



DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA U031 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 2014

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE,
DRENAJE Y SANEAMIENTO

GERENCIA DE POTABILIZACIÓN Y TRATAMIENTO

DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA U031 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	3
ACRÓNIMOS	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1. ANTECEDENTES	8
2. OBJETIVO.....	12
3. ESTRUCTURA GENERAL DEL DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA.....	12
3.1. ANTECEDENTES.....	12
3.2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3.2.1. IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA	13
3.2.2. EVOLUCIÓN DEL PROBLEMA	15
3.2.3. EXPERIENCIA DE ATENCIÓN	17
3.2.4. ÁRBOL DE PROBLEMAS	18
3.3. OBJETIVO.....	23
3.3.1. ÁRBOL DE OBJETIVOS.....	23
3.3.2. DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN.....	25
3.4. COBERTURA.....	25
3.4.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN POTENCIAL	25
3.4.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO ..	25
3.4.3. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.	26
3.5. DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN	26
3.5.1. TIPO DE INTERVENCIÓN	26
3.5.2. PROPUESTA DE MATRIZ DE INDICADORES	29
3.5.3. ESTIMACIÓN DEL COSTO OPERATIVO DEL PROGRAMA	31
3.6. PRESUPUESTO	31
3.6.1. FUENTE DE FINANCIAMIENTO.....	31
3.6.2. IMPACTO PRESUPUESTAL.....	31
4. BIBLIOGRAFÍA.....	32

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de
tratamiento de aguas residuales

PRESENTACIÓN

En México, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, la disponibilidad de agua pasó en menos de 60 años de 18,035 a 4,288 metros cúbicos por habitante al año. El mayor incremento en la demanda de agua se presentó en las zonas con menor disponibilidad del recurso, principalmente en el norte y centro del país. Esta caída en la disponibilidad del agua ha sido resultado de la conjunción de una serie de factores como la contaminación de los cuerpos de agua, la baja eficiencia en el uso del recurso, el incremento sustancial en la población y el crecimiento de las actividades agrícolas, entre otros.

La baja eficiencia en el uso del recurso y la creciente contaminación de cauces y cuerpos de agua ha disminuido la disponibilidad aprovechable de agua superficial en tanto que las principales fuentes de abastecimiento subterráneo están sobreexplotadas. Por otro lado, en un contexto de cambio climático se prevé la intensificación de los problemas de calidad del agua y el aumento en la frecuencia y duración de fenómenos naturales como huracanes y sequías.

En el ámbito demográfico se presentan dos fenómenos con fuertes repercusiones en la demanda de servicios públicos: por un lado un marcado incremento poblacional, registrado hasta la década de los setenta, caracterizado por elevadas tasas que alcanzaron los 3.5 puntos porcentuales de crecimiento anual, que, posteriormente y hasta nuestros días, han ido decreciendo hasta niveles por debajo del 1%. En segundo lugar, la transición en el tamaño de las comunidades en todo el país, que pasa de tener la mayor parte de la población en comunidades rurales a estar concentrada, casi en un 80%, en comunidades urbanas.

Entonces se tiene, por un lado, una fuerte presión sobre la demanda de agua para los diversos usos y, por otro lado, una oferta limitada del recurso, acuíferos sobreexplotados, algunos con problemas de intrusión salina, y cuerpos de agua superficial contaminados que a su vez generan problemas a los ecosistemas circundantes.

Ante el crecimiento acelerado de las zonas urbanas, durante la segunda mitad del siglo XX, el gobierno ha implementado programas que atienden, por orden de prioridad, el abastecimiento y distribución de agua potable, las redes de drenaje sanitario y, por último, los sistemas de tratamiento de agua residual.

En consecuencia, crecen los sistemas de abastecimiento y drenaje mientras que los servicios de tratamiento se desarrollan en menor medida. Esta situación favorece la contaminación de cuerpos de agua superficiales, con lo cual, además de reducir la oferta de agua disponible, se puede afectar gravemente la capacidad de resiliencia del

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

ecosistema y por lo tanto a la flora y fauna que habitan en el cuerpo de agua donde son vertidas las aguas residuales –la gravedad del impacto dependerá de los niveles y el tipo de contaminantes que prevalezcan en las descargas.

Bajo esta perspectiva surge el Programa de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales U031 el cual impulsa el saneamiento de cuerpos de agua mediante acciones orientadas a sostener la cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales. El programa está orientado a dar apoyo a los organismos y entidades responsables de proporcionar los servicios hidráulicos en la construcción de infraestructura de tratamiento y su operación. Es el único programa que apoya las acciones de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, y constituye un instrumento específico para apoyar el fuerte rezago en el establecimiento de tarifas para la recuperación de los costos de operación y mantenimiento que demanda el funcionamiento de la infraestructura de saneamiento. El programa contribuye a mitigar la contaminación de los cuerpos de aguas nacionales y, con ello, a mejorar sus condiciones ambientales y ecológicas, y a la adaptación al cambio climático a partir de la liberación de agua residual tratada para favorecer su reúso.

El Programa U031, tiene sus orígenes en 2008 y se aplica en 2009 a partir de la formulación del “Programa para Incentivar la Inversión en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (R902)”. En 2010 forma parte del “Programa Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales”, el cual nunca operó bajo la modalidad de fondo ni era concursable, sino que, se clasificó dentro de los programas federales de subsidios sujetos a reglas de operación, motivo por el cual nuevamente para el ejercicio fiscal del 2011, el apoyo a la operación y mantenimiento de plantas queda contenido en el Programa de Tratamiento de Aguas Residuales.

Se repite la historia, y en el 2012 nuevamente se separa el “Programa de Incentivos para la Operación de plantas de tratamiento de Aguas Residuales U031” y opera durante ese ejercicio fiscal sin reglas de operación, en 2013 vuelve a fusionarse como un apartado del “Programa de Tratamiento de Aguas Residuales S218” quedando sujeto a reglas de operación.

El PROTAR mantiene su continuidad con el propósito institucional de contribuir a alcanzar la meta nacional de tratar el 63% de las aguas residuales de origen municipal colectadas. Se trata de un programa alineado con esta meta del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, para el ejercicio presupuestal de 2014, ahora el apoyo a la operación se complementa, ya que por un lado continúa contenido como un apartado del “Programa de Tratamiento de Aguas Residuales S218”, y por otro se crea el

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de
tratamiento de aguas residuales

“Programa de Incentivos para Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas
Residuales U031”.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

ACRÓNIMOS

CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de Política de Desarrollo Social
DBO ₅	Demanda bioquímica de oxígeno
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
MIR	Matriz de indicadores para resultados.
NOM	Normas Oficiales Mexicanas.
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018.
PNH	Programa Nacional Hídrico 2014-2018.
PROTAR	Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (S-218).
PTAR	Plantas de tratamiento de aguas residuales.
SISBA	Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua.
SST	Sólidos suspendidos totales.
U031	Programa incentivos para la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

INTRODUCCIÓN

El cambio de la política pública en México en materia de agua, con un enfoque orientado a la sustentabilidad hídrica. Esta nueva visión de sustentabilidad sobre la cual se sostiene la gestión de los recursos naturales nos remite a un principio de solidaridad trans-generacional, en el cual el consumo actual de un bien o servicio ambiental debe ser tal que permita que las generaciones futuras también puedan disfrutar de él.

En este sentido, durante los últimos años la política hídrica a nivel nacional se ha caracterizado por ubicar en el centro del debate el uso y aprovechamiento sustentable del recurso hídrico así como la recolección, tratamiento y reúso de las aguas residuales generadas por las actividades económicas y sociales. En virtud de lo anterior, es posible ver reflejado en el Programa Nacional Hídrico y en los planes y programas estatales y municipales, los objetivos, estrategias y metas de los esfuerzos en materia de sustentabilidad hídrica planteados en el corto plazo.

En respuesta a los objetivos y metas nacionales, la Federación implemento nuevos programas presupuestarios para incentivar el tratamiento de las aguas residuales de origen municipal. En este contexto surge el “Programa de Incentivos para Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales U031”, con el objetivo específico de sostener el volumen tratado de aguas residuales a través de apoyos a los prestadores del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento y con ello contribuir al cumplimiento de meta de cobertura de tratamiento de aguas residuales comprometido en el PND y PNH.

La aportación del programa U031 de incentivos a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales permite que pueda operar como un instrumento eficaz para el saneamiento de los cuerpos de agua.

El Programa U031 al ser un programa presupuestario no sujeto a reglas de operación, ha sido sometido indirectamente (a través del programa S218 PROTAR) a las evaluaciones de diseño, específicamente de desempeño y de consistencia y resultados, elaboradas y avaladas por el CONEVAL, en los que se enfatiza la obligación por parte de los encargados institucionales del programa de mantener dicho diagnóstico actualizado en consideración a la dinámica ambiental, social y económica.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

1. ANTECEDENTES

La provisión eficiente de los servicios de saneamiento depende de la existencia de un sistema de infraestructura con tecnología adecuada y de bajo costo energético, con el objetivo de que su operación y mantenimiento no represente un reto para los operarios ni para el propio municipio.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas Potabilizadoras y de Tratamiento de Aguas Residuales en su edición 2014, para finales del 2013 se registraron un total de 2,287 plantas municipales de tratamiento en operación, con una capacidad total instalada de 152,171.88 l/s que daban tratamiento a 105,934.85 l/s. Ello implicaba tratar para el 2013 el 50.2% del total de las aguas residuales colectadas, es decir, casi la mitad de las aguas residuales generadas por los municipios iban a parar a los cuerpos de agua en condiciones que ponían en riesgo la capacidad de resiliencia de los ecosistemas.

Durante ese mismo año, el registro de plantas fuera de operación aumentó a 548 instalaciones, con una capacidad instalada de 9,555.24 l/s.

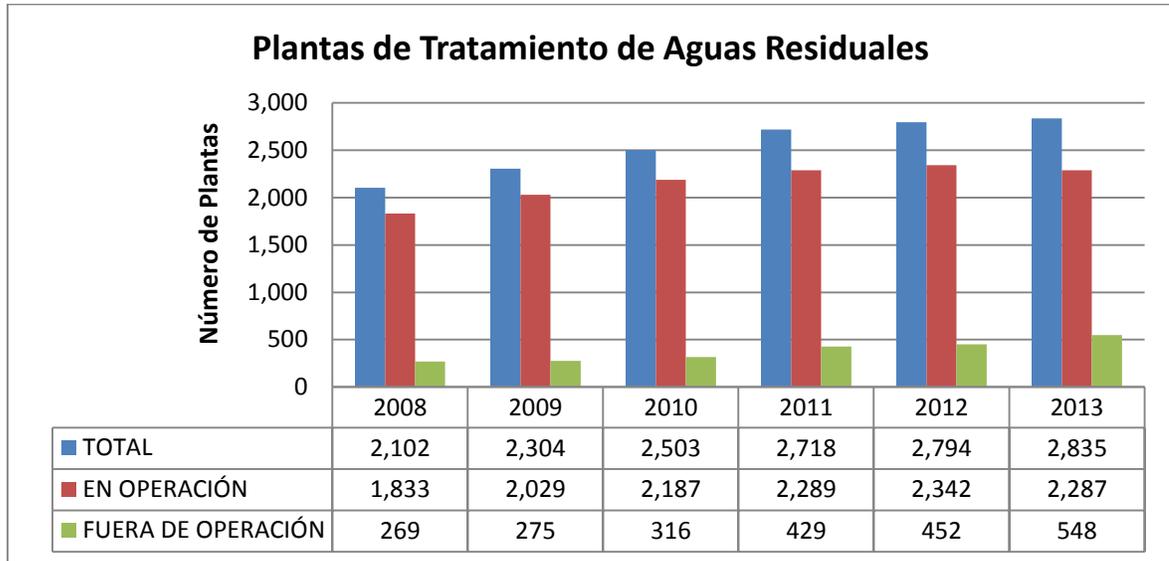
En el cuadro siguiente se presenta la evolución de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran fuera de operación:

AÑO	No. DE PLANTAS FUERA DE OPERACIÓN	CAPACIDAD INSTALADA (l/s)
2008	269	5,902.85
2009	275	4,771.66
2010	316	5,303.45
2011	429	6,992.60
2012	452	8,165.58
2013	548	9,555.24

Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

Dichos cambios en infraestructura se pueden apreciar en la siguiente figura, en la cual se muestra el total de plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional desagregadas de acuerdo a su situación al final del año. Como se puede observar si bien el número de plantas en operación se ha incrementado a consecuencia de las acciones de los programas de construcción de infraestructura y de las aportaciones del Fondo Nacional de Infraestructura, el número de plantas fuera de operación también se incrementa año con año, lo cual plantea el reto de generar mecanismos para garantizar la operación de la infraestructura realizada.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales



Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

Considerando lo anterior, se sugiere tener en cuenta las circunstancias o factores que propician que las plantas dejen de operar y considerar apoyos complementarios al otorgamiento de subsidios para construir y operar las PTAR.

La problemática más recurrente que se presenta en la operación y mantenimiento de la PTAR son:

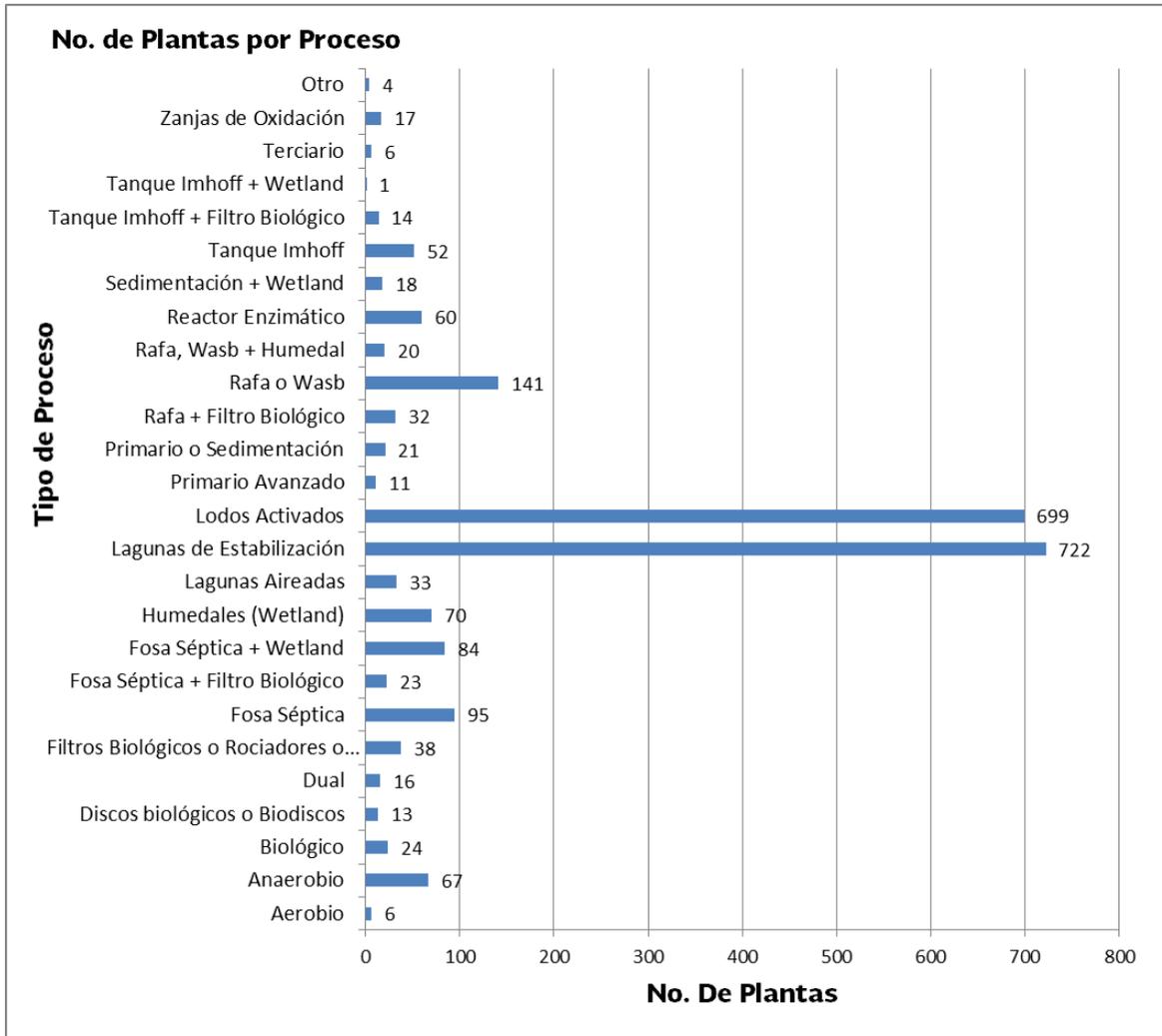
- a) Los operadores de las plantas no tienen la capacitación suficiente para el desempeño de sus actividades.
- b) Las instalaciones no reciben el mantenimiento suficiente.
- c) Los insumos para la operación de la planta no son suministrados de forma oportuna y suficiente
- d) El personal operativo no es suficiente
- e) Operan de forma inadecuada la infraestructura, disminuyendo la vida útil de los equipos y produciendo agua en condiciones diferentes a las consideradas en el proyecto de la planta.
- f) Los equipos se deterioran y disminuye su tiempo de vida, lo que limita su capacidad de diseño, produciéndose menos agua tratada
- g) Operan las instalaciones por periodos, dejando lapsos de tiempo fuera de servicio la PTAR.
- h) Desarrollo incompleto y/o funcionamiento deficiente de la red de atarjeas y colectores que abastecen la PTAR.
- i) Falta de capacidad financiera para sufragar los costos de operación.
- j) Deficiencias en el diseño o en la construcción de la PTAR.
- k) Desinterés de las autoridades locales.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

Para solventar la problemática descrita, es deseable implementar las siguientes medidas:

- a) Que los operadores de las plantas reciban la capacitación suficiente para el desempeño de sus actividades.
- b) Que las instalaciones reciban el mantenimiento necesario y suficiente
- c) Que los insumos para la operación de la planta se suministren de forma oportuna y suficiente.
- d) Que el personal operativo sea suficiente.
- e) Que la infraestructura de tratamiento se opere de forma adecuada, preserve la vida útil de los equipos y produzca agua en condiciones dentro de las especificaciones del proyecto.
- f) Que los equipos operen en buenas condiciones con la capacidad de diseño, procesando toda el agua residual colectada.
- g) Que la planta se opere en forma eficiente.
- h) Que las instalaciones operen en forma continua, manteniendo constante el servicio de tratamiento.
- i) Que se realicen las obras derivadas del diagnóstico de la red de alcantarillado sanitario que abastece la PTAR.
- j) Que el organismo operador alcance la autosuficiencia financiera.
- k) Prever la asignación de recursos presupuestales para asegurar la supervisión del proyecto en sus distintas fases.
- l) Promover la construcción de procesos de tratamiento de aguas residuales basados en lagunas de estabilización y otros procesos de bajo costo, aprovechando la experiencia que se tiene en este sistema de tratamiento, como se muestra en la siguiente figura:

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales



Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operaci

El requerimiento energético de una planta de tratamiento de aguas residuales depende de la capacidad de la planta, tipo de tecnología, manejo de sólidos y factores locales como el clima predominante, el tipo de suelos, la topografía, etc. En este sentido, las lagunas de estabilización, ampliamente utilizadas en México, contribuyen con la eficiencia energética y pueden constituir una solución adecuada para el clima de la mayor parte del país. Sin embargo este tipo de sistemas requieren de una mayor extensión territorial en comparación con otros procesos de tratamiento por lo que se debería poner de relieve la importancia de que el organismo operador cuente con la posesión legal de terreno de dimensiones considerables para la ejecución de las obras, además de considerar un diseño apropiado y asegurar su operación eficiente.

No obstante, se observa una predilección por los procesos mecanizados, lo cual obliga a considerar otras opciones de tratamiento que se adecuen a las necesidades

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

específicas de cada región según sus características de suelo, clima, espacio, capacidad técnica de operarios.

2. OBJETIVO

Apoyar al organismo operador para que trate sus aguas residuales, por medio de un esquema de asignación de recursos federales destinados a la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

3. ESTRUCTURA GENERAL DEL DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA

Las causas de la contaminación del agua para los propósitos de este diagnóstico pueden ser clasificadas como directas, indirectas y secundarias, no obstante, se reconoce que esta clasificación es limitada debido a que el agua es un fluido es afectado por muchas actividades tanto físicas como humanas que varían en el tiempo y el espacio. Asimismo el grado de contaminación del agua es un tema que debe ser matizado en virtud de que la calidad del agua recomendable variara en términos del uso para la cual se requiera. Bajo estas consideraciones se definen como factores que inciden de manera directa en la contaminación del agua las descargas de aguas residuales de origen municipal e industrial en los cuerpos de agua.

3.1. ANTECEDENTES

En México, entre 2000 y 2012 la generación de aguas residuales de los centros urbanos (municipales) se incrementó de 218.4 a 229.7 m³/s. Esta fuente de contaminación afecta severamente la calidad del agua, pues suelen descargarse sin previo tratamiento representando un riesgo para la salud humana debido a los agentes tóxicos e infecciosos que contienen, y por otro lado contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua superficiales por el aporte de nutrientes que se derivan de la materia orgánica en descomposición.

Entre los factores indirectos que inciden en la contaminación del agua se pueden mencionar otras presiones de tipo antropogénico las cuales varían en intensidad dependiendo de la densidad poblacional, las actividades económicas predominantes en la región y los patrones de consumo. Dentro de estos factores podemos mencionar los procesos de erosión debidos a la deforestación de grandes extensiones de terrenos por el cambio de uso del suelo, los asentamientos urbanos irregulares y la contaminación difusa derivada de las actividades agropecuarias.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La competencia constitucional para la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, drenaje, tratamiento y disposición de las aguas residuales les corresponde a los gobiernos municipales. Sin embargo, la inmensa mayoría de los organismos operadores de agua potable y saneamiento (e incluso los ayuntamientos a los que pertenecen) carecen de atribuciones para fijar las tarifas de esos servicios. Los congresos estatales autorizan casi siempre los derechos municipales por esos servicios, pero a menudo lo hacen con una tasa que no cubre ni siquiera los costos directos, y no autorizan subsidios o partidas presupuestales que complementen los gastos que requieren no sólo los servicios de calidad sino la previsión en el crecimiento de la demanda. Por ello, la mayor parte de las haciendas municipales se encuentra en una situación financiera que les impide a los ayuntamientos asumir plenamente esa responsabilidad constitucional y prestar esos servicios de manera suficiente, salubre, aceptable y asequible.

Esta situación financiera en los municipios o en sus organismos operadores de los sistemas de agua potable y saneamiento genera una operación deficiente de la infraestructura instalada para prestación de los servicios. En caso particular del tratamiento de las aguas residuales esta situación se ha hecho patente en los resultados de los indicadores de cobertura de saneamiento a nivel nacional, ya que anualmente se destinan importantes inversiones para la construcción de infraestructura sin embargo un porcentaje importante de la misma se encuentra subutilizada, sin generar caudales de agua tratada.

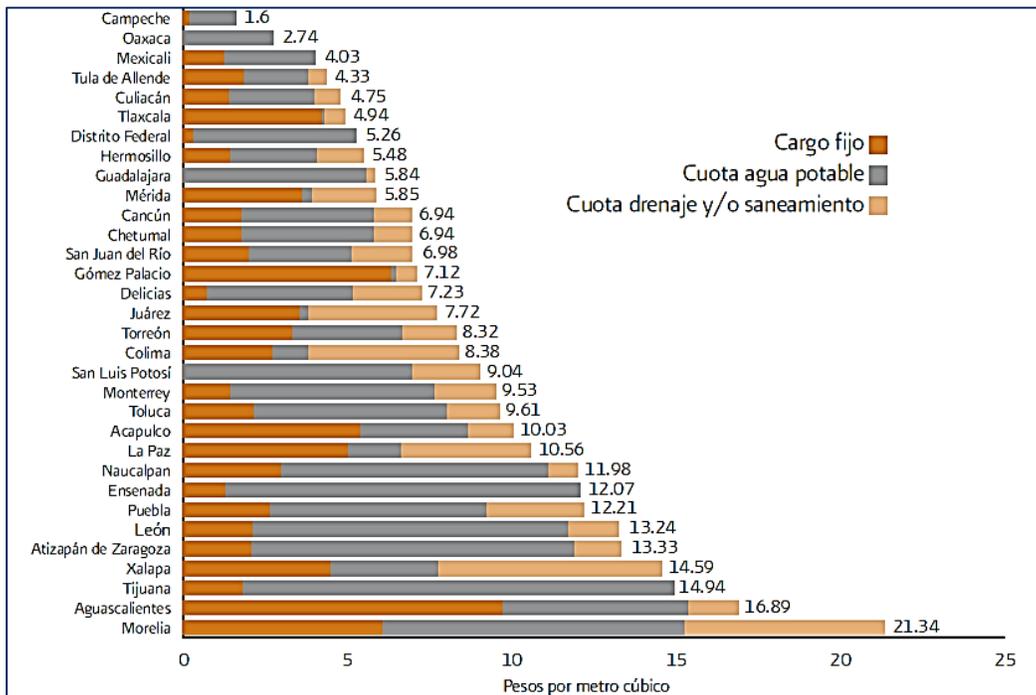
3.2.1. IDENTIFICACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA

Actualmente la infraestructura de tratamiento en el país está constituida por 2,835 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales con una capacidad instalada total de 161.7 m³/s, de las cuales 2,287 se encuentran en operación, produciendo un caudal de 105.9 m³/s. La diferencia entre la capacidad instalada total y el caudal tratado es de 55.8 m³/s que representa una subutilización del 34.5%. Además, 548 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales se encuentran fuera de operación con una capacidad instalada total de 9.6 m³/s.

Así mismo, a nivel estatal el cobro por suministro de agua potable, alcantarillado y/o saneamiento se puede ver en la siguiente figura, en ella se puede apreciar que existen ciudades como Cancún, Oaxaca, Mexicali, D.F., Ensenada y Tijuana que no cuentan con tarifas para el saneamiento. De forma contrastante, existen ciudades como Morelia y Xalapa donde las cuotas para el consumo de agua potable y saneamiento son

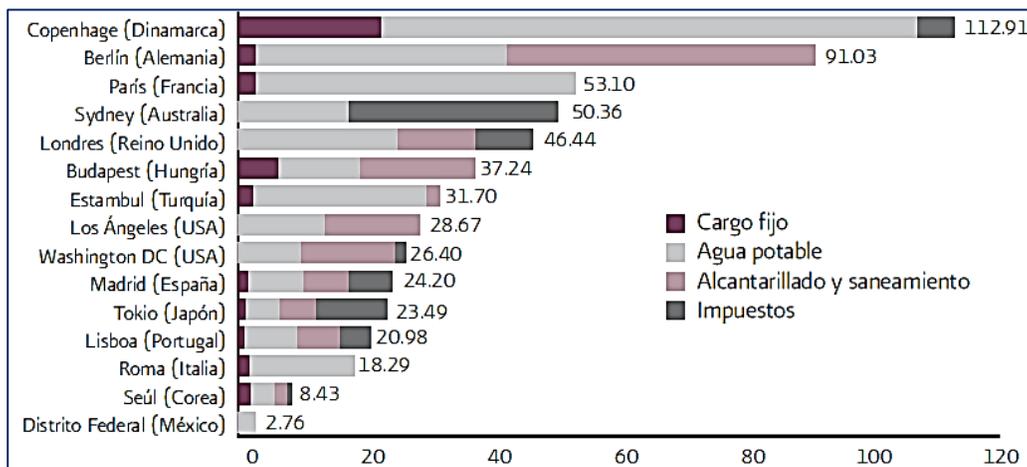
Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

comparativamente más altas en relación con otras ciudades con núcleos poblacionales mayores.



Tarifas domésticas de agua potable, alcantarillado y/o saneamiento en algunas ciudades, 2009

Al revisar a nivel internacional las tarifas domésticas de agua potable, e impuestos asociados de la siguiente figura se puede observar que el D.F. se encuentra muy por debajo de ciudades como Copenhague, Berlín, París, Sídney y Londres. No obstante, este resultado debe matizarse en virtud de que a nivel nacional existen otras ciudades como Morelia con altas tarifas para los rubros de cargo fijo, cuota de agua potable y cuota de drenaje y saneamiento.



Estadísticas del Agua en México, 2013. (tarifa en pesos/m³, para un consumo de 15 m³/mes)

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

Esta situación obliga a replantear la necesidad de que los organismos operadores, cobren los servicios de saneamiento.

Como se muestra en párrafos precedentes, hay grandes diferencias en las tarifas establecidas en distintas ciudades, estados y regiones del país. Intervienen factores de tipo económico y socio-cultural, pero también influye la politización de las tarifas de servicios públicos, consecuencia, en parte, de la falta de autonomía de los organismos operadores. Los Congresos de los Estados y los Cabildos, son, en muchos casos, quienes determinan esta situación.

Al respecto, surgen las siguientes recomendaciones:

- a) Acompañar al Programa U031 con un programa de fortalecimiento institucional del organismo operador que, de preferencia, involucre al gobierno estatal.
- b) Retirar gradualmente los subsidios en correspondencia con un programa de auto-sustentabilidad propuesto por el organismo operador. Esto podría estimular un mejoramiento de los servicios y evitar la dependencia del subsidio.

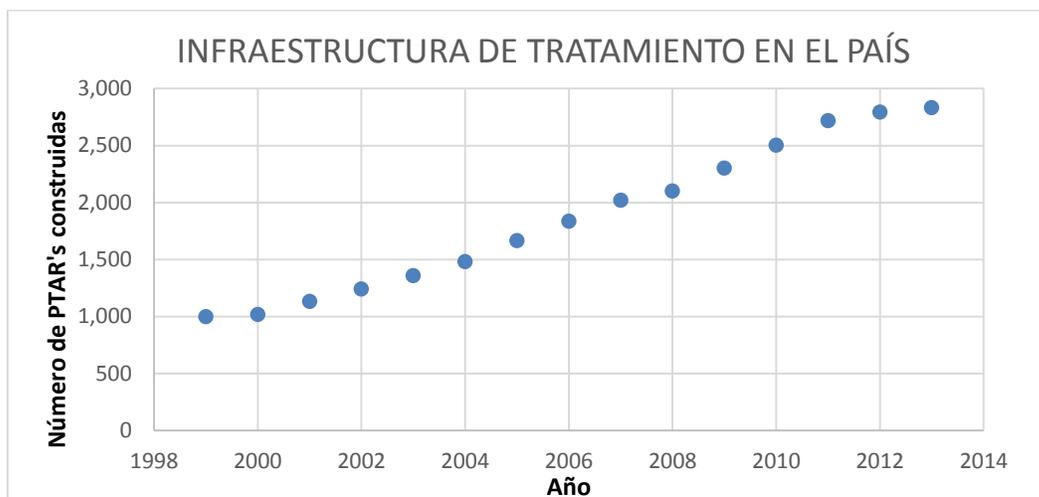
3.2.2. EVOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos 15 años se incrementó en forma considerable la cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales construidas en el país. De acuerdo a las estadísticas de CONAGUA procesadas en el Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua (SISBA), en 1999 existían 1,000 plantas de tratamiento, aumentando a 2,835 plantas en el 2013, es decir en 15 años se construyeron 1,835 plantas incrementando la capacidad de la infraestructura para tratamiento en 94.2 m³/s.

AÑO	TOTAL		EN OPERACION			FUERA DE OPERACION	
	No. DE PLANTAS TOTAL	CAPACIDAD INSTALADA TOTAL (l/s)	No. DE PLANTAS OPERANDO	CAPACIDAD INSTALADA EN OPERACIÓN (l/s)	CAUDAL TRATADO (l/s)	No. DE PLANTAS SIN OPERAR	CAPACIDAD INSTALADA SIN OPERAR (l/s)
1999	1,000	67,547.90	777	61,558.99	42,396.76	223	5,988.91
2000	1,018	75,952.48	793	68,969.99	45,927.34	225	6,982.49
2001	1,132	80,622.20	938	73,852.60	50,810.00	194	6,769.60
2002	1,242	85,042.63	1,077	79,735.03	56,148.49	165	5,307.60
2003	1,360	89,585.30	1,182	84,331.50	60,242.60	178	5,253.80
2004	1,481	92,674.80	1,300	88,718.30	64,541.94	181	3,956.50
2005	1,666	101,348.67	1,433	95,774.27	71,784.84	233	5,574.40
2006	1,837	104,895.86	1,593	99,764.19	74,388.29	244	5,131.67
2007	2,021	112,301.57	1,710	106,266.73	79,294.33	311	6,034.84
2008	2,102	118,926.82	1,833	113,023.97	83,640.59	269	5,902.85
2009	2,304	125,632.55	2,029	120,860.89	88,127.08	275	4,771.66
2010	2,503	132,196.94	2,187	126,893.49	93,628.18	316	5,303.45
2011	2,718	144,074.73	2,289	137,082.13	97,640.22	429	6,992.60
2012	2,794	148,307.66	2,342	140,142.08	99,750.23	452	8,165.58
2013	2,835	161,727.12	2,287	152,171.88	105,934.85	548	9,555.24

Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales



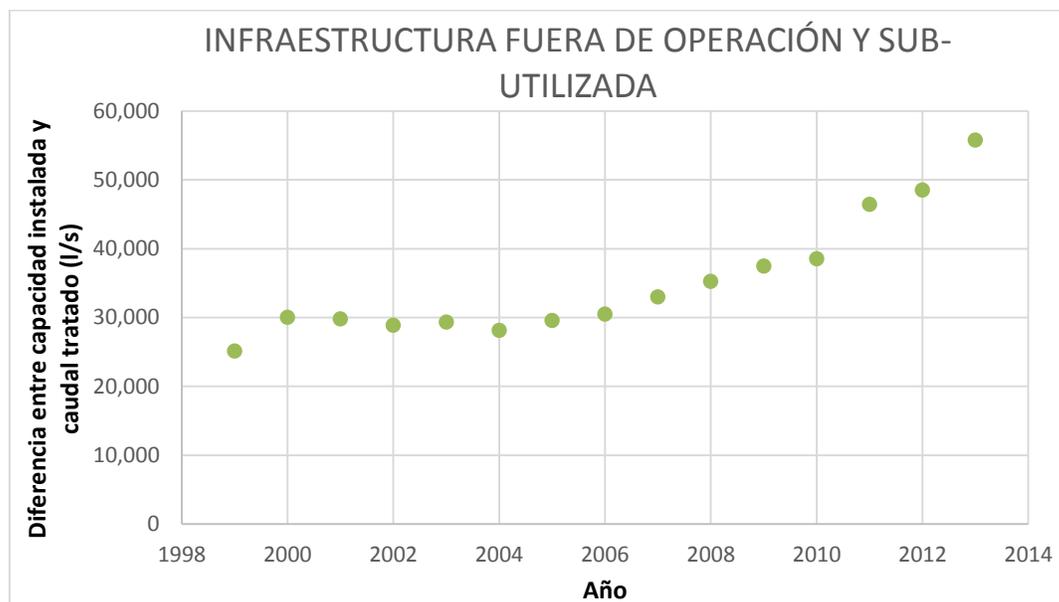
Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

En el mismo periodo el caudal de agua tratada no creció en la misma proporción, se observa una tendencia al incremento de infraestructura subutilizada, a partir del año 2006 la diferencia entre la capacidad de tratamiento construida y el caudal de agua tratada se ha venido incrementado en forma consistente. Esta situación representa una problemática que limita el cumplimiento de la metas de saneamiento de los cuerpos de agua en el país.

La atención de los servicios de saneamiento incluye, además de construir infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, la operación de las plantas construidas y, la rehabilitación y ampliación de la infraestructura existente. La debida implementación de estas acciones trae como consecuencia la prestación eficiente de los servicios de saneamiento, si alguna de estas acciones no es atendida limita el cumplimiento de la meta global.

La evolución que se tiene en infraestructura de tratamiento subutilizada es desfavorable, lo cual hace relevante establecer las medidas oportunas para revertir esta situación.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales



Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

3.2.3. EXPERIENCIA DE ATENCIÓN

El denominado “Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.” del *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*, analiza por un lado la cobertura de tratamiento de aguas residuales y por otro lado la competitividad de la infraestructura. Si bien durante el periodo de 2000-2013 el país presentó una tendencia creciente en la cobertura de tratamiento de aguas residuales.

La componente de operación y mantenimiento del Programa de incentivos para la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (U031), proporciona apoyo financiero y asistencia técnica a los organismos operadores.

El programa de incentivos para la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales, durante los seis años de su existencia invirtió en promedio 384.4 millones de pesos, de acuerdo al desglose que se presenta en la siguiente tabla:

ESTADO	Inversión (MDP)						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	PROMEDIO
AGUASCALIENTES	-	21.9	18.6	20.1	25.1	19.8	21.1
BAJA CALIFORNIA	-	45.0	53.3	46.3	56.8	42.6	48.8
BAJA CALIFORNIA SUR	-	-	-	-	2.9	-	2.9
COAHUILA	-	-	16.0	5.0	12.6	-	11.2
COLIMA	3.1	16.7	21.2	17.7	17.5	14.4	17.5
CHIAPAS	-	5.3	6.6	5.7	6.8	4.1	5.7

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

ESTADO	Inversión (MDP)						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	PROMEDIO
CHIHUAHUA	30.3	49.0	68.6	31.4	32.7	32.0	42.7
DURANGO	18.2	17.4	31.0	37.0	43.8	33.9	32.6
GUANAJUATO	-	9.9	16.9	33.8	13.3	15.5	17.9
GUERRERO	1.8	-	-	-	-	14.8	14.8
JALISCO	6.9	12.1	27.0	33.3	26.6	29.6	25.7
MÉXICO	-	-	-	12.4	37.2	-	24.8
MICHOACÁN	25.1	-	27.2	-	23.9	21.6	24.2
MORELOS	-	12.5	13.0	7.3	9.8	7.3	10.0
NAYARIT	-	-	-	-	15.7	-	15.7
NUEVO LEÓN	-	14.1	12.6	10.2	71.7	13.0	24.3
PUEBLA	-	-	-	-	0.8	-	0.8
QUERÉTARO	0.6	-	1.2	4.9	11.4	1.3	4.7
SAN LUIS POTOSÍ	-	-	-	-	9.8	9.9	9.9
SINALOA	5.8	20.1	-	8.0	9.9	7.6	11.4
SONORA	16.7	9.4	10.4	12.0	13.7	13.7	11.8
TAMAULIPAS	17.2	15.5	37.1	20.9	44.0	34.4	30.4
TLAXCALA	-	-	3.3	4.6	4.6	-	4.2
VERACRUZ	6.3	-	-	53.2	55.9	54.5	54.5
YUCATÁN	0.2	0.05	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
ZACATECAS	-	2.4	5.5	6.1	6.3	6.5	5.4
TOTAL	132.2	251.6	370.0	370.3	553.3	377.0	384.4

Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

3.2.4. ÁRBOL DE PROBLEMAS

Del análisis previo se identifica claramente el problema que atenderá el programa, el cual se puede enunciar de la siguiente forma:

“El 34.5% de las plantas de tratamiento construidas en el país no operan con la capacidad de proyecto.”

Las causas de esta situación se pueden identificar en las diversas etapas del proceso para implantar los proyectos de saneamiento, que pueden resumirse en las siguientes:

1. Planeación
2. Desarrollo del proyecto ejecutivo
3. Revisión del proyecto
4. Ejecución de las obras
5. Operación de las instalaciones

Para identificar qué parte del proceso ha incidido en mayor medida en la generación de esta problemática se realizaron trabajos de evaluación de las plantas de tratamiento

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

de aguas residuales en operación, los trabajos de evaluación se efectuaron en todos los estados del país, se seleccionó una muestra representativa para plantas con capacidad menores de 100 l/s y se revisaron todas las construidas con capacidad mayor a 100 l/s.

De los resultados de la evaluación se puso en evidencia que en la etapa de operación de las instalaciones se encuentra el problema de la subutilización de la infraestructura de tratamiento, cuya causa estructural es la insuficiencia de recursos económicos por parte de los organismos operadores para solventar los gastos de los insumos para la operación.

La insuficiencia de recursos económicos limita: El pago de electricidad, reactivos químicos y personal operativo. La adquisición de equipos y herramientas para el mantenimiento de las instalaciones. El financiamiento de programas de capacitación y actualización para el personal operativo. El personal para la supervisión de las actividades operativas.

Con la finalidad de formar el árbol de problemas se aplica la metodología para integración de matriz de indicadores para resultados (MIR), formulándose la pregunta clave:

PREGUNTA CLAVE:

Qué sucede cuando los organismos operadores no cuentan con los recursos financieros para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento.

RESPUESTAS:

1. La operación es deficiente por falta de insumos.
2. Operan las instalaciones parcialmente.
3. El personal operativo no cuenta con el perfil profesional para desempeñar la actividad,
4. La cantidad de operadores no es suficiente para ejecutar todos los procedimientos operativos,
5. No se cuentan con programas de mantenimiento preventivo.
6. En la situación más extrema dejan de operarlas (el 19.3% de las plantas de tratamiento del país no operan)

Se establecen causas adicionales que contribuyen al problema, las cuales están fuera de los alcances del programa, que deberán ser atendidas en otras etapas del proceso y por otros programas, esto permite establecer el alcance máximo que se tendrá con la implementación de este programa.

PREGUNTA CLAVE:

Qué sucede si la infraestructura de recolección de las aguas residuales que alimentan a la planta no es suficiente.

RESPUESTA:

La planta no opera a su capacidad de proyecto

PREGUNTA CLAVE:

Qué sucede si el diseño de la planta es deficiente.

RESPUESTA:

La planta no opera en las condiciones para producir el caudal de proyecto con la calidad de norma.

PREGUNTA CLAVE:

Qué sucede si la planeación considero una población de proyecto que no se ha alcanzado.

RESPUESTA:

El caudal de operación es menor al de proyecto.

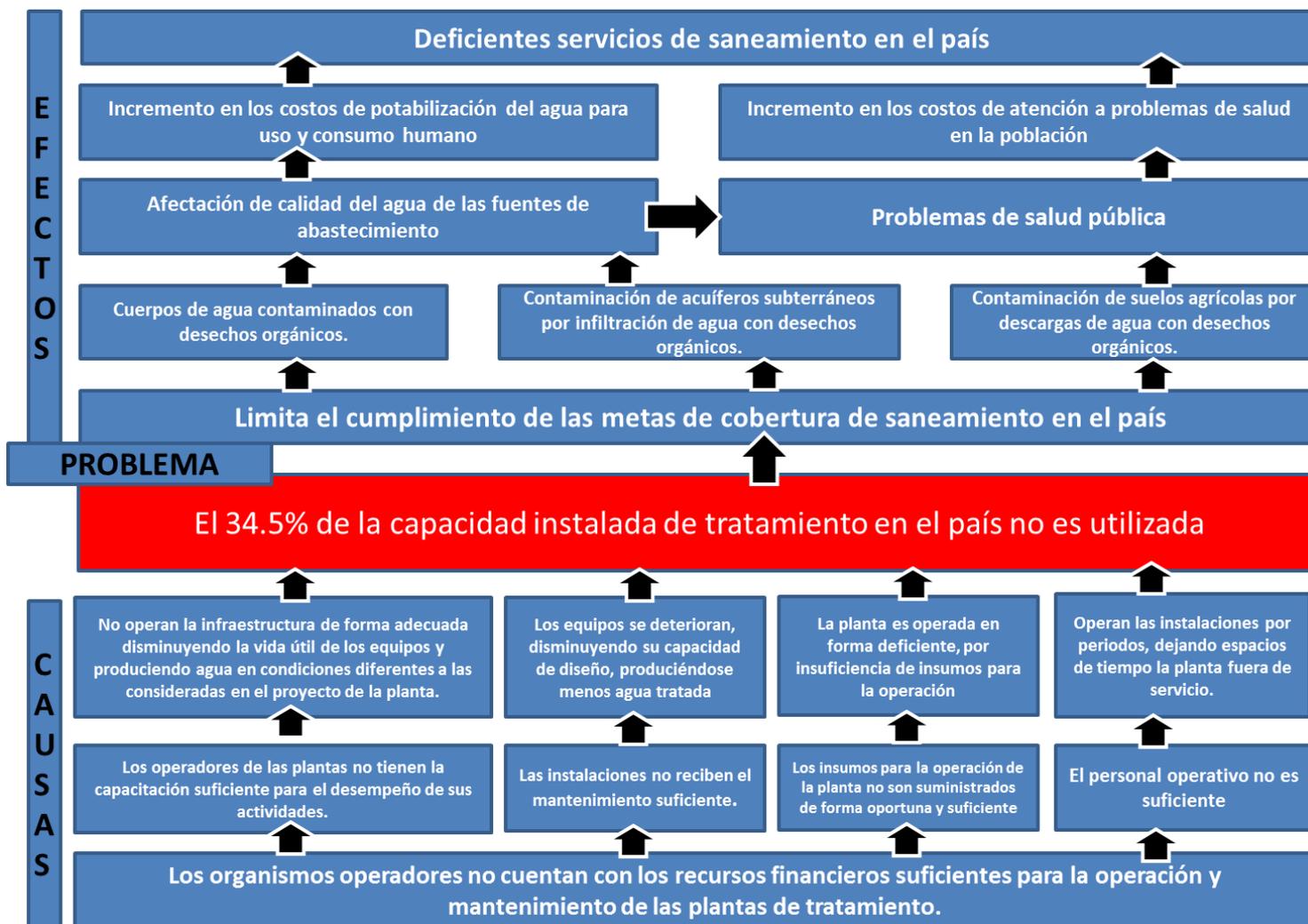
CAUSAS:

Las causas intermedias identificadas derivadas de la causa estructural son:

1. Los operadores de las plantas no tienen la capacitación suficiente para el desempeño de sus actividades por lo que operan la infraestructura de forma deficiente disminuyendo la vida útil de los equipos y produciendo agua en condiciones diferentes a las consideradas en el proyecto de la planta.
2. Las instalaciones no reciben el mantenimiento suficiente. Los equipos se deterioran, disminuyendo su capacidad de diseño, produciéndose menos agua tratada
3. Los insumos para la operación de la planta no son suministrados de forma oportuna y suficiente. La planta es operada en forma deficiente, por insuficiencia de insumos para la operación
4. El personal operativo no es suficiente, operan las instalaciones por periodos, dejando espacios de tiempo la planta fuera de servicio.

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de
tratamiento de aguas residuales

Árbol de Problemas



3.3. OBJETIVO

El objetivo del programa es sostener la infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales existente en operación

3.3.1. ÁRBOL DE OBJETIVOS

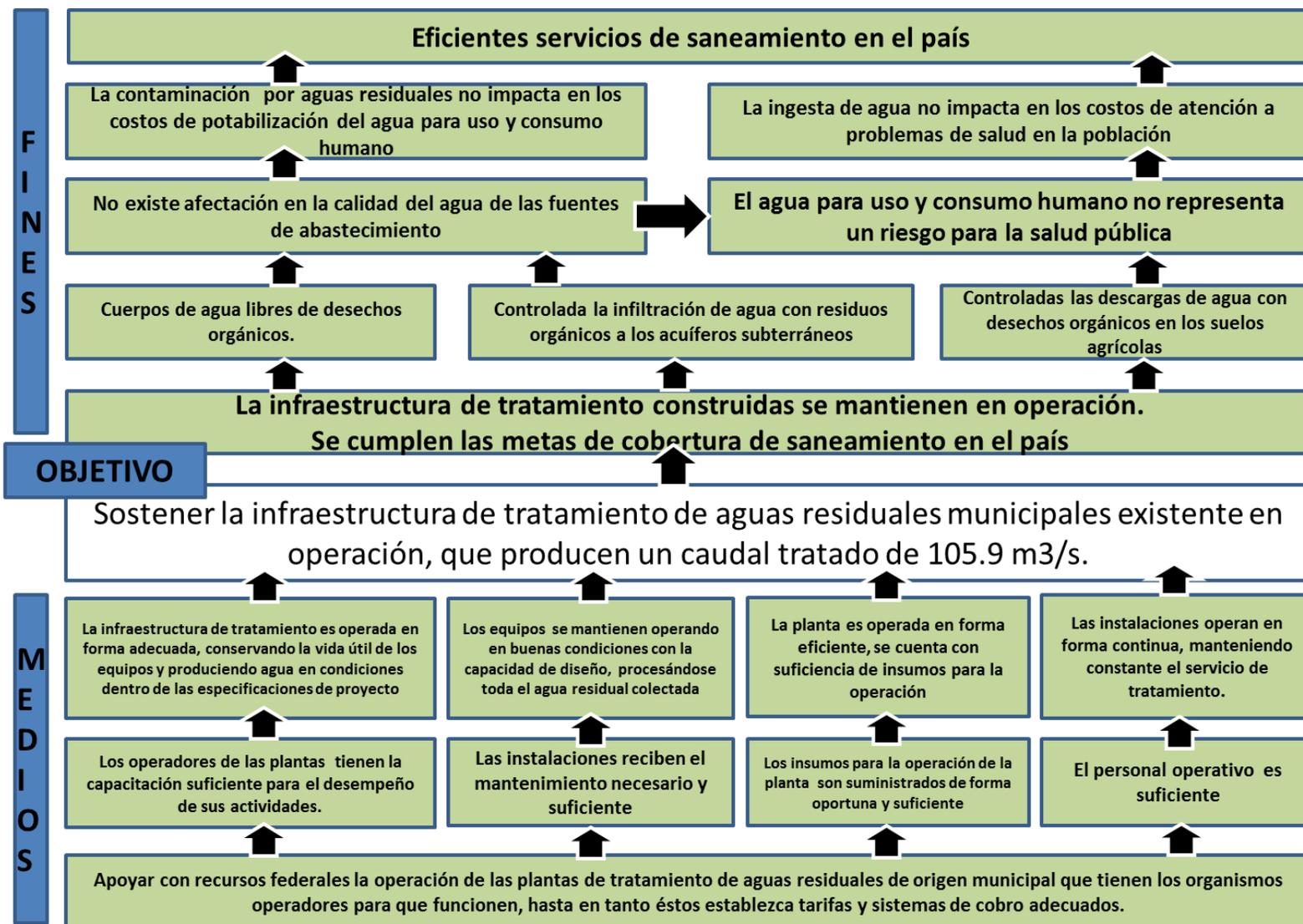
Los medios que se establecen para atender las causas identificadas son los siguientes:

Medios

Apoyar con recursos federales la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal que tienen los organismos operadores para que funcionen, hasta en tanto éstos establezca tarifas y sistemas de cobro adecuados.

Este apoyo se destinara a la solución de las deficiencias en las etapas operativas de las plantas:

- a) Capacitación suficiente a los operadores de las plantas, para el desempeño de sus actividades. La infraestructura de tratamiento es operada en forma adecuada, conservando la vida útil de los equipos y produciendo agua en condiciones dentro de las especificaciones de proyecto.
- b) Las instalaciones reciben el mantenimiento necesario y suficiente. Los equipos se mantienen operando en buenas condiciones con la capacidad de diseño, procesándose toda el agua residual colectada.
- c) Los insumos para la operación de la planta son suministrados de forma oportuna y suficiente. La planta es operada en forma eficiente, se cuenta con suficiencia de insumos para la operación.
- d) El personal operativo es suficiente. Las instalaciones operan en forma continua, manteniendo constante el servicio de tratamiento.



3.3.2. DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN

Que la infraestructura de tratamiento construida se mantenga en operación permite el cumplimiento de objetivos alineados en diferentes niveles:

- a) Se cumplen las metas de cobertura de saneamiento en el país
- b) Se controla la infiltración de agua con residuos orgánicos a los acuíferos subterráneos
- c) Los cuerpos de agua libres de desechos orgánicos.
- d) Se controlan las descargas de agua con desechos orgánicos en los suelos agrícolas
- e) No existe afectación en la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento
- f) El agua para uso y consumo humano no representa un riesgo para la salud pública
- g) La contaminación por aguas residuales no impacta en los costos de potabilización del agua para uso y consumo humano
- h) La ingesta de agua no impacta en los costos de atención a problemas de salud en la población
- i) Eficientes servicios de saneamiento en el país

3.4. COBERTURA

3.4.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN POTENCIAL

Organismos operadores con plantas de tratamiento de aguas residuales.

3.4.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO

A todo organismo operador del país que se incorpore al programa y que cuenten con plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal que manifiesten su necesidad de apoyo.

3.4.3. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.

A las 2,287 plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran operando en los municipios de toda la república, corresponde a la población que se les puede dar incentivos en operación y mantenimiento.

3.5. DISEÑO DE LA INTERVENCIÓN

Apoyo con recursos federales a los organismos operadores para las actividades de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento.

3.5.1. TIPO DE INTERVENCIÓN

El Programa dirige sus acciones a todo organismo operador, que cuente con plantas de tratamiento de aguas residuales de origen Municipal. Es un programa de subsidios no sujeto a reglas de operación.

Requisitos

1. Que se haya suscrito un Convenio o Acuerdo de Coordinación entre los gobiernos de las entidades federativas y el gobierno federal, con objeto de conjuntar recursos y formalizar acciones de agua potable, drenaje y saneamiento, en el que se considere el apoyo a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal.
2. Presentar programa de acciones
3. Cuando se tengan, deberán incluir acciones con la finalidad de solucionar una problemática, o que estén consideradas dentro de las prioridades, metas y compromisos establecidos a nivel federal.

Características Específicas del Programa

Apoyar al organismo operador para que trate sus aguas residuales cumpliendo con los parámetros concernientes a DBO₅ y SST establecidos en su permiso de descarga, por medio de un esquema de asignación de recursos federales destinados a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

La definición de los apoyos será conforme a la calidad del agua tratada de acuerdo a la siguiente tabla:

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

Calidad del agua en la descarga
Igualo menor a una DBO ₅ de 30 mg/l y SST 40 mg/l
Igualo menor a una DBO ₅ de 75 mg/l y SST 75 mg/l
Igualo menor a una DBO ₅ de 150 mg/l y SST 150 mg/l

Montos Máximos

La inversión será 100 por ciento federal y se otorgará conforme a la calidad del agua y volumen tratado en la descarga por la planta de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo a la siguiente tabla:

Calidad del agua en la descarga	Apoyo por m ³ tratado
Igualo menor a una DBO ₅ de 30 mg/l y SST 40 mg/l	\$0.60
Igualo menor a una DBO ₅ de 75 mg/l y SST 75 mg/l	\$0.50
Igualo menor a una DBO ₅ de 150 mg/l y SST 150 mg/l	\$0.30

Adicionalmente se podrá otorgar un apoyo por planta de tratamiento de aguas residuales, conforme al tamaño de la población servida de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño de la población servida	Apoyo por m ³ tratado
Hasta 14,999 habitantes	\$0.10
De 15,000 a 50,000 habitantes	\$0.05

Adicionalmente se podrá otorgar un apoyo por planta de tratamiento de aguas residuales en función del volumen de agua residual tratada que se reúse o intercambie por agua de primer uso, de acuerdo a la siguiente tabla:

Reúso o intercambio de agua residual tratada por agua de primer uso	Apoyo por m ³ tratado
Mayor de 60 % del agua tratada	\$0.10
Del 30 y hasta el 60 % del agua residual tratada	\$0.05

Cuando se liberen volúmenes de agua de fuentes de abastecimiento equivalente al que se utilice proveniente de la PTAR, se otorgará \$0.20 por m³ tratado.

Asimismo se podrá otorgar un incentivo adicional por el equilibrio ingresos -egresos en operación de hasta \$0.10 por m³ tratado, para lo cual el organismo operador deberá demostrar con sus estados financieros que los ingresos obtenidos permiten subsanar al menos los gastos de prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

saneamiento, o se podrá otorgar un apoyo de hasta \$ 0.10 por m³ tratado a los organismos operadores que demuestren documentalmente que cobran el saneamiento.

3.5.2. PROPUESTA DE MATRIZ DE INDICADORES

PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES U031

NIVEL	RESUMEN NARRATIVO	RESULTADO CLAVE
FIN	Contribuir a incrementar la eficiencia en los servicios de saneamiento en el país manteniendo la operación de las plantas de tratamiento.	Incrementar la cobertura de saneamiento mantener operando las plantas de tratamiento.
PROPOSITO	Sostener la infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales existente en operación.	Se sostiene la infraestructura de tratamiento en operación.
COMPONENTES	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales operando en cumplimiento con la normatividad.	Organismos operadores reciben apoyos para la actividades de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento.
ACTIVIDADES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formalización de Convenios de Colaboración y Programas de Acciones con entidades federativas. 2. Radicación de presupuesto para las entidades federativas para Caudal de agua residual tratada con el programa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formalización de Convenios de Colaboración y Programas de Acciones con entidades federativas. 2. Porcentaje de recursos radicados

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de
tratamiento de aguas residuales

**PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES U031**

NIVEL	RESUMEN NARRATIVO	INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
FIN	Contribuir a incrementar la eficiencia en los servicios de saneamiento en el país manteniendo la operación de las plantas de tratamiento.	Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales	Situación del Subsector de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
PROPOSITO	Sostener la infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales existente en operación.	Cobertura de apoyo a operación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (%)	Sistema de Información de Servicios Básicos del agua
COMPONENTES	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales operando en cumplimiento con la normatividad.	Porcentaje de plantas de tratamiento de aguas residuales operando en cumplimiento con la normatividad con apoyo del Programa.	Cierres de ejercicio y Convenios de Colaboración y Programas de Acciones del 2014. Registros administrativos.
ACTIVIDADES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formalización de Convenios de Colaboración y Programas de Acciones con entidades federativas. 2. Radicación de presupuesto para las entidades federativas para Caudal de agua residual tratada con el programa 	<p>Formalización de Convenios de Colaboración y Programas de Acciones con entidades federativas.</p> <p>Porcentaje de recursos radicados</p>	Explotación de Registros Administrativos

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

3.5.3. ESTIMACIÓN DEL COSTO OPERATIVO DEL PROGRAMA

La CONAGUA podrá disponer de recursos presupuestales para las actividades de seguimiento normativo, supervisión, verificación de acciones y evaluación interna de los apoyos otorgados, cuyo monto no será mayor al 5.20% del presupuesto destinado al otorgamiento de apoyos del programa sujetos a estos lineamientos.

3.6. PRESUPUESTO

3.6.1. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

La fuente de financiamiento proviene de programas presupuestarios con aportación federal al 100 por ciento, hasta que los Organismos Operadores recuperen la capacidad financiera, principalmente en términos de que las tarifas y la recaudación que obtiene por concepto de los servicios que proporciona, aseguren la posibilidad de hacerse cargo de los costos de operación. También es relevante una mejor valoración de la capacidad técnica de sus cuadros y una propuesta que verifique la posibilidad de reforzarlos.

3.6.2. IMPACTO PRESUPUESTAL

El programa de incentivos para la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales (U031), demanda una inversión promedio de 1,670 millones de pesos anuales (considerando un apoyo de \$0.50 por m³ tratado) que representa el 4.05% del presupuesto original asignado a la CONAGUA en el año 2013 (41,257.34 millones de pesos) y , distribuido de la siguiente manera por entidad federativa:

ESTADO	GASTO DE OPERACIÓN (m ³ /año)	Monto de las alternativas de Apoyo (\$/año)		
		\$0.60 por m ³	\$0.50 por m ³	\$0.30 por m ³
Aguascalientes	99,727,239	59,836,343	49,863,619	29,918,172
Baja California	165,251,794	99,151,076	82,625,897	49,575,538
Baja California Sur	40,215,969	24,129,581	20,107,984	12,064,791
Campeche	3,778,013	2,266,808	1,889,006	1,133,404
Coahuila	122,296,608	73,377,965	61,148,304	36,688,982
Colima	49,839,494	29,903,697	24,919,747	14,951,848
Chiapas	25,550,467	15,330,280	12,775,234	7,665,140
Chihuahua	212,907,420	127,744,452	106,453,710	63,872,226
Distrito Federal	98,165,261	58,899,156	49,082,630	29,449,578
Durango	108,031,614	64,818,968	54,015,807	32,409,484
Guanajuato	178,224,443	106,934,666	89,112,221	53,467,333
Guerrero	110,280,131	66,168,078	55,140,065	33,084,039
Hidalgo	4,998,456	2,999,074	2,499,228	1,499,537
Jalisco	245,890,292	147,534,175	122,945,146	73,767,088
México	214,094,750	128,456,850	107,047,375	64,228,425
Michoacán	106,989,034	64,193,420	53,494,517	32,096,710

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de tratamiento de aguas residuales

ESTADO	GASTO DE OPERACIÓN (m ³ /año)	Monto de las alternativas de Apoyo (\$/año)		
		\$0.60 por m ³	\$0.50 por m ³	\$0.30 por m ³
Morelos	50,340,917	30,204,550	25,170,458	15,102,275
Nayarit	70,618,565	42,371,139	35,309,282	21,185,569
Nuevo León	362,326,880	217,396,128	181,163,440	108,698,064
Oaxaca	31,381,474	18,828,884	15,690,737	9,414,442
Puebla	102,087,078	61,252,247	51,043,539	30,626,123
Querétaro	51,727,870	31,036,722	25,863,935	15,518,361
Quintana Roo	54,688,154	32,812,893	27,344,077	16,406,446
San Luis Potosí	66,705,578	40,023,347	33,352,789	20,011,673
Sinaloa	156,579,394	93,947,636	78,289,697	46,973,818
Sonora	115,131,944	69,079,166	57,565,972	34,539,583
Tabasco	55,674,600	33,404,760	27,837,300	16,702,380
Tamaulipas	179,507,327	107,704,396	89,753,664	53,852,198
Tlaxcala	24,789,188	14,873,513	12,394,594	7,436,756
Veracruz	176,979,717	106,187,830	88,489,858	53,093,915
Yucatán	4,110,402	2,466,241	2,055,201	1,233,121
Zacatecas	51,871,359	31,122,815	25,935,679	15,561,408
Total	3,340,761,430	2,004,456,858	1,670,380,715	1,002,228,429

Base de datos del Sistema de Información de Servicios Básicos del Agua, CONAGUA.

4. BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua. (2013). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, Diciembre 2012*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. (2013). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. (2014). *Estadísticas del Agua en México, Edición 2013*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Agenda del Agua 2030:

<http://www.conagua.gob.mx/Resumen.aspx?n1=1&n2=56&n3=263&n4=181&n5=172>

Tarifas Domésticas de agua potable, alcantarillado y/o saneamiento en algunas ciudades, 2009.

<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=87&n4=32>

Diagnóstico del Programa U031 Operación y mantenimiento en plantas de
tratamiento de aguas residuales