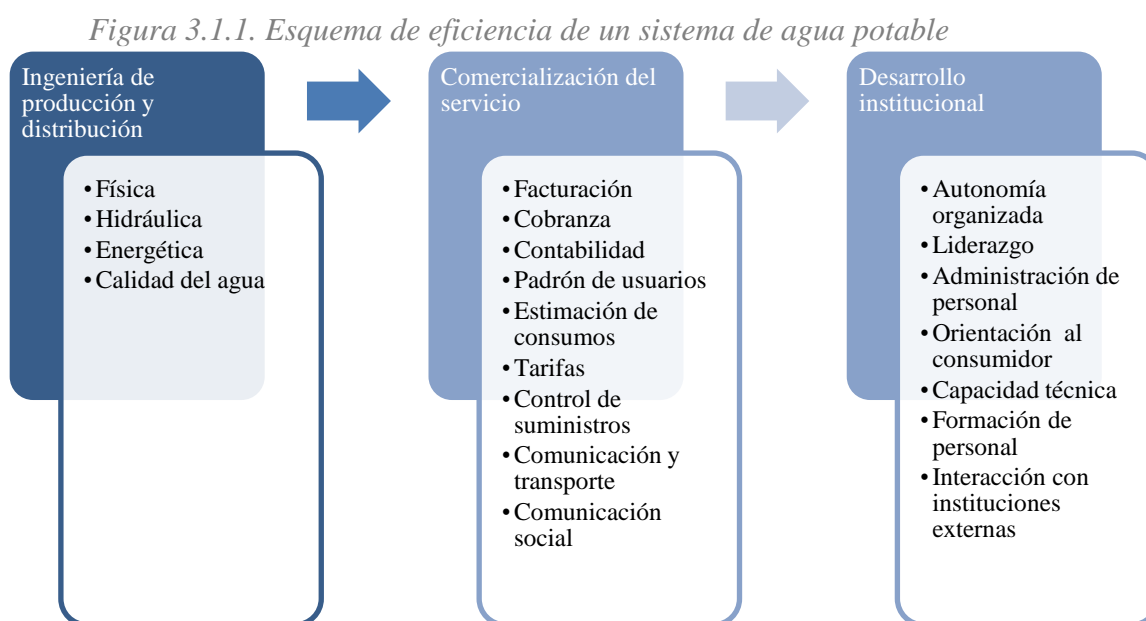


## Capítulo 3. Incremento de eficiencias en sistemas de agua potable

### 3.1 La eficiencia de los sistemas de agua potable en México

En la actualidad la eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable se refiere a la capacidad de extraer, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, de manera eficiente y con un servicio continuo de total calidad, desde una fuente natural hasta los consumidores, cobrando tarifas justas por los servicios prestados y brindando a los clientes la atención que necesitan.

La eficiencia del servicio que proporcionan los prestadores de los servicios de agua potable se determina evaluando el proceso desde tres diferentes enfoques:



Fuente: CONAGUA 2009<sup>28</sup>

Partiendo de este punto, la eficiencia de los organismos operadores y por lo tanto de los sistemas de agua potable, se trata del uso óptimo de los recursos disponibles para brindar un servicio de calidad. Es así que un sistema de abastecimiento de agua potable deja de ser eficiente, en el momento en que comienza a utilizar excesivos recursos humanos, materiales y económicos dentro de cualquiera de los tres aspectos antes mencionados. Pero además de operar con eficiencia, cada organismo debe plantearse objetivos a corto, mediano y largo plazo, los cuales procurará cumplir, para así lograr ser también eficaces.

La eficiencia vinculada con la ingeniería de producción y distribución se engloba en lo que se conoce como eficiencia física; la eficiencia de la comercialización del servicio se determina mediante la eficiencia comercial y finalmente el desarrollo institucional se

<sup>28</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

vincula con la eficiencia administrativa que incide de forma directa tanto en la eficiencia física como comercial, es decir, la ineficiencia administrativa se ve reflejada de forma directa en un mala prestación de los servicios. Todos estos conceptos son indicadores de eficiencia que determinan el grado de avance de un organismo operador en la gestión, operación y dirección con respecto a determinados aspectos de las actividades que realiza, y se obtienen a partir de la información registrada a partir de dichas actividades.

Para adquirir una eficiencia administrativa generalmente pueden implementarse todas las estrategias que comúnmente se utilizan para fortalecer a cualquier empresa. Esto es, revisar la estructura orgánica de la organización, revisar las funciones de cada empleado, evaluar sus capacidades para desempeñar las funciones que les han sido encomendadas y llevar un proceso de planeación estratégica para optimizar los recursos de todo tipo con que cuenta la organización.

Por su parte la eficiencia comercial engloba todo tipo de acciones que permiten definir tarifas adecuadas y facturarlas y cobrarlas a los usuarios del servicio para garantizar la autosuficiencia financiera del organismo operador. La eficiencia comercial representa el porcentaje que se recupera de la facturación a los usuarios que gozan del servicio, y se obtiene de la siguiente manera:

$$Eficiencia_{comercial} = \frac{\text{Importe de agua recaudado}}{\text{Importe de agua facturado}} * 100$$

La eficiencia física se enfoca principalmente en optimizar el proceso de abastecimiento de agua desde la fuente de captación hasta su disposición final. Técnicamente hablando, la eficiencia física se refiere a la manera en que el agua se conserva dentro del sistema de abastecimiento y se calcula en porcentaje de la siguiente manera:

$$Eficiencia_{física} = \frac{\text{Volumen consumido}}{\text{Volumen suministrado}} * 100$$

El volumen consumido es la cantidad de agua, medida o no, que reciben los usuarios en sus tomas, ya sea que estén registradas o no. Por otra parte, el volumen suministrado es la cantidad de agua producida e introducida a la red.

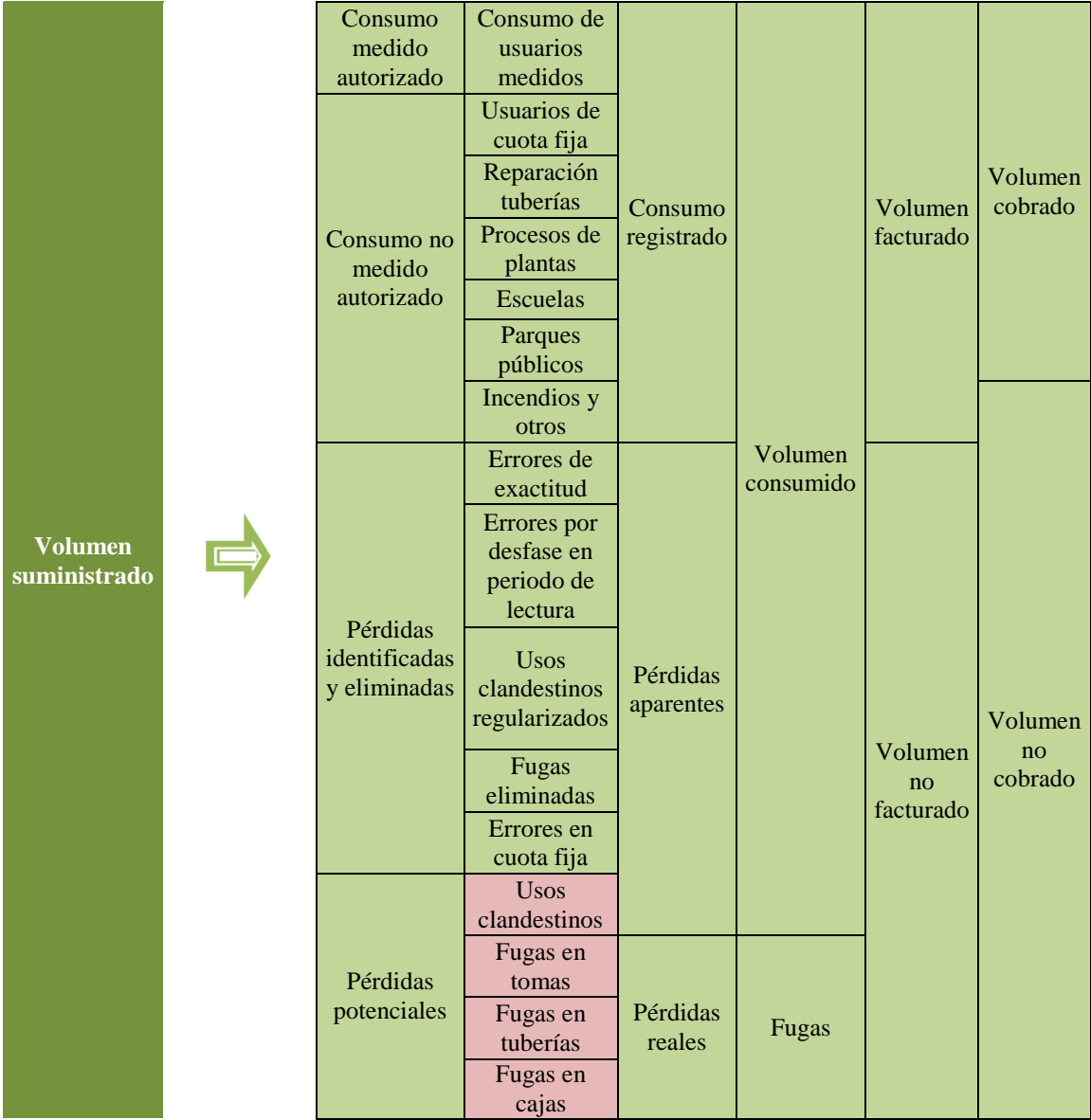
Para entender de mejor manera estos conceptos, existe una técnica conocida como balance de agua, la cual sirve para auditar a detalle la forma en que se administra el suministro y el consumo de agua de un sistema de agua potable y discriminar las pérdidas reales de las aparentes.

En otras palabras, el balance de agua nos sirve para cuantificar el volumen de agua dentro del sistema de abastecimiento, desde la captación hasta la cobranza, pasando también por otros procesos como lo son la conducción, producción, distribución y

facturación; determinando las pérdidas físicas y comerciales que se dan en cada uno de estos procesos.

A continuación se muestra un esquema que ejemplifica el proceso anterior:

Figura 3.1.2 Estructura estándar del balance de agua



Fuente: CONAGUA, 2009<sup>29</sup>

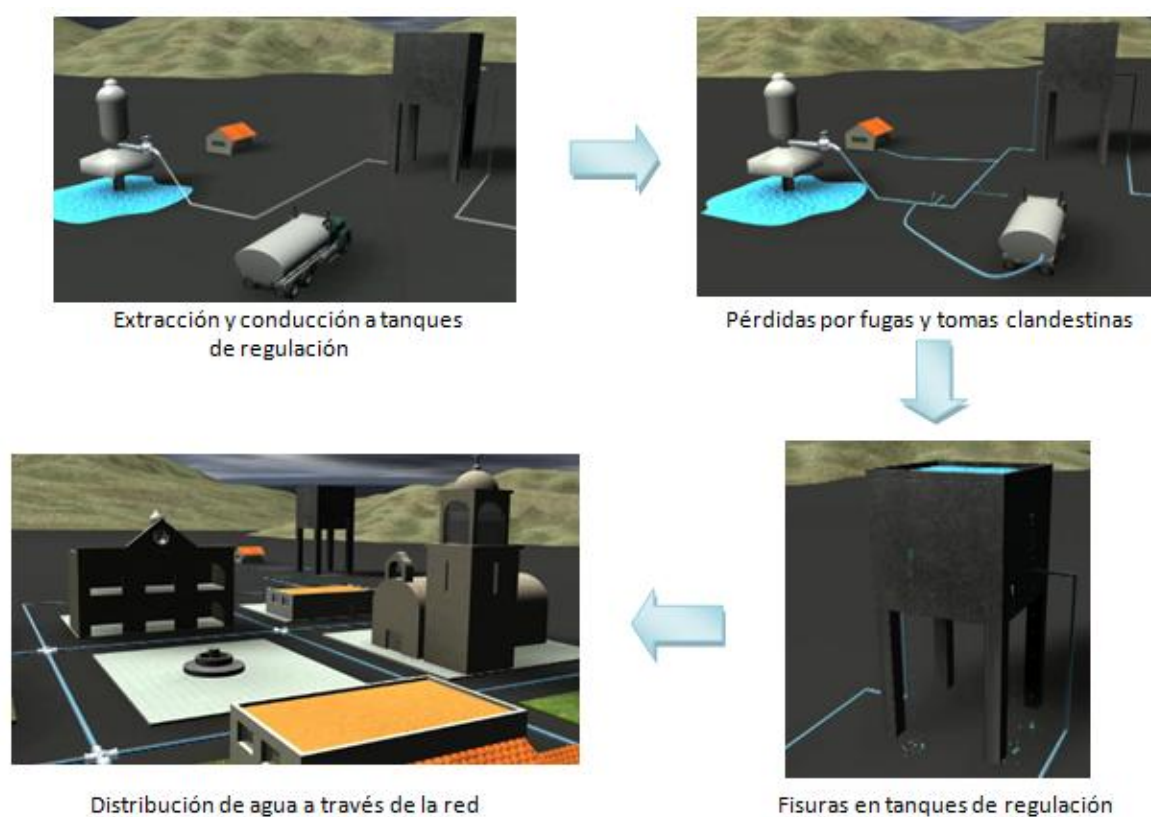
El proceso del balance de agua da inicio cuando el agua es extraída de las fuentes de captación, así como su conducción hasta los tanques de regulación. A lo largo de este trayecto, se pueden llegar a presentar las primeras pérdidas físicas en tuberías o por

<sup>29</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México, 35 de 227 págs.

conexiones no autorizadas. Una vez en los tanques de regulación, la merma de agua continúa a través de las fisuras de los depósitos, las cuales pueden darse por antigüedad, falta de mantenimiento o simplemente por deficiencias en la construcción. A partir de este punto, empieza la distribución de agua potable a través de la red, y es aquí en donde se estima se pierde el mayor porcentaje del agua, ya sea por fugas en las tuberías, en las cajas o en las mismas tomas domiciliarias; o también por obsolescencia de la red. Tal pérdida puede llegar a representar aproximadamente el 35% del volumen suministrado.

Las siguientes figuras ilustran de manera muy sencilla las pérdidas físicas que se dan desde la captación hasta la distribución:

*Figura 3.1.3 Principales pérdidas físicas*



Fuente: Construcción propia con información de CONAGUA, 2009<sup>30</sup>

El control físico del agua es el principal indicador del desarrollo de los organismos operadores. El indicador que hace referencia a esta situación es la eficiencia física (agua

<sup>30</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Estudio de resultados actuales y documentación de experiencias del programa PATME”, disco.

contabilizada), la cual es la parte o proporción del total de agua producida que efectivamente llega a las tomas y es suministrada a los usuarios. Para obtener el indicador, se requiere que los organismos sean capaces de producir información confiable tanto del volumen total de agua introducida a la red, como del agua entregada en las tomas; y por lo tanto, para contar con tal información es preciso se midan o se calculen los volúmenes de agua a través de la macromedición y la micromedición o en su defecto, poder hacer estimaciones lo más realistas posibles.

Los promedios de eficiencia física en las ciudades mexicanas en el periodo de 1992 a 2006 se han mantenido en el rango de entre 52% y 60%. No obstante, este indicador aún se encuentra muy por debajo de los niveles que han alcanzado algunos países desarrollados, en donde la eficiencia física ha llegado a ser hasta del 85% del volumen suministrado. La proporción de agua que se pierde en nuestro país sigue siendo preocupante, aun cuando se entiende que es casi imposible alcanzar el 100% de eficiencia física. Una buena meta para México sería alcanzar niveles de eficiencia física superiores al 80%. (Olivares R., et al., 2008<sup>31</sup>)

Pero además del agua que se pierde físicamente, los organismos operadores dejan de contabilizar un importante volumen de agua por distintas razones como:

- Errores en la toma de lecturas de los medidores domésticos
- Errores por estimación de cuota fija en usuarios que no cuentan con medidor
- Existencia de usuarios no identificados por los organismos operadores

Éstas y otras pérdidas comerciales, pueden llegar a representar el 12% del volumen extraído, que sumado a las pérdidas físicas, impiden al organismo operador facturar alrededor del 50% del volumen producido.

Por otra parte, diversos factores como la inadecuada cultura de pago de los usuarios y la falta de procesos comerciales integrados que faciliten el pago, conducen a que menos de siete de cada diez usuarios realicen el pago de su recibo de agua de forma oportuna. De esta forma es como sólo se cobran alrededor de 40 de cada 100 metros cúbicos que se extraen de las fuentes de abastecimiento de los organismos operadores. (CONAGUA, 2009)<sup>32</sup>

La diferencia entre el volumen que se suministra con respecto al que se factura, y más aún al que se cobra, es alarmante. Es en este punto en donde se puede percibir la estrecha relación que hay entre la eficiencia comercial y la física, y a su vez la delgada línea

---

<sup>31</sup> Olivares R., et al., 2008, *“El Agua Potable en México: Historia reciente, actores, procesos y propuestas”*, ANEAS, México D. F., 365 págs.

<sup>32</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, *“Estudio de resultados actuales y documentación de experiencias del programa PATME”*, disco.

que las separa; ya que solo hasta pasado cierto tiempo el organismo operador puede comparar sus niveles facturados y recaudados contra el volumen que se suministró, y de esta forma realmente darse cuenta de las verdaderas pérdidas durante todo el proceso.

Además, para evaluar si estos niveles de cobro o recaudación son adecuados se requiere de información confiable, veraz y precisa acerca de los costos generales que presenta el servicio. Aunque en México, por lo general, dicho nivel de recaudación se encuentra significativamente por debajo del nivel de costos y probablemente esto se refleje en un nivel de recuperación de alrededor de la mitad o menos de los costos operativos del servicio. Es aquí en donde la salud financiera y el manejo administrativo de los servicios de agua potable dejan mucho que desear y aún tienen mucho camino por recorrer en este ámbito, ya que en cierta forma, la eficiencia administrativa de un organismo operador se ve reflejada indirectamente en el volumen que se cobra a los usuarios.

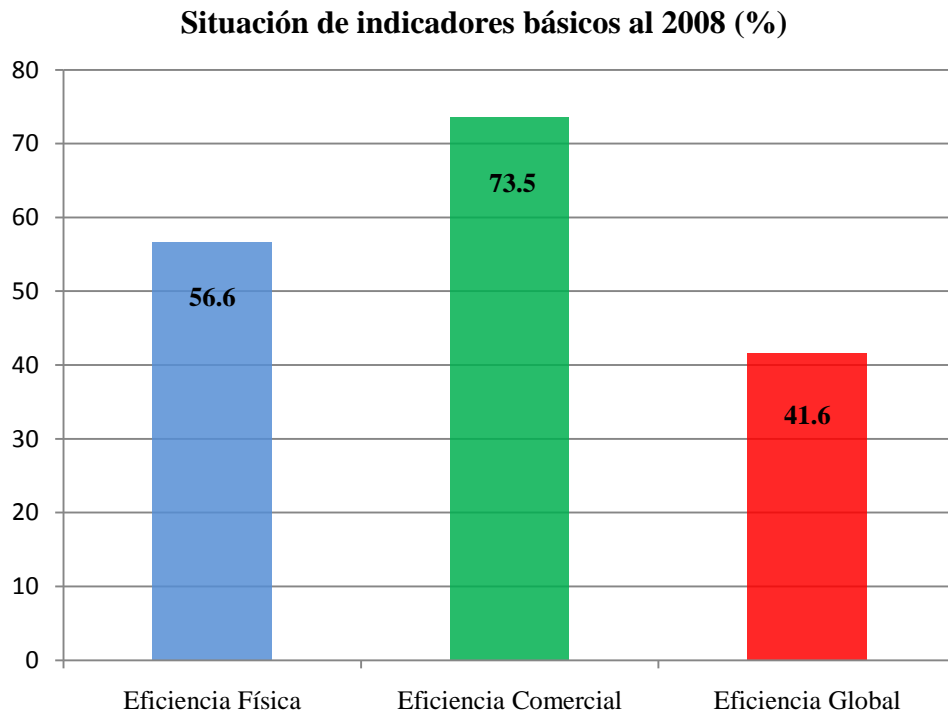
Pero además de la eficiencia física y la comercial, existe un indicador llamado eficiencia global, la cual resulta del producto de las dos primeras:

$$Eficiencia_{global} = Eficiencia_{física} * Eficiencia_{comercial}$$

La eficiencia global de un organismo operador es un indicador relativo, ya que nos habla a grandes rasgos de la situación por la que atraviesa dicho organismo y nos es útil para medir cuantitativamente la eficiencia de los procesos desde la producción hasta el cobro. Además, el indicador de eficiencia global puede ser utilizado para posicionar a un organismo por arriba o por debajo de otro al compararlos en una misma escala, a través del benchmarking.

De esta forma, para el año 2008, los organismos operadores en México alcanzaron los siguientes niveles para los tres tipos de eficiencias:

Figura 3.1.4 Indicadores básicos de eficiencias de organismos operadores en 2008



Fuente: Gerencia de Fortalecimiento de Organismos Operadores, datos a diciembre de 2008, CONAGUA.

Hay que señalar que las eficiencias señaladas en el gráfico anterior son promedios gruesos que albergan grandes variaciones y contrastes entre las ciudades mexicanas. El motivo de esto, es que no todas las ciudades tienen un comportamiento similar, ya que mientras algunas muestran un mejor desempeño, otras tantas parecen encontrarse estancadas o en franco rezago.

A fin de ilustrar los contrastes existentes, enseguida se muestra la eficiencia global que presentan algunos organismos operadores en diferentes puntos de nuestro país:

Figura 3.1.5 Eficiencia global de algunos organismos operadores en México al año



Fuente: CONAGUA, 2009<sup>33</sup>

Es notable que en ciudades principalmente del norte del país, en donde a pesar de que el agua es escasa, se tiende a un mejor manejo del recurso, además de que presentan niveles de recaudación más elevados debido a los mayores costos de obtención del agua, lo que se traduce en mayor eficiencia global; mientras que en ciudades del sur y sureste, la abundancia de agua hace que el manejo adecuado de la misma no sea una prioridad. Mención aparte merecen los organismos operadores de las ciudades de Celaya y Puerto Vallarta, cuyos niveles de eficiencia global por arriba del 70% demuestra una gran capacidad de gestión por parte de estos dos entes.

Pero además de los indicadores de eficiencia hasta aquí mencionados, existen otros indicadores que nos permiten entender donde están las deficiencias del prestador de servicio. El conocimiento y permanente seguimiento de varios indicadores permite a los organismos llevar a cabo una mejor toma de decisiones y a evaluar el impacto real de las acciones que vayan implementando para mejorar su situación.

Algunos de estos indicadores son la cobertura de agua potable, alcantarillado o saneamiento; que como vimos en apartados anteriores, ya no sólo se trata de una cuestión meramente técnica. En la actualidad elevar las coberturas de dichos servicio se considera esencial para mejorar la calidad de vida de la población mexicana, a pesar del crecimiento y la mala distribución de ésta y de las restricciones en la disponibilidad del recurso.

<sup>33</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, "Estudio de resultados actuales y documentación de experiencias del programa PATME", folleto.



Retomado el tema de la disponibilidad, si bien es cierto que cada vez tenemos menos agua a nuestra disposición, también lo es el hecho de que cada habitante necesita cierta porción de ésta para cubrir al menos sus necesidades básicas diarias. Por tal motivo la CONAGUA ha determinado los consumos unitarios domésticos clasificados por tipo de usuario y en función de la temperatura media anual de la población.

*Tabla 3.1.1. Consumos unitarios domésticos por tipo de usuario en función de la temperatura media anual de la población*

Clima	Consumo unitario por clase socioeconómica (l/hab/día)		
	Residencial	Media	Popular
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

Fuente: CONAGUA, 2009<sup>34</sup>

Esta tabla nos indica la cantidad de agua que debiera utilizar un habitante común tomando en cuenta todas sus actividades y necesidades en un día típico promedio en una población y éste puede ser determinado de forma individual o por tipo de usuario a partir de los volúmenes micromedidos para evaluar si se encuentran en el rango adecuado o los son excesivos.

La dotación es otro indicador que se encarga de determinar la cantidad de agua que le corresponde a cada habitante de la población, considerando todos los consumos de los servicios así como las pérdidas en la red; y se obtiene al dividir el volumen de producción entre la población total.

$$Dotación_{por\ habitante} = \frac{Volumen_{promedio\ diario\ producido\ en\ fuentes\ de\ abastecimiento}}{Población\ Total}$$

Aún cuando la dotación por habitante al día se determina durante el proyecto del sistema de agua potable, el valor irá variando dependiendo del grado de deterioro de las redes y las fugas; y conforme se incorporen nuevos usuarios a la red de distribución, sobre todo si no hay construcción de nueva infraestructura ni mejoras sustanciales en las eficiencias de la infraestructura existente.

Otro indicador relacionado con la calidad del servicio que reciben los usuarios por parte del organismo operador, es la continuidad del servicio. En ocasiones el organismo operador recurre a lo que se conoce como tandeo, con lo cual produce que ciertas colonias o sectores no reciban agua potable durante las 24 horas del día. Tal efecto no solo produce

<sup>34</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

disgusto entre la población al no poder disponer del líquido en cualquier momento que se necesite; también la red se ve afectada por los cambios de presión producto de los cortes al servicio, acortando considerablemente su vida útil. El dato de las tomas con servicio continuo se determina del total de las tomas registradas en el padrón de usuarios, menos aquellos registros que reporten no recibir el servicio durante las 24 horas.

$$\textit{Continuidad en el Servicio} = \frac{\textit{Tomas con servicio continuo}}{\textit{Total de tomas activas registradas}} \times 100$$

Por último hay una serie de indicadores de eficiencia más enfocados a la parte técnica, es decir a la operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Uno de los más importantes es la incidencia de energía eléctrica, ya que este es un gasto preponderante en la operación de los sistemas de agua potable, más aún si durante la extracción y la conducción se hace necesario el uso de bombas. Este indicador representa el porcentaje erogado en energía en razón de los costos operacionales, y se toma del registro contable de costo de la energía eléctrica o de los recibos emitidos por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

$$\textit{Incidencia de la Energía Eléctrica} = \frac{\textit{Costo de la Energía Eléctrica}}{\textit{Costos Operacionales}} \times 100$$

En este ámbito existe un segundo indicador que nos habla acerca de la cantidad de energía que se requiere para producir el volumen total del agua que se suministra a la red, y se conoce como indicador energético y se expresa en unidades de kWh/m<sup>3</sup>. Es así como finalmente el organismo operador calcula el costo unitario de energía o costo específico por unidad de energía consumida, el cual depende de varios factores como el tipo de tarifa eléctrica contratada, el factor de carga y factores que inciden en la facturación energética como la penalización o bonificación por el factor de potencia de la instalación.

$$\textit{Indicador Energético} = \frac{\textit{Energía total consumida}}{\textit{Volumen total de agua producida en captaciones}}$$

En el ámbito administrativo existe un par de indicadores más que nos hablan acerca de la factibilidad y viabilidad de los trabajos realizados por los organismos operadores, así como por el personal que labora para él. El primero de estos indicadores, es el índice laboral, también denominado productividad o eficiencia administrativa. Este indicador nos muestra la cantidad de empleados que laboran para un organismo operador en relación con el número de tomas que el organismo tiene registradas como activas. Estándares internacionales sugieren no más de seis empleados por cada mil tomas para países con el nivel de desarrollo similar al de México.

$$\textit{Índice laboral} = \frac{\textit{Número de empleados}}{\textit{Total de tomas activas resitradas}}$$

El último indicador es la razón de trabajo modificada (working ratio), el cual nos indica la relación existente entre lo que el organismo gasta para dar el servicio y lo que recupera a través de las cuotas recibidas por concepto de agua potable. Si este indicador es mayor a uno, se dice que el organismo operador está gastando más en producir que lo que recupera por lo que vende.

De esta forma, se torna importante determinar los indicadores de gestión y operación que permitan a los organismos operadores lograr mayores niveles de eficiencia global a través de las acciones de incremento de eficiencias física y comercial; puesto que a través de ellos se puede evaluar el desarrollo del avance que se logra en el sistema, y en consecuencia se pueden establecer las políticas y programas en este sentido.

A continuación se muestra una serie de indicadores de gestión de algunos organismos operadores del país, con base en un estudio del Consejo Consultivo del Agua.

*Tabla 3.1.2 Indicadores de eficiencia de algunos organismos operadores de México.*

Localidad	Índice de competitividad estatal 2008	PIB per cápita por estado	Cobertura de agua potable	Cobertura de alcantarillado	Cobertura de saneamiento	Micromedición	Eficiencia			Índice laboral (empleado/1000 tomas)
							Física	Comercial	Global	
Acapulco	30,6	0,05	90%	86%	25,8%	8%	34%	79%	26,9%	12,5
Aguascalientes	50,3	0,11	98%	97%	96,0%	85%	69,3%	93%	64,2%	2,94
Cancún	43,1	0,14	100%	91%	84,6%	75%	54%	98%	52,9%	2,94
Chihuahua	52	0,11	96%	90%	92,5%	96%	55%	90%	49,5%	3,33
Ciudad Juárez	52	0,11	98%	88%	86,3%	80%	90%	82%	73,8%	2,50
Ciudad Neza	31,8	0,07	98%	99%	3,5%	2%	75%	65%	48,8%	4,17
Culiacán	39,4	0,08	95%	90%	100,0%	99%	69%	91%	62,4%	3,85
D. F.	64,1	0,22	99%	99%	9,9%	20%	56%	79%	44,2%	5,26
Ecatepec	31,8	0,07	95%	90%	18,9%	21%	36%	38%	13,7%	2,17
Guadalajara	40,9	0,1	93%	89%	1,5%	90%	65,6%	66%	43,5%	3,23
Hermosillo	43,2	0,12	98%	93%	12,7%	58%	56,2%	83%	46,5%	3,70
León	39,2	0,08	99%	99%	100,0%	100%	61,8%	93%	57,3%	3,03
Mérida	38,5	0,08	98%	5%	2,9%	94%	63,8%	89%	56,8%	3,13
Mexicali	52,6	0,11	99%	95%	100,0%	100%	82%	80%	65,8%	4,00
Monterrey	58,9	0,2	100%	100%	100,0%	100%	73,5%	93%	68,1%	4,17
Morelia	32,2	0,07	97%	91%	40,8%	sin info.	31,6%	51%	16,2%	4,35
Naucalpan	31,8	0,07	98%	87%	5,4%	53,1%	77%	66%	50,8%	sin info.
Puebla	31,7	0,07	94%	92%	68,9%	39%	53,5%	55%	29,4%	3,23
Querétaro	49,5	0,12	97%	98%	35,8%	93%	55%	92%	50,8%	3,45

Saltillo	49,9	0,15	100%	88%	98,0%	99%	72,3%	98%	70,7%	2,04
San Luis Potosí	38	0,08	97%	90%	73,1%	62%	52,9%	64%	33,7%	2,63
Tampico	46,6	0,12	99%	94%	37,4%	77%	58,6%	77%	45,4%	5,26
Tijuana	52,6	0,11	97%	87%	78,2%	93%	80,1%	92%	73,5%	3,70
Tlanepantla	31,8	0,07	99%	100%	5,9%	90,6%	36%	64%	23,0%	11,11
Toluca	31,8	0,07	86%	88%	60,0%	9%	55,2%	64%	35,2%	7,69
Veracruz	32,6	0,07	97%	78%	47,7%	13%	75%	80%	60,0%	5,88
Promedio :						61%	78%	49%		4,4

Fuente: Consejo Consultivo del Agua, 2010<sup>35</sup>

En el caso del índice laboral, una vez más se puede apreciar que aunque el promedio grueso cumple con los estándares internacionales de no utilizar más de seis empleados por cada mil tomas, aún se pueden observar muchas variaciones de un organismo a otro. La mayoría de ellos cumple satisfactoriamente, aunque hay casos como el de los organismos operadores de Acapulco y Tlanepantla, que no sólo no cumplen con el estándar internacional, sino que además prácticamente utilizan el doble de recursos humanos por cada mil tomas registradas, hecho que se ve reflejado en sus bajos niveles de eficiencias.

Por otro lado, se puede apreciar que el organismo operador de Ecatepec presenta la eficiencia global más baja, alcanzando apenas un 13.7%. La razón de tan bajo nivel, quizá sea porque Ecatepec se encuentra en un región de la zona metropolitana de la Ciudad de México, en donde a partir de 2001 se dejaron de publicar indicadores para varios municipios, a pesar de la gran presión que existen sobre los recursos hídricos en la zona.

En resumidas cuentas, el contar con una serie de indicadores de gestión, eficiencia y operación nos permite saber la forma en que está trabajando el organismo operador a través de la realización de auto-diagnósticos. Los auto-diagnósticos ofrecen las herramientas necesarias para la planeación, administración y operación de infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento. Este procedimiento de auto-diagnóstico sirve al área directiva del organismo como una herramienta cotidiana para el desarrollo de sus funciones y las labores del personal que de ellos dependen, que facilite las acciones de planeación y programación, así como la distribución equitativa de las operaciones de todos y cada uno de los trabajadores en su organismo operador.

De esta manera, se promueve el fortalecimiento de la gestión desde un enfoque proactivo, dejando de lado funcionamientos aparentes y erróneos del sistema, e incentivando adoptar medidas correctivas como la reubicación de los recursos humanos para el mejoramiento de la productividad y la modernización de las rutinas y procedimientos tradicionales.

<sup>35</sup> Consejo Consultivo del Agua, 2010, “La gestión del Agua en las Ciudades de México: Indicadores de desempeño de Organismo Operadores”, Enero 2010, 34 págs.

El uso de indicadores dentro del sector agua, también permiten prácticas de competencia saludable entre diversos organismos operadores de diversas regiones o zonas, a través de la implementación de procedimientos rutinarios de medida de la eficiencia que además promueven de manera natural la mejora de las actualizaciones.

Además, se puede lograr una respuesta más rápida y de mayor calidad de la operación del sistema de abastecimiento y al mismo tiempo permiten una monitorización más fácil de los resultados del funcionamiento. Por el buen lenguaje técnico que constituyen, facilitan en gran medida las auditorías y por tanto las personas encargadas de analizar y asimilar los resultados pueden expresar de mejor forma sus recomendaciones financieras, administrativas y operativas.

### 3.2 Eficiencia Física

Al evaluar la eficiencia del servicio dentro del escenario de ingeniería de producción y distribución, muchas veces encontraremos que dentro de sus actividades se descuidan principalmente aquéllas que tienen relación con el óptimo mantenimiento de la infraestructura hidráulica, así como con la hermeticidad de la red, de los sistemas de bombeo e instalaciones electromecánicas y de la calidad del agua que se proporciona. La priorización de tales actividades es de suma importancia, ya que de lo contrario se seguirán ocasionando 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.

Sin embargo, es preciso hacer notar que algunas de estas actividades se enfocan en el aumento de la eficiencia, mientras que otras más ayudan a controlar los niveles de eficiencia que se han alcanzado.

Algunas de las principales actividades que ayudan a los organismos operadores a fortalecer el área de producción y distribución del servicio son:

*Tabla 3.2.1 Proyectos que incrementan la eficiencia física y su control.*

<b>Proyectos que incrementan la eficiencia física</b>	<b>Proyectos que controlan la eficiencia física alcanzada</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias</li><li>2. Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas</li><li>3. Localización y reparación de fugas en tuberías principales y secundarias, y tanques</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sectorización de la red de distribución</li><li>2. Formación de recursos humanos en eficiencia física</li><li>3. Macromedición</li><li>4. Catastro de infraestructura hidráulica y de redes</li><li>5. Control operacional</li><li>6. Control de fugas</li></ol>

Fuente: Ochoa L. 2005<sup>36</sup>

Como se puede apreciar, el incremento de la eficiencia física de un sistema de agua potable depende en gran medida de la eliminación y el control de fugas.

<sup>36</sup> Ochoa Alejo, 2005, “Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable”, México, 100 págs.

Los elementos de la eliminación de fugas esencialmente son trabajos de tipo estructural, que incluyen reparación, sustitución y rehabilitación de tuberías y accesorios. La reparación de fugas puede llevarse a cabo mediante la rehabilitación del elemento dañado o mediante la sustitución del tramo dañado, basando la decisión en factores como lo son las presiones de la red, tipo de terreno, vida útil de la tubería, tipo y calidad del material, operación de la red y/o los programas de mantenimiento que ésta reciba.

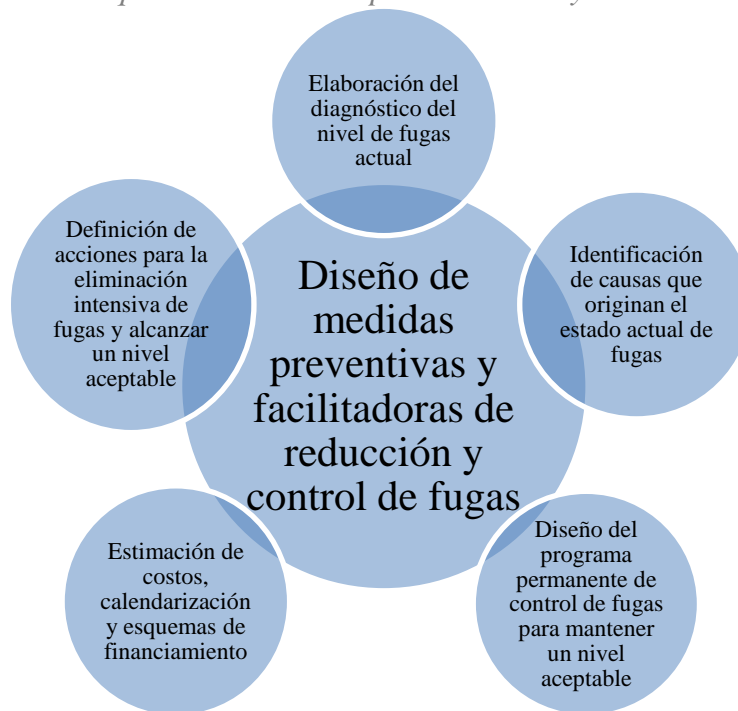
Por su parte, los elementos de control de fugas son de tipo no-estructural, ya que considera prácticas encaminadas a disminuir el tiempo desde que aparece una fuga hasta que ésta se elimina, a través de la revisión y ajuste continuo de procedimientos y acciones, con el fin de aumentar la eficacia de la conservación y mantenimiento de la red de distribución.

El control de fugas es una actividad continua en donde se establecen los procesos para la localización y eliminación de fugas, y se apoya en un monitoreo diario de la red, los reportes de fugas por parte de los usuarios, elaboración periódica de balances y muestreos de evaluación. Dentro de estos trabajos se pueden encontrar englobados algunos otros que de igual forma ayudan a controlar la eficiencia alcanzada, como lo es el manejo de presiones en la red, la sectorización hidráulica de la distribución de agua, la implementación de macromedición, el desarrollo y actualización del catastro de la red, el monitoreo y análisis estadístico de ocurrencia de fugas, y la capacitación y entrenamiento del personal del organismo operador.

La definición de estas acciones, acompañadas de estrategias y recursos, tiende a reducir las fugas al nivel mínimo deseable y tratan de mantenerlo así en el largo plazo y en condiciones de viabilidad técnica, económica, financiera e institucional.

Desde esta perspectiva, a continuación se muestran los seis bloques de actividades que implican el control y reducción de fugas:

Figura 3.2.1 Bloques de actividades para el control y reducción de fugas



Fuente: CONAGUA, 2009<sup>37</sup>

Para que estas medidas resulten más efectivas, es necesario que sean implementadas de forma integral, ya que mientras más áreas del organismo operador se involucren, se podrán identificar nuevas causas y aportar soluciones que no precisamente sean de origen técnico. Un ejemplo de esto sería el hecho de que las fugas de agua potable en gran medida pueden deberse a que los materiales adquiridos por el departamento de compras no cumplen con la calidad necesaria; o porque los usuarios no tienen la suficiente comunicación o cultura para reportar las fugas.

La identificación de las causas que originan los niveles actuales de fugas, tiene como objetivo principal evidenciar las carencias y deficiencias que aquejan a un sistema de agua potable, al comparar los resultados de la ocurrencia de fugas y los procedimientos que utiliza el prestador del servicio en el control, contra un marco de referencia definido como el estado óptimo y eficiente.

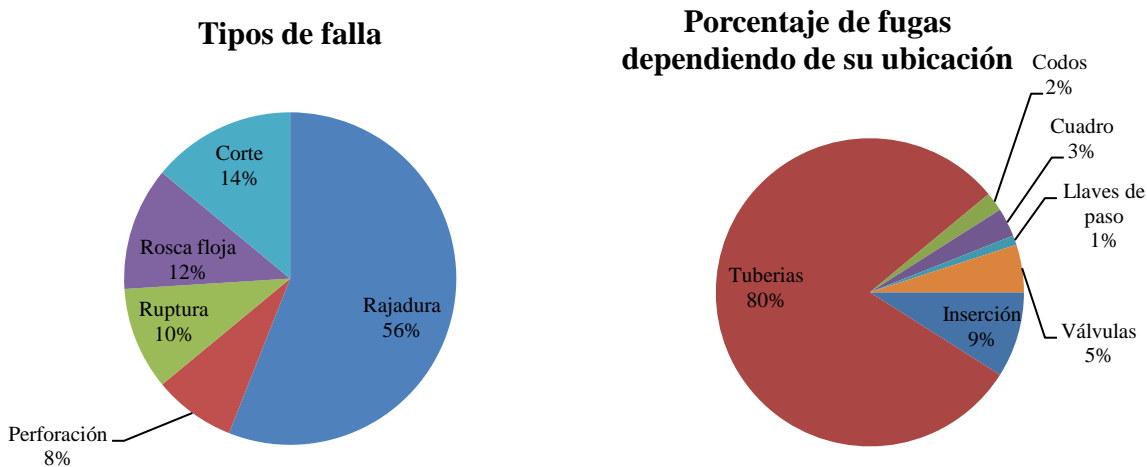
El cálculo del nivel actual de fugas y las causas físicas de su ocurrencia se basa en el balance de agua, y comúnmente es expresado en porcentaje del volumen suministrado anualmente al sistema de agua potable. Como anteriormente se menciona, las fugas pueden presentarse por la falla o deterioro de algunos elementos de la red, como en tomas domiciliarias, en cajas de válvulas y en tuberías principales y secundarias; pero también por

<sup>37</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México, 227 págs.



operaciones mal ejecutadas, como derrames de tanques o depósitos, vaciados accidentales y la falta de hermeticidad de equipos y accesorios. En seguida se detalla su ocurrencia:

Figura 3.2.2 Tipos de falla y porcentaje de fugas dependiendo de su ubicación



Fuente: CONAGUA, 2009<sup>38</sup>

Pero además de la ocurrencia de fugas por estas causas, pueden darse por múltiples razones más, como puede ser la variación de presiones que tiene lugar en la red de distribución, la antigüedad de las tuberías, el diámetro de la mismas, y por último la calidad de los materiales utilizados. El control de calidad de los materiales utilizados en la reparación de fugas y sus procedimientos constructivos y de mano de obra son determinantes en la ocurrencia o no de fugas dentro de la red de distribución.

De acuerdo con la CONAGUA, en México la ocurrencia de fugas en tomas domiciliarias y en tuberías de la red es del 27%. También se ha determinado que en las redes de los sistemas de agua potable se pierde del orden del 32% del caudal que se produce en las captaciones. De esta forma, de cada litro que se pierde en una fuga se pierde el dinero que se necesita para producirlo, es decir se pierde el dinero necesario para pagar la energía eléctrica para bombear el agua y el cloro que se inyecta para desinfectarla.

Lo cierto es que no todas las pérdidas reales potenciales pueden ser detectadas y reducidas, ya que siempre existirán las llamadas fugas latentes, las cuales no pueden detectarse, o bien, no es rentable tratar de localizarlas. En el ámbito internacional de los países desarrollados el límite permitido para este tipo de fugas es de alrededor de 15% del volumen que se suministra; pero por las condiciones que actualmente se viven en los sistemas de agua potable de nuestro país, lo más factible y viable será lograr un 20%.

<sup>38</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, "Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable", Edición 2009

En el caso de las pérdidas aparentes, es decir aquellas que resultan de usos clandestinos y tomas no registradas, pueden regularizarse a casi el 100% a través de un adecuado programa de trabajo sobre actualización del padrón de usuarios y con un sistema de facturación efectivo.

Pero además de las acciones que conforman el proceso de reducción de fugas existe una serie de subproyectos que, además de estar relacionados con el control de las fugas, su implementación de por sí ayuda a conservar los niveles de eficiencia física logrados. Cada subproyecto tiene que ser diseñado individualmente, pero con una visión integral del organismo operador; y su implementación conducirá a estabilizar un nivel de fugas óptimo y encontrar la autosuficiencia administrativa y financiera del mismo.

Uno de los subproyectos básicos es el **catastro de infraestructura hidráulica** y de redes. Tal proyecto tiene por objeto poseer un conocimiento ordenado y oportuno del estado físico que guarda la red de distribución y el sistema de abastecimiento. Cabe aclarar que el catastro está conformado por una serie de planos y fichas técnicas que sirven para ubicar de manera gráfica los elementos de la red y de las instalaciones, y también para referir sus características físicas como el tipo de material, diámetro, profundidad, estado de deterioro y aquellos que ayudan a identificar plenamente cada elemento del sistema. Al ser implementado, facilita la localización de tramos y elementos de la red de agua potable. De esta forma el tiempo empleado en la búsqueda de fugas para su reparación, se verá reducido, lo cual se traducirá en importantes ahorros económicos para quien preste el servicio y para quien lo recibe. Otro beneficio de este tipo de acciones será la simplificación de tareas como lo son las pruebas de aislamiento de distritos hidrométricos y la rehabilitación de tuberías.

Otro proyecto relacionado íntimamente con la reducción de fugas, es el **control operacional** por parte del organismo operador. Este proyecto tiene como objetivo la obtención, procesamiento, análisis y divulgación de datos de caudal, presión y nivel de agua, a través de diagnósticos específicos de funcionamiento de los elementos hidráulicos del sistema de agua potable. Su impulso permite la valoración de dichos parámetros hidráulicos, así como establecer controles automáticos de presión y gasto. También a través de la implementación de esta actividad, se pueden simular modelos hidráulicos en situaciones de reparación de fugas para la toma de decisiones oportunas y confiables.

Hoy en día se hace indispensable la implementación de un sistema óptimo de **macromedición**. La macromedición es el conjunto de equipos, elementos y actividades destinadas a obtener datos de los sistemas de producción, conducción y distribución de agua potable relativos al gasto, presión y niveles de agua. El desarrollo de este proyecto ayuda al organismo operador a precisar los volúmenes producidos de agua potable que son suministrados a la red en los balances de agua, y también en las pruebas de distritos hidrométricos para la detección de fugas. Este proyecto acompañado del control de fugas

ayudará a los organismos operadores a elevar sus niveles de facturación y recaudación, al ser plenamente conscientes de lo que producen y al tener la certidumbre de que cada vez pierden menos agua durante el proceso de abastecimiento a los usuarios. Para la correcta formulación de este proyecto, es necesario que previamente se hayan establecido los proyectos de catastro de red y control de la operación del sistema.

Pero para que todas estas acciones surtan efecto, es fundamental la **formación de los recursos humanos** involucrados en las diversas actividades relacionadas con el incremento de la eficiencia física. La capacitación y entrenamiento del personal del organismo operador, se realizan en función de las prioridades, desempeño de los trabajadores y el impacto hacia la institución; para así tender hacia la efectividad y sustentabilidad de las acciones respectivas.

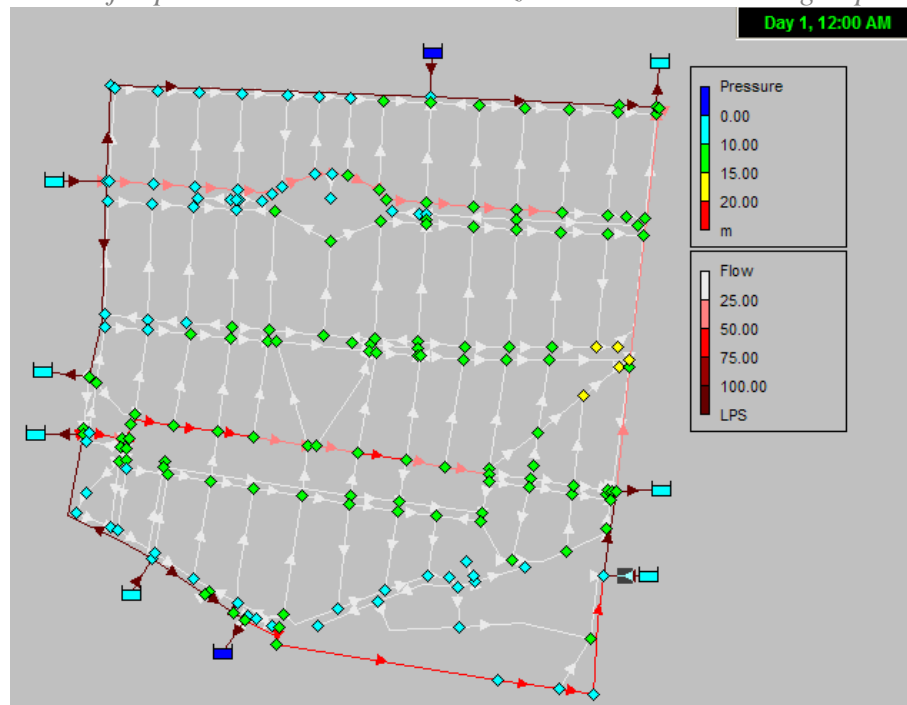
En ocasiones, muchas de estas actividades se acompañan de programas de **comunicación social**, los cuales a través de propaganda comercial e impresa, invitan a los usuarios a tomar conciencia sobre el cuidado del agua y la denuncia de la ocurrencia de fugas en el sistema de abastecimiento.

Por otro lado, la **sectorización de redes** de agua potable es un esquema que permite al organismo operador incrementar los niveles de eficiencia de manera rentable y hasta cierto punto de manera rápida. Esta actividad tiene como objetivo principal 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 de esta manera ahorrar agua; además puede llegar a facilitar en gran medida las labores de mantenimiento así como el control de fugas; aprovechar las oportunidades de ahorro de energía y ampliar la cobertura del servicio.

La sectorización de redes de agua potable trata de formar elementos separados físicamente unos de otros, pero hidráulicamente interconectados mediante líneas de conducción o circuitos primarios de la red que entreguen el agua a través de una fuente de abastecimiento bien definida y con capacidad suficiente para cubrir la demanda de los usuarios y sus variaciones en el tiempo. El diseño de cada sector se realiza en función de la topografía, la ubicación y capacidad hidráulica de las captaciones, rebombes, tanques, conducciones y tuberías, y a la demanda de agua de los usuarios. Cabe señalar que un sector puede contener varios distritos hidrométricos, y éstos a diferencia de un sector, se aíslan temporalmente mediante movimientos de válvulas para realizar pruebas de consumo, detectar fugas y evaluar la eficiencia física.

Para la realización de un sector es necesario considerar datos como la dotación por habitante y los gastos de diseño, así como realizar una proyección de la demanda en el tiempo, y considerar las zonas de crecimiento de la mancha urbana. No obstante, en los proyectos de sectorización el periodo de diseño es corto, del orden de uno o dos años, por tratarse precisamente de elevar la eficiencia del sistema de manera rápida. Además se tendrá que considerar que la forma que tome el sector y el número de usuarios dentro de éste, dependerán en gran medida de la disponibilidad de agua y de la infraestructura existente.

Figura 3.2.3 Ejemplo de un modelo de sectorización de una red de agua potable



Fuente: Escorza & Zamora, 2008<sup>39</sup>

La implementación y puesta en marcha de un proyecto de sectorización requiere procedimientos técnicos y logísticos de actividades que implican un alto nivel de ingeniería aplicada. En esta etapa se incluye la construcción de sectores hidráulicos, que a su vez considera todos los trabajos relacionados con el aislamiento y conformación de los sectores, y del esquema de entrega de agua.

<sup>39</sup> Escorza & Zamora, 2008, “Diseño de un sector de la red de distribución de agua potable del Distrito Federal (Sector Polanco–Reforma & Polanco–Chapultepec)”, UNAM, México

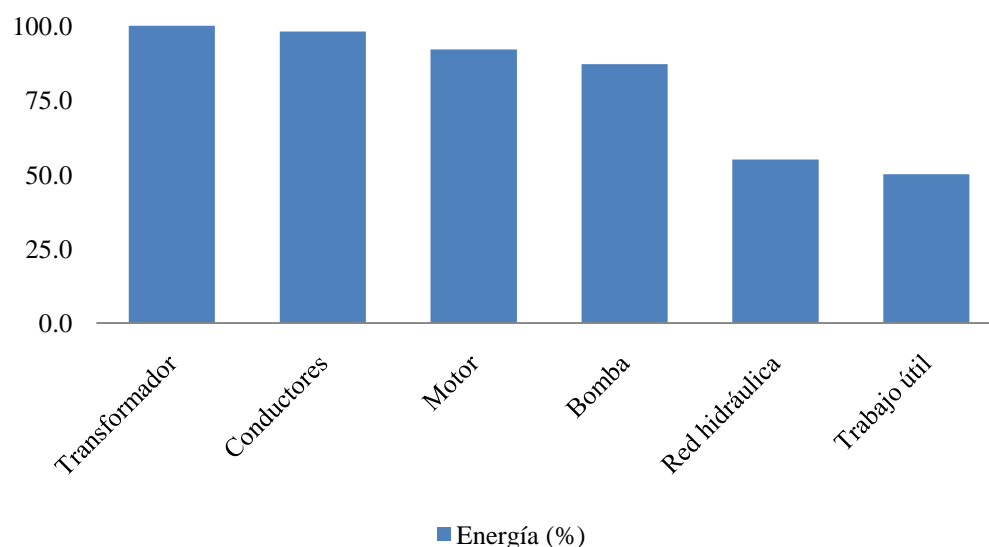
Una vez que todos los trabajos de obra civil y fontanería de la construcción se encuentren terminados, se empieza con la instrumentación de los sectores. En esta etapa se instalan los equipos de bombeo, válvulas automáticas y equipo de mejora energética, tomando en cuenta los tiempos de entrega de cada equipo para evitar retrasos en la puesta en marcha de los sectores.

Finalmente, como último elemento a evaluar dentro del proceso de producción y distribución, se encuentra la **eficiencia energética**. El desperdicio de energía eléctrica dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable es muy común, debido a que si el agua que se bombea se pierde en fugas o es gastada de manera indiscriminada por los usuarios, se propician mayores costos operativos por concepto de energía eléctrica para el organismo operador.

Además cuando los equipos se desgastan por su uso y por condiciones operativas inadecuadas, la eficiencia disminuye y por tanto se debe aumentar la potencia, aumentando también de forma considerable el consumo de la energía. De manera adicional, las tarifas contratadas por la venta de energía eléctrica y el número de horas anuales de operación de los equipos, son factores determinantes en los costos que el organismo operador tiene que cubrir año tras año.

La distribución típica de pérdidas de energía, dentro de las instalaciones del sistema de agua potable, se muestra a continuación:

*Figura 3.2.4 Distribución típica de pérdidas de energía*



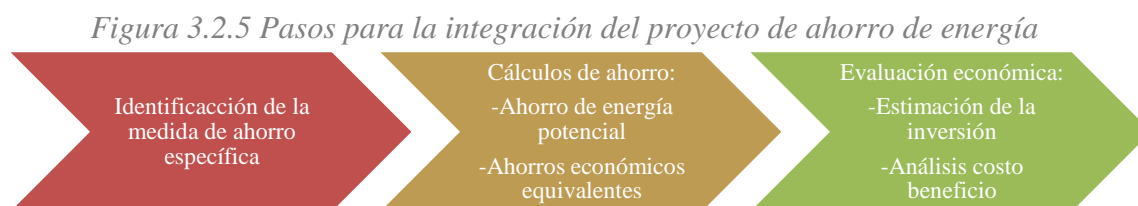
Fuente: CONAGUA, 2009<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

Se aprecia que las mayores pérdidas de energía se dan en el paso de las bombas a la red hidráulica, es decir cuando la energía mecánica es transformada en energía hidráulica, y en ocasiones tal pérdida llega a alcanzar niveles de hasta 40 o 45%. También se observa que la energía consumida en trabajo útil es de alrededor de 50%, aunque no es extraño encontrar sistemas de bombeo con pérdidas de hasta 60%, o sea, sistemas que presentan eficiencias energéticas de 40%.

Precisamente es en el paso de las bombas a la red de distribución en donde se puede hallar más posibilidad para la optimización y el ahorro de energía. Esto se logra a través del desarrollo de ciertos proyectos y recomendaciones a implementar en las instalaciones electromecánicas y de distribución de agua potable, en donde además de ahorro en el consumo, también permitirán la reducción de la facturación energética.

Las actividades de mejora de eficiencia energética deben de llevarse a cabo de tal forma que, aquellas que tengan mayor impacto en el ahorro del consumo de energía tengan prioridad, para después dar lugar a aquellas que mejoren la gestión energética, reduzcan los costos y mejoren la administración de la energía. El proceso que se debe seguir se ilustra a continuación:



Fuente: CONAGUA, 2009<sup>41</sup>

Partiendo de este punto se pueden identificar tres tipos de acciones para lograr el ahorro de energía:

1. *Medidas que reducen directamente el consumo de energía.* Se relacionan con la disminución de las pérdidas de energía en los diferentes procesos de transformación y conducción en los sistemas eléctrico, motriz y de distribución hidráulica.
2. *Medidas que reducen el costo energético.* Influyen en el costo de la energía y se enfocan en sacar el máximo provecho de la estructura tarifaria para pagar menor cantidad de dinero por la energía eléctrica que se consume.
3. *Medidas que derivan de la optimización de la operación hidráulica.* Resultan del análisis de la operación hidráulica de la red y pueden incluir cualquier medida de reducción de consumo o de costos. Consisten en determinar y cuantificar adecuadamente los ahorros de energía que resulten de los cambios en la forma de operar el sistema de distribución.

<sup>41</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

Algunas de las principales medidas que permiten al organismo operador incrementar la eficiencia energética a través del ahorro de energía son:

*Tabla 3.2.2 Principales medidas que reducen el consumo energético*

<b>Sistema</b>	<b>Medida genérica</b>	<b>Medida específica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Sistema motor-bomba</b>	Optimización de la eficiencia	Baja Inversión	Adecuación del equipo de bombeo a los puntos de operación reales
			Ajuste de la posición de los impulsores en bombas de turbina con impulsor semiabierto
		Media Inversión	Sustitución del moto-bomba
			Sustitución del conjunto moto-bomba
	Mantenimiento predictivo y preventivo	Baja Inversión	Monitoreo periódico de parámetros mecánicos como vibración, temperaturas, etc.; y los relacionados con la eficiencia electromecánica
			Lubricación de equipos, sustitución de ellos, apriete de tornillería, chequeo de alineación, ajuste de conexiones, sustitución de componentes menores de equipos
<b>Sistema de distribución hidráulica</b>	Optimización de cargas de bombeo	Baja Inversión	Corrección de defectos en la configuración de tuberías de descarga y en la operación
		Alta Inversión	Reducción de pérdidas por cortante en conducciones (sustitución de conducciones ó adecuaciones)
	Control de presiones y caudales	Media Inversión	Instalación de variadores de velocidad para el funcionamiento de los equipos de bombeo
		Alta Inversión	Instalación de tanques de regulación
<b>Sistema eléctrico</b>	Optimización de las instalaciones eléctricas	Baja Inversión	Optimización del factor de potencia
			Corrección de los desbalances de voltaje (conexiones, sustitución de conductores)
			Corrección del voltaje de suministro al motor, (valor nominal o de placa)
		Media Inversión	Reducción de pérdidas eléctricas por efecto Joule (sustitución de conductores y equipos)

Fuente: CONAGUA, 2009<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

Tabla 3.2.3 Medidas que reducen el costo energético

Medida genérica	Medida específica	Descripción
Medidas administrativas de reducción de costo energético	Baja Inversión	Selección de tarifa eléctrica a contratar por la que resulte más económica de entre las opciones en media tensión
		Control manual de la demanda en hora punta
Medidas de inversión	Media Inversión	Control automático de la demanda
		Cambio de la tarifa eléctrica en media tensión por una tarifa en alta tensión

Fuente: CONAGUA, 2009<sup>43</sup>

Pero además de las acciones de ahorro de energía, existe otro tipo de medidas de ahorro, que resultan una vez realizadas las acciones para elevar la eficiencia física y la hidráulica. En seguida se detallan tales actividades:

Tabla 3.2.4 Medidas de ahorro de energía resultantes de la optimización hidráulica

Aspecto	Medida Genérica	Medida específica
<b>Optimización integral de la operación hidráulica</b>	Redistribución volumétrica equilibrada -Macro sectorización	Operar solamente las bombas y las horas estrictamente necesarias
	Programa de recuperación de caudales	Reducir al mínimo el caudal requerido y por ende la potencia de bombeo
	Control de presión y gasto en las redes -Variadores de frecuencia -Válvulas hidráulicas auto-controladas	Operar fuera de hora pico sin afectar la continuidad del servicio -Uso óptimo de variadores de frecuencia -Optimizar la eficiencia electromecánica sin arrastrar ineficiencias en la carga actual

Fuente: CONAGUA, 2009<sup>44</sup>

Estas acciones son factibles de realizarse en dos partes; la primera parte incluye a aquellas actividades que aplican exclusivamente del lado del suministro y se denominan de rápida implementación, y aquellas que además consideran la demanda, nombradas también de mediano plazo.

Las acciones de rápida implementación sirven para determinar los ahorros de energía con las condiciones actuales de operación del sistema, es decir, sin corregir las deficiencias que presente la red, ni reducir los niveles de fugas existentes. Como acciones

<sup>43</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009

<sup>44</sup> Ídem



de este tipo se consideran la adecuación y/o cambio de equipos de bombeo y de motores existentes, y control de presiones mediante variadores de velocidad.

Por su parte, aquellas actividades de implementación a mediano plazo, requieren de un análisis conjunto con los resultados que se obtengan durante la implementación de acciones que elevan la eficiencia física, debido a que las condiciones de operación cambiarán al redistribuir los caudales, presiones en la red y reducción de fugas de agua potable.

Con base en los resultados que arroje el proyecto de sectorización de la red en lo que respecta a operación y redistribución de caudales, se analiza la capacidad de cada sector para aplicar medidas de ahorro de energía, tales como sustitución de equipos de bombeo, aplicación de variadores de velocidad en sistemas con inyección de agua potable directa a la red, etc. Además las características de gasto, carga y operación de los equipos de bombeo propuestos para la sectorización, se evalúan para determinar la energía que demandarán así como el costo de la misma; estas características se comparan con las estadísticas de consumo energético del año de estudio y el resultado de la comparación se considera como un potencial ahorro energético y de agua, derivando de la aplicación del proyecto de eficiencia hidráulica.

Como paso final para cualquier proyecto se calculan las cantidades y costos de las actividades individuales, así como su calendarización y su presupuesto. Asimismo, se deben de recomendar los posibles esquemas de financiamiento, los cuales deben de expresarse por escrito en el informe final del programa.

Un punto importante es la priorización de las acciones, la cual se realiza a través de la relación beneficio-costos o bien atendiendo a su secuencia lógica de ejecución. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las acciones para la eliminación de fugas dependen de algunos subproyectos básicos que a su vez dependen de su grado de desarrollo, además de que el control de las fugas depende de que se ejecuten algunas acciones de eliminación intensiva.

Siempre debe buscarse que la implementación de un control de fugas, con sus acciones de eliminación intensiva, medidas facilitadoras y subproyectos básicos, sean autofinanciables y promuevan la sustentabilidad del organismo operador. No obstante, frecuentemente los organismos operadores no cuentan con el capital suficiente para ejecutar las inversiones, por lo que recurre a instancias estatales, federales e internacionales para obtener créditos, siempre y cuando se demuestre a través de su análisis financiero que sus proyectos son rentables.

En resumen, que los organismos operadores cuenten con un programa de reducción de fugas, además de permitirles el ahorro de agua, los faculta para reducir considerablemente las pérdidas de presión, lo que trae como resultado ahorros de energía.

Además, las condiciones operativas (carga-gasto) cambiarán y se tienen que redistribuir los caudales y controlar las presiones en la red, por tanto se pueden adquirir bombas de mayor eficiencia y menor potencia. Así mismo, el ahorro por concepto de agua no desperdiciada se reflejará en la disponibilidad y ello traerá beneficios económicos como el aplazamiento de inversiones para nuevas fuentes de abastecimiento.

El mayor beneficio directo al reducir las fugas es el ahorro en costos de producción y distribución de agua, principalmente de energía eléctrica y potabilización. Otros beneficios para la eficiencia del servicio de agua, son la conservación de fuentes de abastecimiento locales, reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mejor imagen institucional, incremento en la continuidad y cobertura del servicio, mayor calidad del agua entregada a los usuarios así como mayor disponibilidad en cantidad y presión.

No obstante hay que tener en cuenta que muchas veces estos proyectos y acciones llegan a fracasar debido a que en ocasiones se procede a realizarlo aunque las personas encargadas del diseño y de la implementación de cierta actividad no conoce con certeza la naturaleza de las pérdidas que están por atender o simplemente no son consientes del impacto que tal actividad traerá consigo. Además se debe considerar que la reducción de pérdidas no es un problema técnico aislado, sino que está atado a la administración y operación global, y que también requiere un compromiso de largo plazo.

Estas deficiencias nos plantean la necesidad de revisar integralmente las instalaciones de distribución, instalaciones electromecánicas y el abastecimiento a la población, la operación del organismo, la comercialización del servicio, etc., lo que eventualmente nos lleva al proyecto de eficiencia integral, el cual se detallará en apartados posteriores.

### 3.3 Eficiencia Comercial

El segundo escenario dentro del cual puede ser evaluada la eficiencia del servicio de agua potable, es el de la comercialización. El análisis se enfoca a la evaluación del desempeño de las áreas de facturación, cobranza, contabilidad, padrón de usuarios, estimación de consumos, tarifas, control de suministros, comunicación social y comunicación y transporte. La bajo desempeño de estas áreas se traduce en 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 de cuidado del agua. (CONAGUA, 2009)<sup>45</sup>

Se estima que el porcentaje máximo de eficiencia comercial técnicamente alcanzable en México es del 95%, lo que implica mantener un nivel de pérdidas de agua por facturas no cobradas del 5%, respecto del volumen consumido por los usuarios. Para lograr esta meta se deben establecer medidas coercitivas para lograr la totalidad de los cobros a los usuarios morosos y tener el cuidado de facturar con base en tarifas que sean factibles de cobrar.

Para tales efectos los organismos operadores tienen a su disposición una serie de actividades, que al igual que en el área de producción y distribución, le permiten al organismo operador en primer lugar elevar la eficiencia comercial, para después dar paso a aquellas actividades que ayuden a controlar los niveles de eficiencia alcanzados. Algunas de las principales actividades que ayudan a los organismos operadores a fortalecer el área de comercialización del servicio son:

*Tabla 3.3.1 Proyectos que incrementan la eficiencia comercial y su control*

<b>Proyectos que incrementan la eficiencia comercial</b>	<b>Proyectos que controlan la eficiencia comercial alcanzada</b>
1. Ajuste de consumos de cuotas fijas 2. Corrección de errores de Micromedición 3. Localización y regularización de tomas clandestinas 4. Incremento de la base de pago	1. Formación de recursos humanos en eficiencia comercial 2. Padrón de usuarios 3. Micromedición y consumos 4. Control de pérdidas comerciales 5. Facturación y cobranza 6. Atención a usuarios 7. Tarifas

Fuente: Ochoa L. 2005<sup>46</sup>

<sup>45</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México, 227 págs.

<sup>46</sup> Ochoa Alejo, 2005, “Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable”, México, 100 págs.

Como se puede apreciar, las acciones que se encargan de incrementar la eficiencia comercial, lo hacen a través del aumento del volumen consumido por los usuarios, es decir a través de la reducción de pérdidas comerciales; y por otro lado, la eficiencia comercial alcanzada es controlada a través de un mayor volumen de facturas cobradas.

El proceso de incremento de eficiencia comercial da inicio con el **ajuste de consumos de cuotas fijas**. El objetivo de tal actividad es el de controlar los consumos de los usuarios que aún carecen de micromedidor, así como mantener las cuotas fijas en un nivel de asignación apropiado. El ajuste de consumos de cuota fija se realiza mediante un muestreo a usuarios sin medidor, instalando a cada uno un micromedidor provisional y se registran diariamente los volúmenes consumidos durante un mes. Mediante un análisis se calcula el promedio de consumo por toma para determinar la cuota fija adecuada, y finalmente se hacen las correcciones correspondientes en el padrón de usuarios.

Por su parte, la **corrección de los errores de exactitud de los micromedidores instalados**, permite al organismo operador reducir de forma directa el agua que no se contabiliza a través de pruebas a los micromedidores, en donde aquellos que rebasen el  $\pm 2\%$  de exactitud son llevados a taller o son reemplazados por uno calibrado o uno nuevo.

Además la **identificación e incorporación al padrón de usuarios de todos aquellos que se conectan de forma ilegal** a la red de distribución se considera vital para el incremento de la eficiencia. Muchas veces los usuarios realizan tomas domiciliarias clandestinas, conexiones fraudulentas o que el organismo operador no ha podido registrar, por lo que el organismo se da a la tarea de identificar aquellas conexiones que consuman menos de diez metros cúbicos al mes o aquellos predios ubicados en el catastro urbano que no aparezcan en el padrón.

Como última actividad de incremento de eficiencia comercial, se trata de incorporar a la facturación a aquellos usuarios que no pagan y se corrigen los **errores ocasionados por problemas de control en el padrón de usuarios**, en la micromedición, en las tarifas y en la atención de usuarios, para elevar el nivel de cobranza del organismo operador. La actividad se apoya en algunas campañas publicitarias, cobro extrajudicial, créditos fiscales y el corte del servicio.

Una vez que las anteriores acciones han logrado elevar los niveles de eficiencia comercial a través de su implementación, se procede con aquéllas que nos ayudarán a conservar tales niveles en el largo plazo.

Por tal motivo, es necesario contar con una serie de proyectos de control de eficiencia que ayudarán al organismo operador a reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre el surgimiento de un uso clandestino, error de medición, subestimación de cuotas fijas y su eliminación o regularización, a través de la revisión y ajuste de algunos

procedimientos, acciones y subproyectos, con el fin de sustentar la eficiencia comercial del organismo operador.

El control de pérdidas comerciales es una actividad continua en la cual se establecen los procesos necesarios para la coordinación de acciones de los subproyectos básicos de apoyo, los cuales se describen a continuación.

En primer lugar se hace indispensable disponer de un proceso sistemático y permanente de **actualización del registro de usuarios**, para que de esta forma se facilite la facturación de los servicios y de igual forma el registro de las fugas. El padrón de usuarios es un elemento esencial para la administración del organismo operador, además si se formula de manera correcta, servirá como elemento de control y de información en la planeación y comercialización de los servicios de agua potable. La implantación de este proyecto impacta de forma indirecta al facilitar al organismo operador las labores de evaluación de consumos y localización de usos clandestinos, y por otra parte apoya a la micromedición y a la identificación de ajustes de cuotas fijas.

En cuanto a la **micromedición**, es claro que los organismos operadores deben de disponer de un sistema que les permita controlar la utilización racional de los servicios de agua potable y que también los capacite para administrar de forma correcta los consumos de los usuarios. Para que este proyecto sea factible de realizarse es preciso que previamente se haya llevado a cabo el proyecto de la actualización del padrón de usuarios, ya que solo de esta forma se podrá precisar el nivel de eficiencia que se ha alcanzado y así reducir las pérdidas, al cuantificar correctamente los consumos. De igual forma, se podrá mejorar el manejo estadístico para la determinación de usos clandestinos y el ajuste de cuotas fijas.

Pero además es necesario que el organismo operador tenga alguna forma de garantizar el ingreso de los recursos financieros necesarios al menos para la operación de las redes. Por tal motivo el proyecto de **facturación y cobranza** se torna necesario, ya que a través de éste, se puede establecer una cuenta única para cada usuario, en donde se registren los valores correspondientes por el servicio que se presta y que permita cobrar tales valores en forma cíclica, y se registren y controlen los pagos efectuados por cada usuario. A través de estas acciones se permite la recuperación de montos por adeudo de usuarios morosos, ya que se proporcionan mejoras en el nivel de los servicios que contribuyen a la satisfacción del usuario.

No obstante, para que este proyecto sea realmente efectivo, es necesario que el organismo operador cuente con una comunicación continua con los usuarios del sistema, así como proporcionar la información precisa acerca de sus estados de cuenta, consumos y otros datos que se relacionen con su toma domiciliaria. Para cumplir con esto debe de implantar medidas para el cobro ágil y seguro de cuentas por pago del servicio, informar a

la ciudadanía de la importancia del cuidado y pago del agua potable, promover facilidades de pago como descuentos, condonaciones de multa y premios al pago oportuno.

Finalmente, el organismo operador a través de una serie de políticas, normas y procedimientos, es capaz de llevar a cabo planes y programas para determinar el precio óptimo promedio por unidad de servicio que se debe cobrar a corto, mediano y largo plazo, considerando siempre la factibilidad económica y financiera. También tendrá que llevar a cabo las modificaciones necesarias a los niveles y **estructuras tarifarias**, su aprobación y por último la implantación controlada.

Cabe señalar que la correcta **formación de recursos humanos** dentro del área de la comercialización del servicio, en las diversas actividades relacionadas con el incremento y control de la eficiencia comercial, permitirá al personal que labora en el organismo operador comprender, ejecutar y valorar de mejor forma los trabajos realizados en el sistema de agua potable.

El entrenamiento y capacitación del personal del organismo operador se realiza tomando en cuenta las prioridades de la misma empresa, el desempeño de los trabajadores y el impacto hacia la institución.

Por ejemplo, en el proyecto de ajuste consumos de cuota fija se requiere que el personal a quien se encomienda tal actividad sea capaz de diseñar de forma correcta las muestras de usuarios con cuota fija, manejar correctamente los datos estadísticos y calcular de igual forma los consumos unitarios para hacer las correcciones pertinentes en el padrón de usuario y en la cuota fija a cobrar. También se puede entrenar al personal en trabajos de inspección física de tomas clandestinas, o en aspectos de tipo legal para la expedición de sanciones o avisos a usuarios.

Aunque es más que claro que la implementación individual de cada actividad, representa por sí misma beneficios específicos para el organismo operador, llevar a cabo este tipo de acciones de forma aislada puede traer consigo algunos problemas, ya que si el organismo operador únicamente se da a la tarea de reducir las fugas y pérdidas comerciales y se mantienen los mismos niveles de cobranza, es evidente que el porcentaje de eficiencia comercial disminuirá; y por el contrario, si el volumen de facturas cobradas también se incrementa, implicará mayor porcentaje de dicha eficiencia. Por tal motivo, deben conjuntarse y ordenarse las acciones tanto de incremento como de control de las eficiencias comercial y física para que por ende aumente en buena medida la eficiencia global del organismo operador.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las posibilidades que tiene el organismo operador al combinar los dos tipos de acciones antes mencionados.

Tabla 3.3.2 Combinaciones de acciones de reducción de fugas y aumento en el volumen de facturas cobradas

Si el volumen de las fugas disminuye	Si el volumen de facturas cobradas:	El porcentaje de eficiencia comercial:	El porcentaje de eficiencia global:
Aumenta el volumen consumido y la eficiencia física	Disminuye	Disminuye	Disminuye
	Se mantiene	Disminuye	Se mantiene
	Aumenta en la misma proporción	Se mantiene	Aumenta
	Aumenta en mayor proporción	Aumenta	Aumenta
	Aumenta en menor proporción	Disminuye	Aumenta
Si el volumen de fugas se mantiene	Si el volumen de facturas cobradas:	El porcentaje de eficiencia comercial:	El porcentaje de eficiencia global:
El volumen consumido y la eficiencia física no cambian	Disminuye	Disminuye	Disminuye
	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Si el volumen de fugas aumenta	Si el volumen de facturas cobradas:	El porcentaje de eficiencia comercial:	El porcentaje de eficiencia global:
Disminuye el volumen consumido y la eficiencia física	Se mantiene	Aumenta	Se mantiene
	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	Disminuye en mayor proporción	Disminuye	Disminuye
	Disminuye en igual proporción	Se mantiene	Disminuye
	Disminuye en menor proporción	Aumenta	Disminuye

Fuente: Ochoa L., 2005<sup>47</sup>

A partir de esta tabla se puede concluir que en cualquier caso siempre deberán de realizarse acciones de incremento de cobranza, aún cuando no se estén llevando a cabo acciones de incremento en la eficiencia física; ya que como se puede observar a pesar de que la eficiencia física disminuye por el aumento en el volumen de fugas, si se realiza un proyecto que eleve de manera considerable los niveles de cobranza del organismo operador, las eficiencias comercial y global se incrementarán.

<sup>47</sup> Ochoa , 2005, “Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable”, México, 100 pags.

No obstante, lo ideal es que siempre se realicen acciones de reducción de fugas y aumento en el volumen de facturas cobradas, para que de esta forma puedan verse incrementados los tres tipos de eficiencia manejados por el organismo operador, de tal forma que en algún momento se puedan llegar a comparar las eficiencias de un organismo operador mexicano, con los altos niveles de eficiencia con que hoy operan los países desarrollados dentro del ámbito internacional.

Es así como se finaliza el proyecto de incremento y control de la eficiencia comercial, cuyo principal beneficio es la disminución del agua que no se contabiliza, así como la mejora de la situación financiera del organismo operador, a través del incremento de los niveles de facturación y aún más del cobro del servicio de agua potable. Este proyecto contribuye en gran medida al análisis integral de la mejora de la eficiencia de los prestadores del servicio y crea una gran conciencia en la sociedad acerca del cuidado del recurso y de la importancia del pago para la satisfacción de los usuarios.



### 3.4 Fortalecimiento institucional del organismo operador

En cuanto a los problemas de carácter institucional a los que se enfrenta comúnmente un organismo operador se encuentra vinculados a la falta de una estructura organizacional bien definida, el liderazgo de su personal directivo, la administración del personal, la orientación financiera, el control documental de almacén, la capacidad técnica, la formación 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, costos elevados por la formación de grandes grupos de nuevo personal debido a la alta rotación, entre otros. (CONAGUA, 2009)<sup>48</sup>

Hablar sobre el fortalecimiento institucional de los organismos operadores es un tema singular dentro del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento porque sobre éste se tienen algunas ideas abstractas y no muchas acciones concretas. Para algunos el fortalecimiento institucional no es un concepto bien definido o simplemente se pasa por alto, esto tal vez ocurre porque no hay el suficiente conocimiento del tema además de que no hay reglas bien establecidas que lo expliquen. El fortalecimiento de un organismo operador se da por medio del desarrollo institucional de sus capacidades.

El fortalecimiento institucional es una iniciativa que, preferentemente, debe surgir con disposición desde el interior del organismo operador con propuestas claras y bien fundamentadas que busquen en la administración del organismo integrar, mejorar y facilitar procesos operativos, técnicos, administrativos y comerciales con el afán de consolidar la eficiencia.

Es por ello que el desarrollo institucional es un grupo de acciones necesarias de diferente índole que permean el campo de la ingeniería de producción y distribución (eficiencia física) así como el de la comercialización del servicio (eficiencia comercial). Entre los campos anteriores y el desarrollo institucional hay una sinergia que produce un efecto sustancial en la eficiencia del organismo.

---

<sup>48</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “*Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable*”, Edición 2009, México, 227 págs.

Figura 3.4.1 Desarrollo institucional dentro del esquema de mejora de eficiencia

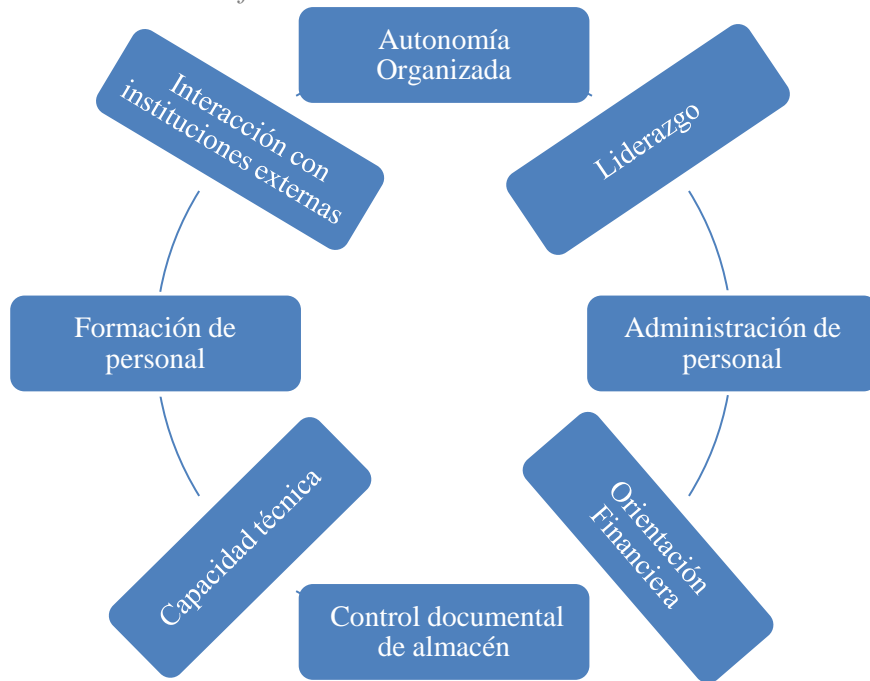


Fuente: estimación propia con información de CONAGUA, 2009<sup>49</sup>

Por ello, en el contexto del incremento de eficiencias, es necesario considerar un fortalecimiento institucional de los organismos operadores. La parte institucional comprende el núcleo del organismo operador donde se encuentra el capital humano encargado de administrar, controlar, dirigir y planear eficientemente a toda la organización. Se busca sentar las bases y asegurar el éxito de una operación futura de mayor alcance. A grandes rasgos se identifican los siguientes puntos a fortalecer en los organismos operadores.

<sup>49</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México, 227 págs.

Figura 3.4.2 Puntos a fortalecer del desarrollo institucional



Fuente: estimación propia con información de CONAGUA, 2009<sup>50</sup>

Como primer paso al desarrollo institucional es indispensable que el organismo operador adopte un enfoque sistémico. Esto significa que funcione como un sistema, donde cada tarea del organismo pertenece a un sistema que a su vez interacciona entre sí con los demás.

La planeación participativa es una herramienta útil para desarrollar el plan de acción del organismo operador que busca incrementar su eficiencia institucional. Esta planeación está basada en la búsqueda de conocimiento existente y considera a los diferentes actores relacionados con el subsector como la sociedad, los industriales, el gobierno, etc. Además es incluyente porque atiende las necesidades específicas de cada sector de forma integral y concluye con acuerdos y consensos. Después de formular la estrategia de eficiencia o mejoras sustanciales, por medio de la planeación participativa, se continúa con la estructura de diseño organizacional. La estrategia se implementa a través de la estructura organizacional.

<sup>50</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México, 227 págs.

Figura 3.4.3 Desarrollo de eficiencia institucional



Fuente: De la Peña, 2010<sup>51</sup>

Hoy en día los organismos operadores en México tienen estructuras organizacionales diversas debido a sus esquemas de administración, por lo tanto no existe una estructura correcta única. Lo realmente importante es lograr atender todas las tareas de la institución evitando su duplicidad y sin consumir recursos materiales, económicos o humanos en exceso.

Cada función organizacional requiere desarrollar una habilidad distintiva en una actividad con el fin de incrementar la eficiencia. Cada función necesita una estructura diseñada para permitirle desarrollar sus capacidades y ser más especializada y productiva. El rol de la estructura organizacional consiste en suministrar el medio por el cual los gerentes o directores puedan coordinar las actividades de las diversas funciones o divisiones para explotar completamente sus capacidades y habilidades. Con el propósito de lograr beneficios a partir de la sinergia entre las áreas o divisiones deberán diseñarse los mecanismos que les permitan a los directores compartir información y comunicarse. Se deberá diseñar la estructura organizacional que más se apegue a la realidad del municipio con el fin de manejar eficientemente el flujo de recursos, información y capacidades entre las áreas.

Se recomienda que se contemplen los siguientes sistemas en la estructura organizacional de un organismo operador:

1. **Planeación:** estimación de metas e indicadores, etc.
2. **Financiero:** finanzas y contabilidad.
3. **Comercial:** facturación, padrón de usuarios, medición, atención a usuarios, cobranza, etc.
4. **Operativo:** construcción, operación y mantenimiento.
5. **Administrativo:** recursos humanos, materiales, mantenimiento de instalaciones, etc.

La importancia de estos cinco sistemas es que exista una fuerte relación que englobe todas las tareas o acciones del organismo para que no quede tarea alguna excluida. Las tareas pueden clasificarse en áreas o divisiones dentro del organismo, pero deben

<sup>51</sup> De la Peña Ramos M. E., 2010, “Desarrollo Institucional”, apuntes de clase, Mayo.

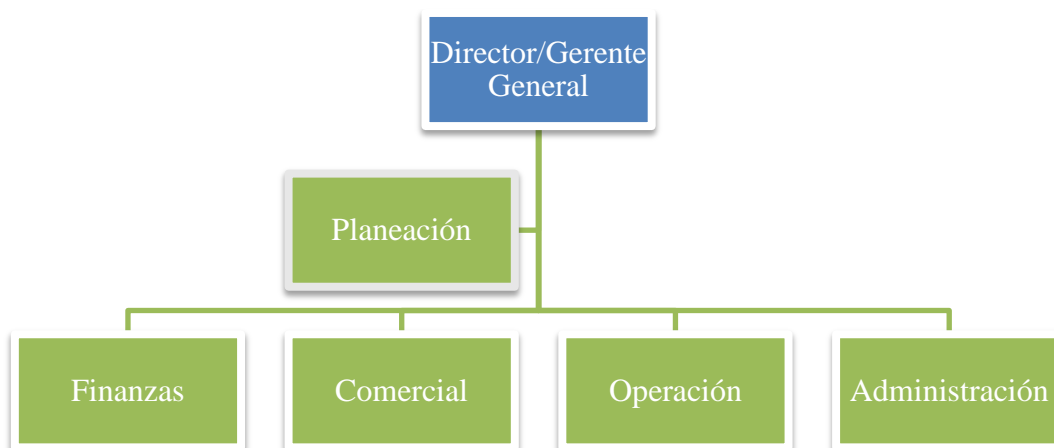
contemplarse todas las funciones que contempla cada uno de los sistemas antes mencionados.

Es importante mencionar que la planeación puede ser transversal a la estructura organizacional porque su función es de apoyo, esto no quiere decir que por ello es menos importante, pues en ella se controla la dirección que toma el organismo operador y además da certidumbre. Otros órganos de apoyo son el área jurídica, el control de gestión y comunicación social. Tampoco deben de crearse áreas o direcciones si las necesidades no son prioritarias.

Implementar una estructura para coordinar y motivar las actividades de trabajo es costoso. Los costos de operar un sistema de estructura y control organizacionales se llaman costos administrativos. (Hill, 1999)<sup>52</sup> Cuanto más compleja sea la estructura (es decir, cuanto mayor sea el nivel de diferenciación e integración) mayores serán los costos administrativos y por consecuencia se disminuirá la eficiencia.

La estructura funcional, como forma de organización, agrupa a las personas con base en sus conocimientos y experiencia común o debido a que utilizan los mismos recursos. La figura 3.4.4 muestra una estructura funcional típica. En ésta, cada rectángulo representa una especialización funcional diferente y cada función se concentra en su propia tarea especializada.

Figura 3.4.4 Estructura funcional



**Nota:** no existe una estructura orgánica única.

Una estructura funcional posee ventajas en la administración del personal:

1. Las personas que desempeñan tareas similares están agrupadas, pueden aprender entre sí y hacerse mejores (más especializadas y productivas) en lo que realizan.

<sup>52</sup> Hill & Jones, 1999, “Administración Estratégica. Un enfoque integrado”, Mc Graw-Hill Int., 3era edición, EUA, pg. 328/540.

2. Si se agrupan personas en diferentes funciones, cada una con sus propios gerentes, entonces se crean diversas jerarquías, y la compañía puede evitar hacerse demasiado alta.
3. Proporcionan a los gerentes mayor control sobre las actividades organizacionales.
4. Logra una buena administración del personal asegurando que se encuentran desempeñando sus tareas en forma efectiva.
5. Se puede detectar más fácilmente al personal ocioso o indispuerto a realizar bien su trabajo.

Los directores o gerentes generales son individuos que asumen la responsabilidad por el desempeño general del organismo, mientras que los gerentes funcionales se hacen cargo de tareas específicas de su área como operación, administración, finanzas, comercialización, etc. Por tanto, su esfera de autoridad generalmente está confinada a una actividad organizacional. También suministran la mayor parte de la información que posibilita la formulación de estrategias realistas y alcanzables, lo cual es muy útil para conocer la situación del organismo y poder verificar o planear acciones de mejoramiento del servicio.

El aporte de liderazgo lo deben añadir los directores o gerentes para acrecentar la eficiencia institucional. El trabajo en equipo, la cohesión, la motivación y la comunicación, generados y transmitidos por quién guía a un grupo, contribuye a conseguir los propósitos de fortalecimiento institucional. También la formación de líderes, en el sector hidráulico, que sean capaces de diseñar y dirigir los programas de trabajo y que tengan la capacidad de respetar el rumbo de estos es necesaria.

Gran parte del fortalecimiento institucional se da por medio del desarrollo de capacidades del personal del organismo porque toda obra a realizar, toda mejoría en los sistemas de abastecimiento, de descarga y la operación de la infraestructura actual y futura gira en torno al quehacer diario del personal. Una estrategia es incrementar la productividad por medio de la capacitación.

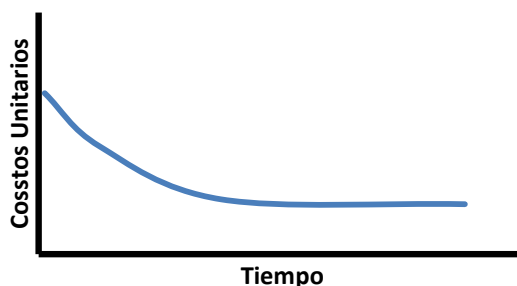
Por ejemplo, la capacitación para operar un detector de fugas con tecnología de punta y el establecer un proceso operativo que permita al personal hacer un uso eficiente del equipo son tareas que consumen recursos y tiempo. Sin embargo, estos recursos resultan ser mínimos a largo plazo. Pero si se omiten estas tareas la consecuencia más obvia será que el equipo de punta sea confinado a un almacén o que se descomponga y que no proporcione los resultados que esperaban las áreas comercial y operativa, además de que se critique la adquisición del equipo y se desacelere el desarrollo de la institución.

La productividad del empleado es uno de los determinantes claves de la eficiencia y estructura de costos de un organismo operador. Cuanto más productivos sean los empleados, menores serán los costos unitarios. La capacitación puede mejorar los niveles

de habilidad del empleado, proporcionando a la institución ganancias en eficiencia relacionadas con la productividad. Es de igual importancia que al hacer modificaciones a las instalaciones se capacite a los empleados a realizar las nuevas tareas de la mejor manera. De esta manera se fortalece el vínculo de la productividad laboral con el desarrollo eficiente de la institución. Es por ello que cuanto más eficiente sea un organismo operador, menor será el tiempo en el cual logrará la autonomía financiera.

En la figura se observa como la productividad de los empleados impacta directamente en la disminución de costos unitarios asociados a un proceso de aprendizaje o de mejora debido a la especialización. Los ahorros para el organismo surten efecto desde el momento en que el empleado regresa a su trabajo y pone en práctica lo aprendido. De lo contrario el mismo trabajador podrá aprender por ensayo y error, pero le llevará mucho más tiempo y el prestador del servicio gastará más por los desperdicios o desaciertos que cometa.

*Figura 3.4.5 Curva de experiencia típica*



*Fuente:* Hill, 1999<sup>53</sup>

La capacitación puede ser en instituciones externas como en las comisiones estatales, universidades, institutos, tecnológicos, colegios, etc. Incluso se pueden hacer acuerdos de colaboración entre el prestador de los servicios de agua e instancias educativas para probar equipos tecnológicos, hacer estudios de calidad del agua, recopilar información para realizar tesis, realizar experimentos, entre otros. La interacción con las entidades externas trae, a su vez, una retroalimentación positiva en cuanto a conocimiento.

Hay otras acciones que también contribuyen a fortalecer el desarrollo institucional como lo son la generación de programas de orientación a los usuarios con el fin disminuir la morosidad e inculcar la cultura de pago y cuidado del agua, al igual que concientizar a la sociedad por la baja disponibilidad del agua y los costos que implica llevarla hasta sus casas, y los efectos ambientales que tiene la sobreexplotación y la contaminación de acuíferos, apoya a generar confianza entre los usuarios y el prestador de los servicios de agua.

---

<sup>53</sup> Hill & Jones, 1999, “*Administración Estratégica. Un enfoque integrado*”, Mc Graw-Hill Int., 3era edición, EUA, pg. 137/540.

Los esfuerzos de los organismos operadores o municipios en pro de su incremento de eficiencia, modernización y fortalecimiento institucional se da con la unión de la estructura organizacional, el liderazgo de sus directivos, la buena administración del personal, con la capacidad técnica y con la interacción con otras instituciones formando personal capaz y comprometido con el organismo operador.

Otro punto al que vale la pena volver la mirada es la planeación holística de los recursos materiales y humanos, porque es vital que los recursos necesarios que maneja un organismo operador sean usados con un cien por ciento de eficiencia, eficacia y honradez, sólo así se podrá aumentar ampliamente la productividad y podría mantenerse. Por ejemplo, los almacenes de los organismos deben de contar con un control documental sobre las herramientas, equipo y maquinaria necesaria para llevar a cabo sus tareas de la mejor manera posible. Para ello requieren de un control fidedigno, como una base de datos confiable y actualizada constantemente, que permita un manejo e intercambio de información por parte del personal institucional que lo requiera para realizar sus labores. La información debe ser considerada como una pieza clave para el funcionamiento del organismo. Las estadísticas de mantenimiento del equipo de bombeo, sus respectivas garantías, su información básica, sus curvas de operación, los equipos nuevos y viejos, entre otros datos pueden ser la sencilla diferencia entre lograr los objetivos de un organismo y otro.

Lo anterior está estrechamente relacionado con el control de inventarios dentro de los almacenes de un prestador del servicio de agua. Los recursos materiales que adquiera o mantenga un organismo operador deben ser equilibrados y suficientes para que se cuente con refacciones o piezas de desgaste, que diversos equipos y maquinaria requieren para operar o para mantenerlos. Se debe cuidar que los almacenes no posean demasiados recursos materiales con el fin de evitar que se gaste dinero en piezas, equipos, herramientas, que puedan descomponerse, perder garantía, no ser realmente útiles, etc. Además se debe evitar el robo de los recursos materiales e inclusive el olvido equipos por descuidos, para ello el personal a cargo tiene que llevar un control de salidas e ingresos de todos los recursos. Acciones como estas contribuyen a fortalecer el compromiso y el buen funcionamiento de los organismos en su conjunto.

Como ya se ha dicho los organismos operadores son dirigidos por personas lo cual los vuelve organizaciones perfectibles por medio de diferentes acciones en la búsqueda de fortalecer a la institución. Estas acciones requieren de constancia, esfuerzos conjuntos y una planeación con visión a largo plazo para poder cumplir los objetivos de consolidar el esquema institucional, reforzar su autonomía y generar una capacidad de gestión que sirva para trascender y brindar un servicio de la calidad que los usuarios merecen.



### 3.5 Elaboración de un Programa de mejora de eficiencias

Desde los años 70's ya se hablaba del tema de promoción de la eficiencia, aunque para entonces las circunstancias en el país eran diferentes. En los últimos años y ante la realidad que se presenta en el subsector, el tema ha vuelto a tomar impulso pero con una nueva visión que plantea la necesidad de solucionar las deficiencias de forma integral y enfocado a la necesidad de que los organismos operadores se vayan convirtiendo en verdaderas empresas de servicio de calidad con autosuficiencia.

Las áreas comercial y operativa son las responsables de los niveles de eficiencia, pero realmente el compromiso es compartido por toda la organización. Por lo tanto al elaborar un programa integral de mejora de eficiencias de un sistema de agua se consideran acciones en los tres grandes rubros (ingeniería de producción y distribución, comercialización del servicio y desarrollo institucional). Cada rubro actúa como un sistema que se encuentra interrelacionado con los otros dos. De tal manera que emprender acciones en los tres rubros asegura mayor efectividad del programa en su conjunto. Además un programa integral será exitoso en la medida en que todas las áreas del organismo operador cumplan cabalmente con la ejecución de las actividades que directa o indirectamente influyen en su desarrollo.

Atacar las ineficiencias de tipo organizacional-institucional, comercial, tarifario, social, técnico, político, de financiamiento o endeudamiento, y sus posibles combinaciones son el objetivo del programa. Lo que se pretende es que el organismo operador pueda ver los frutos de las mejoras de eficiencia como suficiencia de recursos económicos y financieros que le permitan ampliar, operar y mantener ad hoc los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento para generaciones futuras cuidando, siempre, el medio ambiente.

Para comenzar a realizar un programa de mejora de eficiencia se siguen una serie de pasos o puntos que buscan examinar, lo mejor posible, al organismo en cuestión para tener fundamentos que sirvan para proponer acciones confiables, concretas y apegadas a la realidad. Los siguientes pasos no son estrictamente los mismos para todos los programas de mejora de eficiencia pues se trata de una generalización del proceso a seguir.

1. Generalidades del programa
2. Recopilación de información
3. Análisis del desempeño y diagnóstico de la situación
4. Elaboración del plan de reestructuración y mejora de eficiencias
5. Programa de acción y plan general de inversiones

En el primer paso de *generalidades del programa* se trabaja en detectar la problemática del organismo operador y sus antecedentes, esto sirve para definir las metas y objetivos que se anhelan. Un objetivo de referencia cuando se trata de mejorar las

eficiencias por medio de proyectos de modernización del organismo es el aumento en cierto número de puntos porcentuales de la eficiencia global.

Por otra parte en este mismo paso se definen otros puntos como el alcance del programa, los tiempos, las condiciones de logro de las metas, las personas que participarán, el plan de trabajo, entre otros.

En el segundo paso se comienza a *recopilar la información* técnica y administrativa para que después sea utilizada en el diagnóstico de la situación del organismo operador. Realizar esta actividad es delicado porque de ella depende la confiabilidad de los resultados. La recopilación de datos básicos se realiza de dos maneras: recopilando directamente la información del organismo operador o mediante una campaña de medición. El objetivo de la campaña de medición es dar mayor certeza en los datos y la información recopilada por medio de la validación en campo. Si la información es obtenida de otras instituciones u otras fuentes también se debe verificar y validar. Se plantea una generación mínima de datos básicos, explotando al máximo las estadísticas, archivos y conocimientos del personal de los organismos de agua y realizando una campaña de mediciones estratégicas de campo se puede afinar o complementar la información del organismo operador. Generar abundante información con extensas campañas de medición causaría confusión, además de que las harían costosas.

La información se subdivide según el área a la que pertenezca y se clasifica para sólo emplear la más útil. En seguida se muestra la subdivisión de las áreas y se dan algunos ejemplos de los tipos de información que se recopilan.

- General: relación y estudios de factibilidades, clima, índice de hacinamiento, población histórica, etc.
- Técnica: volúmenes suministrado al sistema, planos de los sistemas, ocurrencia histórica de fugas, etc.
- Operativa: datos del suministro eléctrico, infraestructura eléctrica y mecánico-hidráulica, bitácora de mantenimiento, etc.
- Comercial: padrón de usuarios, políticas de facturación y cobro, consumos de agua potable por tipo de usuario, etc.
- Institucional: informes ejecutivos, planes maestros, organigrama de la institución, programas interinstitucionales, etc.

A partir de de la información recolectada se puede generar una idea global sobre el estado del organismo. Con ello se busca entender desde la organización institucional y el balance de agua hasta la cantidad de habitantes, pasando por los niveles de cobertura y el estado de la infraestructura de la localidad.

El tercer punto requiere mucho trabajo y de personal profesional con mucha experiencia porque es el *análisis del desempeño y diagnóstico de la situación* del organismo. Para realizarlo se usa como base la información del punto anterior, índices, planos, estadísticos, bitácoras, etc. El análisis es para conocer la productividad y las tendencias del desempeño y se realiza básicamente con los indicadores de gestión, éstos se evalúan con respecto a dos periodos de tiempo. El primero es lo hecho por el organismo antes del año en curso y el segundo es lo hecho en el año en curso. Esto sirve de referente para diagnosticar las eficiencias.

El uso de indicadores estándar que propone la CONAGUA para diagnosticar el desempeño de un organismo son clasificados en tres rubros:

- Indicadores técnicos
- Indicadores comerciales
- Indicadores financieros y contables

La ausencia de información completa, veraz y confiable es común en muchos proyectos y el subsector no es la excepción, por lo que la experiencia del personal que dirige el programa se pone a prueba para inferir o deducir información, además se obstaculiza el avance.

Por otra parte se evalúan aspectos institucionales y organizativos como el estatus del organismo operador; las leyes y reglamentos que aplican en la prestación de los servicios; las funciones de los empleados y directivos; la plantilla de empleados y la atención a usuarios. Con la finalidad de obtener mejores conclusiones se analiza la distribución del personal por área, el costo general del personal, la edad promedio y la antigüedad. De esta forma se logran conocer muchos datos relevantes relacionados con los costos asociados al personal y sus funciones, además se pueden detectar empleados ociosos y/o duplicidad de trabajos. En cuanto a la antigüedad de los empleados se puede inferir la tendencia de pensiones y jubilaciones y su relación con la autosuficiencia, lo cual es un importante dato a considerar en la planeación.

Comparar al organismo operador contra otros organismos resulta un ejercicio atractivo y provechoso para originar conclusiones que ayuden a emitir recomendaciones que favorezcan el funcionamiento, como por ejemplo la participación ciudadana o hasta sugerir la reestructuración organizacional del organismo.

El análisis de los indicadores nos ayuda a determinar la oportunidad de ahorros potenciales, exhibe las grandes fallas y nos conduce a realizar un diagnóstico del sistema que maneja el organismo operador. El diagnóstico arroja una serie de relaciones existentes entre las unidades y direcciones del organismo susceptibles a mejorar, así como se identifican los puntos críticos organizacionales, técnicos y comerciales para mejorar por

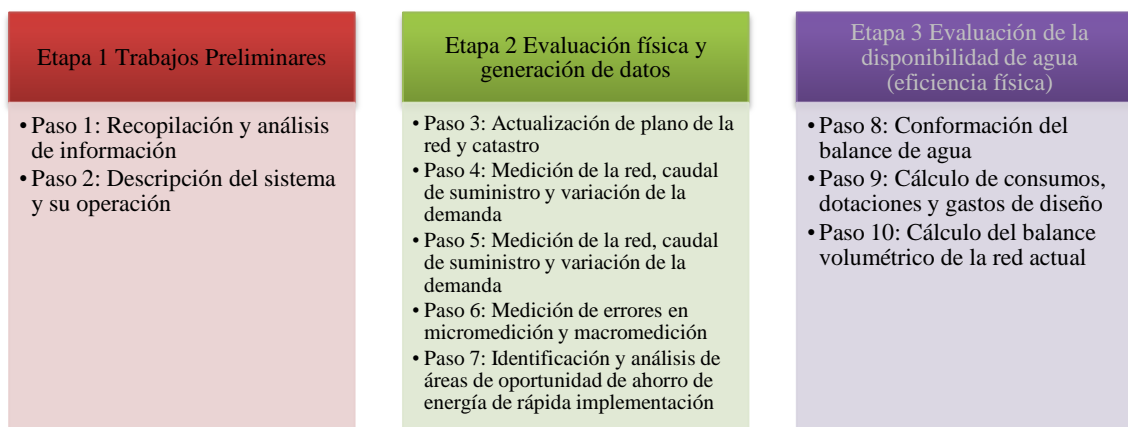
medio de la inversión en acciones. Estas acciones se plasmarán en el plan de reestructuración y mejora de eficiencias.

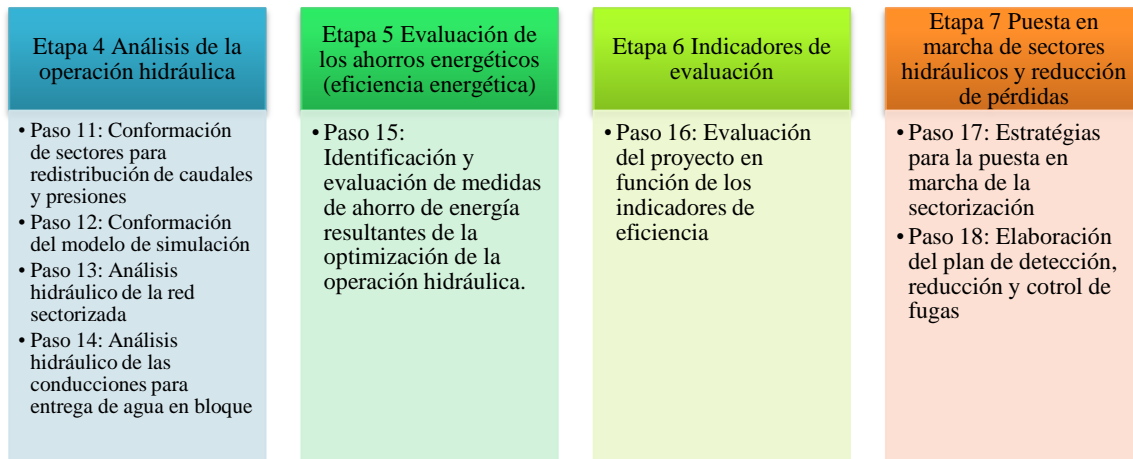
El cuarto paso es la *elaboración del plan de reestructuración y mejora de eficiencias*, el cual también contempla los rubros de eficiencia física, eficiencia comercial y las mejoras institucionales al organismo operador. Ya que se conozca la situación actual y las características generales del lugar al que el organismo operador presta servicio, se procede a realizar la proyección de la población de proyecto y periodo para considerar las posibles demandas de los servicios que se desean hacer eficientes.

En lo que respecta al aumento de la eficiencia física se plantea a forma de guía el uso del manual de incremento de eficiencia la CONAGUA. En este manual se presenta la secuencia para llevar a cabo un proyecto de incremento de eficiencia técnica, el cual está enfocado al manejo combinado de las eficiencias física, hidráulica y energética. En este contexto, las eficiencias aplicadas que se potencializan son los ahorros de agua y energía y el funcionamiento hidráulico de la red.

En el apartado 3.2 se analiza con mayor detalle la relación entre los tipos de acciones, mientras que en este apartado se propone una estructura básica para lograr ahorros de energía con acciones combinadas con la eficiencia física e hidráulica y potenciar dichos ahorros de energía con acciones de reducción de fugas y sectorización de la red de distribución. La finalidad es proponer una secuencia al proyecto. El procedimiento para elaborar e implementar estos programas de eficiencia se divide en 18 pasos, contenidos en las siete etapas. Cada una de estas etapas está indicada en el esquema secuencial del procedimiento mostrado en la figura 3.5.1.

*Figura 3.5.1 Secuencia del proyecto de eficiencia (rubro de eficiencia técnica)*





Fuente: CONAGUA, 2009<sup>54</sup>

Del diagnóstico del área comercial resultarán las recomendaciones de acciones adecuadas para el organismo que servirán para incrementar su eficiencia. Las acciones que existen para tal motivo se pueden distinguir según su objetivo de la siguiente manera, si son para reducir pérdidas comerciales (como: incremento de la base de pago, localización y regulación de tomas clandestinas, etc.) o si son para desarrollar proyectos de control (como: el padrón de usuarios, la facturación y cobranza, etc.).

Estudios de la CONAGUA sugieren que al elaborar el plan de mejora de eficiencias se siga la política de priorización de acciones de incremento de eficiencia, antes que los trabajos de control, porque se sabe de antemano que el potencial de reducción de fugas de agua es bastante grande, y por tanto el ingreso de recursos económicos por este concepto para el organismo es un buen inicio para hacerse de dinero. Sin embargo, el organismo tendrá en frente el problema de que a la población no le gusta que se le cobren si primero no hay una mejora evidente. Casos exitosos en cuanto a mejora de eficiencias han recomendado comenzar por las acciones de eficiencia comercial porque dan sustento financiero al prestador del servicio.

Por lo que ya se ha dicho, las acciones de incremento de eficiencia comercial por su rápida implementación, pueden encabezar las acciones del programa en su conjunto. Pero por otra parte hay que considerar que otros proyectos no se pueden adelantar porque siguen una secuencia lógica. Por ejemplo el proyecto comercial de atención a usuarios requiere de información resultante de los proyectos de facturación y cobro; micromedición y consumos; y padrón de usuarios.

En lo que respecta al diagnóstico de la situación de la eficiencia institucional se deben de proponer acciones que fortalezcan al organismo en las funciones de sus direcciones, unidades y áreas o subdirecciones. En el apartado 3.4 se detallaron aspectos

<sup>54</sup> Comisión Nacional del Agua, 2009, “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Edición 2009, México

que se pueden mejorar en este rubro. Gran parte de las acciones de mejora institucional no tienen que realizarse en un punto estricto del programa de mejora de eficiencias, sino que son flexibles. Por ejemplo la modificación a la estructura orgánica es recomendable que se realice desde un principio porque su objetivo primordial es servir como un instrumento útil en el desempeño de las funciones que el organismo tiene encomendadas y que contempla clarificar y reafirmar las actividades que realiza cada cargo, mientras que otras acciones pueden esperar hasta que sea el momento adecuado, como la capacitación para la manipulación de equipo de alta tecnología dirigida al personal técnico se lleva a cabo hasta que ya se cuenta con el equipo especializado.

Otro ejemplo es la orientación al consumidor o la estructura organizacional que son acciones de mejora que requieren de continuidad y tiempo, además de que sus resultados no siempre son cuantificables directamente y por ende no se notan fácilmente los ahorros producidos. Sin embargo pueden marcar la diferencia con otros organismos, en cuanto a calidad en el servicio.

Lo importante es no dejar a un lado las acciones de mejora de eficiencia institucional e integrarlas en la planeación del programa considerando que muchas de estas acciones requieren de tiempo de aceptación y de voluntad por parte del personal institucional. Quienes diseñen el programa también deberán considerar estos últimos factores.

Después de que se hayan identificado las acciones a realizar que más convengan al organismo operador y que resuelvan su problemática, se deberán de agrupar y catalogar por tipo de proyecto.

Con las acciones de mejora de eficiencia previamente catalogadas se pasa al quinto paso llamado *programa de acción y plan general de inversiones*. En este momento se tienen que presupuestar y ordenar todos los trabajos requeridos para el proyecto de eficiencia. La elección del orden de las acciones depende de diferentes variables que se deberán de priorizar y evaluar. Algunas de estas variables son:

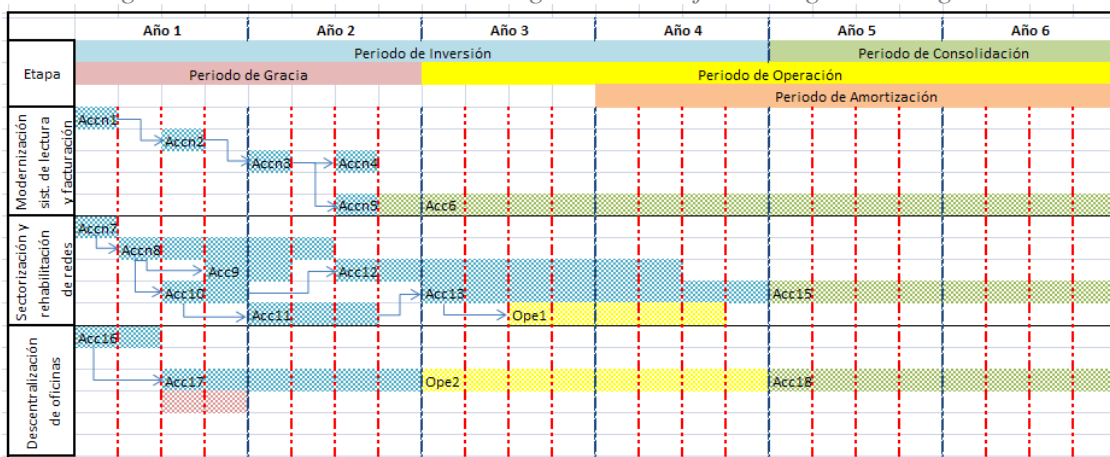
- El tiempo necesario para que se habiliten o se implementen las acciones
- Los posibles ahorros que traerá la ejecución de la acción
- Los beneficiados
- La cantidad de recursos que se requieren invertir

A las acciones categorizadas se les evalúan los beneficios que traerán. Los beneficios son de dos tipos: directos o indirectos, éstos a su vez pueden ser diversos como en lo social (como en el prestigio del organismo), en lo político, en lo técnico, etc. Algunos beneficios son cualitativos por lo que se recurre a la relación beneficio-costos para evaluarlos. También se define el costo por categoría; el tiempo de instalación, implementación o construcción; y el tiempo de entrega.

La programación e implementación del proyecto integral se ve afectada por la capacidad de disponer de recursos económicos por parte del organismo operador porque de ésta depende que las acciones se tengan que trabajar de forma lineal o si se puede de forma paralela, lo cual sería mejor. Con las acciones priorizadas se debe estimar el costo total de su realización sin olvidar que se pretende hacer autosuficiente al organismo, por lo que endeudarlo por enormes cantidades no es buena opción, ni por largos plazos. Lo anterior no significa que el organismo no pueda buscar forma de financiarse, sino que deberán hacer un plan de inversiones acorde a su capacidad de pago.

Una vez definida la programación del proyecto de eficiencias se elabora la ruta crítica. Este diagrama de trabajos conectados por flechas y a los cuales se asignan tiempos y recursos, con base en las características de cada categoría servirán para diseñar el plan general de inversiones, el cual plantea la programación parcial de inversiones. De tal forma que con un plan de inversiones se miden los compromisos financieros a los que se puede aventurar el organismo y hacer un calendario con plazos de ejecución en los que contemple periodos de inversión, periodos de operación, periodos de amortización, tiempo de recuperación de la inversión, etc. En seguida se ilustra un ejemplo del diseño de un diagrama de mejora integral de la gestión.

Figura 3.5.2 Ilustración de un diagrama de mejora integral de la gestión



Fuente: construcción de los autores con base en información de CONAGUA e INTERAPAS

El calendario de ejecuciones ayudará a que el mismo organismo pueda diagnosticar si logrará o no las metas programadas o planteadas con anticipación. El problema es que si surgen desfases en los periodos estimados se podría poner en riesgo la rentabilidad del proyecto de eficiencias.

Hay que tomar en cuenta que la sustentabilidad del proyecto de mejora de eficiencia requiere de mantenimiento y de un control estricto sobre la operación, así como de las funciones comerciales e institucionales, de lo contrario los niveles de recuperación logrados son vulnerables a retroceder nuevamente.