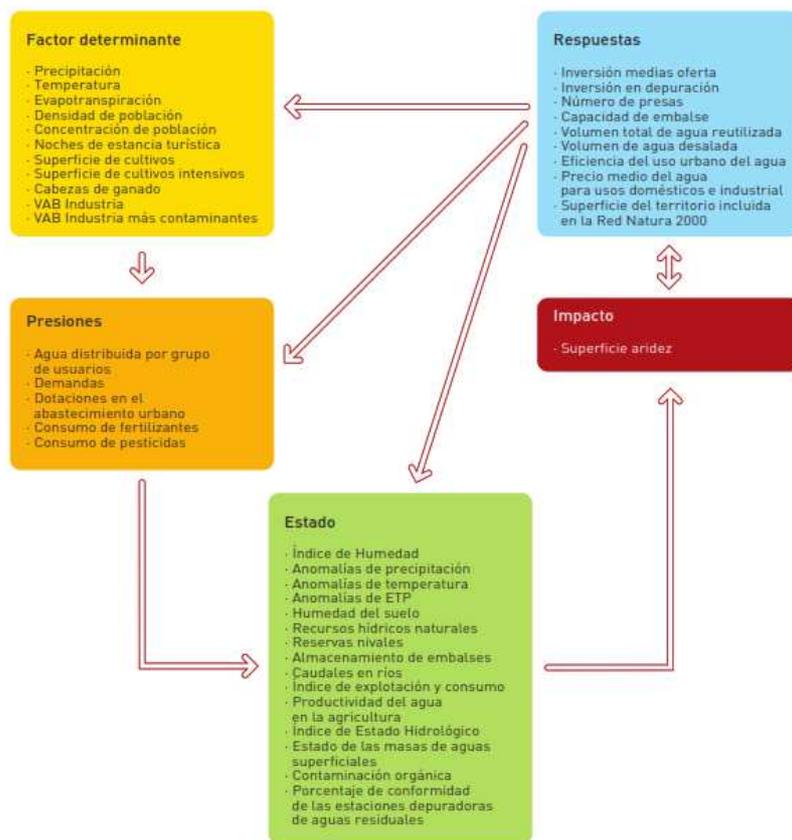


FIGURA 19. Clasificación de los indicadores de aguas superficiales en España según el esquema FPEIR. Fuente: OSE (2008).

En este contexto la investigación realizada por Pulgarin, N (2011), titulada “*Desarrollo de un Modelo de Gestión Sostenible del Agua: Microcuenca La Bermejala, Medellín, Colombia*”, se determinó que dentro de la evaluación de indicadores, se seleccionó aquellos más representativos y relevantes para la gestión del recurso hídrico, indicando finalmente diversas categorías de diagnóstico:

- **Estado favorable:** significa que se encuentra en un estado aceptable que contribuye al mejoramiento del desarrollo sostenible de la microcuenca, persiguiendo los objetivos de desarrollo ambiental generales.

- **Situación no definida:** no se puede establecer en qué estado se encuentra por lo tanto, tampoco los impactos sobre los recursos, ya que por falta de información o simplemente por falta de interacción entre diferentes fuerzas motrices se encuentra en una situación indefinida que puede tomar cualquier rumbo.
- **Estado desfavorable:** indica que es más el impacto negativo que tiene sobre el recurso hídrico, trayendo efectos directos o indirectos que pueden deteriorar el recurso hídrico.
- **Falta de información:** no se puede determinar claramente el estado del indicador, ya que no se tiene acceso a la información específica para ello.
- **Señales de esperanza:** a pesar de no presentar un estado favorable, puede presentar una tendencia positiva de mejoramiento.
- **Situación crítica:** el grado de impacto o degradación es máximo
- **Estratégico:** es un punto principal que actúa como eje de desarrollo
- **Tendencia positiva y negativa:** presenta perspectivas de mejoramiento o al contrario de deterioro de los recursos.

Siguiendo este enfoque, desarrolló un **modelo diagnóstico**, como **herramienta de análisis ambiental** para profundizar en las **interrelaciones de las dinámicas tanto socio-económicas, como urbanas y ambientales**, que repercuten en la gestión del agua, proporcionando un **panorama de degradación del recurso hídrico** de la micro cuenca hidrográfica, en relación con las causas que la provocan, considerando aquellas fuerzas que ejercen presiones sobre los recursos ambientales desviando su curso y alterando su estado natural. Dentro de los criterios para adoptar los índices de estado se tomaron en cuenta básicamente los factores biofísicos, territoriales, y socio-económicos, que repercuten en el recurso hídrico, alterando su ciclo y propiciando condiciones críticas para su desarrollo (Figura 20).

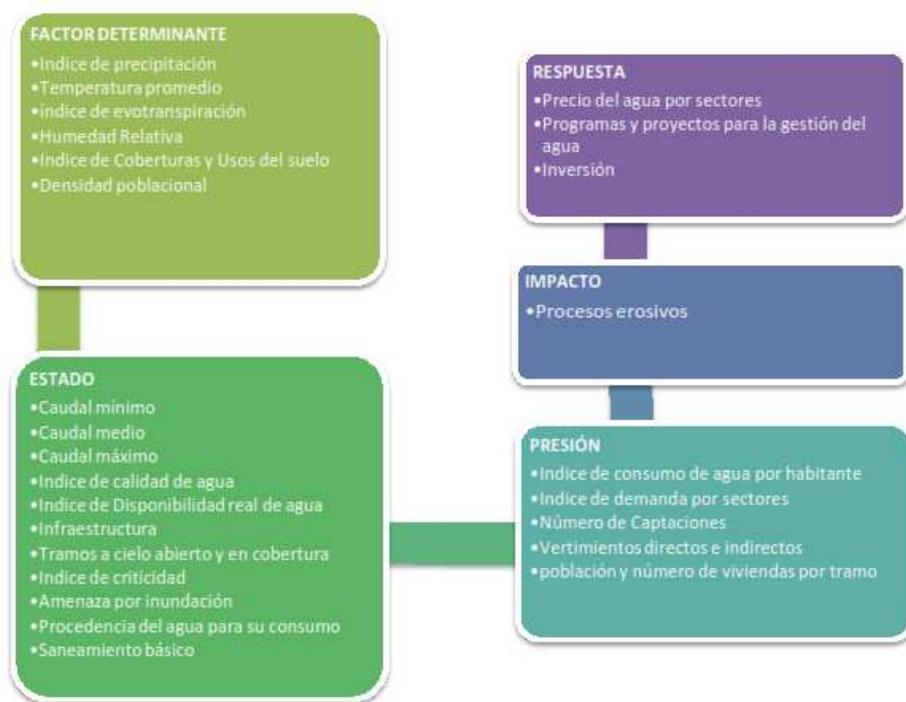


FIGURA 20. Clasificación de los indicadores para la Microcuenca Bermejala - Colombia según el esquema FPEIR. Fuente: Pulgarin (2011).

En **Guatemala**, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, emplea un modelo **modificado del PER denominado EPIR**, el cual es aplicado para establecer indicadores del ambiente y de los recursos naturales, cuyo marco analítico es la matriz EPIR (Estado- Presión-Impacto-Respuesta) que procura definir y relacionar el grupo de factores que determinan las características actuales que influyen en el ambiente. El objetivo de aplicar esta metodología es lograr una vinculación lógica entre las variables representadas por los indicadores propuestos que permita orientar la evaluación del estado del ambiente, incluyendo los factores que ejercen presión sobre los recursos naturales y las respuestas que se producen para enfrentar los problemas ambientales. Los indicadores ordenados en la matriz EPIR, pretenden responder a cuatro preguntas básicas en cualquier escala territorial:

1. ¿Qué le está sucediendo al medio ambiente? (ESTADO).
2. ¿Por qué está sucediendo esto? (PRESION).
3. ¿Por qué nos debe importar esto? (IMPACTO).
4. ¿Qué podemos hacer y qué estamos haciendo en este momento? (RESPUESTA).

Una quinta pregunta, implícita en el análisis de indicadores a lo largo del tiempo, se refiere a las perspectivas futuras: ¿Qué pasará si no actuamos ahora? Es importante recordar que la matriz es únicamente un instrumento analítico que ayuda a ordenar en forma lógica los indicadores de un tema dado. Este ordenamiento debe utilizarse con cierta flexibilidad, ya que dependiendo del tipo de análisis o punto de vista, una actividad humana dada puede considerarse una presión, respuesta o impacto. Y en la metodología empleada por este país, se contextualiza de la siguiente manera:

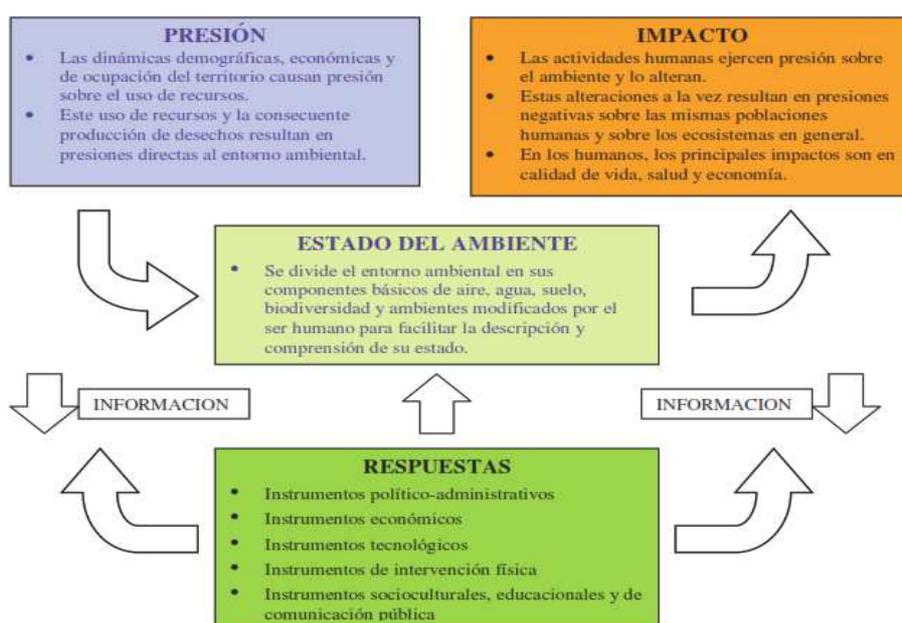


FIGURA 21. Clasificación de los indicadores en Guatemala según el esquema EPIR. Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales - Guatemala (2003).

En este contexto, en el transcurrir del tiempo también diversos investigadores han desarrollado metodologías e indicadores para el diagnóstico y análisis del sector agua potable, entre los que se destacan brevemente a continuación:

▪ **Modelo Diagnóstico de la Sostenibilidad de un abastecimiento de agua**

Este modelo fue propuesto por el autor Benavides (2010), en su tesis doctoral titulada “Diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que la mejoren”, elaborada en la Universidad Politécnica de Valencia – España (Programa de doctorado en Ingeniería Hidráulica y medio Ambiente) y **fue aplicada en Ecuador**, la cual resultó una metodología innovadora en el sector agua potable aplicable a los países en

vías de desarrollo, ya que da inicio a la ruptura de esquemas tradicionales de evaluar la gestión de la prestación del servicio, para contribuir al monitoreo integral del componente social, económico y ambiental de la prestación del servicio de agua potable. De esta manera, permite contribuir a mejorar el desempeño de los abastecimientos de agua potable a las poblaciones, esto les significará que deben convertirse, temprano mejor que tarde, en sus propios gestores de sistemas de agua sostenibles, siempre que se comprendan bien y acaten las normas y políticas recomendadas para este fin, con sensatez y disciplina, por todos los involucrados del escenario hídrico urbano. Es la consolidación de un verdadero proceso de gobernanza por los principales autores de una comunidad, en procura de solventar problemas que les son comunes.

En este sentido, plantea, en un lenguaje técnico, un modelo metodológico para la optimización del desempeño en los abastecimientos de agua, específico e integral, comprensible, práctico y sencillo, para que todos los organismos operadores, proveedores y prestadores del servicio de agua potable, les permita diagnosticar la sostenibilidad en sistemas urbanos de agua potable mediante el uso del Índice de Sostenibilidad de Abastecimientos (ISA); y con base en ello, su clasificación y posterior selección de alternativas generales para ser incluidas en un plan de medidas que permita mejorarla.

Por lo antes mencionado, el diagnóstico de un abastecimiento de agua mediante su índice ISA, **es un proceso continuo, que se diseña para conocer el estado de sostenibilidad de un sistema de agua, mediante una calificación cuali-cuantitativa que permite establecer sus patologías (administrativas, legales; económicas - de infraestructura; y, ambientales) que son advertidas luego de un análisis comparativo de datos (sociales, económicos y ambientales) con los niveles deseados**, así como identificar y basar técnicamente la propuesta con las medidas correctoras prioritarias, en los componentes social, económico y ambiental, que se relacionan con la gestión del sistema de agua en estudio (Figura 22).

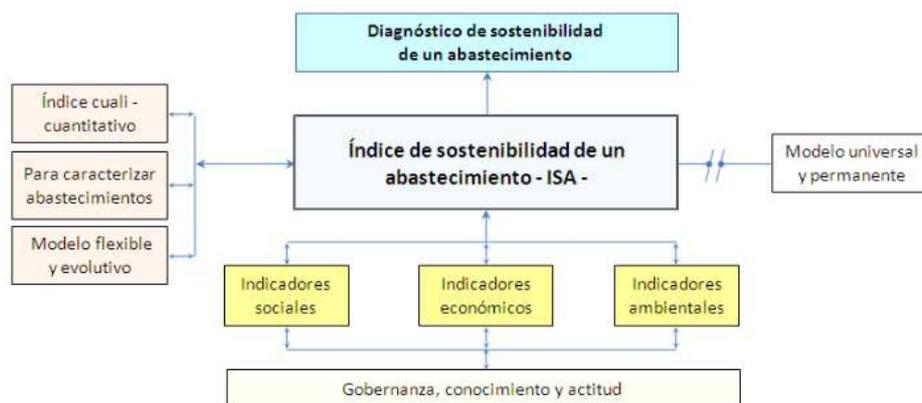


FIGURA 22. Mentefacto del Diagnóstico de Sostenibilidad de un abastecimiento de agua. Fuente: Benavides (2010).

Como resultado final, obtuvo **49 indicadores, agrupados en 15 subcomponentes** y, estos a su vez, en **3 componentes** para la sostenibilidad de un abastecimiento de agua:

- **Social**, incorpora aspectos que reflejen los beneficios de los seres humanos que se involucran al mismo, con el propósito de incrementar la calidad de vida de las familias que tienen acceso al servicio de agua. La organización, el confort y comodidad, la salud, participación y capacitación y la responsabilidad, son aspectos que con los procedimientos más adecuados crecerán paulatinamente para gestionar el sistema de forma sostenible. **Cuenta con 16 indicadores distribuidos en 6 subcomponentes.**
- **Económico**, cuenta con **22 indicadores agrupados en 5 subcomponentes**; y se fundamenta en los criterios siguiente:

Recupera todos los costos invertidos, mediante tarifas justas, accesibles por equidad y que a su vez motiva en sus clientes el consumo racional. Las actividades de operación y mantenimiento, son plenamente subsidiadas por el consumidor a través del pago por consumo de agua y le dan a la empresa la oportunidad de aplicar una política de control activo de fugas, y tomar acciones para la mejora de la eficiencia en la conducción, almacenamiento, distribución y cobro. Desde la óptica financiera, le permite manejarse con buena liquidez, además con un stock de deuda que le facilite aprovechar situaciones favorables del mercado financiero para la búsqueda de mayores plazos, a menores costos; y, una *situación financiera de servicio*, que contemple la búsqueda inminente de la eliminación de subsidios. Invierte en infraestructura moderna para el abastecimiento, facilitando cada vez más cumplir con las normativas de seguridad, calidad y cantidad, en

espacio y tiempo. Mantiene capacitado a todo su personal, en todos los niveles de la empresa y cuenta con el suficiente equipamiento para el desempeño eficiente.

- **Ambiental**, se orienta en los planos de conservación, acción de Operación y Mantenimiento (O y M) con bajo impacto negativo, recuperable y mitigable en el corto tiempo; y, aprovechamiento eficiente de recursos. **Lo conforman 12 indicadores reunidos en 4 subcomponentes.**

A continuación se presentan los **indicadores que conforman el Índice de Sostenibilidad de un Abastecimiento de Agua:**

CUADRO 1. Indicadores que conforman el Índice de Sostenibilidad de un Abastecimiento de Agua. Fuente: Benavides (2010).

Componente	Subcomponente	Indicador
ECONÓMICO	Autogestión	% de recuperación de costos mediante cobro de facturación por año de servicio
		Autosuficiencia financiera: ingresos propios/gastos corrientes *100
		Eficiencia en recaudación: Emisión/recaudación *100
	Operación y mantenimiento	Índice de fugas estructural (IFE)
		Número de roturas / km de tubería / año
		Número de inspecciones acústicas para control de fugas en la red / año
		% de información del abastecimiento disponible en una base de datos informática SIG
		% de superficie interior de depósitos de almacenamiento que son impermeabilizados y con mantenimiento por año
		Búsqueda de conexiones ilegales (acústica y visual) en porcentaje de tuberías de la red /año
	Índices Financieros	% de liquidez = Ingresos Corrientes / Gastos Corrientes * 100
		Stock de deuda = pasivo total / (ingreso total fuente de financiamiento) * 100
	Infraestructura del Abastecimiento	Número de parcelas hidrométricas (subsectores o distritos hidrométricos) por cada 10000 conexiones
		Número de hidrantes contra incendios operativos por cada 1.0 km de tubería
		% de renovación de collarines por año
		% contadores funcionan (instalados/conexiones*100)
		% de contadores instalados más de 8 años
		% de contadores instalados cuyas lecturas superan los 4000 m ³
	Equipamiento y Personal	% de tuberías renovadas o repuestas por año
Porcentaje de maquinaria y equipo financiados (horas / mes) para O&M		
	Número de empleados por cada 10000 abonados	

Continuación cuadro 1...

219

Componente	Subcomponente	Indicador
SOCIAL	Operativo: Cantidad	Número de reducciones de la cantidad de caudal hasta un 50% por año
		Tiempo total acumulado, en horas, de duración de las interrupciones por año
		% de acometidas con presión de servicio diferente al rango (entre 10 m c.a. y 50 m c.a.)
	Operativo: Calidad	Número de análisis de calidad de agua por mes * 1000 / población servida
		Número promedio de horas por día que el agua permanece estancada (almacenada en depósitos del sistema) previo a su consumo
		% de conexiones con un rango de cloro residual diferente al de la norma (0.1 mg/L y 0.5 mg/L)
	Operativo: Cobertura	% de predios con conexión al sistema
		% de predios bien servida en horas pico
	Formativo: Capacitación a empleados.	Número promedio de horas de capacitación invertidas en cada técnico de campo y miembros de planificación / año
		Número promedio de horas de capacitación invertidas en cada administrador y coordinador del abastecimiento / año
	Formativo: Concientización a sus clientes.	horas de curso para clientes por c./ 10000 conex / año
		Tiempo total, en minutos, de campaña radial o TV / mes
	Comercial: Atención al cliente	Tiempo (en días) que la empresa tarda en responder las quejas de sus abonados
		Tiempo (en días) en los que la empresa atiende nuevas conexiones, obras de reparación y reinstalación
		Se ejecuta un plan de marketing publicitario de la empresa, promoción al ahorro y difusión pública
Existe la infraestructura de atención al cliente organizada, equipada y cómoda		

Continuación cuadro 1...

Componente	Subcomponente	Indicador
AMBIENTAL	Explotación: Del agua captada y vertida´.	% de caudal de agua captado para el abastecimiento en época de estiaje.
		Existe estricto control legal y regulación efectiva de explotación de otros recursos y uso de suelo, en las cuencas fuente, por el gobierno local.
	Eficiencia consumos	Cantidad promedio de consumo de agua por habitante por día
		Desaprovechamiento de recursos hídricos
		Consumo energético relativo del abastecimiento por mes
	Contaminación ambiental	Porcentaje de lodos y desechos generados por el sistema de potabilización (filtros, floculadores y sedimentadores) que se vierten sin depuración a cuerpos receptores, por año
		Depuración de aguas servidas para los vertidos de alcantarillados de la ciudad
		Aplicación de medidas correctoras o de mitigación para reducción de impacto por ruido, polvo y gases en apertura y cierre de zanjas para reparaciones o conexiones domiciliarias
	Conservación de la Cuenca Fuente	Superficie de la cuenca fuente o tributaria que es propiedad del sistema en hectáreas por cada (l/s) de agua producida para el abastecimiento
		% de superficie de la o las cuencas tributarias que tienen en marcha un plan anual de silvicultura y reforestación, gestionado ó coordinado directamente por el operador del sistema
		% de industrias y fábricas instaladas dentro de la superficie de la cuenca fuente, que depuran sus vertidos y controlan sus desechos correctamente
		% del ingreso facturado por venta de agua que se dedica a adquisición y conservación de cuencas tributarias

Fuente: Benavides, H (2010)

▪ **El modelo de la norma ISO 24500, indicadores y gestión estratégica de los servicios**

En esta investigación no se contempla el análisis de las Normas ISO 9000 (Sistemas de Gestión de Calidad) y las Normas ISO 14001(Sistemas de Gerencial Ambiental), ya que la Empresa Aguas de Mérida C.A. en el resultado del Diagnóstico para el Plan Estratégico, priorizó **“Determinar indicadores de desempeño y sostenibilidad ambiental, para conocer la situación actual y sus tendencias”**, como paso previo al diseño de un sistemas de gestión ambiental y un sistema de gestión de calidad, y se consideró analizar las directrices de las normas voluntarias ISO 24500, para orientar esta acción estratégica.

En este contexto, es importante resaltar que las normas ISO 24500, fueron desarrolladas con el objetivo de generar directrices para el mejor desempeño de la actividades relacionadas con los servicios de agua y saneamiento, en apoyo al cumplimiento de los objetivos del milenio de las Naciones Unidas (Molinari, 2007), en un proceso que inició en el año 1999, por parte de la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), y se incorporó, a propuesta de Francia, a los proyectos de normalización de la Asociación Internacional de Estándares (ISO) en el año 2000.

Por lo que, la serie de Normas ISO 24500, fue desarrollada como un aporte de la Normalización a la Problemática Mundial del Agua y Saneamiento, cuyos beneficios se agrupan de la siguiente manera:

CUADRO 2. Beneficios de las Normas ISO 24500 en la Sostenibilidad de un Abastecimiento de Agua. Fuente: ISO 24500.

Países en vías de Desarrollo	Países Desarrollados
Accesibilidad de los servicios	Calidad del Agua
Condiciones de los servicios	Calidad de los Servicios
Continuidad	Excelencia

La serie de normas referentes a los servicios de agua, consiste en la implementación de las normas:

- ISO 24510 (orientada al servicio).
- ISO 24500, 24511 y 24512 (orientadas a la gestión).

El objetivo de estas normas, es proporcionar directrices para la mejora continua y para la evaluación del servicio.

Estas son coherentes, con el principio del enfoque “planificar- hacer - verificar - actuar” (PHVA). Y su estructura se basa en el “árbol de calidad” (Figura 23).

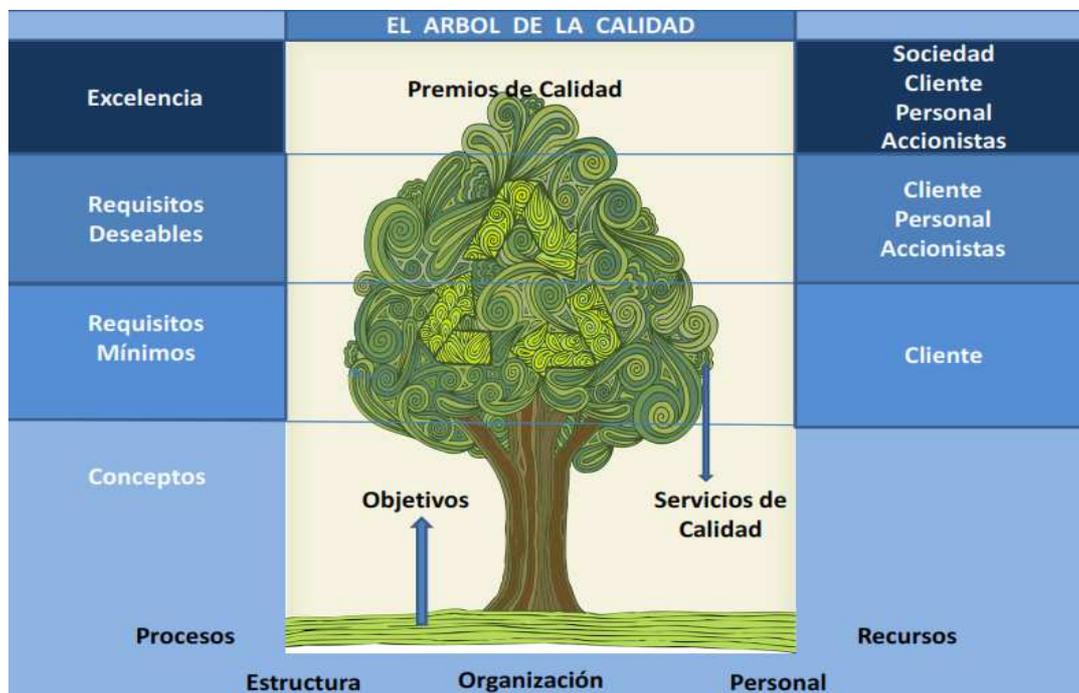


FIGURA 23. Basamento de la Norma ISO 24500. Fuente: Sivestri (2009).

En cuanto a las **características de la norma**, se destacan:

- Respeta las características culturales, las condiciones socio-económicas, climáticas, de salud y legales de los distintos países y regiones del mundo.
- No interviene en los medios utilizados para lograr los objetivos.
- No fija el valor de los parámetros por alcanzar, cada entidad lo establece según su propia realidad.
- Compatible con otros sistemas de gestión (ambiental, ecoeficiencia, etc.)
- Aplicable al sector público y privado,
- Aplicable a grandes o pequeñas entidades de servicio.

Para su **aplicación** de la serie de normas ISO 24500, se puede seguir el siguiente esquema:

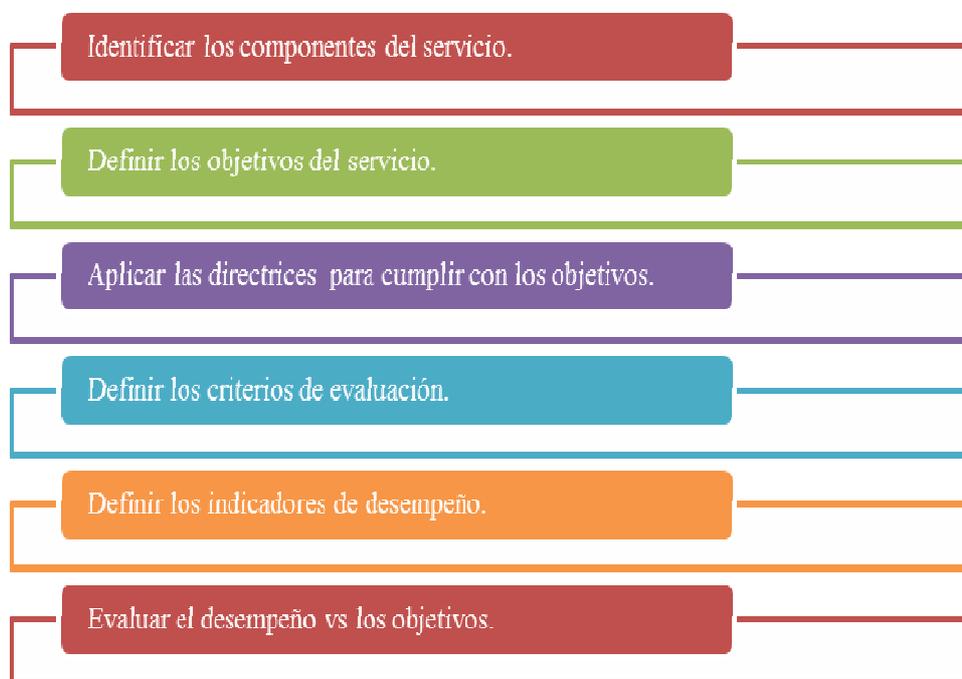


FIGURA 24. Esquema de Aplicación de la Norma ISO 24500. Fuente: ISO 24500.

En este contexto, **México** utiliza esta serie de normas ISO 24500 como referencia para la concepción del conjunto de indicadores y sistema de seguimiento, incluimos un proyecto que durante varios años ha llevado a cabo la Asociación Internacional del Agua (IWA, por sus siglas en inglés), para ello, han sido traducidas dichas normas y emitidas por el Gobierno de México como normas optativas (Tabla 3.9.) bajo la figura de “normas mexicanas” (NMX), mediante el cual se busca propiciar el uso de indicadores de desempeño por parte de los proveedores de servicios de agua y saneamiento, de manera periódica y sistemática, como un mecanismo para la mejora continua de sus servicios en tres ámbitos:

- ✓ El de los indicadores técnicos del servicio de agua potable.
- ✓ El de los indicadores técnicos del saneamiento.
- ✓ El de indicadores de *servicio al usuario*, de especial interés para el presente proyecto.

CUADRO 3. Normas internacionales para el uso de indicadores de gestión y su equivalencia mexicana. Fuente: ONU (2011).

ISO	Objeto	NMX
24510	Directrices para la evaluación y la mejora del servicio a los usuarios.	AA-148-SCFI-2008
24512	Directrices para la gestión de las entidades prestadoras de servicios de agua potable y para la evaluación de los servicios de agua potable.	AA-149-2-SCFI-2008
24511	Directrices para la gestión de las entidades prestadoras de servicios de agua residual y para la evaluación de los servicios de agua residual.	AA-149-1-SCFI-2008

La estructura de las tres normas es similar:

- Proponen definiciones, para lograr un lenguaje común útil para los ejercicios de regulación por comparación (*benchmarking*).
- Hacen una descripción de los componentes del sistema
- Proponen una formulación de objetivos de los servicios:
- Proteger la salud pública y el medio ambiente.
- Satisfacer las expectativas de los usuarios.
- Sustentabilidad de la entidad prestadora.
- Proponen lineamientos de gestión.
- Pretenden implementar mecanismos sistemáticos de evaluación basados en indicadores de desempeño, para lo cual se proponen algunos indicadores.

En el caso del agua y saneamiento, se toma como base del objetivo compartido, el cumplimiento de las normas y metas mínimas de cobertura, calidad, continuidad y servicio. Sin embargo, el operador deberá equilibrar una serie de expectativas ciudadanas diversas, asociadas a objetivos de corto plazo, con su responsabilidad de garantizar la estabilidad y desarrollo de largo plazo del sistema (Westerhoff *et al.*, 2003). El procedimiento esperado para la implementación de la norma ISO 24510, que pretende configurar un proceso de mejora continua bajo el enfoque “planificar, ejecutar, verificar y adaptar” (*plan, do, check, act*) en las empresas prestadoras u operadoras del servicio, presenta el siguiente ciclo:



FIGURA 25. Ciclo de mejora continua asociado a la norma ISO-24510. Fuente: ONU (2011).

Para la concepción del sistema de indicadores – medio urbano en México para el sector agua potable y saneamiento, la propuesta busca definir:

- Qué debe medirse: al ciudadano le interesan los resultados, que se obtienen de un cierto manejo de recursos y procesos internos del operador, los que a su vez responden a condiciones específicas de acceso a una serie de recursos; todo ello contribuye a las condiciones de bienestar social, desarrollo económico y preservación ambiental de la comunidad.
- Cómo deben definirse los indicadores y su prioridad.
- Qué mecanismos de soporte deben propiciar la continuidad y el impacto específico de los sistemas de indicadores.

Para ello, identifican cuatro ámbitos relevantes de monitoreo (Imagen 3.30), en función de la relación causal, que puede definirse como:

- a) Condiciones propicias del entorno que no obstaculicen la labor del organismo operador.
- b) Elementos internos de administración y desarrollo del organismo operador.
- c) Sus efectos en la percepción ciudadana.
- d) Su impacto en indicadores de bienestar (salud, economía, medio ambiente).

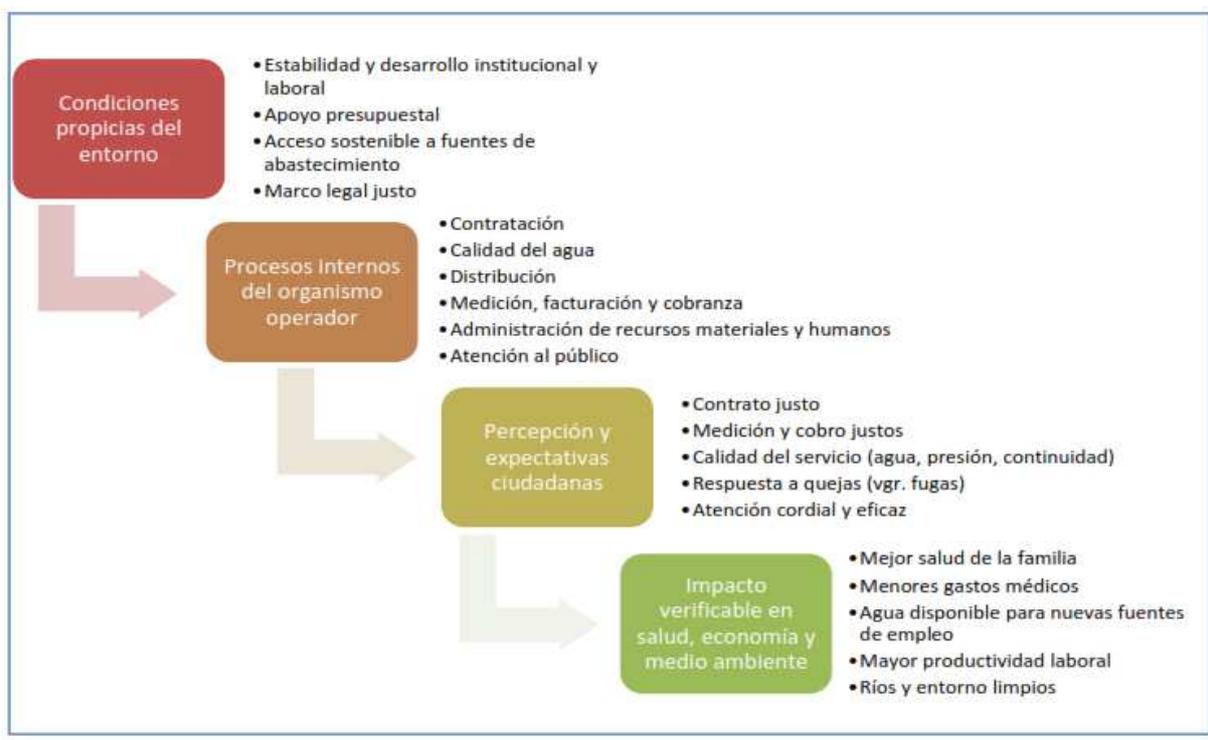


FIGURA 26. Ámbitos relevantes para el sistema de monitoreo de un prestador de servicio en México. Fuente: ONU (2011).

Entre los elementos para el diseño de la propuesta mexicana, se consideró que el monitoreo no debe sólo referirse a los resultados, sino constituir un ejercicio más completo de rendición de cuentas social en el que:

- El operador expone las razones detrás de sus resultados, lo que tiene que ver con sus recursos y condiciones internas tanto como con sus restricciones y apoyos externos.
- La comunidad reflexiona sobre el impacto final del nivel de los servicios en sus condiciones de bienestar social, desarrollo económico y medio ambiente

Con base en el planteamiento anterior, el proceso para identificar y estructurar los indicadores se sintetiza en el cuadro 4.

CUADRO 4. Ejemplo de conceptos para la identificación de indicadores y responsable de su Seguimiento Fuente: ONU (2011).

Componente	Identificación y estructuración	Seguimiento
1. Condiciones del entorno del organismo operador	<p>Con el organismo operador, identificar indicadores del entorno susceptibles de ser medidos, verificados y actualizados de manera periódica y a bajo costo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto aprobado • Antigüedad y estado de la infraestructura recibida • Volumen asignado • Trayectoria de la disponibilidad y calidad de las fuentes • Variabilidad de las fuentes y presiones de otros sectores • Disponibilidad de personal capacitado en el mercado laboral • Marco jurídico 	<p>Por parte del organismo operador: gestión de los datos e integración de indicadores</p>
2. Procesos internos del organismo	<p>Con el organismo operador, identificar sus indicadores técnicos de gestión útiles para este propósito, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antigüedad de mandos medios • Nivel educativo del personal • Porcentaje de muestras dentro de norma • Tiempo de contratación • Tiempo de instalación o conexión • Número de quejas por errores de medición • Tiempo promedio de espera en línea telefónica • Tiempo promedio de atención completa a fugas • Tiempo de aprovisionamiento interno de materiales para atención a fugas • Calidad de la atención al público 	<p>Información captada por el organismo operador a través de su sistema de atención al usuario (o equivalente). Algunos datos podrían ser también captados en encuestas de percepción ciudadana</p>
3. Factores de percepción ciudadana	<p>Con base en encuestas o estudios de percepción ciudadana, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la atención al público • Equidad en el contrato, medición Y cobro • Calidad del agua • Presión del agua • Continuidad (interrupciones del servicio) • Atención a reportes de fugas (tiempo) <p>Puede utilizarse como base el modelo de la norma ISO-24510</p>	<p>Por parte de la ciudadanía, con apoyo de una entidad académica con prestigio reconocido.</p>
4. Factores de impacto en el bienestar	<p>Con base en estadísticas públicas de periodicidad anual o mayor, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades de origen hídrico • Proporción del gasto familiar dedicado a temas de salud • Número de establecimientos comerciales con toma de agua • Horas-hombre perdidas por enfermedad • Índice de calidad del agua de las corrientes 	<p>Por parte de la ciudadanía, con apoyo de una entidad académica con prestigio reconocido.</p> <p>Algunos puntos pueden ser obtenidos del Organismo Operador, de la CONAGUA o por la propia ciudadanía (por ejemplo, monitoreo de las corrientes).</p>

- **Metodología propuesta por la Comisión Nacional de Agua de México para la Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable**

Esta metodología es desarrollada por la Comisión Nacional de Agua de México (2012), y parte de que la eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable a ciudades (Figura 27), se asocia con el proceso de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la

fuentes naturales hasta los consumidores, con un servicio de calidad total (Ochoa, 2005). En este contexto de la eficiencia se identifican tres escenarios:

- El de la ingeniería del sistema de abastecimiento,
- El de la comercialización de los servicios de agua potable,
- El del desarrollo institucional del organismo operador



FIGURA 27. Esquema de eficiencia de un sistema de agua potable en México. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

En esta metodología, se establecen las siguientes consideraciones generales del porque existen problemas para lograr la eficiencia de un sistema de agua potable:

- Un sistema hidráulico para el abastecimiento de agua potable deja de ser eficiente cuando comienza a utilizar excesivos recursos humanos, materiales y económicos dentro de estos tres escenarios, para prestar el servicio de calidad a los usuarios de una población.
- En las actividades del escenario del desarrollo institucional del organismo operador de agua potable se desatienden las eficiencias en la autonomía organizativa, el liderazgo de su personal directivo, la administración del personal, la orientación financiera, los esquemas orientados hacia el consumidor, la capacidad técnica del personal, la capacitación del personal y la interacción con instituciones externas. El resultado de esta desatención son el resquebrajamiento financiero e institucional del organismo operador,

bajos niveles de preparación técnica del personal, desorden en la administración gerencial, excesivo número de empleados, entre otros.

3. En el caso de las actividades del escenario de comercialización del servicio, se desatienden las eficiencias de las áreas de facturación, cobranza, contabilidad, padrón de usuarios, estimación de consumos, tarifas, control de suministros, comunicación social y comunicación y transporte. Derivado de esta desatención, surgen los problemas de usos clandestinos, baja cobertura de micromedición, usos mal clasificados e identificados, cartera vencida importante, esquemas tarifarios lejos de la realidad, altos consumos de materiales y equipos, y una comunicación con el usuario deteriorada impactando en baja cultura del agua de la sociedad.
4. En las actividades del escenario de ingeniería de producción y distribución, se descuidan las eficiencias de la condición hidráulica del sistema, de la hermeticidad de la red e infraestructura, de los sistemas de bombeo e instalaciones electromecánicas, y de la calidad del agua que se proporciona. Los descuidos de estas actividades de ingeniería ocasionan servicios discontinuos del agua a los usuarios (tandeos), entrega de agua a los consumidores con bajas presiones, niveles de fugas de agua que llegan a alcanzar hasta el 50% del volumen suministrado, agua no potable en las tomas domiciliarias, y excesivos consumos de energía en los equipos de bombeo con implicaciones económicas hasta del 35% de los ingresos del organismo operador.

Para su aplicación, se debe tener presente los siguientes pasos:



FIGURA 28. Esquema modelo de eficiencia de un sistema de agua potable en México. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

En los abastecimientos de agua potable, la evaluación y uso de indicadores de eficiencia, implica las ventajas siguientes:

- Permiten tener una respuesta más rápida y de mayor calidad de la operación del sistema de abastecimiento;
- Permiten una monitorización más fácil de los resultados del funcionamiento;
- Facilitan información clave al abastecimiento, permitiendo un fortalecimiento del enfoque pro-activo de la gestión, en contra del enfoque reactivo más tradicional, que normalmente confía en funcionamientos aparentes y erróneos del sistema.
- Crean un incentivo para adoptar medidas correctivas, como la reubicación de recursos humanos para mejorar la productividad y modernizar las rutinas y procedimientos tradicionales;
- Cuando los abastecimientos están interesados en implantar una Gestión Total de la Calidad, los indicadores pueden tener un papel relevante, como una manera de enfatizar calidad y eficiencia globales en la organización;
- Permiten a los abastecimientos implementar procedimientos rutinarios de medida de la eficiencia;
- Facilitan las auditorías, ya que constituyen un buen lenguaje técnico para que un equipo de auditores comprenda los trabajos del organismo operador y por tanto ellos puedan expresar sus recomendaciones financieras, administrativas y operativas.

Entre los indicadores planteados en la metodología se encuentran:

1. Diagnóstico de Eficiencia Física

El objetivo del diagnóstico, es determinar los valores del indicador de eficiencia y del Indicador de Fugas Estructural (IFE) e identificar y cuantificar las pérdidas reales o fugas, así como proporcionar las bases para la elaboración de un proyecto de incremento de la eficiencia física del sistema.

Los indicadores empleados, se describen a continuación:

- 1) **La eficiencia física (η física)**, se refiere a la conservación del agua en el sistema de abastecimiento y se calcula en porcentaje (CNA, 2005 citado por CONAGUA, 2012), como:

$$\eta_{\text{física}} = \frac{\text{Vol}_{\text{consumido}}}{\text{Vol}_{\text{suministrado}}} \times 100$$

FIGURA 29. Fórmula del Indicador de eficiencia física de un sistema de agua potable. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

De la fórmula indicada en la figura 29, se deben tener presente los siguientes conceptos:

- ✓ **El volumen consumido (Vol. consumido):** es la cantidad de agua, medida o no (cuota fija), que reciben los usuarios en sus tomas, estén o no registradas por el Organismo Operador. Y corresponde al volumen facturado que se reporta comúnmente en los datos en el Sistema Comercial en los Organismos Operadores.
- ✓ **El volumen suministrado (Vol. suministrado):** es la cantidad de agua producida o extraída de las fuentes de abastecimiento.

Es importante resaltar que sólo este indicador, refleja en buena medida la capacidad que tiene un sistema de abastecimiento para entregar el agua inyectada a la red hasta los usuarios y la magnitud del volumen de las fugas existentes. Sin embargo, el valor de la eficiencia física no manifiesta de manera exacta el nivel de deterioro de las tuberías, toma domiciliaria y otros elementos del sistema.

- 2) **Indicador de Fugas Estructural (IFE):** Es un indicador relativo propuesto por *International Water Association (IWA)*, que dependen de la longitud, la presión media, el tiempo de servicio y el número de toma domiciliaria que tiene la red de distribución. Cuya ecuación es:

$$IFE = \frac{VIF}{UMF} = \frac{nt \frac{Vol_{if}}{tn_t}}{(ALong_t + Bn_t + CLong_t) P_{med}} = \frac{Vol_{if}}{d(ALong_t + Bn_t + CLong_t) P_{med}}$$

Donde:

- VIF = Indicador del volumen de fugas (m³/toma/día)
- UMF = Umbral mínimo de fugas (referencia óptima) (m³/toma/día)
- Vol_{if} = Volumen de fugas en el sistema (m³)
- t = Tiempo de operación del sistema (días)
- n_t = Número total de tomas domiciliarias registradas
- A, B y C = Constantes que ponderan la variable que acompañan y que han sido determinadas con un análisis estadístico de 20 países⁶; A=1.8, B=0.8, C=25
- Long_t = Longitud total de las tuberías de la red de distribución (km)
- Long_t = Suma de las longitudes de todas las tomas domiciliarias (km)
- P_{med} = Carga de presión media en la red de distribución (m.c.a.)

FIGURA 30. Fórmula del Indicador de Fuga Estructural de un sistema de agua potable. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

Para el análisis del indicador, se establece que un valor del IFE igual a uno, deberá ser interpretado como el estado físico óptimo deseable en una red de abastecimiento. Y En la medida en que este valor se incrementa, se interpreta que la red se encuentra más deteriorada.

Por tanto, la eficiencia física es determinada con la ecuación presentada en la figura 29 y 30 en sistemas de acueductos que cuentan con instrumentación y monitoreo frecuente.

Dependiendo de los resultados obtenidos del Diagnóstico de Eficiencia Física, el siguiente paso es formular el proyecto de Eficiencia física, que consiste en diseñar e implementar elementos de eliminación y control de fugas, enmarcados en un Programa estratégico de acciones para incrementar la Eficiencia el funcionamiento del sistema de agua potable.

Los elementos de eliminación de fugas son de tipo estructural, si se refieren a trabajos de reparación, sustitución y rehabilitación de tuberías y de accesorios.

Los elementos de control son del Tipo no-estructural, ya que consideran prácticas encaminadas a disminuir el tiempo desde que aparece una fuga hasta que es eliminada.

Con esta perspectiva, el proyecto de eficiencia física se compone de seis bloques de actividades:

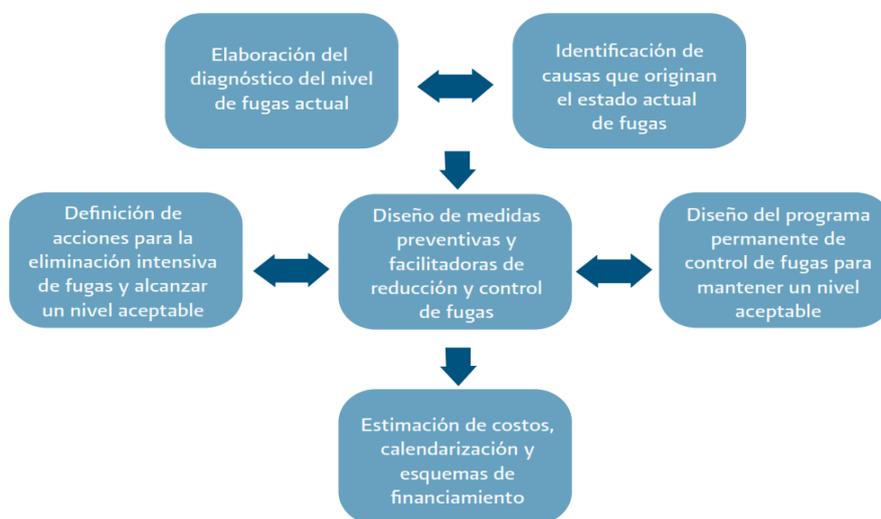


FIGURA 31. Bloques de actividades para elaborar un proyecto de eficiencia física. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

Para lograr el proceso de control de fugas, el operador del servicio debe interrelación de los departamentos que conforman el organismo operador con el proceso de control de fugas (Figura 32).

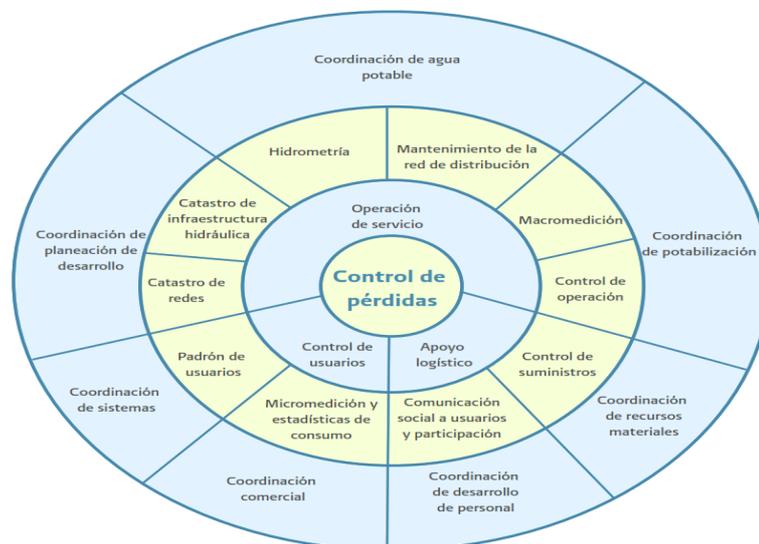


FIGURA 32. Interrelación de los departamentos de un organismo operador con el proceso de control de fugas para mejorar eficiencia física. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

En este caso, Aguas de Mérida C.A., en busca de la Eficiencia Física, incluye en el Plan Estratégico 2015 – 2019, los siguientes objetivos estratégicos:



FIGURA 33. Interrelación de Objetivos Estratégicos de Aguas de Mérida para mejorar eficiencia física. Fuente: Aguas de Mérida C.A. (2015).

Y para la Evaluación Económica la metodología plantea la priorización de las acciones y subproyectos básicos para lograr la Eficiencia Física, lo cual puede realizarse de dos maneras: con base en la relación beneficio-costos o atendiendo a su secuencia técnica lógica de ejecución.

La evaluación de la relación beneficio-costos (B/C) tiene el propósito de demostrar el resultado económico financiero de las Acciones y subproyectos básicos.

Conceptualmente, se pueden distinguir los tres casos siguientes:

- ✓ **B/C > 1.** Demuestra el incremento del rendimiento promovido por los proyectos y acciones.
- ✓ **B/C = 1.** Muestra que los proyectos no surtirán efecto económico.
- ✓ **B/C < 1.** Muestra que los proyectos tendrán efectos negativos en la economía del sistema de agua

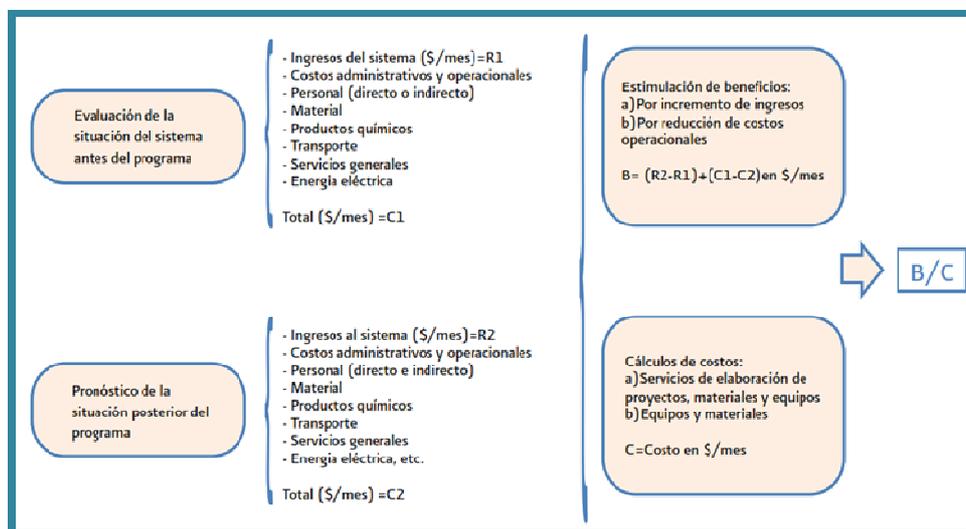


FIGURA 34. Análisis del beneficio – costo de un programa de control de fugas. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

2. Diagnóstico de Eficiencia Hidráulica

La eficiencia hidráulica se define como la relación entre la capacidad de captación, conducción y distribución del agua con la que cuenta un sistema hidráulico de abastecimiento urbano, y la capacidad real con la que funciona dicho sistema.

Para determinar el valor de la eficiencia hidráulica, no hay un indicador específico; sin embargo, la manera más práctica de valorarla, es a través de algunos parámetros sobre la disponibilidad espacial y temporal del agua a los usuarios. Algunos de estos parámetros son:

- **Consumo unitario de los usuarios (l/hab/día).** El consumo unitario doméstico es un parámetro que indica la cantidad de agua que utiliza un habitante común en un día típico promedio en una población y se clasifica en doméstico y no-doméstico. El cálculo se consigue aplicando la ecuación:

$$Cu_d = \frac{C_d}{n_p}$$

Donde:

- Cu_d = Consumo unitario doméstico (l/hab/día)
- C_d = Consumo total doméstico diario (l/día)
- n_p = Número de habitantes servidos de la localidad

FIGURA 35. Indicador Consumo unitario de los usuarios. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

La Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, determinó los consumos unitarios domésticos, clasificados por tipo de usuario (residencial, medio y popular), y en función de la temperatura media anual de la población (clima). Estos valores se reproducen en la figura 36 y pueden ser utilizados para comparar los datos obtenidos en una localidad, o bien para el diseño cuando no se cuenta con estadísticas al respecto.

Clima	Consumo unitario por clase socioeconómica (l/hab/día)			Temperatura media anual (°C)	Tipo de clima
	Residencial	Media	Popular		
Cálido	400	230	185	Mayor que 22	Cálido
Semicálido	300	205	130	De 18 a 22	Semicálido
Templado	250	195	100	Menor que 18	Templado o frío

Nota: Para los climas fríos se consideran los mismos valores que para clima templado

FIGURA 36. Valores de Referencia de Consumo unitario de los usuarios. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

▪ Dotación (l/hab/día)

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los Consumos de los servicios y las pérdidas en la red en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab/día.

La dotación se obtiene a partir de un estudio de Balance de Agua, dividiendo la suma del consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más

las pérdidas de agua, entre el número de habitantes de la localidad. También puede calcularse mediante la ecuación:

$$\text{Dot} = \frac{\text{Vol}_{sc}}{n_p * 365} * 1000$$

Donde:

Vol_{sc} = Volumen suministrado al sistema en un año corregido (m^3)

Dot = Dotación (l/hab/día)

n_p = Número de habitantes servidos de la localidad

FIGURA 37. Indicador Dotación (l/hab/día). Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

▪ Continuidad del servicio de agua (horas/día)

El valor representativo de continuidad del servicio de agua en una red de distribución de agua potable se determina mediante un promedio ponderado de las horas que se proporciona en las diversas zonas de servicio de la localidad, mediante la ecuación:

$$\text{hr}_{servicio} = \frac{\sum_{i=1}^{n_z} \%_{z,i} \text{hr}_{servicio,i}}{24}$$

Donde:

$\text{hr}_{servicio}$ = Horas promedio de continuidad del servicio de agua de un sistema de agua potable

$\%_{z,i}$ = Porcentaje de cobertura de red o tomas domiciliarias de una zona de servicio de la red

$\text{hr}_{servicio,i}$ = Horas de continuidad del servicio de agua potable de una zona de servicio de la red

i = Zona de servicio

n_z = Número total de zonas de servicio de agua potable en una red

FIGURA 38. Indicador Continuidad del Servicio. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

- **Déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios (\pm %)**

Por diversas razones, tales como la ubicación de las captaciones del sistema de abastecimiento, la capacidad hidráulica de la infraestructura de conducción, distribución y regularización, la topografía de la localidad, el crecimiento de la mancha urbana, etc., la disponibilidad del agua potable ofertada por el sistema hidráulico es diferente al agua requerida por los usuarios.

Este problema trae como consecuencia una ineficiencia hidráulica en la distribución en la red, lo cual se traduce en problemas de escasez, disminución de presiones y discontinuidad en el servicio de agua a los usuarios.

El déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios, se determina mediante la ecuación:

$$\text{Def}_{\text{sar}} = \sum_{i=1}^{n_{zs}} \%_{z,i} \left(\frac{Q_{s,i} - Q_{\text{req},i}}{Q_{\text{ts}}} \right)$$

Donde:

Def_{sar} = Déficit promedio en el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios (\pm %)

$Q_{s,i}$ = Caudal de agua suministrado a la red de una zona de servicio, i (l/s)

$Q_{\text{req},i}$ = Caudal requerido por los usuarios en una zona de servicio, i (l/s)

Q_{ts} = Caudal total suministrado a toda la red de distribución (l/s)

$\%_{z,i}$ = Porcentaje que representa una zona de servicio i , de la suma total de las zonas de servicio

n_{zs} = Número de zonas de servicio

FIGURA 39. Indicador Déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios (\pm %). Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

El valor resultante es negativo si existe un déficit de suministro de agua en general en la red, y es positivo si en el sistema hay un superávit.

- **Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²)**

La presión media de la red se obtiene con los registros de las mediciones de campo. Los datos de campo se promedian aplicando la ecuación:

$$P_{med} = \frac{\sum_{j=1}^{m_p} P_j}{m}$$

Donde:

- P_{med} = Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²)
- P_j = Presión en el jésimo punto de medición en campo (kg/cm²)
- m_p = Número de puntos de medición de presión
- m = Número de registros de presión realizados

FIGURA 40. Indicador Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²). Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

Al culminar el Diagnóstico, la evaluación debe conducir a la formulación de proyectos de eficiencia hidráulica, que tienen por objetivo, realizar una redistribución de presiones y caudales en la red de distribución de un sistema de abastecimiento de agua potable, para optimizar su funcionamiento y ahorrar agua; facilitar las labores de mantenimiento y control de fugas; aprovechar las oportunidades de ahorro de energía; y ampliar la cobertura del servicio.

3. Diagnóstico de Eficiencia Energética (DEE)

Es la aplicación de un conjunto de técnicas para determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía en un sistema de agua potable, además de especificar cuánta de esa energía es desperdiciada.

Los principales elementos para el suministro y transformación energética, necesarios para la producción, suministro y tratamiento de agua, se muestran esquemáticamente en la figura 41.

Para la Eficiencia Energética el autor plantea los siguientes indicadores:

- **Indicador energético (IE):** Representa la relación exacta entre la energía utilizada por los equipos de bombeo en un sistema de agua potable para producir el volumen total del agua suministrada a la red de distribución. Y se calcula dividiendo el total de los kilowatts – hora consumidos en un determinado año, entre el total del agua producida en las captaciones del

sistema de abastecimiento. La energía utilizada se determina utilizando los datos del historial de consumos de energía eléctrica presentada en los recibos de la compañía de electricidad local. Los consumos en kilowatts- hora de cada equipo de bombeo del sistema se suman en un año. Se emplea la siguiente ecuación:

$$IE = \frac{\text{Energía total consumida (kW h/año)}}{\text{Volumen total de agua producida en captaciones (m}^3\text{/año)}}$$

FIGURA 42. Indicador Energético. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012).

La meta del indicador corresponde a cada organismo operador fijarla en función de su infraestructura electromecánica.

- **Indicador de costo unitario de energía (CUE):** Representa el costo específico por unidad de energía consumida, el cual depende de varios factores como el tipo de tarifa eléctrica contratada, el factor de carga (que refleja las horas de operación reales sobre las horas naturales) y factores que inciden en la facturación energética como la penalización o bonificación por el factor de potencia de la instalación. Este indicador se calcula en base a la estadística de consumo y facturación energética anual recopilada en el organismo operador así como la producción anual de agua potable y se emplea la siguiente ecuación:

$$CUE = \frac{\text{Importe de facturación eléctrica (\$/año)}}{\text{energía total consumida (kWh/año)}}$$

FIGURA 43. Indicador Costo Unitario de Energía. Fuente: Comisión Nacional de Agua – México (2012)

La meta del indicador corresponde a cada organismo operador fijarla en función de su infraestructura electromecánica y los costos respectivos.

Al culminar el diagnóstico, los resultados deben orientar las acciones del operador y dar inicio a la formulación del proyecto de eficiencia energética (PEE), que consiste en desarrollar la cartera de proyectos y recomendaciones a implementar en las instalaciones electromecánicas y de distribución de agua potable, con oportunidades posibles de ahorro de energía eléctrica, tanto en consumo como en aquellas que solamente reduzcan el costo de la facturación energética.

- *Metodología propuesta para la medición de la Gobernabilidad y Gobernanza del Agua aplicada a la prestación del servicio de agua potable*

Para evaluar el desempeño de las Empresas de Servicios de Agua Potable denominados Operadores de Agua en los aspectos de la gobernanza y gobernabilidad el autor Rojas (2010 a), plantea la siguiente metodología:

Descripción de los factores para el cálculo de la gobernabilidad

Crterios Generales

La gobernabilidad en los servicios de agua potable y saneamiento, es el equilibrio dinámico entre las demandas político-sociales y la capacidad del prestador para atenderlas eficaz y legítimamente, conforme a la normativa, a procesos y procedimientos establecidos.

La gobernabilidad en los servicios de agua potable y saneamiento debe ser medida, como en cualquier caso, en términos de la legitimidad y en términos de eficacia.

Un prestador, alcanza legitimidad si brinda un servicio en la cantidad y calidad esperada y a un precio considerado justo o aceptable por los usuarios.

Indicadores

Ante lo indicado previamente, la variable gobernabilidad se calculará como la integración de los siguientes indicadores significativos:

- a) Nivel de Legitimidad.
- b) Grado de Eficacia.

Estos se describen a continuación:

- a) **Nivel de Legitimidad:** Un prestador, alcanza legitimidad, si brinda un servicio en la cantidad y calidad esperada y a un precio considerado justo o aceptable por los usuarios. Este indicador se puede integrar por los siguientes factores o índices:

- **Satisfacción de la continuidad del servicio de agua potable:**

Mide el grado de conformidad de los usuarios respecto a las horas de servicio que recibe.

Se obtiene mediante la aplicación de una encuesta aleatoria (*random route*), dentro de cada ciudad atendida, con una muestra estadísticamente representativa, asociada por lo general al 90% o 95% de intervalo de confianza.

Para tal efecto, las respuestas relativas a la continuidad del servicio pueden establecerse en la encuesta mediante un sistema paramétrico, que puede ser “muy satisfecho” y “satisfecho” que serían las categorías de aceptación del nivel de servicio, así como aquellos que manifiestan “ni satisfecho ni insatisfecho”, “insatisfecho” y “muy insatisfecho”.

Este indicador, permite inferir el grado de aceptación de los usuarios respecto a las horas de continuidad del servicio que recibe. Es conveniente establecer varias preguntas relativas a la continuidad, a efecto de “cruzar” resultados”.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$SaC = \frac{\sum_{i=1}^n UMSCo_i + \sum_{j=1}^m USCo_j}{UT}$$

Donde:

- i) UMSCo: Usuarios muy satisfechos con la continuidad del servicio.
- ii) USCo: Usuarios satisfechos con la continuidad del servicio
- iii) UT: Número total de usuarios encuestados
- iv) i y j: Contadores del número de usuarios muy satisfechos y satisfechos, respectivamente.

FIGURA 44. Indicador Satisfacción de la Continuidad del servicio. Fuente: Rojas (2010 a)

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la empresa goza de alta aceptación por parte de los usuarios, significa que las horas de continuidad provistas son adecuadas para que los usuarios cubran sus necesidades.
- ✓ Por el contrario, **si es cercano a 0**, denota que los usuarios están altamente insatisfechos, que puede derivar en impago de sus facturas, en reclamos masivos que atenten contra la gobernabilidad de los servicios de agua y saneamiento.

▪ **Satisfacción de la calidad del agua**

Mide el grado de conformidad de los usuarios respecto a la calidad física química y bacteriológica del agua, expresada mediante el olor, sabor y color del agua que recibe. Se obtiene mediante la aplicación de una encuesta aleatoria (*random route*) dentro de cada ciudad atendida, con una muestra estadísticamente representativa, asociada por lo general al 90% o 95% de intervalo de confianza.

Este indicador permite inferir el grado de aceptación de los usuarios respecto a la calidad del agua proporcionada. Es conveniente establecer varias preguntas relativas a la calidad, a efecto de “cruzar” resultados

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$SaC = \frac{\sum_i^n UMSCa_i + \sum_{j=1}^m USCa_j}{UT}$$

Donde:

- i) UMSCa: Usuarios muy satisfechos con la calidad del servicio.
- ii) USCa: Usuarios satisfechos con la calidad del servicio
- iii) UT: Número total de usuarios encuestados
- iv) i y j: Contadores del número de usuarios muy satisfechos y satisfechos, respectivamente.

FIGURA 45. Indicador Satisfacción de la Calidad de Agua. Fuente: Rojas (2010 b).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la empresa goza de alta aceptación por parte de los usuarios, significa que la calidad FQB provista es adecuada para que los usuarios.
- ✓ Por el contrario, **si es cercano a 0**, denota que los usuarios están altamente insatisfechos, que puede derivar igualmente en impago de sus facturas, o en reclamos masivos.

▪ **Satisfacción de atención al ciudadano.**

Mide el grado de conformidad de los usuarios respecto a la atención al usuario o ciudadano, en caso de que haya formulado una consulta, solicitud o reclamo.

Se obtiene mediante la formulación de preguntas relativas a la atención dentro de la encuesta aleatoria (*random route*) que se aplique en cada ciudad atendida, que responda a una muestra estadísticamente representativa, asociada por lo general al 90% o 95% de intervalo de confianza. Este indicador permite inferir la percepción del usuario respecto a la atención brindada por los responsables en la ventanilla de atención, pero también podría ampliarse a todo funcionario que de alguna manera interactúe con los usuarios. Es conveniente establecer primero filtros para que se consideren las respuestas de los usuarios que han realizado alguna gestión en la entidad prestadora, salvo que se quiera ampliar para todos incluyendo la relación del lectorista del medidor, de la persona que entrega las facturas, de quienes atienden en cajas y otros.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$SaC = \frac{\sum_i^n UMSATC_i + \sum_{j=1}^m USATC_j}{UT}$$

Donde:

- i) UMSATC: Usuarios muy satisfechos con la calidad de atención del servicio.
- ii) USATC: Usuarios satisfechos con la calidad de atención del servicio
- iii) UT: Número total de usuarios encuestados
- iv) i y j: Contadores del número de usuarios muy satisfechos y satisfechos, respectivamente.

FIGURA 46. Indicador Satisfacción de Atención al Ciudadano. Fuente: Rojas (2010 b).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la empresa es percibida con alta proactividad, eficiencia y amabilidad con el usuario.
- ✓ Por el contrario, **si es cercano a 0**, denota que los usuarios están altamente insatisfechos.

▪ **Aceptación social del ajuste tarifario.**

Mide la relación entre el valor de la tarifa significativa del año en curso deflactado, es decir a precios constantes del año anterior, respecto a la tarifa del año anterior.

Este indicador permite identificar el grado de legitimidad alcanzado por el Prestador mediante la aplicación efectiva de la actualización o nivelación tarifaria, toda vez que es frecuente, en el sector de agua y saneamiento, que la población usuaria rechace cualquier aumento o nivelación tarifaria en la medida de que el servicio es inadecuado, o al menos, que la entidad prestadora no comunica oportunamente a su población sobre los planes, programas, proyectos e inversiones asociadas para mejorar el servicio.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$TAS = \frac{TS_t}{1 + \Delta IPM_t} \cdot TS_{t-1}$$

Donde:

- i) TS: Tarifa significativa del servicio en el año "t".
- ii) ΔIPM: Variación del Índice de Precios al por Mayor durante el año "t"
- iii) t: año en el que se realiza la evaluación

FIGURA 47. Indicador Aceptación Social del Ajuste Tarifario. Fuente: Rojas (2010 c).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano o mayor a 1**, significa que la empresa ha mantenido o nivelado adecuadamente su tarifa a precios constantes respecto del año de referencia.
- ✓ **Si se aproxima a 0**, denota que el valor de la tarifa ha perdido valor en el tiempo, y por tanto, afecta la suficiencia financiera y la eficiencia económica de la Entidad prestadora.

▪ **Densidad de reclamos.**

Muestra la relación entre el mínimo de reclamos recibidos por la entidad prestadora en el periodo de análisis, tanto de reclamos comerciales u operacionales, con respecto al registro de reclamos del año de evaluación; en ambos casos, los registros son expresados por cada mil conexiones totales de agua potable que tiene la Entidad prestadora.

Este indicador permite identificar la cantidad de reclamos respecto al año de evaluación, lo cual puede mostrar indicios de inadecuado servicio o ineficiencia en aspectos comerciales y/o operacionales.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$DR = \frac{[RO_t + RC_t]}{[Conex_t / 1000]}$$

Donde:

- i) RC_t Número de reclamos comerciales recibidos durante el año "t".
- ii) RO_t Número de reclamos operacionales recibidos durante el año "t".
- iii) $Conex_t$: Número de conexiones totales de agua potable al finalizar el año "t".

FIGURA 48. Indicador Aceptación Social del Ajuste Tarifario. Fuente: Rojas (2010 c)

Interpretación:

Este indicador refleja el número de reclamos en relación con la cantidad de conexiones existentes, que puede compararse con los propios registros de la entidad prestadora de años pasados, o bien con referentes de buenas prácticas de otros prestadores.

- ✓ Si este indicador **es bajo** denotaría que el prestador opera bien su sistema.
- ✓ **Si es alto**, significaría que existen muchas deficiencias tanto en el ámbito operativo como en el comercial.

b) Grado de Eficacia: este indicador puede integrarse por los factores o índices que se describen a continuación:

- a) Cobertura de agua potable.
- b) Cobertura de alcantarillado.
- c) Índice de continuidad del servicio.
- d) Eficiencia del Agua facturada.
- e) Cobertura de medición.

Los vinculados al Sector Agua Potable (SAP), se describen a continuación:

▪ **Cobertura de agua potable.**

Es la proporción de la población que habita en las zonas administradas por la Entidad prestadora, que tiene acceso al servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o mediante una pileta pública. Este indicador permite identificar la proporción de la población que no cuenta con acceso al servicio de agua potable, el cual debe ser prioritario para las Empresas Prestadoras.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Cobertura de Agua Potable} = \frac{(PSACC_t + PSACP_t)}{PAE_t} \times 100$$

Donde:

- i) PSACC es la población servida que tiene acceso al servicio de agua potable mediante una conexión domiciliaria al finalizar el periodo "t".
- ii) PSACP es la población servida que tiene acceso al servicio de agua potable mediante una pileta pública al finalizar el periodo "t".
- iii) PAE es la población de ámbito de la Entidad prestadora al finalizar el periodo "t".
- iv) t es el periodo en el cual se hace la evaluación.

FIGURA 49. Indicador Cobertura de Agua Potable. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación:

Si este indicador es cercano al 100%, significa que la mayor parte de la población en el ámbito de la Entidad prestadora cuenta con acceso al servicio de agua potable. Por el contrario, si este

indicador es bajo significa que buena parte de la población no cuenta con el servicio de agua potable, lo cual repercute negativamente en la salud de la población.

▪ **Índice de continuidad del servicio**

La continuidad es el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable que la Entidad prestadora brinda al usuario. La continuidad varía entre 0 y 24 horas, por lo cual el Índice de continuidad es la proporción entre la continuidad que reporta la empresa respecto al ideal (24 horas).

Este indicador permite identificar la eficacia con la que las Empresas Prestadoras brindan el servicio de agua potable (continua o discontinua).

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{Continuidad_t}{24}$$

Donde

IC: Índice de continuidad, entre 0 y 1

Continuidad: Continuidad del servicio en el año "t", entre 0 a 24 horas

t: Año en el que se realiza la evaluación

$$Continuidad = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (HAP_{ij} \times NCA_{ij})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n NCA_{ij}}$$

Donde:

- i) HAP_{ij} es el número de horas promedio en el sector de abastecimiento "j" durante el periodo "i".
- ii) NCA_{ij} es el número de conexiones activas de agua potable en el sector de abastecimiento "j" al final del periodo "i".
- iii) n es el número de sectores de abastecimiento.
- iv) t es el mes en el cual se hace la evaluación.

FIGURA 50. Indicador Continuidad del Servicio. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación: Este índice significa la proporción de horas de continuidad brindadas respecto a un servicio continuo y permanente. La no continuidad o suministro por horas, además de ocasionar inconvenientes debido a que obliga al almacenamiento intradomiciliario, afecta la calidad y puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.

▪ **Eficiencia del Agua facturada (agua contabilizada)**

Mide la proporción del volumen de agua potable producida que es facturada por la entidad prestadora, que es opuesto al tradicional indicador de Agua NO facturada. La idea de incluir este indicador es seguir la congruencia de los demás indicadores de Calidad del Servicio que tienen 100% como referente óptimo.

Este indicador permite cuantificar la eficiencia de distribución del agua mediante el cálculo de las no pérdidas operacionales y/o comerciales.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$AF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^t (VPTA_i - VFTA_i)}{\sum_{i=1}^t VPTA_i} \times 100$$

Donde:

- i) VPTA_t es el volumen de producción total de agua potable durante el año "t"
- ii) VFTA_t es el volumen facturado total de agua potable durante el año "t".
- iii) t es el año en el cual se hace la evaluación.

FIGURA 51. Indicador Eficiencia del Agua Facturada. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación:

Mientras mayor sea esta proporción, la Entidad prestadora estaría incurriendo en menos pérdidas comerciales como operacionales. Las pérdidas operacionales se deben a fugas en las redes de agua potable producto de la antigüedad y falta de mantenimiento; mientras que las pérdidas no físicas –también llamadas aparentes se deben a conexiones clandestinas, la ausencia de micromedición y al subregistro de la micromedición.

▪ Cobertura de medición

Es la proporción del total de conexiones de agua potable que tiene instalado un medidor operativo. Se presume que toda conexión que se encuentra hábil a la facturación bajo la modalidad de diferencia de lecturas se encuentra con medidor operativo. Las conexiones que se encuentran hábiles a la facturación por diferencia de lecturas incluyen las conexiones activas facturadas por medición y las conexiones inactivas cuya última facturación fue bajo esta modalidad.

Este indicador permite identificar a aquellas Empresas Prestadoras que tienen un menor nivel de micromedición, lo cual favorecería las pérdidas comerciales de agua potable y a una determinación del consumo poco justa a los usuarios del servicio.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Micromedición} = \frac{NCMO_t}{NCTA_t} \times 100$$

Donde:

- i) NCMO es el número de conexiones con medidor operativo al finalizar el periodo "t".
- ii) NCTA es el número de conexiones totales de agua potable al finalizar el periodo "t".
- iii) t es el periodo en el cual se hace la evaluación.

FIGURA 52. Indicador Eficiencia del Agua Facturada. Fuente: Rojas (2010).

Interpretación:

Un menor nivel de micromedición incrementa las pérdidas comerciales de agua potable, pues aquellos usuarios que no cuentan con un medidor estarían consumiendo un mayor volumen de agua potable que aquellos que si lo tienen.

Descripción de los factores para el cálculo de la Gobernanza

Criterios Generales

Gobernanza en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, expresa la manera de gobernar, la forma de conducción –no jerárquica- que posibilita la consecución de

objetivos y metas mediante el consenso, la coordinación, la articulación de políticas, normas y procedimientos, así como la efectiva rendición de cuentas y transparencia.

La gobernanza puede ser evaluada a partir de los siguientes factores:

- a) Nivel de rotación o permanencia de los niveles gerenciales.
- b) Nivel de estabilidad del personal en general.
- c) Nivel de conflictividad organizacional.
- d) Reconocimiento al desempeño.
- e) Grado de profesionalismo en la entidad.
- f) Efectividad en la rendición de cuentas (interna y sobre todo externa).

251

Indicador Gobernanza

Este indicador puede integrarse por los factores o índices que se describen a continuación:

- a) Permanencia gerencial.
- b) Estabilidad general del personal.
- c) Competitividad salarial.
- d) Grado de profesionalización.
- e) Conflictividad organizacional.
- f) Efectividad en la rendición de cuentas (transparencia).

Estos se describen a continuación:

▪ **Permanencia gerencial**

Mide la cantidad de cambios en el staff gerencial respecto al número de cargos gerenciales en el Prestador.

Este indicador permite identificar la estabilidad del staff gerencial en las Entidades Prestadoras, que garantice la continuidad en la ejecución de planes, programas y proyectos de la propia EPS.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$PG = 1 - \frac{NCG_t}{CG_t}$$

Donde:

- i) PG: Permanencia gerencial, entre 0 y 1
- ii) NCG: Número de cambios en los niveles gerenciales en el Prestador en el año "t".
- iii) CG: Número de cargos gerenciales en la empresa en el año "t", normalmente son entre 3 a 6 cargos, salvo en empresas metropolitanas o que atienden muchas ciudades.
- iv) t: año en el que se realiza la evaluación

FIGURA 53. Indicador Permanencia Gerencial. Fuente: Rojas (2010 a)

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la empresa ha mantenido un bajo nivel de rotaciones o cambios en el staff gerencial.
- ✓ **Si es cercano a 0** o incluso negativo, denota un alto nivel de rotaciones que afecta la continuidad de planes, programas y proyectos.

▪ **Estabilidad general del personal**

Refleja la proporción de funcionarios que cuentan con contratos laborales de menos de un año de duración, y que no obstante realizan tareas inherentes a la prestación de los servicios de agua potable, medidos respecto al total de empleados registrados en la oficina de recursos humanos del Prestador. Este Indicador, mide el grado o nivel de estabilidad de los trabajadores en el Prestador. En la medida de que exista mayor número de personal eventual, mayor es el nivel de inseguridad, de desmotivación y falta de compromiso institucional

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$DP = 1 - \frac{NEE_t}{NET_t}$$

Donde:

- i) DP: Índice de Desarrollo Profesional, entre 0 y 1
- ii) NEE: Número de empleados eventuales (contratos de menos de un año) en la Empresa en el año "t"
- iii) NET: Número de Empleados Totales en la empresa en el año "t"
- iv) t: Año en el que se realiza la evaluación

FIGURA 54. Indicador Estabilidad General del Personal. Fuente: Rojas (2010).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador es **cercano a 1** refleja un alto nivel de estabilidad general en la Entidad prestadora.
- ✓ Si **es cercano a 0**, refleja lo contrario.

▪ **Competitividad salarial**

Refleja la variación de los salarios del personal gerencial respecto a la variación del índice de precios al por mayor.

En la medida de que la variación de salarios del personal gerencial se realice conforme a la variación de la inflación (medida por la variación del IPM) se garantiza que los niveles salariales no hayan decaído de su situación de origen. Por el contrario, pueden incluso subir si están asociados a políticas de remuneración congruentes con la obtención de resultados favorables para la Entidad prestadora.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$CS = (S_t + S_{t-1}) / (IPM_t + IPM_{t-1})$$

Donde:

- i) CS: Competitividad salarial, generalmente entre 0 y 1
- ii) IPM: Índice de Precios al por Mayor durante el año "t"
- iii) S: Salario de referencia en el año "t"
- iv) t: Año en el que se hace la evaluación.

FIGURA 55. Indicador Competitividad salarial. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador es **mayor a 1**, refleja un aumento del nivel salarial por encima del aumento en la inflación (aumento real).
- ✓ Si es **cercano a 1** refleja que los ajustes salariales han mantenido su valor real al crecer conforme a la inflación.
- ✓ Si es **cercano a 0**, refleja una reducción en las remuneraciones reales de los funcionarios, con riesgos a la estabilidad del personal gerencial.

▪ Grado de profesionalización

Refleja la proporción de profesionales en planilla pertenecientes a la entidad prestadora respecto al número total de empleados. En la medida de que exista mayor número de profesionales en la entidad prestadora, aumenta la capacidad de gestión, de innovación y análisis crítico en la empresa.

Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$DP = \frac{NPP_t}{NET_t}$$

Donde:

- i) DP: Índice de Desarrollo Profesional, entre 0 y 1
- ii) NPP: Número de Profesionales en la Empresa en el año "t"
- iii) NET: Número de Empleados Totales en la empresa en el año "t"
- iv) t: año en el que se realiza la evaluación

FIGURA 56. Indicador Grado de Profesionalización. Fuente: Rojas (2010).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1** refleja un alto nivel de profesionales en la Entidad prestadora.
- ✓ Si es **cercano a 0**, refleja lo contrario.

▪ Conflictividad organizacional

Mide la cantidad de juicios laborales registrados y activos en cada año de la gestión de las EPS. Este indicador permite identificar el nivel de conflictividad en el despido de personal y que puede afectar la suficiencia financiera y afecta la gobernanza corporativa en la Entidad Prestadora. Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$CL = 1 - \frac{JL_t}{NET_t}$$

Donde:

- i) CL: Conflictividad laboral, entre 0 y 1
- ii) JL: Número de juicios laborales activos que enfrenta el Prestador en el año "t".
- ii) NET: Número de empleados total en la Empresa en el año "t"

FIGURA 57. Indicador Conflictividad organizacional. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la empresa ha manejado adecuadamente su relación con el personal despedido.
- ✓ Si **es cercano a 0** o incluso negativo, denota un alto nivel de juicios laborales que afecta no sólo a la suficiencia financiera, sino a la gobernanza en la Entidad Prestadora.

▪ **Efectividad en la rendición de cuentas (transparencia).**

Mide la cantidad de mecanismos de rendición de cuentas utilizados por el Prestador para difundir sus planes, programas, proyectos, inversiones, tarifas e información de interés general, así como la frecuencia utilizada. Este indicador permite, establecer el grado de información y frecuencia que utiliza el Prestador para comunicar oportunamente a los usuarios sobre sus planes y actividades relevantes. Para el cálculo, se emplea la siguiente ecuación:

$$PCom = \frac{\sum FCj}{FCT} = \frac{\sum FCj}{20}$$

Donde:

- i) FCi es la frecuencia de información anual utilizada en el mecanismo de publicación j.
- ii) FCT es el factor que multiplica los mecanismos de comunicación disponibles con la frecuencia adecuada de los mismos. Puede considerarse por ejemplo cinco (5) mecanismos disponibles: a) radio, b) televisión, c) volantes y o medios escritos de distribución masiva o en el Prestador (pizarrón), d) internet y e) vocería (conferencias de prensa); y una frecuencia menor o igual al trimestre, es decir cuatro al año, dando como resultado un valor de 5x4=20.
- iii) "j" es el mecanismo de comunicación utilizado. Para este caso, j va de 1 a 5.

FIGURA 58. Indicador Efectividad en la Rendición de Cuentas. Fuente: Rojas (2010 a).

Interpretación:

- ✓ Si este indicador **es cercano a 1**, significa que la Entidad prestadora utiliza los mecanismos comunicacionales y frecuencia suficientes para informar a su población, y con ello, establecer un relacionamiento estratégico y operativo que contribuye, en suma, a la legitimidad.
- ✓ Si **es cercano a 0**, denota un alto nivel de desinformación hacia los usuarios.

Integración de indicadores: hacia el benchmarking

El benchmarking busca e identifica las mejores prácticas en gestión de sistemas de agua, con el propósito de implementar prácticas operativas que perfeccionen paulatinamente su *performance* (Benavides, 2010).

Por lo que, dar a conocer las buenas prácticas de desempeño y transferir información de sus manejos en la gestión, es trascendente para la subsistencia de las empresas operadoras de agua y saneamiento. La recopilación e interpretación de datos, es un paso fundamental en el camino del benchmarking (García, 2006 citado por Benavides, 2010).

La mayoría de los indicadores descritos anteriormente oscilan entre 0 y 1, no obstante que algunos de ellos muestran un resultado adimensional. En la perspectiva de poder establecer un sistema de benchmarking, sobre el nivel de gobernabilidad y gobernanza, se han establecido expresiones matemáticas que permitan el cálculo directo de los factores.

Por tanto, la gobernabilidad se expresará matemáticamente de la siguiente manera.

$$\text{Gobernabilidad} = \text{Gobernanza} + \text{Legitimidad} + \text{Eficacia}$$

Una vez calculados los valores para el grupo de prestadores analizados, es posible establecer intervalos de calificación asociados, como el presentado en la figura 59.

Puntaje de referencia	Calificación
0 a 4	D
5 a 8	C
9 a 12	B
13 a 17	A

FIGURA 59. Ranking en materia de gobernabilidad. Fuente: Rojas (2010 a).

Este ranking podría permitir conocer las empresas prestadoras, que presentan recurrentemente problemas de gobernabilidad, en cuyo caso es necesario evaluar las soluciones requeridas. Si además la situación es generalizada, los hacedores de política pública, deben reconsiderar seriamente si el modelo de gestión implementado o permitido, contribuye al desarrollo de los servicios y al acceso al agua en cantidad y calidad adecuada y tendiente a la universalidad del mismo, de similar manera en el caso del saneamiento mejorado.

Otras Metodologías de Sistemas de Indicadores existentes

- **Metodologías de Evaluación Ambiental aplicadas a la gestión de los recursos hídricos**

En cuanto, a la gestión sostenible de los recursos hídricos en países en desarrollo, también se evidenciaron herramientas de Evaluación Ambiental estructuradas en Metodologías, tales como la Evaluación del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment –LCA), balances de masa y energía, análisis de la energía, análisis costo-beneficio, y el análisis de sistemas, son usadas para tal propósito.

A continuación, se presentan las dos herramientas, comúnmente, más utilizadas para la evaluación ambiental aplicadas a la gestión de recursos hídricos. Estas se sintetizan a partir de la compilación realizada por Sabino (2004):

- **La Evaluación del Ciclo de Vida (ECV)**, es un enfoque alternativo utilizado en la industria. Está diseñado para evaluar los diferentes impactos ambientales que se pueden encontrar durante la vida útil de un producto, proceso o servicio (Lundin y Morrison, 2002; Balkema *et al.*, 2002 citados por Talero, 2004).

Es una metodología estructurada, que comienza con la definición de un objetivo y del área de estudio, con el propósito de apoyar y mejorar el proceso de toma de decisiones al interior de una empresa proveedora del servicio de agua y acueducto. Luego se definen los límites o marco de actuación de los sistemas (límites temporales, espaciales y del proceso de ciclo de vida).

Para el caso del sistema urbano de provisión de agua potable, el ciclo de vida comienza con la captación del agua superficial y/o subterránea, y termina con la descarga de las aguas lluvias y servidas, una vez ya han sido tratadas, en los ecosistemas acuáticos y la incineración o disposición de los lodos residuales.

Una vez se han definido los límites del sistema, se hace un inventario de los aspectos ambientales sobresalientes durante el ciclo de vida, basado en balances de masa y energía. Posteriormente, estos aspectos ambientales, son categorizados en categorías de impacto ambiental, tales como acidificación, eutrofización, degradación del paisaje.

Finalmente, las categorías son normalizadas y ponderadas para comparar las diferentes tecnologías (Balkema *et al.*, 2002).

A propósito de esta etapa final, Lundin y Morrison (2002), proponen una implementación diferente de la ECV, ya que ellos, prefieren desarrollar otro marco teórico (como por ejemplo el modelo de Presión-Estado-Respuesta) para guiar la identificación y selección de los Indicadores de Sostenibilidad Ambiental (ISE), antes de que el inventario del ciclo vida se haga.

Después de haber seleccionado los Indicadores de Evaluación de la Sostenibilidad (IES), la información debe recolectarse durante un largo período (20 años), y el marco conceptual, deberá ajustarse de forma iterativa a medida que se obtenga nueva información de los estudios de caso.

Es importante destacar, que esta herramienta de evaluación ambiental, fue considerada incluirla en las acciones estratégicas de Aguas de Mérida C.A., por lo que se convertirá en una línea de investigación vinculada al Plan Estratégico 2015-2019. Sin embargo, sólo se cuenta para su inicio con los manuales de normas y procedimientos de los diversos procesos de la organización y el Modelo de Gestión Operativa.

- El **Análisis General de Sistemas**, es otro de los métodos utilizados para evaluar la sostenibilidad de la gestión del agua. Éste se basa en “balances de materia y energía, proveyendo una indicación sobre las emisiones, los costos, el uso de materiales y el área de terreno requerida” (Balkema *et al.*, 2002).

La metodología hace énfasis en la comparación, entre un gran número de sistemas, haciendo uso de un conjunto multi-dimensional de indicadores de sostenibilidad. Y ha sido usado ampliamente en Suecia (Hellstrom *et al.*, 2000).

La metodología comprende según (Balkema *et al.*, 2002), tres fases:

- 1) La definición del objetivo y los límites del estudio: en esta se definen los límites del sistema en estudio, así como también, los indicadores de sostenibilidad.
- 2) El análisis del inventario de los aspectos ambientales, en esta fase los indicadores de sostenibilidad, se indican de manera cualitativa o cuantitativa dependiendo de las herramientas que para su obtención se hayan utilizado.
- 3) La optimización y resultados -similar a la ECV- al final, “los sistemas más sostenibles, son seleccionados a través de una optimización multi-objetiva usando los indicadores de sostenibilidad, ya normalizados y ponderados, como la función-objetivo”.

- **Otras metodologías y Sistemas de Indicadores aplicados u vinculados a los operadores u prestadores del servicio de agua potable y saneamiento**

Otras iniciativas internacionales de diseño que han intentado abordar la multidimensionalidad de la sostenibilidad, por lo general lo están trabajando desde la perspectiva de agregación, o sea incorporando en índices variables relevantes, como por ejemplo, el Índice de Sostenibilidad Ambiental (ESI por sus siglas en inglés), originado en el Foro Económico Mundial de Davos.

260

En este contexto, al sistematizar la experiencia mundial basada en una revisión documental de los antecedentes, se agrupan los indicadores ambientales de la siguiente manera:

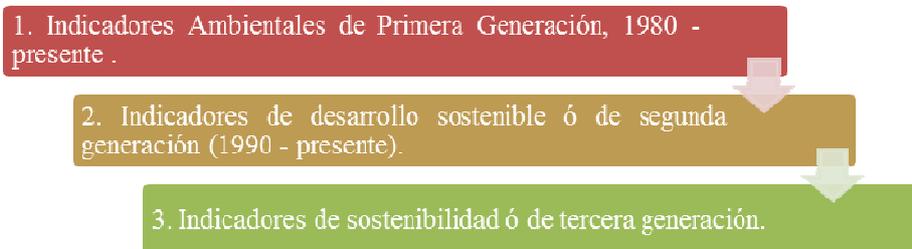


FIGURA 60. Evolución de Indicadores Ambientales. Fuente: Elaboración propia.

La figura 60, expresa la evolución en el tiempo que implica un avance en el diseño del sistema de indicadores, que se explica en el mismo orden en la cual están presentados:

1. Siendo de primera importancia dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo o bien desde la singularidad o desde un determinado número de fenómenos constitutivos de la complejidad ambiental. Ejemplos: indicadores de contaminación de agua por Coliformes, indicadores de deforestación, de desertificación o de cambio de uso de suelo.
2. Corresponde al desarrollo realizado desde el enfoque multidimensional del Desarrollo Sostenible. Se trata aquí de avanzar en el diseño e implementación de sistemas de IDS, compuesto por indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional.

En este esfuerzo se inscriben las iniciativas de México, Chile, Argentina, Estados Unidos, Reino Unido, Suecia y España. Las iniciativas que dentro de este enfoque trabajaron en la tarea de hacer más vinculantes, o agregadas, las medidas de progreso respecto del DS, las cuales se han fundamentado hasta ahora en metodologías de agregación conmensuralistas.

Siendo notorio, la producción de súper índices o mega indicadores agregados, resaltando por su importancia internacional: la Huella Ecológica (*Ecological Footprint*), el Índice del Planeta Vivo (*Living Planet Index –LPI*) y el Índice de Sostenibilidad Ambiental (*Environmental Sustainability Index –ESI*).

3. Se trata en estos indicadores, el poder dar cuenta del progreso en la sostenibilidad, o mejor aún, hacia la sostenibilidad del desarrollo en forma efectiva, utilizando un número limitado de indicadores verdaderamente vinculantes, que tengan incorporados y potenciándose sinérgicamente, dimensiones y sectores desde su origen.

261

Ante lo mencionado, se han evidenciado experiencias notables en la Evaluación del Desempeño Ambiental, en Nueva Zelandia. Presenta indicadores de desempeño ambiental, los cuales han sido sometidos a un proceso de participación con la comunidad, para ser perfeccionados o confirmados en una metodología creativa. Por esa razón, los Indicadores de Desempeño Ambiental (EPAs), constituyen verdaderas señales para la sostenibilidad (*signpost for sustainability*). Estos indicadores (EPAs), constituyen medidas consensuadas que ayudan a monitorear los cambios en el ambiente, por lo que su relevancia para la gestión pública ambiental, es fundamental (Ministerio de Ambiente, 1998). En esta breve reseña, se puede notar que existen dos enfoques metodológicos:

- a) *Enfoque sistémico*, que se subdivide en dos posibles alcances temáticos: ambiental y de Desarrollo Sostenible.
- b) *Enfoque conmensuralista*, que se puede subdividir en aquellas que conmensuran mediante la creación de un índice ponderado de variables, y otro, de iniciativas monetizadas que requieren la valoración en dinero de distintas variables.

Bajo estos enfoques, a nivel mundial, se han desarrollado iniciativas de Indicadores Ambientales y Desarrollo Sostenible, importantes, que sintetizan en el cuadro 5.

CUADRO 5. Algunas de las principales iniciativas de indicadores ambientales y de Desarrollo Sostenible. Fuente: CEPAL (2007); OSE (2008).

País	Sistema de Indicadores	Indicadores vinculados al sector agua potable	Actor Relevante
Argentina	Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible República de Argentina, (SIDSA).	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de agua • Disponibilidad de agua por cuenca / habitante. • Relación entre uso actual y potencial de tierras. • % de ha degradadas por erosión 	Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Área de Indicadores de Desarrollo Sostenible y Estadísticas Ambientales) Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.
	Indicadores ILAC		
Brasil	Indicadores de Desarrollo Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de aguas 	Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística – IBGE (Ministerio De Planeamiento, Ordenamiento y Gestión)
Canadá	National Environmental Indicators Series Archive State of the Environment Infobase	<ul style="list-style-type: none"> • Uso per cápita diario de agua municipal (litros por persona) • Población por municipio conectados 	Environment Canadá - Knowledge Integration Strategies Division Statistics Canadá Health Canadá
Colombia	Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental (SISA)	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda y Uso de Recursos 	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
Chile	Indicadores regionales de desarrollo CONAMA Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamientos Humanos en cuencas. • Restricciones administrativas a la explotación de recursos hídricos. • Planificación territorial. 	Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Continuación cuadro 5...

País	Sistema de Indicadores	Indicadores vinculados al sector agua potable	Actor Relevante
España	Indicadores Ambientales Información Estadística y Ambiental	Aguas superficiales: 1. Indicadores de factor determinante: <ul style="list-style-type: none"> • Precipitación • Temperatura • Evapotranspiración • Densidad de población • Concentración de la población • Noches de estancia 2. Indicadores de presión <ul style="list-style-type: none"> • Agua distribuida por grupo de usuarios • Demandas • Dotaciones en el abastecimiento urbano 4. Indicadores de estado <ul style="list-style-type: none"> • Anomalía en la precipitación • Anomalía en la temperatura • Anomalía evapotranspiración • Índice de humedad • Caudales en ríos • Índices de explotación y consumo • Estado hidrológico • Indicadores de impacto • Superficie de aridez 5. Indicadores de respuesta <ul style="list-style-type: none"> • Inversión medidas oferta • Eficiencia en el uso del agua urbano • Precio del agua 	Ministerio de Medio Ambiente Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE)
	Indicadores de Sostenibilidad Observatorio de la Sostenibilidad en España		
Estados Unidos	Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible. Sistema de Indicadores Ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo • Calidad de agua 	EPA Environmental Protection Agency
México	Indicadores Básicos de Desempeño Ambiental de México. 2005 <i>Sistema Nacional de Información</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de agua concesionado. • Población Total a abastecer • Disponibilidad de agua por hab • Población con acceso Agua Potable. • Trayectoria de la disponibilidad y calidad de las fuentes • Variabilidad de las fuentes y presiones de otros sectores • Calidad de la atención al público • Equidad en el contrato, medición y cobro • Calidad del agua • Presión del agua • Continuidad (interrupciones del servicio) • Atención a reportes de fugas (tiempo) • Consejos de cuenca, Comités técnicos de cuencas. 	Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática(INEGI). CONAGUA
	Sistema de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental de México		

Continuación cuadro 5...

País	Sistema de Indicadores	Indicadores vinculados al sector agua potable	Actor Relevante
Panamá	Indicadores Ambientales de la República de Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • Descargas de Aguas Residuales. • Extracción de Agua en la Cuenca. 	Autoridad Nacional del Ambiente
Perú	Sistema Nacional de Información Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de agua • Calidad del agua 	Consejo Nacional del Medio Ambiente
República Dominicana	Estadísticas Ambientales	Suministro de Agua: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua por habitante en principales ciudades • Proporción de la población con acceso a agua potable • Disponibilidad de aguas superficiales por habitante • Agua Segura Calidad de Agua: <ul style="list-style-type: none"> • Índice de potabilidad del agua • Proporción de acueductos con control sanitario • Cobertura de alcantarillado en zonas urbanas 	Comisión Presidencial para los OM. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Oficina Nacional Estadística ONE
	Sistema Nacional de Información sobre el Medio Ambiente.		
	Indicadores de Sostenibilidad Ambiental del Recursos Hídrico.		
Reino Unido	Headline Indicators of sustainable development <i>Sustainable Development, UK.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de los ríos: ríos de buena calidad biológica y química 	Department of Environment, Food and Rural Affairs –DEFRA-, Sustainable Development Unit.
	Sistema de Indicadores Ambientales		
Nueva Zelandia	Environmental Indicators (Indicadores de Desempeño Ambiental- EPI)	<ul style="list-style-type: none"> • Tendencias en el uso nacional de agua fresca • Tendencias en la calidad del agua 	The Ministry for the Environment
Venezuela	IDS (Comisión de Desarrollo Sostenible)	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura agua potable. 	Ministerio del Ambiente

Además de las iniciativas indicadas en el cuadro5, ocurre un hecho resaltante bajo iniciativa de la ONU en el año 2000, referido a la “Cumbre del Milenio”, donde decidieron impulsar una iniciativa a escala planetaria, con el propósito de lograr el desarrollo incluyente, humano y sostenible, a partir de una serie de objetivos que en su conjunto pudieran dar cuenta de los principales problemas del desarrollo, por lo que en su declaración, establecen los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que están compuestos por 8 objetivos, 18 metas y 48 indicadores, con metas cuantitativas y temporales, permitiendo medir los progresos hacia el logro de los objetivos propuestos.

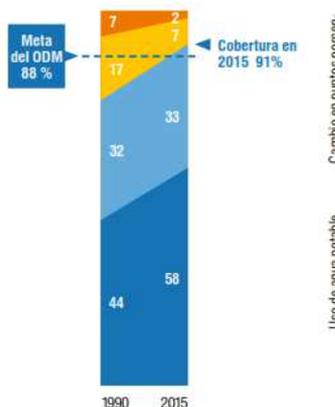
En relación al sector agua potable y saneamiento, se resalta los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), y en especial, para monitorear el séptimo Objetivo (**ODM7**) “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”, se establece la **meta 10**: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable y a servicios básicos de saneamiento, cuyos indicadores son:

- **Proporción de la población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales.**
- **Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas urbanas y rurales.**

El avance de estos indicadores, se presentan en el informe, titulado: “Progresos en materia de saneamiento y agua potable: informe de actualización 2015 y evaluación del ODM” publicado por UNICEF – OMS (2016). Indica que a través del Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento (PCM), se ha realizado el seguimiento al sector agua potable desde 1990 al 2015, lo que permitió contar periódicamente con estimaciones de los avances hacia el logro de las metas del ODM, presentando como resultado de la evaluación, que en el año 1990, la cobertura mundial de fuentes mejoradas de agua potable y de instalaciones de saneamiento mejoradas era del 76% y el 54%, respectivamente, mientras que en 2015 fue del 88% y el 77%.

Esto ratifica que los desafíos de los países del mundo eran inmensos, pues las cifras mundiales ocultaban amplias diferencias en materia de cobertura entre los países, muchos de los cuales, luchaban contra la pobreza, la inestabilidad y un rápido crecimiento demográfico (Figuras 61 y 62).

Se alcanzó la meta del ODM sobre agua potable



■ AGUAS DE SUPERFICIE
■ FUENTES NO MEJORADAS
■ OTRAS FUENTES MEJORADAS
■ AGUA CORRIENTE EN HOGARES Y LOCALES

Gráfico 1 Tendencias en la cobertura mundial de agua potable y meta del ODM (%), 1990-2015

Cinco regiones en desarrollo han alcanzado la meta del ODM sobre agua potable

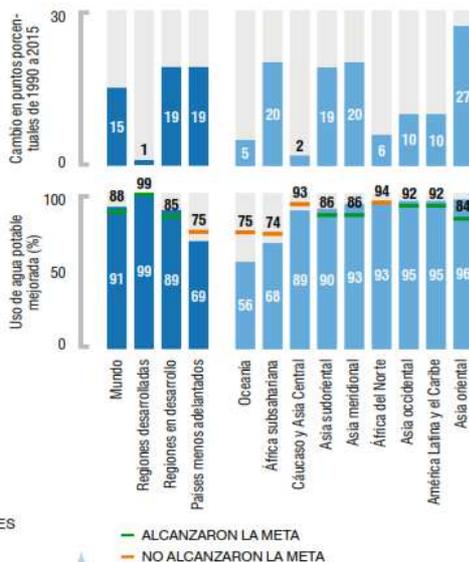


Gráfico 2 Uso de fuentes mejoradas de agua potable y meta del ODM en 2015, y cambio en puntos porcentuales de 1990 a 2015

FIGURA 61. Tendencias de la Cobertura de Agua Potable a nivel mundial. Fuente: UNICEF – OMS (2016).

147 países¹ han alcanzado la meta del ODM sobre agua potable

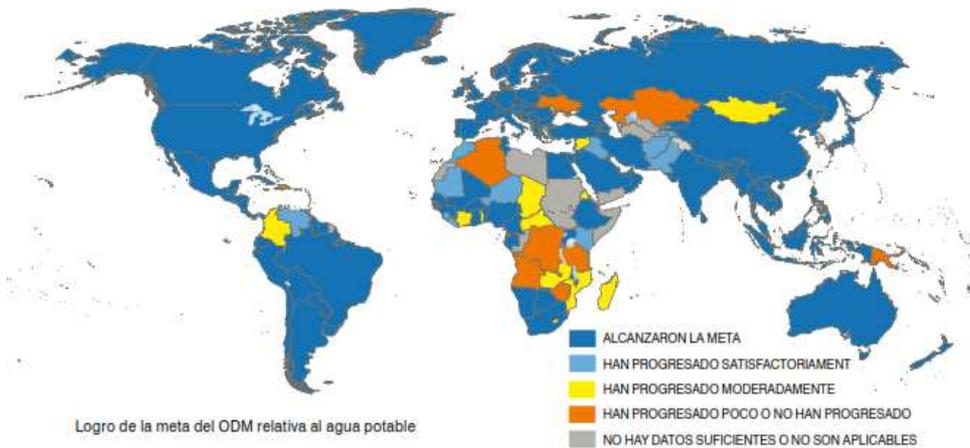


FIGURA 62. Tendencias en el logro de la meta ODM Fuente: UNICEF – OMS (2016).

En este contexto, a nivel mundial existen varios sistemas de indicadores enfocados a los organismos que tienen como responsabilidad el administrar y operar los servicios de agua, drenaje y saneamiento, y que hasta el periodo de la revisión documental, aún se enfocan en los indicadores tradicionales de gestión. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET).
- Water Services Regulation Authority of England and Wales (OFWAT).
- International Water Association (IWA).
- Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).

Así mismo, existen otras experiencias e Iniciativas como las de la American Water Works Association (AWWA), las del Banco Mundial, las del Banco de Desarrollo Asiático, las de Holanda, el esquema de Portugal, y otras aportaciones importantes del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Según estudio realizado por Cázares (2009), la gran variedad de indicadores que son utilizados en diversos países, y por diferentes organismos e instituciones, le permitió clasificar a los indicadores de tal forma que sean de mayor utilidad para los organismos operadores, y como resultado los agrupo en tres (3) categorías:

- ✓ *Perfil del entorno.* Dan un contexto del entorno en el que opera el organismo.
- ✓ *Perfil del organismo.* Dan una “fotografía” del estado actual del organismo operador.
- ✓ *Desempeño de funciones o tareas específicas.* se enfocan hacia actividades o funciones específicas que pueden ser agrupadas en las Áreas funcionales o gerencias.

Algunos ejemplos de estas categorías de indicadores, se muestran en el cuadro 6.

CUADRO 6. Ejemplo de Indicadores agrupados por categorías. Fuente: Cázares (2009).

Indicador	Ejemplos
<i>Perfil del Entorno</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número y tipo de usuarios, Número de habitantes/toma ▪ Consumos per cápita ▪ Consumos por tipo de usuario
<i>Perfil del Organismo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cobertura de servicios ▪ Volúmenes de agua (producidos, facturados, cobrados) ▪ Ingresos (por servicio, por tipo de cliente, etc.) ▪ Facturación y Cobranza ▪ Micromedición ▪ Agua no contabilizada ▪ Tomas clandestinas ▪ Tarifas ▪ Eficiencia física ▪ Eficiencia comercial ▪ Continuidad del servicio ▪ Cumplimiento con normas de calidad del agua ▪ Roturas y taponamientos de tuberías ▪ Servicio de deuda ▪ Activos ▪ Inversiones y Rentabilidad
<i>Desempeño de Funciones Específicas</i>	<p>Comercial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento y actualización del padrón de usuarios ▪ Facturación y Cobranza ▪ Factibilidades y Contratos ▪ Atención a quejas y reclamaciones ▪ Suspensiones de servicio y Reconexiones <p>Producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bombeo ▪ Macromedición <p>Operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de la red de agua potable ▪ Mantenimiento del Sistema de Información Geográfica (SIG) ▪ Cambio y reparación de medidores ▪ Instalación de tuberías ▪ Regularización de tomas clandestinas ▪ Suministro de agua en cisternas ▪ Supervisión y recepción de obras ▪ Mantenimiento preventivo y correctivo <p>Calidad del agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Operación de potabilizadoras ▪ Muestreo y análisis de calidad del agua ▪ Control de descargas <p>Administración y finanzas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventarios y Compras ▪ Personal ▪ Disponibilidad de página WEB ▪ Seguridad informática ▪ Mantenimiento de equipos de sistemas <p>Planeación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyectos ▪ Factibilidades ▪ Supervisión e incorporación de obras

Por tanto, los sistemas de indicadores de las instituciones indicadas, previamente coinciden en las categorías que fueron agrupadas en el estudio realizado por Cázares (2009), y son comunes, con los parámetros tradicionales de la prestación del servicio de agua potable, y con algunas excepciones. Estos indicadores, se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7. Sistemas de Indicadores por Instituciones vs Categorías. Fuente: Cázares (2009); ADERASA (2007).

Institución	Breve Reseña	Categorías y Numero de Indicadores
International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities (IBNET)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es una base de datos de indicadores de desempeño de más de 2,000 organismos de 85 países. ✓ Se origina con la intención de contar con información comparable entre los organismos operadores de los servicios de agua y drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura del servicio (4) • Consumo y producción de agua (11) • Agua no facturada (3) • Prácticas de medición (2) • Desempeño de la red (2) • Costos operativos y de personal (17) • Calidad del servicio (8) • Facturación y cobranza (18) • Desempeño financiero (2) • Activos (3) • Accesibilidad del servicio (8) • Indicadores de proceso (19) <ul style="list-style-type: none"> ○ Planeación ○ Recursos humanos ○ Control del organismo ○ Fuentes de financiamiento ○ Relación con clientes
Water Services Regulation Authority anteriormente Office of Water Services (OFWAT)	<p>Es la institución encargada de la regulación económica de la industria de agua y drenaje de Inglaterra y Gales, ahora privatizada. Esta autoridad establece límites a los precios de los servicios de agua y drenaje en base a las inversiones de capital y las eficiencias esperadas en la operación.</p> <p>La Autoridad Regulatoria tiene una metodología basada en indicadores con la que se evalúa a las diferentes empresas que ofrecen los servicios sólo de agua o de agua y drenaje. En base a los resultados de esta evaluación, las tarifas de las empresas pueden incrementarse o disminuir.</p> <p>Realiza una comparación de las empresas de Inglaterra y Gales, con las de otros países, entre los que se encuentran: Portugal, Escocia, Irlanda del norte, Canadá, Australia, Holanda y EUA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Generales (10) • Facturación a clientes (7) • Costos unitarios (13) • Niveles de servicio a clientes (12) • Calidad del agua (3) • Desempeño ambiental (5) <ul style="list-style-type: none"> ○ Cumplimiento con estándares microbiológicos en zonas de aguas dulces (%) • Balance hídrico (6) • Eficiencia (1) • Fugas (1) • Actividad de la red (5)

Continuación cuadro 7...

Institución	Breve Reseña	Categorías y Numero de Indicadores
International Water Association (IWA)	<p>Emprendió la iniciativa de definir indicadores de desempeño (PI por sus siglas en inglés), para lo cual creó un grupo de trabajo. Este grupo publicó en el año 2000 el documento "Performance Indicators for Water Supply Services"</p> <p>Los indicadores de gestión (IG) de un organismo operador están en función de los objetivos que establezca la propia entidad o alguna relacionada con la temática o servicio. Los I.G. propuestos por la IWA y las normas ISO 24512.</p> <p>Los indicadores se clasifican en 6 categorías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos hídricos (2) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Ineficiencia en el uso de los recursos hídricos • Personal (22) • Físicos (12) • Operativos (36) • Calidad del servicio (25) • Financieros (36)
Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).	<p>La Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas ha desarrollado un conjunto de indicadores basándose en los trabajos realizados por la International Water Association (IWA). Los indicadores se encuentran clasificados en diferentes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de la estructura del servicio (5) • Indicadores de calidad del servicio (12) • Indicadores de operación (19) • Indicadores económico financieros (22) <p>Venezuela a través de la Hidrológica Venezolana C.A. participa en la Asociación.</p>	<p>Indicadores de la estructura del servicio (IES)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de agua potable y alcantarillado • Micromedición <p>Indicadores de operación (IOP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empleados por conexión • Agua producida por cuenta • Agua consumida por habitante • Pérdidas en la red (Agua no facturada) • Roturas en redes de Agua Potable (AP) • Vuelco por habitante <p>Indicadores de calidad del servicio (ICA-ICC-ICU)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Continuidad del servicio de AP, cortes • Calidad de AP, ejecución de análisis • Calidad de AP, conformidad de análisis ejecutados • Reclamos de los usuarios <p>Indicadores económicos (IEC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facturación anual por cuenta AP • Costos anuales por cuenta • Costo de administración y ventas por cuenta • Costo unitario del AP comercializada • Ejecución de las inversiones programadas • Cobertura de los Costos Totales de Operación • Nivel de Morosidad • Endeudamiento sobre Patrimonio Neto • Rentabilidad sobre Patrimonio Neto

Continuación cuadro 7...

Institución	Breve Reseña	Categorías y Numero de Indicadores
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	El IMTA llevó a cabo un estudio de indicadores de gestión de organismos operadores de los servicios de agua, drenaje y saneamiento en México en el año 2005 (IMTA; 2005).	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos hídricos (2) <ul style="list-style-type: none"> ○ Dotación (L/h-día) ○ Consumo (L/h-día) • Personal (2) • Físicos, infraestructura (5) • Operativos (6) • Calidad del servicio (3) • Financieros (7)
Aguas de Mérida C.A. (Venezuela)	AGUAMERCA, es una Empresa Regional Descentralizada, que cuenta con indicadores de gestión sistematizados desde el año 2001 en formato preestablecido por HIDROVEN C.A., clasificado por subgerencia operativa en el ámbito de responsabilidad de la Empresa, y reporta, a través de un informe de gestión anual a la gobernación del Estado Mérida y a la Asamblea de Accionistas. Así mismo, de forma trimestral envía reporte a HIDROVEN C.A. como Superintendente Nacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión Técnico – Operativo (10) <ul style="list-style-type: none"> - Cobertura de agua potable de la empresa en su ámbito de responsabilidad. - Calidad de agua en parámetros físico-químicos. - Calidad del agua (Cloro Residual). - Calidad bacteriológica del agua - Eficiencia en la conducción de agua cruda. - Eficiencia en la conducción de agua potable. - % pérdida en los procesos de potabilización. - Volumen de agua potable por habitante. - % agua potable clorada entregada a la red. - Efectividad en la atención de reclamos técnicos. • Gestión Comercial (11), entre los que se destacan: <ul style="list-style-type: none"> - Cobertura de vivienda - Cobertura de medidores leídos. - % m³ facturados con medición. - Volumen promedio facturado residencial por habitante. - Consumo promedio medido. - % Agua no facturada. - % Cobrabilidad en m³. - % Cobrabilidad del año. - % Cobrabilidad general. - Efectividad en la atención de reclamos comerciales. • Gestión Administrativa (08), entre los que se destacan: <ul style="list-style-type: none"> - Costo medio unitario del agua facturada. - Precio medio unitario del agua potable. - Gastos cubiertos con recaudación. - Rotación de cuentas por cobrar. - Índice de liquidez.

Estos sistemas de indicadores fueron comparados en el estudio realizado por Cázares (2009), y le fue incorporado, el caso de estudio de la presente investigación, que incluye indicadores del plan operativo anual. Es de hacer notar que en estos sistemas de indicadores prevalecen los indicadores del perfil del organismo y de desempeño de funciones, lo que ratifica que aún se

evidencia la presencia de los parámetros tradicionales de la prestación del servicio de agua potable, lo cual, limita comparar entre operadores (Cuadro 8).

CUADRO 8. Distribución de los Indicadores por Instituciones y áreas funcionales. Fuente: Adaptado de Cázares (2009).

INSTITUCIONES	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA	IMTA	AGUAMERCA
AREAS FUNCIONALES						
Comercial	51	25	22	34	36	11
Administración y Finanzas	28	22	39	17	17	08
Operación	5	28	24	26	26	10
Producción	4	2	5	2	2	10
Planeación	5	10	1	7	7	15
Calidad de agua	3	8	8	7	7	10
CATEGORIAS						
Perfil del entorno	10	6	2	5	5	10
Perfil del Organismo	87	65	69	93	93	12
Desempeño de Funciones	3	29	29	2	2	50

3.2. Selección de metodología (s) para la Evaluación de la Sostenibilidad y Desempeño Ambiental de los Prestadores del Servicio de Agua Potable en Ámbitos Urbanos. Primera aproximación de diagnóstico a la Empresa Aguas de Mérida C.A.

Para la selección de la o las metodologías se partió del análisis detallado del estado del arte y de los resultados obtenidos por Aguas de Mérida C.A. tras la implementación de la Fase 1 y Fase del Plan Estratégico de Aguas de Mérida C.A para el periodo 2010 -2012, con la participación de 118 trabajadores de los 185 empleados de todas las áreas operativas y administrativas, determinando, a través del análisis del Perfil de Capacidad Interna (PCI) y Perfil de Oportunidades y Amenazas en el Medio (POAM), que un 52% el Plan Estratégico (Figura 63), es una oportunidad que permite romper esquemas tradicionales de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, el 81,20% está de acuerdo en redefinir completamente la Filosofía de Gestión, y el 58%, opina que debe redefinirse la Visión y el 65% redefinirse la Misión.

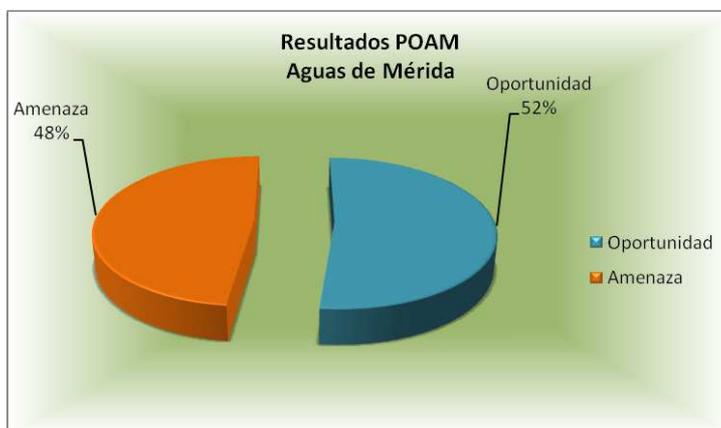


FIGURA 63. POAM Aguas de Mérida C.A. Fuente: Aguas de Mérida C.A. (2012).

Es de resaltar que los esquemas tradicionales, son aquellos que durante años, han considerado que el problema del abastecimiento de agua potable y saneamiento, debe ser resuelto a través de la construcción de grandes infraestructuras que implican importantes costos financieros, sociales y ambientales, además de darle importancia al componente administrativo y comercial, hecho que ha acentuado el descuido de aspectos fundamentales en lo técnico – operativo y lo ambiental.

De esta situación, la empresa regional Aguas de Mérida C.A., **no escapa a las realidades nombradas anteriormente, y pareciese ser, que se ha dejado, en un segundo plano la prestación propiamente dicha del servicio dedicando más tiempo a proyectar y ejecutar obras, que de alguna manera u otra, son necesarias para satisfacer la deuda social existente en el estado Mérida de Acueductos y Saneamiento. Dicha deuda, ocupa un especial interés de los accionistas de la empresa (Gobernación y municipalidades) y en el componente Gerencial de Aguas de Mérida, debido a la urgencia de dar respuesta a las necesidades de la población, permitiendo la disminución de los esfuerzos direccionados hacia el objetivo principal de la empresa, como es la prestación de los servicios de agua potable en cantidad, calidad, continuidad y oportunidad bajo las tres dimensiones de la sostenibilidad.**

Ante esta problemática, Aguas de Mérida C.A., a partir del año 2015, cuenta con un modelo de gestión operativa, que implica análisis de procesos y servicios, contemplando las tres dimensiones de la sostenibilidad como eje transversal del Plan Estratégico (Objetivos Estratégicos), que persigue encaminar a esta empresa, hacia una prestación *eficiente y ordenada* de los servicios de agua potable y saneamiento. Dicho modelo, está planteado ser implementado a partir del año 2015 y la presente investigación comprende el periodo evaluado

2000 -2015, por lo que se proyecta con su ejecución dar inicios a una gestión sostenible en el tiempo y que se debe considerar su efectividad cuando se realice una Evaluación del Desempeño y sostenibilidad Ambiental en el año 2019 que es el periodo estipulado para el Plan Estratégico de Aguas de Mérida.

Lo antes expuesto, y los fundamentos teóricos detallados previamente, son base fundamental que ha propiciado el diagnóstico técnico, para pasar a la fase que permita caracterizar un grupo de indicadores estratégicos de evaluación de la sostenibilidad y desempeño medioambiental de los operadores u empresas prestadoras del servicio de agua potable, y aplicarlos al caso de estudio en el Capítulo 5, el cual se sustenta sobre la misma empresa, Aguas de Mérida C.A.

De esta manera, permite obtener datos cuantitativos comparables con el resto de las empresas, y aunque se pretende ser innovador al proponer incorporar indicadores ambientales que involucran a la cuenca hidrográfica abastecedora de agua, ya que influye directamente en la sostenibilidad ambiental del servicio y desempeño ambiental del operador.

De ahí que, en la metodología a desarrollar y la caracterización de los principales indicadores que se proponen para evaluar la sostenibilidad y desempeño ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable, se enfocará dentro de la **visión global de la Integración Ambiental**, entendida como el sistema funcional y armónico de una actividad humana o acción de desarrollo con su entorno (Gómez-Orea, 1994; Cloquell, 2003). En resumen, se caracteriza por la relación y efectos generados entre el proyecto y el entorno: el primero genera impactos, mientras que el segundo, debe tener aptitudes que le permitan que las acciones del proyecto no afectan su integridad como sistema natural o cultural.

Luego de analizar la información conceptual de cada metodología revisada, reseñadas en las secciones anteriores, aquellas que consideraran aspectos técnicos – operativos y su influencia en las dimensiones de la sostenibilidad (Figura 64), y que se pudiesen integrar los parámetros de la prestación del servicio, más allá de lo planteado por HIDROVEN C.A. que se conceptualiza con la metodología propuesta por ADERASA, permita determinar cambios, positivos o negativos en la sostenibilidad y desempeño ambiental de la empresa, como consecuencia de la ejecución del Plan Estratégico y la incorporación de la variable ambiental, con la inclusión de la cuenca hidrográfica, como fuente abastecedora de agua de ámbitos urbanos.

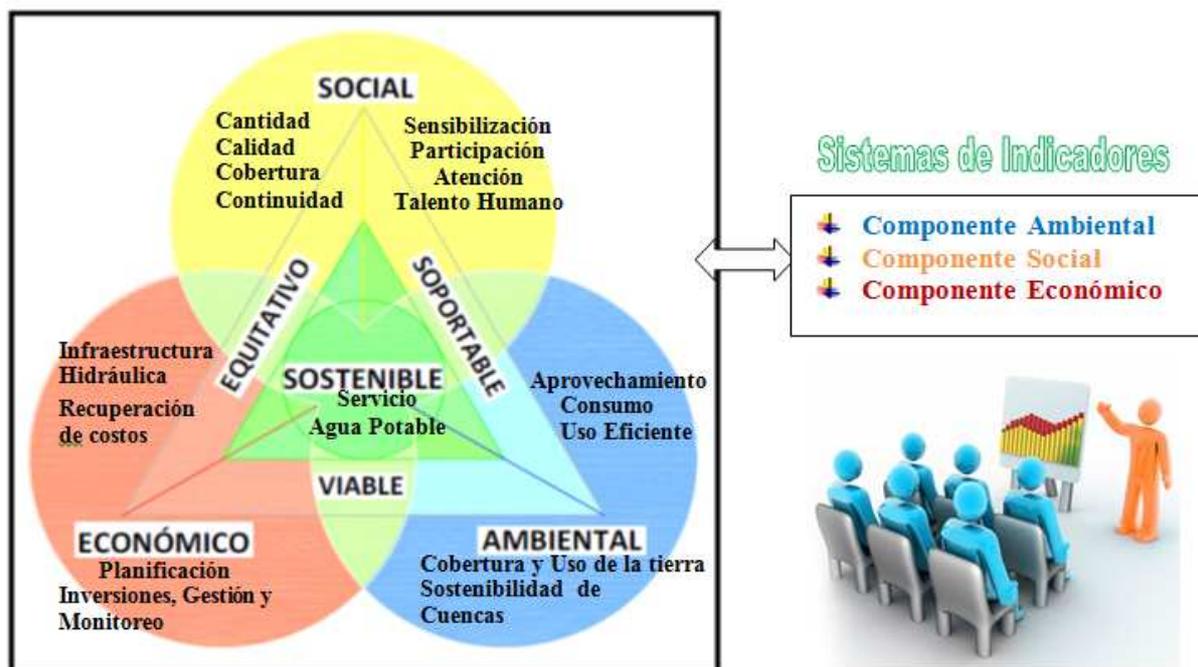


FIGURA 64. Criterios de Integración Ambiental en el sistema de indicadores. Fuente: Benavides, 2010; adaptado por Peña, 2017.

Es por ello, que se diseñó y empleó una matriz simplificada de indicadores tradicionales y no tradicionales propuestos por organismos proponentes y, dadas las características de la investigación, esto con el fin de establecer la priorización relativa a través de las categorías de selección (Cuadro 9), que permita la selección de las metodologías más convenientes a combinar.

Esta actividad fue realizada bajo la modalidad “panel de expertos”, que permitió identificar y analizar métodos e indicadores con datos directos (primarios) e indirectos (secundarios) a la prestación del servicio de agua potable y su interrelación con la condición ambiental de la fuente abastecedora de agua (Cuadro 10).

CUADRO 9. Categorías para la selección de metodologías a combinar para la evaluación de la sostenibilidad y desempeño ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable.
Fuente: Elaboración propia

Categorías de Selección	Descripción
Alto (A)	Para colocarlos en esta categoría de jerarquización, la metodología debería incluir indicadores ambientales vinculados directamente a la fuente abastecedora de agua y su influencia altamente representativa en la prestación del servicio de agua potable, y en cuanto su magnitud , que ocasiona un cambio fácilmente observable, medible y cuantificable. Trasciende los indicadores tradicionales e incluye aspectos ambientales de las condiciones ambientales de la fuente abastecedora.
Medio (M)	Para esta categoría se han considerado aquellas que presenten indicadores directos o indirectos a la fuente abastecedora de agua y su influencia en la prestación del servicio de agua potable, medianamente representativa , que ocasiona un cambio paulatino poco observable. Medianamente trasciende a los indicadores tradicionales e incluye algunos vinculantes a las condiciones ambientales de la fuente abastecedora.
Bajo (B)	Corresponden a esta categoría los indicadores impactos indirectos , a la fuente abastecedora de agua y su influencia en la prestación del servicio de agua potable, muestra una localización puntual , y que produce un cambio poco observable . Mantiene indicadores tradicionales del perfil del entorno, organismo y desempeño de funciones y desde el punto de vista ambiental, sólo considera aspectos de calidad y cantidad de agua, con fines operacionales del sistema de acueducto.
Insignificante (I)	Corresponden a esta categoría las interacciones entre las actividades de cada una de los procesos de la gestión del agua potable y la fuente abastecedora que no corresponden a ninguna de las categorías anteriormente descritas.

CUADRO 10. Matriz simplificada para la selección de metodologías a combinar para la evaluación de la sostenibilidad y desempeño ambiental de las empresas prestadoras del servicio de agua potable. Fuente: Elaboración propia

COMPONENTE PRESTACIÓN DEL SERVICIO	Criterios de selección de Métodos de Evaluar sostenibilidad y desempeño	METODOLOGIAS /DIMENSIONES																									
		DIMENSION AMBIENTAL								DIMENSION SOCIAL						DIMENSION ECONOMICA											
		AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA	IMTA	AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA	IMTA	AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA
Condiciones propicias del entorno que no obstaculicen la labor del organismo operador.	Acceso Sostenible a Fuentes de Abastecimiento (Estado Ambiental: Cantidad y calidad de Agua, influencia del cambio de cobertura y uso de la tierra)	A	M	B	I	I	I	I	I	A	M	I	I	I	I	I	I	I	A	B	B	B	I	I	I	I	I
	Gobernabilidad y Gobernanza	A	A	A	A	M	M	B	M	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Elementos internos de administración y desarrollo del organismo operador. (Técnico – Operativo)	Eficiencia Física	I	A	A	A	B	M	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia Hidráulica	I	A	A	A	B	M	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia Energética	I	A	A	I	I	I	I	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Calidad de Agua	I	A	A	A	B	A	A	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia en procesos de Gestión Administrativa – Comercial	I	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Desarrollo Institucional	I	M	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Sus efectos en la percepción ciudadana	Eficiencia Total	I	A	A	A	B	M	M	A	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Gobernabilidad y Gobernanza	I	A	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Su impacto en indicadores de bienestar	Eficiencia Total	I	A	A	A	M	M	M	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Gobernabilidad y Gobernanza	I	A	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Leyenda: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), Insignificante (I)

Continuación cuadro 10...

COMPONENTE PRESTACIÓN DEL SERVICIO	Criterios de selección de Métodos de Evaluar sostenibilidad y desempeño	METODOLOGÍAS /DIMENSIONES																									
		DIMENSION AMBIENTAL						DIMENSION SOCIAL						DIMENSION ECONOMICA													
		AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA	IMTA	AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA	IMTA	AEMA	BENAVIDES	CONAGUA	ROJAS, F	IBNET	OFWAT	IWA	ADERASA
Condiciones propicias del entorno que no obstaculicen la labor del organismo operador.	Acceso Sostenible a Fuentes de Abastecimiento (Estado Ambiental: Cantidad y calidad de Agua, influencia del cambio de cobertura y uso de la tierra)	A	M	B	I	I	I	I	I	A	M	I	I	I	I	I	I	I	A	B	B	B	I	I	I	I	I
	Gobernabilidad y Gobernanza	A	A	A	A	M	M	B	M	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Elementos internos de administración y desarrollo del organismo operador. (Técnico – Operativo)	Eficiencia Física	I	A	A	A	B	M	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia Hidráulica	I	A	A	A	B	M	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia Energética	I	A	A	I	I	I	I	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Calidad de Agua	I	A	A	A	B	A	A	M	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Eficiencia en procesos de Gestión Administrativa – Comercial	I	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	Desarrollo Institucional	I	M	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Sus efectos en la percepción ciudadana	Eficiencia Total	I	A	A	A	B	M	M	A	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Gobernabilidad y Gobernanza	I	A	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
Su impacto en indicadores de bienestar	Eficiencia Total	I	A	A	A	M	M	M	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
	Gobernabilidad y Gobernanza	I	A	A	A	M	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	

Leyenda: Alto (A), Medio (M), Bajo (B), Insignificante (I)

Los resultados obtenidos indicados en el cuadro 10, permitieron identificar las metodologías con predominancia de una categoría de Alto a Medio, que incluyan aspectos ambientales en los sistemas de indicadores y que trascienden a los indicadores tradicionales de la gestión del servicio de agua potable, se jerarquizan y seleccionan las siguientes:

1. Modelo FPEIR (Fuerzas motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta).
2. Modelo diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua.
3. Metodología propuesta para la Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable.

4. Metodología para la medición de la Gobernabilidad y Gobernanza del Agua aplicada a la prestación del servicio de agua potable

Es importante resaltar que la combinación de las metodologías seleccionadas, se orientará partiendo de la contribución innovadora del autor Benavides, H (2010) en su tesis Doctoral titulada “Diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que la mejoren”, ya que es la que la única detectada en la revisión documental 2010-2016 que se aproxima al planteamiento de la presente tesis doctoral, además que en el diagnóstico realizado en Aguas de Mérida C.A. también el panel de expertos adscritos a la Unidad de Planificación y Departamento de Proyectos, considero importante tomar en cuenta las directrices generales de las normas ISO 24500 serie 24512. Esto permitirá contar con información oportuna que permita tomar decisiones y emprender acciones para generar un cambio en el comportamiento hacia la eficiencia total en el ciclo antrópico del agua potable (Figura 65) y por ende un buen desempeño del prestador u operador del servicio de agua potable.

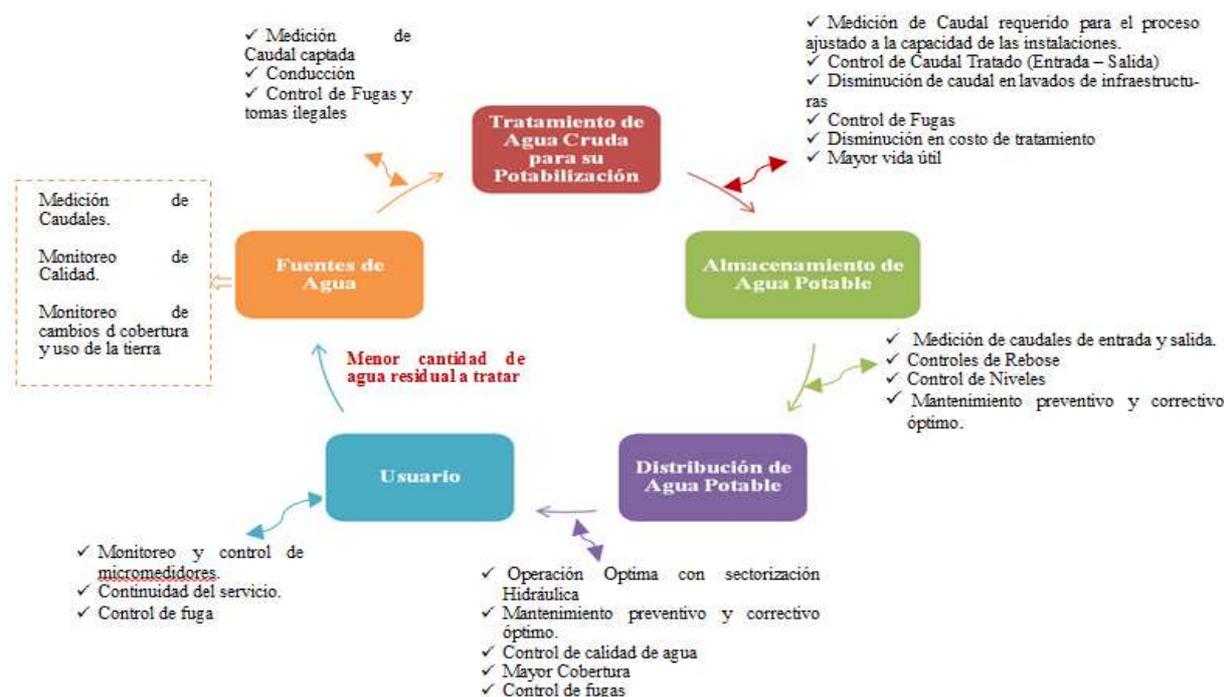


FIGURA 65. Ciclo antrópico del agua potable. Fuente: Sánchez *et. al.*, 2003; adaptado por Peña, 2017.

En este sentido y, con lo ya analizado, las Empresas Prestadoras del Servicio de Agua Potable y Saneamiento, requieren de un **Sistema de Evaluación de Desempeño y Sostenibilidad Ambiental (SEDSA)**, que lo definiremos para el sector agua potable, como el conjunto de elementos metodológicos que permiten realizar una valoración objetiva del desempeño de los Objetivos Estratégicos vinculados al Plan Estratégico de Aguas de Mérida C.A. Todo ello, bajo los principios de verificación del grado de cumplimiento de metas y objetivos, por tanto sigue el modelo dinámico de “Planificar – Hacer – Verificar – Actuar”, con base a indicadores de desempeño, de gestión, y estratégicos, permitiendo identificar la eficacia y eficiencia en los procesos de gestión del agua potable que garantice la gobernabilidad del agua potable.

Para ello, se debe tener presente que en esta investigación (Figura 66), se hará mención a los Indicadores de Gestión (IG) e Indicadores de Desempeño (ID), vinculados a los componentes del servicio de agua potable clasificados en las dimensiones de la sostenibilidad en busca de un **Indicador Estratégico de Desempeño y Sostenibilidad Ambiental (IEDSA)**. Según CONEVAL (2010), pueden definirse:

- Un **Indicador de Desempeño**, es la expresión cuantitativa construida a partir de variables cuantitativas o cualitativas, que proporciona un medio sencillo y fiable para medir logros (cumplimiento de objetivos y metas establecidas); reflejar los cambios vinculados con las acciones del programa, monitorear y evaluar sus resultados. En tales términos, **el indicador** debe entenderse que **siempre es de desempeño**, es decir, cumplir con el cometido.
- **Indicador de Gestión**, es aquel que mide el avance y logro en procesos y actividades.
- **Indicador Estratégico**, es la expresión que mide el grado de cumplimiento de los objetivos de las políticas, planes, programas y proyectos, contribuyendo a corregir o fortalecer estrategias, impactando directamente en la población o área de enfoque.

Para ello, se planteó el siguiente esquema de trabajo:

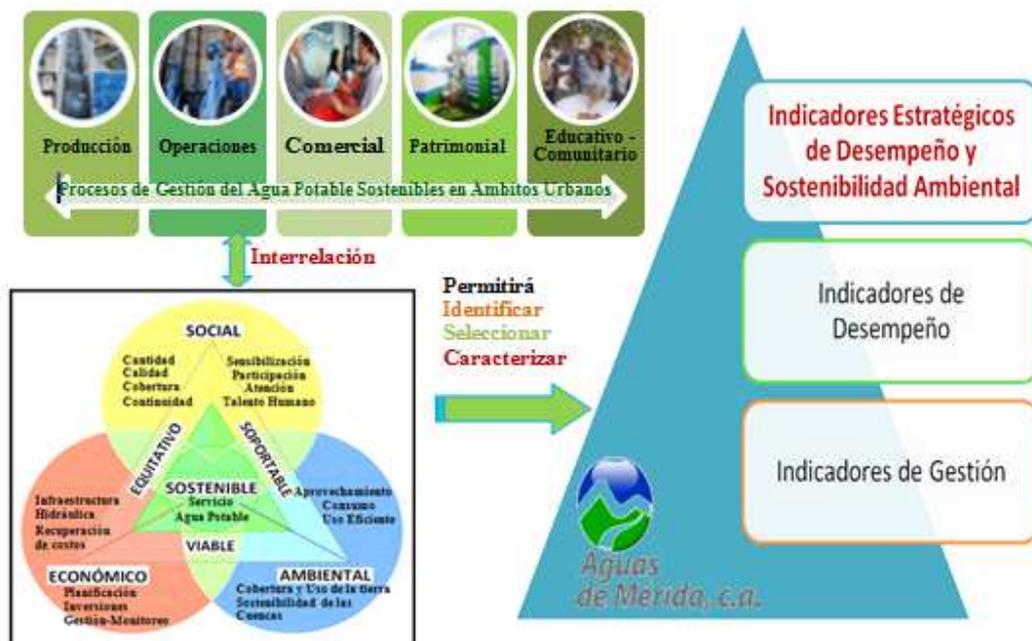


FIGURA 66. Esquema para identificar indicadores en los prestadores del servicio de agua potable en el marco de la sostenibilidad.

3.3. Criterios y selección de indicadores estratégicos para la evaluación de la sostenibilidad y Desempeño Ambiental de los prestadores del servicio de agua potable en ámbitos urbanos

Para la selección de indicadores se organizó y comparó las bases de datos existentes, relacionados con principales iniciativas de sistemas de indicadores ambientales de 25 países en el mundo descritos en el cuadro 5, así como los sistemas de indicadores de gestión y de desempeño vinculados al sector agua potable y saneamiento de diferentes organizaciones mundiales e iniciativas de investigadores, como la AEMA, Benavides, H (2010), CONAGUA, Rojas, F (2012), IBNET, OFWAT, IWA, ADERASA, IMTA, SIAAS en Chile, CRA en Colombia, SUNASS en Perú, AWWA, ANEAS y las consideraciones estratégicas de la norma ISO 24512, entre muchos otros.

Por tanto, la selección de indicadores estratégicos para la evaluación de la sostenibilidad y desempeño ambiental, se abordó tomando en cuenta el enfoque estratégico del investigador Benavides (2010), Rojas (2012 a, b, c) y de organizaciones mundiales como la AEMA, CONAGUA, ADERASA y IWA, correlacionado directamente con los Objetivos y acciones del Plan de Gestión

Operativo y el Plan Estratégico de la Empresa Aguas de Mérida C.A., para integrarlo en un sistema de indicadores que contenga los tres ejes de la sostenibilidad, cuyos resultados permitan orientar las decisiones y motivar el cambio tan esperado por trabajadores y usuarios de su ámbito de responsabilidad.

Para ello, se partió de preguntas claves y generadoras realizadas en entrevistas directas y en discusiones técnicas en mesa de trabajo con el personal directivo, técnico y administrativo:

282

¿Son razonables los niveles de fugas y desperdicios de agua?

¿Deben ser más frecuentes los mantenimientos preventivos y correctivos en el sistema de abastecimiento?

¿Existen riesgos de contaminación o a la salud de los consumidores?

¿Deben ser más frecuentes los mantenimientos preventivos a los equipos o vehículos?

¿Cuándo deben renovarse, y en qué grado, algunas tuberías o equipos?

¿Cuánta agua puede ahorrarse para atender demandas crecientes, sin necesitar fuertes inversiones?

¿Por qué es importante contar con fuentes abastecedoras de agua (cuencas hidrográficas), conservadas para atender demandas crecientes sin sobre explotación del recurso?

¿Es apropiada la capacidad instalada, respecto a la evolución de las demandas para los siguientes años?

¿Existe capacidad operativa, directiva, talento humano y financiera - comercial?

¿Debe reducirse el tiempo de espera en pagos o trámites de clientes?

¿Qué beneficios obtiene Aguas de Mérida C.A con la aplicación de un plan estratégico y su seguimiento con indicadores estratégicos?

Para responder las preguntas generadoras y, que contribuirá, a plantear un sistema de indicadores estratégicos, Aguas de Mérida C.A. en el año 2012, aplico dos instrumentos POAM y PCI que fueron distribuidos en 23 áreas de la empresa, las cuales fueron entregadas a 185 empleados, de las cuales participaron 118 empleados (64 %). Se evidencio que cada área de la empresa basa sus actividades en grandes volúmenes de datos, y que parte de ellos, son consolidados en el Plan Operativo Anual del área (POA), y luego, consolidados por la Unidad de Planificación en el Plan Operativo General de la empresa, donde se generan reportes trimestrales de Indicadores de HIDROVEN C.A. y en los respectivos informes de gestión. En cuanto al Perfil de Capacidad Interna (PCI), se identificaron las *fortalezas y debilidades*, examinando factores de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento asociados a la capacidad directiva (44), de talento humano (48), operativa que incluye variables ambientales (37), financiera y de gestión comercial (22), calificando en una escala alta, media o baja la prioridad en función de la capacidad que posea la empresa.

Obteniendo que de los factores evaluados, en promedio el 42% se consideran fortaleza. Frente a un 58%, cuya cuantificación de los factores evaluados, se consideran debilidades de la hidrológica.

Ante los fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas detectadas en el diagnóstico para el Plan Estratégico, se considera esencial para no continuar con los esquemas tradicionales de gestión, siendo una posibilidad para incorporar la planificación estratégica en el contexto de la integración ambiental, como un proceso de dirección, cuyo fin último, es lograr que la empresa prestadora del servicio, camine de la mano con su entorno, de manera que ésta alcance el éxito en sí misma, es decir, cumpla con su misión corporativa.

Todo el contexto anterior, permite inducir que el Sistema de Indicadores a proponer, por un lado, debe unir los comportamientos operativos a la nueva estrategia de la prestación de los servicios APS y, por otro lado, mostrar la situación actual, si puede ser en tiempo real, del cumplimiento de los objetivos establecidos y la aplicación de las políticas definidas (Plan Estratégico (PEAM), Modelo de Gestión Operativa del Servicio (MGOS)) y Plan de Fortalecimiento Institucional. Se considera que la empresa es un ente que recibe presiones de todas las partes interesadas, y que la única manera de crecer, llegar a la visión y misión propuesta, es manteniendo un equilibrio entre todas las partes que tensionan a la organización, solo que esta vez, ya se cuenta con las herramientas de planificación y gestión (PEAM, MGOS).

Por ello, se debe establecer un sistema integrado que incluya las dimensiones de la sostenibilidad, y que permita la:

- ✓ Integración de la estrategia corporativa y la operativa, que elimine la brecha existente entre ambas estrategias.
- ✓ Integración de las actuaciones que realiza la empresa, para desarrollar sus procesos productivos (eficacia y eficiencia de los procesos de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, gestión ambiental del recurso hídrico y desarrollo del talento humano, estos dos últimos, como ejes transversales de la organización).

En este sentido, el elemento fundamental de gestión para la sostenibilidad y desempeño ambiental, capaz de hacer realidad esta integración **es un sistema de indicadores de gestión, de desempeño y estratégicos**. Éste, debe incorporar los nueve modelos de Gestión Operativa del Servicio de Aguas de Mérida C.A., de acuerdo con cada objetivo estratégico:

1. *Uso eficiente del agua*
2. *Eficiencia administrativa y salud financiera de los SAPS*
3. *Vida útil restituida de los sistemas de agua potable.*
4. *Servicio de saneamiento implementado en sus tres componentes.*
5. *Comunidad y empresa involucradas en la prestación del servicio.*
6. *Talento humano altamente capacitado, motivado e involucrado en la prestación de los SAPS*
7. *Gestión comercial moderna, justa y eficiente de la prestación de los SAPS.*
8. *Gestión gerencial que estimula y desarrolla la prestación oportuna y eficiente de los servicios de APS.*
9. *Gestión ambiental implementada en cuencas abastecedoras y receptoras de los servicios APS.*

Al realizar la agregación de indicadores en un Índice de Sostenibilidad y Desempeño Ambiental, aportará la información necesaria en todos los ámbitos de la empresa para la toma de decisiones oportunas, y garantizará, plenamente la transparencia de las acciones que se están realizando en todas las áreas de la empresa mostrando la regularidad o no, en la aplicación del Plan Estratégico y el Modelo de Gestión Operativa del Servicio, así como la posibilidad cierta, de la sostenibilidad de estos, para:

1. Encaminar a Aguas de Mérida C.A., hacia una prestación ecoeficiente de los servicios de agua potable y saneamiento.
2. El desarrollo progresivo de los arreglos institucionales eficientes y estables, propuestos en el modelo de gestión, que respondan a las necesidades identificadas por las

comunidades a la cual se presta el servicio de agua potable y saneamiento en el estado Mérida.

3. Aumento de las capacidades del talento humano de la empresa que sustente una buena respuesta en lo referente a la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento lo que conduciría al consenso y la cohesión social, en las respuestas hacia los ciudadanos.
4. Aplicación y ejecución de los objetivos estratégicos planteados en el plan estratégico.
5. Abrir caminos hacia la gobernabilidad del agua.
6. Mitigación y eliminación de las respuestas abruptas, del día a día en la prestación de los servicios.
7. Demostrar que las decisiones gerenciales apegadas al plan estratégico y al propio modelo de gestión responden a un engranaje institucional basado en la planificación operativa del servicio y no a respuestas compulsivas ante la necesidad de mejorar la prestación de los servicios.
8. Demostrar que el tener y aplicar un modelo de gestión basado en la planificación, puede estar perfectamente compatible con las propuestas políticas de los accionistas de Aguas de Mérida C.A.

Por la antes mencionado, se resalta, que existe una problemática reconocida por la empresa prestadora del servicio de agua potable, pero para iniciar su solución ya cuenta con una iniciativa consolidada en un Plan Estratégico, considerado como **“... una parte medular para llegar a resolver problemas, pero ahora corresponde definir los elementos, relaciones y pesos particulares, que establecen la estructura del problema”**, ya que la definición del problema no es estática, sino que evoluciona con el tiempo, la definición del problema es un proceso continuo, mientras no quede resuelto (McDonough, 1963; citado por CONEVAL, 2010).

En este contexto, se desatacan algunos preceptos técnico-administrativos, citadas por IMTA (2007), que permiten establecer la participación y responsabilidad de todos los trabajadores que por área integran la empresa, porque en los niveles de mando, siempre tienen obligaciones y decisiones técnico – administrativas que van influir directa o indirectamente en la

sostenibilidad y desempeño del operador de agua. Entre estos preceptos, se pueden mencionar los más comunes en el accionar de Aguas de Mérida C.A.:

- **Evitar** o prevenir riesgos y emergencias, o resolverlos si ocurre.
- **Mantener** la calidad del servicio, al menos al nivel en que el público está acostumbrado.
- **Mantener** monitoreo permanente de caudales y calidad de agua a nivel de fuente abastecedora.
- **Mantener** monitoreo y registros en los procesos de potabilización.
- **Vigilar** que los recursos económicos y humanos se usen eficaz y eficientemente.
- **Resolver** problemas evidentes (déficit en servicio, fugas, etc.).
- **Lograr** mayores beneficios económicos (o al menos, menores pérdidas o costos).
- **Prever** y planear obras de expansión o rehabilitación.
- **Utilizar y conservar** en buenas condiciones las instalaciones y equipos.
- **Actualizar** el catastro de usuarios y redes, y otra información importante.

De acuerdo a lo antes expuesto, y lo detallado en la revisión documental, se evidencia que una empresa u operadora del servicio de agua potable y saneamiento, suele ser una organización muy compleja, con muchos subsistemas y áreas de responsabilidad, donde hay infinidad de proyectos y acciones que coexisten simultáneamente.

Esta complejidad, debe tenerse presente para elaborar una lista preliminar de indicadores estratégicos que se integren a un modelo de análisis de “*Índices de Gestión*” con sus respectivas matrices de parámetros de control y seguimiento, para la toma de decisiones oportunas en un ciclo dinámico y permanente.

Por tanto, inicialmente se acordó en mesa de trabajo (panel de expertos) realizada en el marco del proceso metodológico de la presente investigación, priorizar de acuerdo a los objetivos estratégicos de Aguas de Mérida C.A., e incorporar los criterios, componentes y subcomponentes propuestos por Benavides (2010) y las Normas ISO 24500, y a partir de allí, crear los criterios generales y subcriterios del nuevo modelo a proponer de manera que concuerden con la nueva filosofía de gestión de la empresa. Para ello, se realizará la adaptación de criterios precedentes de casos de estudio previos a la nueva propuesta metodológica:

- **Criterios adaptados de Metodología propuesta por Benavides (2010)**

CUADRO 11. Criterios adaptados de Benavides (2010), para la selección de indicadores estratégicos.

Dimensión	Descripción del Criterio
Económico	Recupera todos los costos invertidos, mediante tarifas justas, accesibles por equidad, y que a su vez, motiva en sus clientes el consumo racional.
	Las actividades de operación y mantenimiento, son plenamente subsidiadas por el consumidor a través del pago por consumo de agua, y le dan a la empresa, la oportunidad de aplicar una política de control activo de fugas, y tomar acciones para la mejora de la eficiencia en la conducción, almacenamiento, distribución y cobro.
	Desde la óptica financiera, le permite manejarse con buena liquidez
	Invierte en infraestructura moderna para el abastecimiento, facilitando cada vez más cumplir con las normativas de seguridad, calidad y cantidad, en espacio y tiempo.
	Mantiene capacitado a todo su personal, en todos los niveles de la empresa y cuenta con el suficiente equipamiento para el desempeño eficiente
Social	Incorpora aspectos que reflejen los beneficios de los seres humanos que se involucran al mismo, con el propósito de incrementar la calidad de vida de las familias que tienen acceso al servicio de agua. La organización, el confort y comodidad, la salud, participación y capacitación y la responsabilidad, son aspectos que con los procedimientos más adecuados crecerán paulatinamente para gestionar el sistema de forma sostenible. Este criterio coincide con lo planteado por Rojas, F (2012), en la metodología que evalúa la Gobernabilidad y Gobernanza del Agua.
Ambiental	Se orienta a incorporar indicadores ambientales vinculados directamente a la fuente abastecedora de agua y su influencia altamente representativa en la prestación del servicio de agua potable, y en cuanto su magnitud , que ocasiona un cambio fácilmente observable, medible y cuantificable. Trasciende los indicadores tradicionales e incluye aspectos ambientales de las condiciones ambientales de la fuente abastecedora para el aprovechamiento eficiente del recurso. Además que promuevan el uso eficiente del agua

- **Criterios según las Normas ISO 24500**

En cuanto a los criterios a considerar para la selección de un sistema de indicadores, la norma ISO 24512, establece un conjunto de objetivos principales para una entidad gestora de sistemas de abastecimiento de agua (Cuadro 12). Cada organización deberá analizar, completar o alterar estos objetivos, definiendo sus propios objetivos estratégicos.

Sin embargo, la norma plantea los siguientes *Objetivos estratégicos para entidades gestoras de abastecimiento de agua (ISO 24512:2007)*, pero las entidades gestoras deberán analizar esta recomendación y adaptarse a su propia realidad:

Objetivo 1: Protección de la salud pública. Asegurar el abastecimiento de agua de forma segura y en buenas condiciones organolépticas para consumo humano y en cantidades compatibles con sus necesidades.

Objetivo 2: Satisfacción de las necesidades y expectativas de los usuarios. Asegurar que la actividad satisface las necesidades y expectativas de los usuarios de forma racional.

Objetivo 3: Suministro del servicio en condiciones normales y de emergencia. Asegurar el abastecimiento continuo de agua para consumo humano a todos los usuarios, en condiciones normales de funcionamiento, y a los consumidores críticos o áreas críticas, en situaciones de emergencia, así como restablecer el abastecimiento a la mayor brevedad posible en caso de interrupción.

Objetivo 4: Sostenibilidad de la entidad gestora. Asegurar que el patrimonio infraestructural es conservado y tiene la capacidad suficiente para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los usuarios.

Objetivo 5: Promover el Desarrollo Sostenible de la comunidad. O sea, contribuir al crecimiento y mejora de la calidad de vida de la comunidad, sin comprometer el uso de los recursos naturales para las generaciones futuras.

Objetivo 6: Protección del medio ambiente. Minimizar los impactos ambientales adversos y mitigar los efectos negativos causados en el medio ambiente por la entidad gestora.

Para cada objetivo estratégico, la entidad gestora, deberá definir los criterios de evaluación, medidas de desempeño y metas, de modo que sea posible su evaluación y seguimiento. Los criterios de evaluación, o *service assessment criteria*, son aspectos o perspectivas que permiten evaluar el cumplimiento de los objetivos. Y establece que los criterios para la selección de indicadores, será con base a la relevancia en función de si se trata de un criterio relevante, muy relevante o imperativo, respectivamente y es indicada con los códigos +, ++, +++.

Para aplicar estos criterios de evaluación, es necesario definir medidas de evaluación del desempeño, lo más objetivas y cuantificables posibles. Las **medidas de desempeño**, o *performance measures*, son los parámetros específicos utilizados para evaluar el desempeño, que luego asumirán la forma de indicadores, niveles o índices.

En mesa de trabajo con el personal experto vinculado a la Planificación de la Gestión, se logró combinar ambos criterios de evaluación descritos anteriormente, partiendo de los Nueve (09) Objetivos Estratégicos de Aguas de Mérida C.A., se obtuvo, lo siguiente:

CUADRO 12. Criterios de Evaluación basados en los Objetivos Estratégicos de Aguas de Mérida C.A.

Dimensión sostenibilidad	Criterio de Evaluación	OBJETIVOS ESTRATEGICOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
AMBIENTAL	Gestión Ambiental en cuencas abastecedoras y receptoras (Protección al Ambiente)	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	
ECONOMICO SOCIAL AMBIENTAL	Eficiencia Total de la calidad del servicio	Ingeniería de producción y distribución	+++	+++	+++		+++	+++	++	+++	++
		Comercialización del Servicio	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+++	
		Desarrollo Institucional	+++	+++	++		+++	+++	+++	+++	++
SOCIAL	Gobernabilidad del Agua (Gobernanza+Legitimidad+Eficacia)	+++	+++	+++		+++	+++	++	+++	+++	

Con los resultados obtenidos en el cuadro 12., se establecerán las herramientas (indicadores) de evaluación de la sostenibilidad y desempeño ambiental, las más objetivas y cuantificables posibles, ya que serán los parámetros específicos que luego pueden asumir la forma de indicadores, niveles o índices. Además, sirve de base para la Etapa de Evaluación.

3.4. Lista de Indicadores Estratégicos Preliminares (Medidas de Desempeño) para la Evaluación de la Sostenibilidad y Desempeño Ambiental

Para elaborar la lista preliminar de indicadores estratégicos, se realizaron cinco (05) mesas de trabajo con un representante de las 23 áreas del prestador del servicio, donde se consideró, al inicio, lo planteado por IMTA (2007), que para que una empresa de servicios públicos funcione adecuadamente, es indispensable que tenga algunos *parámetros de control de calidad*, claramente definidos y conocidos, si no por todo el personal, cuando menos por quienes estén en puestos clave del organismo. De ahí, que se establecieron los siguientes criterios técnicos:

1. Al definir y establecer los parámetros e índices de desempeño, debe considerarse que sirvan de base para agilizar la comunicación hacia niveles superiores.
2. Que los parámetros de control, deben ser fijos y haber sido propuestos y aceptados por un *grupo interdisciplinario*, buscando por un lado atender los aspectos más importantes y delicados de la misión y obligaciones de la institución, y por otro lado, los aspectos prácticos de cómo se medirá y procesará la información.
3. Que los parámetros seleccionados, pueden transformarse aritméticamente y simplificarse en *índices de control (generalmente adimensionales)*, que deben ser susceptibles de *monitoreo frecuente*, ya que su evaluación apoyará a los directivos de las diferentes áreas al *tomar decisiones* para cumplir sus funciones técnico-administrativas por lo que la transformación de esos parámetros en índices debe ser sencilla y su significado físico debe ser fácil de entender y manejar.
4. Deben permitir el **comparar**, sobre bases imparciales, el desempeño de una empresa contra sí misma en épocas anteriores, o contra logros de otras empresas similares.
5. Se debe definir la cantidad y frecuencia del monitoreo de datos puede variar según el nivel de quien requiere la información, sea de nivel operativo o nivel gerencial

Todo ello, permitirá construir el sistema de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad y desempeño ambiental del prestador del servicio, sin embargo, es fundamental tener presente las siguientes concepciones para evaluar el desempeño de las normas ISO 24500 serie 24512 y las Normas ISO 14001:

Las Normas ISO 24512, referidas a una serie de normas relacionadas a las actividades vinculadas con el servicio y los sistemas de abastecimiento de agua potable y agua residual, las cuales establecen los criterios de calidad para el servicio e indicadores de desempeño. Por lo que definiremos tres conceptos básicos:

- ✚ **Indicadores de desempeño.** Son medidas cuantitativas de eficiencia o de eficacia de una actividad de la entidad gestora, resultante de una combinación algebraica de diversas variables. Pueden ser adimensionales (por ejemplo, en %) o expresar una cantidad ($\text{€}/\text{m}^3$) y una extensión (m/año). Son calculadas usando información histórica.

- ✚ **Niveles de desempeño.** Son medidas de desempeño de naturaleza cualitativa, expresadas en categorías discretas (por ejemplo, excelente, bueno o insatisfactorio). En general, son adoptadas cuando no es viable calcular medidas cuantitativas.
- ✚ **Índice de desempeño.** Son medidas resultantes de la combinación de medidas de desempeño elementales (indicadores de desempeño o niveles de desempeño), o de la aplicación de instrumentos de análisis (por ejemplo, modelos de cálculo de la eficiencia).

Las Normas ISO 14031, referidas a la Evaluación del Desempeño Ambiental de una organización, y por ende contemplan a los Indicadores de Desempeño Ambiental, los cuales establecen:

- ✚ Los **Indicadores de Desempeño Ambiental (IDAs)**, resumen extensos datos ambientales en información clave significativa y comparable, a fin de presentar el comportamiento ambiental de una empresa de manera exhaustiva y cuantificable, y cumplen con diferentes funciones:
 - Ilustran mejoras ambientales.
 - Detectan potenciales de optimización y reducción.
 - Obtienen y persiguen metas ambientales.
 - Identifican oportunidades de mercado.
 - Evalúan comportamiento con otras empresas.
 - Proporcionan datos para la elaboración de informes.
 - Proporcionan datos de motivación.
 - Apoyan los SGA.

Para lograrlo, estos Indicadores del Desempeño Ambiental, proveen información sobre el comportamiento de la organización con respecto al medio ambiente, permitiendo la norma, definir la siguiente clasificación de indicadores:

- **Indicadores del Desempeño de Gestión (IDGs):** política, gente, actividades de planeación, prácticas, procedimientos, decisiones y acciones en la organización.
- **Indicadores del Desempeño Operacional (IDOs):** entradas, entrada de suministros, diseño, instalación, operación y mantenimiento de instalaciones y equipos, salidas y su manejo de salida.

- **Indicadores de la Condición Ambiental (ICAs)**, proveen información sobre las condiciones ambientales locales, regionales, nacionales o globales. Los ICAs permiten apoyar los **esfuerzos de la empresa** en materias tales como:
 - ✓ Establecer una línea base con respecto a la cual medir los cambios en el entorno, que puedan ser atribuibles a la empresa.
 - ✓ Determinar los cambios ambientales a través del tiempo, en relación a un programa ambiental de largo plazo.
 - ✓ Investigar posibles relaciones entre las condiciones ambientales y las actividades de la empresa.
 - ✓ Identificar medidas de mitigación.
 - ✓ Identificar y gestionar sus aspectos ambientales significativos.
 - ✓ Evaluar la pertinencia de los criterios de desempeño ambiental.
 - ✓ Seleccionar los indicadores de desempeño operacionales y de gestión.

Este conjunto de indicadores, le proveen a la empresa un conocimiento exacto y claro de cómo se desempeña con respecto al medio ambiente. Cuando una empresa ha identificado los efectos de sus actividades sobre la calidad del ambiente, podrá seleccionar indicadores de desempeño ambiental que tengan relación directa con las características del ambiente que se desean cautelar.

3.4.1. Establecimiento de medidas (Indicadores) de desempeño (*performance measures*)

Se desarrolla una matriz que especifica los parámetros que involucran a cada criterio de evaluación. Estos fueron determinados en panel de expertos con la participación de un representante de las 23 áreas del prestador del servicio, y que serán utilizados para definir indicadores estratégicos para evaluar el desempeño, para que luego sirvan de base para construir el índice de sostenibilidad y desempeño. Al terminar el procedimiento se obtuvo como resultado, ochenta y cuatro (84) medidas de desempeño (Cuadro 13), distribuidas por dimensiones de la sostenibilidad: Ambiental (19), Social (15), Económico-Social – Ambiental (50), estos resultados sirven de base para seleccionar en panel de expertos los indicadores estratégicos que se incorporaran al modelo metodológico por componente y subcomponente de la prestación del servicio según lo propuesto por Benavides, H (2010) de acuerdo a la condición propia de la Empresa Aguas de Mérida C.A.

CUADRO 13. Indicador de desempeño preliminar en la Dimensión Ambiental.

Dimensión sostenibilidad	Criterio de Evaluación	Medida/ Indicador de Desempeño
AMBIENTAL	Gestión Ambiental en cuencas abastecedoras y receptoras (Protección al Ambiente)	<p>Estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento Hídrico de la Cuenca +++ • Caudales en m³/s +++ • Variación de la Cobertura y Uso de la Tierra +++ • Calidad de Agua en la fuente abastecedora. +++ • Porcentaje de usuarios que funcionan dentro de la cuenca abastecedora, que depuran sus vertidos y controlan sus desechos correctamente +++ <p>Presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población total en el ámbito de responsabilidad de la empresa (P_{AR})+++ • Población servida con agua potable en el ámbito de responsabilidad de la empresa (PSAPAR)+++ • Consumo promedio por habitante +++ • Volumen de agua captada en Fuente (VCF) (m3) +++ • Volumen de agua a la entrada del sistema de potabilización (VE) (m3)+++ • Volumen de agua a la entrada de la red de distribución (VER) (m3) +++ • Volumen de agua potable por habitantes (lppd) +++ • Eficacia en agua potable producida +++ • Porcentaje de lodos y desechos generados por el sistema de potabilización (filtros, floculadores y sedimentadores), que se vierten sin depuración a cuerpos receptores, por mes, por año. +++ <p>Impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento en gastos de sustancias químicas para la potabilización del agua cruda +++ <p>Respuesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de información de las cuencas hidrográficas abastecedoras disponible en una base de datos informática – SIG.+++ • Porcentaje del ingreso total recaudado por venta de agua que se destina a adquisición y conservación de cuencas. +++ • Jornadas de Reforestación+++ • Actividades de Educación Ambiental +++

CUADRO 14. Indicador de desempeño preliminar en la Dimensión Económico, Social y Ambiental.

Dimensión sostenibilidad	Criterio de Evaluación		Medida/Indicador de Desempeño
ECONÓMICO SOCIAL AMBIENTAL	Eficiencia Total de la calidad del servicio	Ingeniería de producción y distribución	Eficiencia Física <ul style="list-style-type: none"> • Volumen suministrado (Vol. suministrado) +++ • Volumen consumido u facturado (Vol. consumido) +++ • Volumen de fugas reparadas ++ • Número de reparaciones en la red de distribución ++ • Número de inspecciones acústicas a la red para control de fugas / año. ++ • Continuidad del Servicio+++ • Porcentaje de todos los habitantes que reciben servicio de agua potable por tubería continuo o no ++ • Reclamos TECNICOS atendidos (RTA) +++ • Total de reclamos TECNICOS recibidos (RTR)+++ • Porcentaje de información del abastecimiento disponible en una base de datos informática – SIG. ++
			Eficiencia Hidráulica <ul style="list-style-type: none"> • Consumo unitario de los usuarios (l/hab/día) +++ • Dotación (l/hab/día) +++ • Continuidad del servicio de agua (horas/día) +++ • Déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios (± %) +++ • Presión media del agua en la red de distribución (Kg/cm²). ++ • Porcentaje de información del abastecimiento disponible en una base de datos informática – SIG. ++
			Eficiencia Energética <ul style="list-style-type: none"> • Energía utilizada por los equipos de bombeo en un sistema de agua potable para producir el volumen total del agua suministrada a la red de distribución. +++
			Calidad de Agua <ul style="list-style-type: none"> • Número de muestras captadas en el efluente del sistema de potabilización, que cumplen con las normas de los parámetros organolépticos (NMNFQ) +++ • Número de muestras captadas en el efluente del sistema de potabilización, que cumplen con las normas en cuanto al cloro residual. (NMNINOR) +++ • Número de muestras captadas en el efluente del sistema de potabilización, que cumplen con las normas en el aspecto microbiológico (NMNMB) +++
	Comercialización del Servicio	Eficiencia <ul style="list-style-type: none"> • Número de viviendas registradas(VR) ++ • Número de medidores leídos (NML)++ • Número de suscriptores Activos(TS) ++ • Volumen facturado residencial (VFR) (m3) ++ • Número de habitantes facturados (Nhf) ++ • Volumen de agua facturada medida residencial (VFMR) ++ • Número de habitantes con medidores leídos (Nhm) ++ • Porcentaje de agua cobrada correspondiente a la facturación del año, en relación al agua facturada en Bs ++ • Porcentaje de agua cobrada correspondiente a la facturación de años anteriores++ • Porcentaje de agua potable que la empresa deja de registrar en libros.+++ • Cantidad de habitantes facturados de acuerdo al No de viviendas incorporadas en el sistema comercial (incluye los multifamiliares como unidades de vivienda) ++ • Reclamos COMERCIALES reportados en la oficina de la empresa (RCR)+++ • Reclamos COMERCIALES resueltos (RCA) +++ • Porcentaje de información del catastro de usuarios disponible en una base de datos informática – SIG.++ 	

CUADRO 15. Indicador de desempeño (Medidas) preliminares para los Objetivos Estratégicos.

Dimensión sostenibilidad	Criterio de Evaluación		Medida/Indicador de Desempeño
ECONOMICO SOCIAL AMBIENTAL	Eficiencia Total de la calidad del servicio	Desarrollo Institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Costos operativos y Gastos administrativos (CGT) ++ • Cantidad de agua en Bs facturada en un período determinado. ++ • Total Cuentas por Cobrar a suscriptores (Cx) ++ • Comportamiento de los gastos de personal ++ • Personal por cada mil suscriptores (fijos+contratados) +++ • Solvencia General +++ • Súper liquidez +++ • Rentabilidad +++ • Precio Medio de Venta del M3 de agua potable (Bs/m3) +++ • Recuperación de la facturación emitida durante un mes+++ • Rotación de las cuentas por pagar +++ • Número promedio de horas de capacitación invertidas en cada técnico de campo y miembros de planificación / año ++ • Número promedio de horas de capacitación invertidas en cada administrador y coordinador del abastecimiento / año ++ • Tiempo, en minutos/mes, de campaña de concientización del consumo, radial o TV ++ • Existe en ejecución un plan de marketing publicitario de la empresa, para promocionar el ahorro de agua y difusión pública de su actividad gestora ++ • Infraestructura de atención al cliente organizada, equipada y cómoda + • Número de proyectos formulados +++ • Número de proyectos en espera de recursos financieros++ • Número de Obras en ejecución +++ • Rehabilitaciones menores +++ • Interacción con otras instituciones ++
SOCIAL	Gobernabilidad del Agua (Gobernanza+Legitimidad+Eficacia)		<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción de la continuidad del servicio de agua potable+++ • Satisfacción de la calidad del agua +++ • Satisfacción de atención al ciudadano +++ • Aceptación social del ajuste tarifario +++ • Densidad de reclamos+ • Cobertura de agua potable +++ • Continuidad del servicio +++ • Eficiencia del Agua facturada (Agua no contabilizada) +++ • Cobertura de medición +++ • Rendición de cuentas (transparencia) +++ • Conflictividad organizacional.+++ • Grado de profesionalización. +++ • Permanencia gerencial +++ • Estabilidad general del personal +++ • Competitividad salarial +++

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos, reflejan que a pesar de los grandes esfuerzos y acuerdos internacionales en sector agua potable y saneamiento, donde se resalta los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), y en especial para monitorear el séptimo Objetivo (ODM7) *“Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”*, aun se evidencia que sigue prevaleciendo la importancia económica y social en la prestación del servicio de agua potable, donde el parámetro ambiental de interés, sólo corresponde a la disponibilidad y calidad del agua proveniente de la fuente abastecedora, obviando, que las condiciones ambientales de la fuente abastecedora de agua va influir directamente y de manera significativa, quizás vital, en los aspectos técnicos, operativos, económicos y sociales. Por ende, la situación actual del recurso hídrico exige un análisis integral en las dimensiones de la sostenibilidad, por lo que amerita que también se incluya la explotación del recurso hídrico a nivel de la obra de captación y su relación con los procesos de potabilización, a fin que se de garantía que el agua apta para el consumo humano (salud pública), todo ello a fin de que exista un mayor cuidado en el desarrollo de procesos de planificación, gestión y monitoreo.

Se concluye, además, que el Uso Eficiente del Agua, es una acción de Gestión Ambiental Integral en la prestación del servicio de agua potable que inicia desde la Explotación u Aprovechamiento del Recurso Hídrico en Cuencas Hidrográficas Abastecedoras- Potabilización- Almacenamiento - Distribución – Usuarios – hasta las cuencas hidrográficas receptoras, por tanto, el uso eficiente al recurso agua tiene plena correspondencia con la dimensión ambiental de la sostenibilidad y, donde, el prestador debe demostrar su alto Desempeño Ambiental, ya que no es un simple hecho de gestión y que con su buen accionar de planificación-gestión-monitoreo, se puede llegar a superar problemas de escasez física y económica en la gestión del agua en ámbitos urbanos.

Por tanto, se requiere un enfoque integrado, en el cual se considere un análisis multidimensional, orientándose hacia acciones que tiendan a reducir la cantidad de agua empleada en las diferentes actividades de los sistemas de agua (desde la microcuenca hasta su descarga final en la naturaleza), en la perspectiva de su sostenibilidad. Es consolidar el ciclo natural del agua, garantía real de la sostenibilidad.

Por lo tanto, como lo expone Sánchez, L (2004) y en el mejor sentido de la ecoeficiencia, *“se deben tomar medidas que permitan usar menos agua en cualquier proceso o actividad para la conservación y el mejoramiento de los recursos hídricos”*.

Se debe resaltar, que la selección y combinación de las cuatro metodologías, permitirá incorporar el parámetro ambiental como un pilar de la prestación del servicio de agua potable y romper paradigmas de los sistemas de indicadores tradicionales aplicados al sector agua potable en el tiempo. Así, se podrán interrelacionar las dimensiones de la sostenibilidad, a fin de adoptar las medidas y acciones necesarias para el uso eficiente del recurso hídrico como eje transversal de todos los procesos de gestión del agua potable.

Bajo esta concepción la propuesta metodológica que se desarrolle en el marco de la tesis doctoral, será innovadora para Venezuela, con proyección para el resto de países en vías de desarrollo, que aún no cuenta con un instrumento que le permita a la Autoridad Nacional de las Aguas, realizar la Evaluación de la Sostenibilidad y Desempeño Ambiental de las Empresas Prestadoras del Servicio de Agua, como usuarios del recurso agua. Esto contribuirá a garantizar su uso eficiente, que implica, entonces, cambiar la manera tradicional de afrontar el incremento de la demanda de recursos, “predecir y abastecer” hacia una gestión estratégica e integral de la demanda de agua, que implica modificar las prácticas y los comportamientos de los diferentes sectores de usuarios del agua, para maximizar el uso de la infraestructura existente, de tal manera, que se puedan aplazar las grandes inversiones en el sector y se pueda aumentar la cobertura hacia sectores necesitados y vulnerables, permitiendo avanzar en la consolidación de las metas de desarrollo del milenio.

Además, que al gestionarse eficientemente el agua en el sistema de abastecimiento para consumo humano, se obtienen impactos positivos sobre la producción de aguas residuales, ya que los caudales disminuyen, al tiempo que se incrementa la concentración de los contaminantes (IRC & CINARA, 2004).

En este contexto, el uso eficiente del agua trae consigo múltiples beneficios para los diferentes sectores usuarios del agua. Entre estos se destacan: ahorro de dinero por inversiones o por pago de consumo, ahorros en sustancias químicas para la potabilización, ahorros en el desarrollo y construcción de nueva infraestructura, mejor actuación ante crecidas torrenciales y un mejor manejo de sequías y cortes de suministro (Dickinson, 2003).

Esto involucra varios desafíos para el prestador del servicio y las Autoridades Nacionales de Agua, ya que trae una implicación directa hacia el seguimiento continuo y la evaluación del desempeño en el tiempo. Un primer gran desafío, es consolidar un pacto histórico de los principales actores de la sociedad, en especial de los gestores y de quienes tienen el poder de decisión, en hacer exitosa la gobernabilidad, la gobernanza y la efectividad, en especial la sensibilidad, conciencia compromiso y responsabilidad ciudadana, de la gestión sistémica e

integradora del recurso hídrico de una cuenca. En su conjunto es hacer posible su sostenibilidad, sin miramientos político coyunturales e intereses de grupos e individuos.

Por tanto, es indispensable **Medir – Planear – Hacer - Verificar - Actuar**, en un ciclo dinámico y permanente, ya que representa la clave en cualquier acción de uso eficiente del agua. De esta manera, se puede conocer la realidad y se pueden establecer modelos para predecir y planear mejor el futuro, mediante una visión de integración ambiental y, la toma de decisiones oportunas e históricas, para que sea exitosa en las políticas, planes, programas, proyectos y servicios.

De manera que, la definición y caracterización de indicadores para evaluar la Sostenibilidad y el Desempeño Ambiental a desarrollar en la tesis doctoral **“Desarrollo de una metodología para la evaluación del desempeño y la sostenibilidad ambiental en la gestión del agua potable. Caso de Estudio: Aguas de Mérida C.A (Venezuela)”**, se ve justificada en la importancia de contar con instrumentos técnicos adecuados para recabar información objetiva, cuantificable y veraz, que sirva de apoyo a la planificación estratégica de los recursos hídricos, la toma de decisiones no sólo al momento de definir líneas de acción, sino también, al establecer estrategias para elaborar o formular de acuerdo a los principios de la Integración Ambiental, las políticas, planes y programas de la Empresa Prestadora del Servicio de Agua Potable incluso de la propia Autoridad Nacional de las Aguas.

Se concluye, con una frase presentada por Luis Darío Sánchez T. y Arlex Sánchez Torres expuesta en el año 2004 y, que aún está vigente:

“Hoy existe una crisis del agua. Pero ésta no radica en que sea insuficiente para satisfacer nuestras necesidades. Se debe a que se maneja tan mal, que miles de millones de personas, y el medioambiente, sufren enormemente.”

En cuanto a las líneas futuras de investigación que se derivan de esta investigación, se plantea lo siguiente:

- Desarrollar un programa de sensibilización hacia las empresas prestadoras del servicio de agua potable y saneamiento, para el diseño de un sistema de información automatizado de planificación, gestión y monitoreo, que involucre a los Sistemas de Información Geográficos (SIG), para el registro de datos continuo y responsable, que supere los registros manuales que conllevan a errores involuntarios de transcripción y resguardo de información.

- Desarrollar una metodología para la evaluación de impacto ambiental de los procesos de potabilización del agua. Se considera necesario adaptar herramientas de Evaluación Ambiental estructuradas en metodologías tales como la evaluación del ciclo de vida (Life Cycle Assessment –LCA) para ser aplicadas en el proceso de captación- potabilización – distribución –usuario.
- Desarrollar una metodología para determinar la Huella Hídrica de los prestadores del servicio de agua potable y saneamiento.
- Desarrollar una propuesta de un sistema de gestión ambiental, para ser implementado por las empresas prestadoras del servicio de agua potable y saneamiento.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Descentralizada Aguas de Mérida C.A., por su apoyo y colaboración en el aporte de información y resultados de trabajos previos realizados en el marco del Plan Estratégico.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADERASA. 2007. *Base de datos de Indicadores de Gestión de Aguas Potable y Alcantarillado*. Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento. Caracas, Venezuela. 91 p.
- AEMA. 2004. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Madrid, España.
- AEMA. 2006. *Uso sostenible del agua en Europa. Fenómenos hidrológicos extremos: inundaciones y sequías*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Madrid, España.
- AEMA. 2000. *Modelo PFEIR*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Madrid, España.
- ACHKAR, M. 2002. *Agua. Diagnóstico y propuesta hacia una gestión más sustentable*. Uruguay Sustentable. Una propuesta ciudadana. Redes- Amigos de la Tierra. Pp: 401-449.
- ASSET MANAGEMENT. 2006. *A Guide For Water and Wastewater Systems*. Environmental Finance Center New Mexico Tech. Washington D.C., USA.

- ADRIAANSE, A.1993. *Environmental Policy Performance Indicators*. General of Environment of the Dutch Ministry of Housing, VROM. The Hague, The Netherlands.
- AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. 1998. *Sustainability Criteria for Water Resource Systems*. American Society of Civil Engineers (ASCE)– UNESCO/IHP IV Project M-4.3. Washington D.C., USA.
- ARREGUÍN, F. 1991. *Uso Eficiente de Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA. *Revista Ingeniería Hidráulica en México* pp:120.
- ATKINSON, S. 1999. *Water Impact Assessment*. In: Petts, J (ed.) .1999. 'Handbook of Environmental Impact Assessment', Oxford: Blackwell Science Ltd. pp 273-296.
- AWWA.2005. *Benchmarking Performance Indicators for Water and Wastewater Utilities: Survey Data and Analyses Report*. American Water Works Association Denver, CO. Washington D.C., USA.
- BAHRI, A. 2009. *Managing the other side of the water cycle: Making wastewater an asset*. Global Water Partnership (GWP) Technical Committee (TEC) Background Paper N° 13. Global Water Partnership. Stockholm.
- BAKKES, A. 1994. *An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives, Environment Assesment Technical Reports*. RIVM in co-operation with The University of Cambridge and UNEP-RIVM. Washington D.C., USA.
- BALKEMA, A. 2002. Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. *Urban Water* 4: 153-161
- BRAGA, F. 2001. *Integrated Urban Water Resources Management: A Challenge into the 21st Century*. *Water Resources Development* 17 (4): 581-599.
- BENAVIDES H. 2007. *Indicadores de gestión internacional para la eficiencia en la gestión urbana del agua.- El benchmarking en el Ecuador*. IX Congreso Nacional de Hidráulica y I de Manejo integral de recursos hídricos. Asociación de Ingenieros Hidráulicos del Ecuador. IX Congreso. Quito, Ecuador.
- BENAVIDES H. 2010. *Diagnóstico de la sostenibilidad de un abastecimiento de agua e identificación de las propuestas que la mejoren*. Universidad Politécnica de Valencia – UPV. Tesis Doctoral. 353 p. En línea: http://www.upv.es/pls/oalu/sic_ted.Mostrar_Tesis?p_num_reg=3388&P_VISTA=&p_idioma=c; <http://dspace.upv.es/xmlui/handle/10251/8910>. [Consultado en: 23/05/2017].
- BISWAS, A. 2004. Water management for megacities. *Stockholm Water Front* 2: 12–13.

- CEPAL. 1999. *Tendencias Actuales de la Gestión del Agua en América Latina y el Caribe*. Avances en la Implementación de las Recomendaciones contenidas en el Capítulo 18 del Programa 21, LC/L.1180. Santiago de Chile, Chile.
- CEPAL. 2001. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo sostenible. Estado del Arte y Perspectivas. *Manual* 16: 86.
- CEPAL. 2007. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para América Latina y El Caribe. *Manual* 55: 227.
- CEPAL. 2009. Guía Metodológica para desarrollar Indicadores Ambientales y Desarrollo sostenible en países de América Latina y El Caribe. *Manual* 61: 129 p.
- OECD. 2006. *Environment at a Glance, Environmental Indicators*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France. <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?sf1=identifiers&lang=EN&st1=972005081p1> [Consultado en: 25/05/2017].
- OECD. 2005. *Environment at a Glance: OECD Environmental Indicators*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France. www.sourceoecd.org/environment/9264012184 [Consultado en: 28/05/2017].
- OECD. 2003. *Development, Measurement and Use, Environmental Indicators*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France. <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf> [Consultado en: 28/05/2017].
- OECD. 1999. *Frameworks to Measure Sustainable Development*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France.
- OCHOA, L., y S. MALDONADO. 1991. *Funcionamiento de micromedidores instalados en Guaymas, Sonora*. Memorias del Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua, México, D.F., México.
- OCHOA, L. 2005. *Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable*. Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana. CONAGUA. México D.F., México.
- OCHOA, L., y V. BOURGUETT. 1998. *Reducción Integral de Pérdidas de Agua Potable*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA. Jiutepec, Morelos, México.
- OSE. 2008. *Agua y sostenibilidad: Funcionalidad de las Cuencas*. Observatorio de la Sostenibilidad en España. Madrid, España. 191 p.

- ONU – México (2011). *Programa Conjunto del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Sistema de las Naciones Unidas en México: OPAS-1816 Fortalecer La Gestión Efectiva y Democrática del Agua y Saneamiento en México para Apoyar el Logro de los Objetivos del Milenio. Informe Final*. Fondo para el logro de las ODM. 86 p.
- OWAT. 2001. Return Reporting Requirements and Definitions Manual. Confidence Grading Scheme. Office of Water Services. London, UK.
- PULGARÍN, N. 2011. *Desarrollo de un Modelo de Gestión sostenible del agua: Microcuenca La Bermejala. Medellín, Colombia*. Tesina de Máster en Sostenibilidad. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 90 p.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. 2012. *Empresas Verdes en Chile. Índice Ambiental 2012*. Azerta. Santiago de Chile. 27 p.
- QUIROGA, R. 2007. *Propuesta regional de indicadores complementarios al Objetivo de Desarrollo del Milenio 7: "Garantizar la del medio ambiente"*. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Serie estudios estadísticos y prospectivos 50, División de Estadística y Proyecciones Económicas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile. 205 p.
- ROJAS, F. 2009. *El modelo de descentralización y su efecto en la gobernabilidad de las Servicios de Agua y Saneamiento del Perú*. Universidad San Martín de Porres, Instituto de Gobierno. Tesis doctoral. Lima, Perú.
- ROJAS, F. 2005. *Hacia modelos de gestión sostenibles en servicios de agua potable y saneamiento*. GTZ-Bolivia y GT-Perú. La Paz y Lima.
- ROJAS, F. 2010 a. Enfoque neopúblico para las empresas de agua y saneamiento. Alternativa al isomorfismo institucional. *Revista Agua* pp: 122.
- ROJAS, F. 2010 b. *Políticas públicas y los retos a la gobernabilidad hídrica en países andinos*. Universidad San Martín de Porres, Instituto de Gobierno. *Journal of Policy Analysis and Management* (1): 23- 45.
- ROJAS, F. 2010 c. *Gobernabilidad y Gobernanza. De la Teoría a la Práctica. Aplicación a los servicios de agua potable y saneamiento*. Aneas. México D.F., México. 163 p.
- ROJAS, F. 2014. *Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Publicación de las Naciones Unidas. Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 166. Santiago de Chile, Chile.

- SÁNCHEZ, L. 2003 a. *Uso Eficiente del Agua: un recurso de agua en sí mismo*. En: Nueva Industria. Producción Más Limpia y Competitividad. Fascículo N° 9. Universidad del Valle, CINARA. Bogotá, Colombia.
- SÁNCHEZ, A. 2003 b. *Reconocer la Realidad: el uso múltiple de los sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales*. Conferencia internacional Agua 2003: Uso Múltiple del Agua para la vida y el desarrollo sostenible. Cartagena de Indias, Colombia.
- SARANDÓN, R. 1997. *Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles de Tierra Mayor y Río Olivia. Análisis de los aspectos de la fragilidad ecológica (Provincia de Tierra del Fuego A.I.A.S.)*. Consejo Federal de Inversiones (CFI); Secretaría de Planeamiento y Desarrollo. Informe Final. Buenos Aires, Argentina.
- SARANDÓN, R. 1999. *Aplicación de indicadores de fragilidad ecológica en las evaluaciones ambientales*. Estadística en Estudios Medioambientales. The Gibraltar Ornith. & Natural History Soc., Impreso en la Universidad de Cádiz. Cadiz, España.
- SARANDÓN, R. 2001. *Using Indicators for Environmental Impact Assessment and Management. Proceedings of the IAIA'01*. Cartagena de Indias, Colombia. 10 p.
- SIAC. Sistema de Información Ambiental de Colombia. En línea:
<http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=188&conID=364> [Consultado en: 13/06/2017].
- SHIKLOMANOV, A. 1998. *World Water Resources a new Appraisal and Assessment for the 21st Century*. A summary of the monograph World Water Resources prepared in the framework of the International Hydrological Programme, IHP UNESCO. Published by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. En línea:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf>, <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html> [Consultado en: 21/05/2017].
- TALERO, S. 2004. La Evaluación Ambiental como Herramienta para una Gestión Sostenible de los recursos hídricos en países en desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. *Cuadernos de Geografía* 13: 21-37.
- TATE, M. 1991. *Principios del Uso Eficiente del Agua*. En: Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua. México D.F., México..
- TORTAJADA, C. 1998. Water Supply and Wastewater Management in Mexico: An Analysis of the Environmental Policies *Water Resources Development* 14 (3): 327-337.

- UNICEF – OMS. 2015. *Progresos en materia de agua potable y saneamiento: Informe de actualización 2015 y evaluación del ODM*. Roma, Italy. 25 p.
- WALLACE, I. 1987. *Water and Revenue Losses: Unaccounted for Water*. AWWA. Research Report Foundation. Washington D.C., USA.
- WESTERHOFF, G. 2003. *The Evolving Water Utility – Pathways to Higher Performance*. American Water Works Association. Denver Co., USA 441 p.
- WINOGRAD, M. 1998. *Atlas de Indicadores ambientales y de para América Latina y el Caribe*, (CD). Washington D.C., USA.
- WINOGRAD, M., y B. BILLHARTZ. 1997. *Vertical and Horizontal Linkages in the Context of Indicators of Sustainable Development, Sustainability Indicators*. Washington D.C., USA.
- WORLD BANK. 1994. *Making Development Sustainable: From Concepts to Action*, I. Serageldin and A. Steer (editors), ESD Occasional Paper Series # 2, The World Bank. Washington D.C., USA.
- WORLD BANK. 1995. *Monitoring Environmental Progress: A Report on Work in Progress*. ESD Series, The World Bank, Washington D.C., USA.
- WINOGRAD, M. 1998. *Marco Conceptual para un Sistema de Indicadores de Gestión y Planificación Ambiental*. Proyecto CIAT –PNUMA (CIAT) - Unidad de Política Ambiental (DNP). Cali, Colombia.