

Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)

Ciudad de Cuernavaca, Mor.



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Coordinación de Hidrología

Diciembre 2014

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	3
2. ESTRUCTURA DEL GRUPO TÉCNICO DIRECTIVO (GDT).....	4
3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA	5
4. ANTECEDENTES.....	5
5. CONCEPTOS BÁSICOS.....	16
6. CARACTERIZACIÓN DE LA CIUDAD Y SU SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	18
7. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS SEQUÍAS EN LA CIUDAD DE CUERNAVACA	25
8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA	28
9. ANÁLISIS DE LA OFERTA	32
10. VULNERABILIDAD A LAS SEQUÍAS.....	37
11. INDICADORES Y ETAPAS DE LAS SEQUÍAS.....	40
12. MEDIDAS PARA ATENDER LAS SEQUÍAS	49
13. PROGRAMA DETALLADO DE ACCIONES.....	60
14. DECLARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE SEQUÍA	69
15. SEGUIMIENTO, REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA	70
16. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	73
17. ANEXO.....	74

1. PRESENTACIÓN

La recurrencia de fenómenos climatológicos adversos repercute negativamente en los diferentes sectores sociales y económicos del país, y en los sectores más vulnerables, como son los habitantes de las poblaciones marginadas y los productores del campo. La sequía es uno de los fenómenos naturales más complejos y que afecta a más personas en el mundo. Además de sus efectos directos en la producción, la sequía puede perturbar el abastecimiento de agua para consumo humano, obligar a las poblaciones a emigrar e incluso, en casos extremos, puede causar hambrunas y muerte de personas. A diferencia de otros fenómenos naturales cuyos impactos son locales y de corto plazo, las sequías abarcan grandes áreas geográficas y sus consecuencias pueden prevalecer por varios años, con un efecto negativo en la calidad de vida y en el desarrollo de las poblaciones afectadas.

En las últimas décadas, debido a la importancia que se le ha dado al estudio de los fenómenos del calentamiento global y del cambio climático, se han analizado con gran atención los cambios que se pueden presentar en los climas globales y locales, especialmente en los puntos críticos del ciclo hidrológico.

Con respecto a la sequía, sus impactos dependen directamente de la vulnerabilidad y de la habilidad de las comunidades y los gobiernos para enfrentar el fenómeno, lo que a su vez está influido por las condiciones socioeconómicas, productivas y de calidad de recursos de las poblaciones.

Con frecuencia se considera que la sequía es un fenómeno raro o incluso, producto del azar, pero es una condición natural y recurrente del clima. Sus impactos son generalmente negativos en la economía, la sociedad y el medio ambiente. La sequía ocurre en cualquier parte del mundo, aunque sus impactos varían significativamente de una región a otra y parecieran ser más severos en zonas donde el recurso agua es escaso, como en el norte de México. La magnitud del desastre asociado a la sequía depende en buena medida del grado de vulnerabilidad del sistema expuesto a la disminución significativa de la precipitación. Si algo existe en común con los efectos de las sequías recientes es la falta de estrategias de los sectores afectados y de las autoridades para actuar antes, durante y después del evento. El problema de la sequía en México se enmarca en un contexto de crisis de agua que se ha agravado con el tiempo, a pesar de que el recurso se considera prioridad nacional desde hace varios años.

Como consecuencia de las sequías de los últimos años en el país, el gobierno federal puso en marcha el PRONACOSE (Programa Nacional Contra la Sequía). A través de este programa, en la Etapa 1, se elaboró el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) para cada uno de los 26 Consejos de Cuenca del país.

El PRONACOSE consiste en la atención, seguimiento, mitigación y prevención al fenómeno recurrente de la sequía en el territorio nacional, y fue instaurado el 25 de enero de 2012 por iniciativa del titular del Ejecutivo Federal, el Lic. Enrique Peña Nieto. El objetivo es la elaboración de instrumentos que permitan la gestión integrada de los Consejos de Cuenca en relación al manejo del recurso hídrico bajo los efectos de este fenómeno natural, en torno a un nuevo enfoque proactivo y preventivo. El programa, está siendo administrado por el gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De ahí el interés del presente documento, en la Etapa del PRONACOSE denominado “PROGRAMA DE MEDIDAS PARA PREVENIR Y ENFRENTAR LA SEQUÍA. ETAPA 2 DE 6: PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA (PMPMS) EN LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS”, el cual tiene como propósito contribuir a minimizar los impactos sociales, económicos y ambientales de eventuales situaciones de sequía en el marco territorial de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, mediante un programa que establece los procedimientos para, de manera preventiva, enfrentar las sequías en el entorno urbano de esta ciudad y proponiendo una serie de medidas preventivas y estratégicas de mitigación y de respuesta a la sequía, que permitan, mediante una gestión apropiada de este riesgo, reducir sus efectos en la población, en la salud y la economías de ciudad.

2. ESTRUCTURA DEL GRUPO TÉCNICO DIRECTIVO (GDT)

Considerando lo planteado en el marco teórico para la ‘Formulación del PMPMS’, una parte importante para la implementación efectiva y apropiada del programa, es la estructuración de la organización social e institucional que permita diseñar, aplicar y coordinar las estrategias para afrontar las sequías, mediante la creación de un Grupo Técnico Directivo (GTD) que, a su vez organizado en grupos de trabajo, permita dar seguimiento, evaluar y pronosticar las condiciones de desarrollo del fenómeno, y con ello, las respuestas más adecuadas ante las diversas fases de su gravedad; Esto enfocado al ámbito de la zona urbana atendida por el servicio de agua potable unidad de planeación y operación.

Para afrontar exitosamente la sequía debe haber una figura organizativa orientada exclusivamente hacia ese fin, el GTD. En este esquema deben intervenir principalmente el o los Organismos Operadores que atienden la zona urbana, las autoridades del agua (CONAGUA, la Comisión Estatal del Agua u organismo similar) en su ámbito de competencia, así como de otras dependencias e instituciones y los representantes de los sectores usuarios. Cada persona integrante de este grupo debe tener asignadas determinadas responsabilidades, adecuadas a su perfil, experiencia, capacidad y origen, y todos en conjunto deben aportar, integrar y analizar la información, de tal suerte que el resultado sea congruente, oportuno y útil para atender y afrontar los problemas que el fenómeno trae consigo.

En la siguiente Tabla 2.1 se presenta una propuesta de los participantes del GTD, en él se presentan diversas instituciones y sectores que pueden integrarlo, al inicio se marcan los participantes que van a integrar el primer documento del PMPMS. La dinámica legal o política puede modificar este esquema, sin embargo debe prevalecer el espíritu de funcionalidad para constituirlo y que cumpla el fin al que está destinado el GTD.

Tabla 2.1 Integración del GTD

Institución	Área
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Representante
CANACINTRA	Representante
Consejo de Cuenca Río Balsas	Representante
CONAGUA Organismo de Cuenca Balsas	Dirección técnica
CONAGUA Organismo de Cuenca Balsas	Dirección agua potable, drenaje y saneamiento
Industria	Representante
ONGs	Representante
ONGs	Representante
Comisión Estatal del Agua	Representante
SEP estatal	Representante
Organismo Operador SAPAC	Dirección Técnica
Organismo Operador SAPAC	Dirección de Operación
Secretaría de Salud Estatal	Representante
Secretaría de Desarrollo Sustentable	Representante
Protección civil estatal	Representante
Secretaría de Obras Públicas	Representante
Secretaría de Movilidad y Transporte	Representante
Secretaría de Información y Comunicación	Representante

Al inicio para integrar este grupo se deben considerar las instituciones que puedan hacer operativo este documento y que se señalan en la tabla anterior en la columna PMPMS. Este grupo inicial debe de realizar la gestión correspondiente con las instituciones funcionales y administrativas para que pueda ser llevado cabo el programa. Sobre todo gestiones a nivel legal para establecer las bases para su implementación legal y garantizar la participación de todos los organismos necesarios.

3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Objetivo general

Explicar la presencia y las características de las sequías en la zona urbana de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, con el fin de identificar y establecer las medidas preventivas y de mitigación de las mismas de manera específica para esta ciudad. Y a su vez, para promover la participación informada de la población y reducir la vulnerabilidad ante este fenómeno.

Objetivos específicos

Preparar un programa para enfrentar adecuadamente las sequías, en las tres etapas antes, durante y posterior al evento. Donde se señalen las acciones que se deben ejecutar y quién las debe realizar.

Integrar un sistema de alertamiento confiable y oportuno para monitorear continuamente las condiciones meteorológicas e hidrológicas, que determinan la posible presencia de una sequía para preparar a la población y actuar oportunamente ante este fenómeno.

Mantener informada a la población acerca del fenómeno de la sequía, sus etapas y sus posibles consecuencias.

Establecer las medidas preventivas y de mitigación que deberán realizarse durante todas las etapas de la sequía, las instituciones involucradas y los mecanismos de acción.

4. ANTECEDENTES

Ante la emergencia causada por la sequía en México durante el año 2011, el 25 de enero de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el “Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas”, donde se destaca la participación de diferentes dependencias federales:

- En el abastecimiento hídrico emergente a población: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); y al campo: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA); y salud: Secretaría de Salud (SS);
- En el financiamiento/indemnizaciones/reactivación del campo: Secretaría de Economía (SE), SAGARPA, Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Banca de Desarrollo;
- En el desarrollo de proyectos/programas de apoyo en sequías: SHCP, Secretaría de Gobernación (SEGOB), Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), CONAGUA, SE, CONAZA, y que SEGOB, coordinadamente con las dependencias y entidades federativas, en los términos de la Ley General de Protección Civil, emita de manera prioritaria las declaratorias de desastre natural correspondientes.

Posteriormente, para reducir la vulnerabilidad y garantizar la participación informada, la CONAGUA publicó en el DOF el 22 de noviembre de 2012 los “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”.

Estos Lineamientos tienen por objeto establecer los criterios y mecanismos aplicables para que la CONAGUA pueda emitir Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía, así como proponer a los usuarios de las aguas nacionales las medidas preventivas y de mitigación de la sequía conforme a las cuales podrán lograr un uso eficiente del agua, preservándola.

Por su parte el Pacto por México, suscrito en diciembre de 2012 por el Ejecutivo Federal y los dirigentes nacionales de los principales partidos políticos, establece en el Compromiso 52 que las sequías deberán ser atendidas de manera prioritaria y oportuna. Los Lineamientos referidos anteriormente apuntan directamente en ese sentido, y a partir de ellos en febrero de 2013 la CONAGUA presenta de manera oficial el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), el cual se compone básicamente de tres líneas de acción:

1. El monitoreo de la sequía o plan de alerta temprana;
2. La formulación de los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) para cada uno de los 26 Consejos de Cuenca del país; y
3. La creación de una Comisión Intersecretarial para atender la sequía.

Entonces, la formulación del presente PMPMS para la ciudad de Cuernavaca, Morelos,, se enmarca en la Etapa 2 de 6, para los PMPMS en ciudades, dentro de las líneas de acción propuestas en el PRONACOSE con la finalidad de hacer una adecuada planeación de la gestión para afrontar la sequía.

Desde siempre, la sequía ha sido una amenaza para la supervivencia de la humanidad. Con frecuencia ha sido la causa de migraciones masivas, hambrunas y guerras, e incluso ha llegado a alterar el curso de la historia misma. Hoy en día, la sequía sigue afectando a la población mundial de diferentes maneras, y es considerada como el fenómeno natural que afecta a más personas que cualquier otro desastre natural en el planeta. No obstante, la sequía es un fenómeno complejo y es quizá el menos comprendido de todos los peligros naturales. De hecho, todavía se están descubriendo las complejas interrelaciones entre la sequía y la sociedad, y se están implementando diversas estrategias de respuesta y mitigación que permitan reducir los impactos del fenómeno y, por lo tanto, la vulnerabilidad de las generaciones futuras.

En México, donde la agricultura de riego y de temporal es una fuente importante de empleo y de ingreso económico de la población, el problema de la sequía ha sido una cuestión recurrente y persistente a lo largo de su historia, tal como lo muestran los registros documentados de las sequías ocurridas incluso desde antes de la colonización española. Y aun cuando no se conocen con exactitud las fechas en que acontecieron las sequías en la antigüedad, se sabe que sus efectos fueron hambre, migración y muerte, que alteraban no sólo la actividad agrícola, sino la vida misma de las comunidades.

En las últimas décadas, ante la presencia de varios años deficitarios de lluvias, las sequías han asolado grandes extensiones agrícolas y comunidades rurales, principalmente, propiciando severos desajustes en la economía regional y nacional, como ocurrió durante la sequía de 2011-2012, la cual ya ha sido considerada como la más severa de los últimos 70 años, pues afectó en distintos grados al 80% del territorio nacional y generó pérdidas millonarias en los diferentes sectores económicos, afectando en cierta medida a las zonas urbanas, y siendo el sector agropecuario el más afectado por su ineludible dependencia del agua para la producción.

Aunque los estados de la República Mexicana que históricamente han sido más afectados por la sequía se ubican en el norte, lo cierto es que otras regiones, como el área comprendida en la cuenca del río Balsas (que abarca parte de los estados de Guerrero, Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala), no han sido la excepción y también han resultado afectadas por las sequías recurrentes, donde sus efectos son básicamente de tipo económico: pérdidas de cosechas, muerte de ganado y alzas de precios en los productos agropecuarios como consecuencia de la disminución de la oferta de los mismos y reducción de la oferta de agua en diferentes sectores.

No obstante, a pesar de la frecuencia y recurrencia de las sequías en México, históricamente la atención a los efectos causados por este fenómeno se ha basado en un enfoque reactivo, donde lo primordial ha sido la atención de la crisis y no la gestión del riesgo. Es decir, en las últimas décadas se han aplicado medidas y acciones

de respuesta “emergentes” sólo después de que se conocen los estragos causados por la sequía, sin el tiempo necesario para planear y evaluar adecuadamente las opciones y los recursos disponibles para afrontar el fenómeno. Por ello, ahora se propone un enfoque proactivo basado en la gestión del riesgo, es decir, en el diseño de medidas y estrategias que se pondrán en marcha antes, durante y después de la ocurrencia de una sequía para prevenir y mitigar el nivel de exposición al riesgo y, por lo tanto, la vulnerabilidad a los impactos.

En este contexto, el presente documento constituye lo que es propiamente el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía para la ciudad de Cuernavaca, Morelos (PMPMS-CM), el cual es un instrumento de planeación que ha sido elaborado con la finalidad de que sirva de base para la adecuada toma de decisiones sobre las medidas y estrategias que pueden ser implementadas para combatir los efectos de la sequía en los diferentes sectores usuarios del agua en la zona urbana de la ciudad de Cuernavaca, Morelos. Para su formulación, se han tomado en cuenta los aspectos legales e institucionales que se presentan a continuación.

4.1 Aspectos legales vinculados a las sequías

La intención de este apartado es revisar la legislación en los tres niveles de gobierno e identificar elementos donde se trate el tema de sequías o la ausencia de estos, con el fin de verificar la estructura legal que permita entre los diferentes niveles llegar a implementar las medidas propuestas para enfrentar las sequías en sus diferentes etapas y ámbitos. Esto permite clasificar los elementos para su aplicación en las diferentes etapas de la sequía, determinar las competencias entre los diferentes entes y proponer cómo subsanar las deficiencias legales encontradas.

Recopilación de las leyes nacional, estatal y municipal

En esta etapa se realizó un análisis del marco jurídico de cada una de las disposiciones normativas en materia de la sequía urbana, en especial para la ciudad de Cuernavaca, estado de Morelos, respetando el orden jurídico mexicano, procediendo a la recopilación de las diversas disposiciones del orden nacional, estatal y municipal, que se considera como una de las más relevantes en la materia el presente trabajo.

De manera representativa, se puede mencionar la manera que en la Carta Magna no prevé la figura de sequía urbana como tal, solo menciona en su artículo 4 que los mexicanos tienen derecho a un ambiente sano, así mismo no hay armonía de las leyes estatales y reglamentos municipales en relación con las disposiciones de carácter federal.

En la Ley General de Protección Civil, no se prevé un capítulo específico en materia de sequía urbana, y en la Ley General de Asentamientos Humanos, en su artículo 3, señala que los centros de población se mejorará el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, pero no prevé nada en materia de la sequía urbana, solo habla de riesgos y contingencias ambientales y urbana.

La Constitución Política del Estado de Morelos, no prevé un capítulo especial en materia de sequía urbana para dicho estado, solo hace mención en materia de protección del agua, protección del suelo y educación ambiental, pero no habla nada en específico en materia de sequía urbana.

En el Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2014, en su artículo 32, señala que el subsidio se aplicará exclusivamente a la población, entre otras cosas, en condiciones de vulnerabilidad y en declaratoria de zonas de atención prioritaria como podría ser la sequía urbana, por ejemplo, pero no prevé nada en materia de sequía urbana como tal, y en el Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018, en materia de protección civil en el aspecto de desarrollo sustentable señalando que la degradación ambiental se han intensificado en sequías e inundaciones y como tal se tiene que implementar por los tres niveles de gobierno programas en la materia, asimismo en el Plan Nacional Hídrico actual, señala en su objetivo 2, que se deberá incrementar la seguridad hídrica ante las sequías e inundaciones en zonas de riesgo, pero no menciona específicamente si son en zonas urbanas o rurales.

En relación con el marco constitucional en materia de sequía, se puede considerar que tienen sus bases en lo dispuesto en los siguientes ordenamientos de carácter federal, mismos que a continuación se mencionan, aclarando que la figura de sequía en ciudades de México no está reconocida en nuestra Carta Magna, sin embargo se hizo un análisis al marco legal que se considera se puede aplicar en materia de la sequía, como lo señalado en lo dispuesto en los artículos 4, 26 y 27 de la Carta Magna, y en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, mismo que se deriva el Plan Nacional Hídrico 2014-2018, y es aquí donde se reconoce y regula la figura de la sequía por medio del Programa Contra la Sequía (PRONACOSE), por lo que se considera que se tiene la relevancia legal de dicha figura de la sequía, a partir de este plan y no desde la propia Carta Magna como debería de ser, pero esto no es suficiente, y es necesario actualizar el marco legal desde la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la estatal y en los ordenamientos de carácter Municipal.

A continuación se menciona de manera puntual, algunos de los apartados que son relevantes a considerar en el entorno de la protección eventos extremos y en particular a las sequías.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4 párrafos quinto y sexto, el primero que se refiere a un "... derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar ..." y el segundo a "... toda persona tiene derechos al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo humano persona y domestico...", artículo 26 inciso A párrafo segundo "... Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal..."

En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se desprende el Programa Nacional Hídrico 2014-2018, en la página 67 señala que el objeto 2 el de incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.- Estrategia 2.1 el de proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riego de inundación y sequía.- 2.1.1 el de implementar el Programa Nacional de Prevención Contra Contingencias Hidráulicas (PRONACH).- 2.1.2 el de implementar el Programa Nacional Contra las Sequías (PRONACOSE).- Objetivo 3 el de fortalecer el abatimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento .- Estrategia 3.1 el de incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.- 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5.- Estrategia 3.2 el de mejorar las eficiencias de los servicios de agua potable en los municipios, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5.- Estrategias 3.3 el sanear los aguas residuales e industriales con un enfoque integral de la Cuenca hidrológica y acuífera.- 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3., en Ley de Planeación, en el artículo 1 fracción I señala "Las normas ...se llevará a cabo la Planeación Nacional de Desarrollo y ..." De igual manera aplican las disposiciones establecidas en el acuerdo para mitigar los efectos de la sequía publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25/01/2012; Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y al agua potable, alcantarillado y salud, Diario Oficial de la Federación el 29/12/2011; Lineamientos que establecen los criterios... por la ocurrencia de sequías, Diario Oficial de la Federación 22/11/2012; PRONACOSE fue encargado a la CONAGUA por el Ejecutivo Federal en enero de año 2013, para el desarrollo del Programa Nacional contra la Sequía; Reglas de Operación para los programas... aplicables a partir del 2014. Diario Oficial de la Federación 27701/2013 y por último el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, versión 1.0 del primero de septiembre de dos mil catorce, expedido por la CONAGUA.

Identificación de los preceptos legales relacionados con las sequias

En esta etapa se procedió al desahogo del análisis de los artículos en materia de sequía urbana en los tres niveles de gobierno y en especial para la Ciudad de Cuernavaca, estado de Morelos, por lo que más adelante se detallaran los contenidos de dichos artículos, antes, durante y después en la materia de sequias.

En el ámbito federal se pueden considerar aplicables, en materia de sequía urbana para la ciudad de Cuernavaca y el estado de Morelos las siguientes disposiciones legales, destacando que, en los ordenamientos que se mencionan más adelante, no está reconocida la figura de sequía urbana a nivel federal, solo se regula a partir desde el Plan Nacional Hídrico y en lo dispuesto en el decreto por el que el Ejecutivo Federal ordena a la Comisión Nacional del Agua, establezca medidas de carácter preventivo y de control de los fenómenos meteorológicos extraordinarios, y se establezcan las reglas de operación de dichos programas, destacando que dichas disposiciones se refieren a los fenómenos extraordinarios, en materia de sequías urbanas.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículos 1, 4 párrafo quinto y sexto, 115 fracciones III, inciso a) párrafo primero, V, VI., y 133; Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio 2014. Artículos 3 fracción XX, 32 y 37 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de diciembre de dos mil trece; Ley de Aguas Nacionales artículos 1, 6 fracción II, 7 fracción IX, 9b VII, 9b III,9bII,9BXI, 9b XIII, 12bIS,12bIS3, 12bIS15, 12 biS16 fracción XXV, 13B fracciones XII, XIX, 15 fracciones I, IV, V; Acuerdo por el que se ordena a la Comisión Nacional del Agua, establecer las medidas de prevención y control de los efectos provocados por fenómenos meteorológicos extraordinarios. Artículo 1 y 2, publicado en el Diario Oficial de la Federación el nueve de septiembre de dos mil diez, Acuerdo por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la atención de Sequias e Inundaciones. Artículos 1 y 3 fracciones I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XII y XIII, publicado en el Diario Oficial de la Federación el cinco de abril de dos mil trece; Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Artículo 41 fracciones II y V; Ley General de Protección Civil. Artículos 1, 2 fracciones XXIII, XXVII, XXX, XXXII, XXXVIII, XXXIX, 14, 26, 38, 41, 59; Ley General de Asentamientos Humanos. Artículos 1 fracción I, 3 fracciones XII, XIII 8 fracción VIII, 9 fracción IV, 12 fracción IV, 13 fracciones V y VII; Ley General de Salud Pública. Artículos 1, 2, 3 fracción II, 6 fracciones II y V, 11bis, 59 fracción II; Ley General del Cambio Climático. Artículos 1, 3fracción XXX, 7 fracción VI, inciso h) XI; Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018. 1.6. Estrategia, 1.6.1. Estrategia, 1.6.2. Gestión emergente y atención eficaz de desastres; Decreto por el que se ordena a la Comisión Nacional del Agua, establecer las medidas de prevención y control de los efectos provocados por fenómenos meteorológicos extraordinarios. Artículo 1, 2; Programa Nacional Hídrico. Objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante Sequías e Inundaciones. Estrategias 2.1. 2.1.2; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Artículos 5 fracción VII, 7 fracción XII, 8 fracción XI; Acuerdo por el que se establece las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres. Artículos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 31, 35, 39, 44, 46, 49, 53. Diario Oficial de la Federación el veintitrés de diciembre de dos mil diez.

En el ámbito estatal, se puede considerar que en materia de sequía urbana son aplicables las disposiciones que más adelante de hacen mención, destacando que en la Constitución Política del estado de Morelos, Ley del Agua para el Estado de Morelos, entre otras, no reconoce propiamente la figura de sequía urbana, solo se menciona en materia de medio ambiente, por lo que se considera que es necesario que el Congreso del Estado de Morelos, actualice el marco legal, regulatorio y de operación en materia de sequía urbana para legitimar las acciones que en lo futuro se apliquen en la ciudad de Cuernavaca, toda vez que del análisis al marco legal no se encontró disposición legal o legitimación de la figura de sequía para la ciudad de Cuernavaca.

En la Constitución Política del Estado de Morelos. Artículos 40 fracciones IV, IX, XLVIII, L, 42 fracción IV, 70 fracción XXX, 85D, 113 párrafo cuarto, 114-BIS fracción I, 116 fracciones I y II; Ley de Protección Civil para el Estado de Morelos. Artículos 1, 2, 6 fracciones I, VI, VII, VIII, 7 fracciones I, II, III, IV, V al VIII, 8 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 9 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 10 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 11 fracciones I, II, III, V, 16, 19 fracciones I, II, III, 21 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, 25, 26, Plan Estatal de Desarrollo 2012–2018; Eje rector número 4, Protección civil, Objetivo, Estrategia y Líneas de acción. 1.6.1, 1.6.1.2, 1.6.1.3, Estrategia 4.4.6. 4.4.6.1.4.4.6.2. 4.4.6.3.4.4.6.4. Objetivo estratégico 4.5. Estrategia 4.5.1. Líneas de acción 4.5.1.1. 4.5.1.2. 4.5.1.3; Ley Estatal de Agua Potable. Artículos 1 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 2 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 4 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X al XXIV, 5, 6, 53 fracción XI.

Por último en el ámbito Municipal, son las siguientes disposiciones

Como preámbulo se puede mencionar que lo más relevante del presente análisis legal que en la normatividad del municipio de la ciudad de Cuernavaca no está reconocida la figura de sequía solo menciona en materia de protección civil, protección del agua, del suelo y del medio ambiente, que aquí se considera que se puede tomar como base legal en materia de sequía para dicha ciudad, recomendando que la figura de sequía sea reconocida o regulada en sus reglamentos como podría ser para la Secretaria de Medio Ambiente de la ciudad de Cuernavaca, toda vez que no está regulada.

En el Reglamento de Protección Civil del Ayuntamiento de Cuernavaca. Artículos 1, 2, 3 fracción V, 5 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, 7 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, 11 fracción IV, 13 fracción III, 14 fracción VI, 19 fracción II, inciso g) 25, 26,27 y 28; reglamento de la Comisión de Protección Civil del Ayuntamiento de

Cuernavaca. Artículos 1, 2, 3, 5 y 9; Reglamento Interior del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca. Artículos 1, 12 fracciones III, IV, 13 fracción VII, 20 fracción X; Reglamento de Ecología, Protección al Ambiente del Ayuntamiento de Cuernavaca. Artículos 1, 2, 3 fracción XV, L, 5 fracciones I, IX, 6 fracciones VIII, XII, XIII, 11 fracciones II, III, VI, VII, (no prevé nada en materia de sequía); Reglamento Interior del Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable del Municipio de Cuernavaca. Artículos 1, 12 fracciones III, XIII, 13 fracción IX, 14 fracción II, 17 fracción VIII, 18, 23 fracciones I, II; Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social del Ayuntamiento de Cuernavaca. Artículos 1, 4 fracción IV, 8 fracción V, 13 fracción VI; Reglamento del Consejo Consultivo Municipal de Cuernavaca. Artículos 1, 3, 12, 13 fracciones III, XII, XIII, IX, 14 fracción IV, 15 fracción II, 25; Reglamento del Comité de Planeación para el Desarrollo del Municipio de Cuernavaca. Artículos 1, 6 fracciones II, V, 8, 10, 15, 31, 16 fracción V, 17 fracción X, 18 fracciones I, IV; Reglamento de Salud Municipal de Cuernavaca. Artículos 1, 2 inciso d), 5, 8 fracciones I, V, VI, 14, 18, 166 fracción VI; Reglamento de los Consejos de Participación Social del Municipio de Cuernavaca. Artículos 1, 7 fracciones I, III, V; Plan Municipal de Desarrollo 2013–2015. Puntos 6.5.3 (únicamente habla de estiaje); Acuerdo que crea el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca. Artículos 1, 2, 3 fracciones de la I a XXIX, 15 fracción VI.

Clasificación de algunos preceptos legales en los tres niveles de gobierno mexicano, federal, estatal y municipal en materia de sequía (antes, durante después)

En esta etapa se procedió al análisis del marco legal en los tres niveles de gobierno en atención de distribución de competencias, y a detalle de la descripción de cada artículo relacionado con sequía urbana para la ciudad de Cuernavaca, estado de Morelos, independientemente de lo señalado en los programas federales, estatales y municipales en materia de sequía urbana, de la siguiente manera:

Ámbito nacional

Antes de entrar al análisis del marco legal en materia de sequía se puede considerar que en las disposiciones legales que se señala más adelante no está reconocida la figura de la sequía para las ciudades y por ende la de Cuernavaca, es decir que se debe hacer antes, durante y después de cada evento extraordinario en sequía, por lo que se considera que se debe actualizar su marco legal en los tres niveles de gobierno mexicano como son Federal, Estatal y Municipal. Lo anterior para darle sustento legal y seguridad jurídica a todos los programas que se ejecuten en materia de sequía en las ciudades y en especial de la ciudad de Cuernavaca, derivado de que no existe un marco ideal que regule las sequías en las ciudades en México.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos artículo 4 párrafo quinto señala que todas las personas tenemos derecho a un medio ambiente sano o para su desarrollo y bienestar, entonces se puede considerar la sequía urbana dentro de un medio ambiente sano, por lo tanto se tienen derechos a una atención en materia de sequía urbana como tal (antes, durante y después).
- Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio 2014 en el numeral 31 señala que los programas de subsidios del ramo administrativo 2º desarrollo social se destinará en las entidades federativas, en los términos de las disposiciones aplicables, exclusivamente a la población en condiciones de vulnerabilidad, entre otras cosas, y de la declaratoria de zonas de atención prioritaria (antes, durante y después) se podría considerar la sequía urbana en condiciones de vulnerabilidad, aplicaría esta disposición.
- Ley de Aguas Nacionales en el numeral 9 fracciones XL prevé la participar en el sistema nacional de protección civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencia, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos (antes, durante y después) en este supuesto podría considerarse la sequía urbana.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público en el numeral 41 fracciones II y V, señalan que las dependencias y entidades, podrán contratar adquisiciones, arrendamientos y servicios, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación restringida a cuando menos a tres personas o de adjudicación directa, cuando: fracción II.- Cuando

peligro o se altere, entre otras cosas los servicios públicos, la salubridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de caso fortuito o fuerza mayor (antes, durante y después)

- Ley General de Protección Civil en el numeral 41 establece que las autoridades federales, de las entidades federativas, del Distrito Federal, municipales y delegaciones, fomentarán la cultura en materia de protección civil entre la población, mediante su participación individual y colectiva, así como lo previsto en los numerales 59 y 60 del mismo ordenamiento antes señalado, en la declaratoria de emergencia y la declaratoria de desastre natural le corresponde a la Secretaría de Gobernación de la Federación (antes, durante y después).
- Ley General de Asentamientos Humanos en el numeral 3 fracción XII señala que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural mediante la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población (antes, durante y después).
- Ley General de Salud en el numeral y de dicha Ley, señala su intervención se debe a lo dispuesto en el artículo 4 de nuestra Carta Magna, en materia de derecho a la salud de los mexicanos, entonces podría considerarse su intervención en materia de salud en situaciones de sequía urbana, ya que no lo especifica como tal en la constitución federal, solo se refiere a un ambiente sano como derechos. (antes, durante y después).
- Ley General del Cambio Climático en el numeral 7 entre otras atribuciones de la federación son las de elaborar, actualizar y publicar el atlas nacional de riesgo, y emitir los criterios para la elaboración de los atlas de riesgo estatales, el de mitigar y adaptar al cambio climático (antes, durante y después) de lo anterior podría considerarse que en este atlas que se menciona se debe especificar en materia de sequía urbana, y le corresponde su intervención al INECC en materia de adaptación y mitigación del cambio climático.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018 en materia de protección civil y prevención de desastres, resalta la importancia de que se deberá privilegiar las acciones preventivas ante desastres, será incluyente y utilizará soluciones de innovación científica, eficacia tecnológica, organización y capacidad para enfrentar los retos presentes y futuros en este ámbito, de lo anterior se podría considerar que ante la presencia de sequía urbana se deberá privilegiar la prevención, la innovación científica, la tecnología y la organización ante dicho fenómeno, ya que no especifica nada en materia de sequía urbana, solo se refiere a desastres y en materia de desarrollo sustentable señala que durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han intensificado. Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos, es por ello que existe un reconocimiento por parte de la sociedad acerca de que la conservación del capital natural y sus bienes y servicios ambientales, son un elemento clave para el desarrollo de los países y el nivel de bienestar de la población, de lo anterior se considera que es aplicable en materia de sequía urbana, ya que como tal no se describe solo se menciona la palabra sequía, pero no especifica si es sequía urbana o rural (antes, durante y después).
- Programa Nacional Hídrico 2014–2018 en el objetivo 2 señala que se deberá incrementar la seguridad hídrica ante los fenómenos naturales en materia de sequías e inundaciones y en la estrategia 2.1. Consistente en proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riego de inundación y sequías, por lo que se deberá implementar el Programa Nacional contra las sequías 2.1.2. De lo anterior se puede considerar que es aquí donde tiene sustento legal máximo en materia de sequía, solo faltaría que se reconozca la figura de sequía urbana como tal en la Carta Magna (antes, durante y después)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en el numeral 8 entre otras facultades del municipio, se considera que aplica lo dispuesto en su fracción I que al efecto señala el de formular, la conducción y evaluación de la política ambiental municipal y en su fracción XI señala la participación en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto establezcan (antes, durante y después) de lo anterior se puede considerar que no especifica qué tipo de contingencias, como podría ser el de sequía urbana, solo menciona el ambiental.
- Ley Federal de Derechos del Agua en el numeral 222 señala que están obligados al pago de derechos sobre agua, las personas físicas y morales que usen, exploten o aprovechen aguas nacionales, bien sea

de hecho o al amparo de títulos de asignación, concesión, autorización o permisos, otorgados por el Gobierno Federal, de acuerdo con la zona de disponibilidad de agua en que se efectuó su extracción de lo anterior no prevé la disminución del cobro de derechos ante el fenómeno de sequías urbanas extremas, por ejemplo (antes, durante y después).

Ámbito estatal

En este ámbito se puede considerar como relevante, el no reconocimiento de la figura de sequía en ciudad de Cuernavaca en las diversas disposiciones legales, solo se refieren al medio ambiente y no especifican nada en materia de sequía, por lo que se debe actualizar su marco legal ya que es muy escaso el marco legal en la materia, haciendo necesario la armonización con la federal

- Constitución Política del Estado de Morelos, entre otros, artículo 70 fracción XXX conducir las acciones en concurrencia con los Municipios y el Gobierno Federal, en materia de protección del ambiente y de prevención y restauración del equilibrio ecológico por lo que, en materia de sequía urbana, entra en el tema ambiental, aunque este no lo prevé como tal (antes, durante y después).
- Ley de Protección Civil para el Estado de Morelos, numeral 2 señala que les al Ejecutivo Estatal, Ayuntamientos Municipales la aplicación de la presente Ley, en el ámbito de sus respectivas competencias (antes, durante y después). Asimismo en el numeral 1 de la citada Ley, tiene por objeto regular en el Estado de Morelos, las acciones de protección civil relativas a la prevención y salvaguarda de las personas, sus bienes y su entorno ecológico, así como el funcionamiento de los servicios públicos y su equipamiento estratégico en caso de situaciones de grave riesgo colectivo o desastre por lo que se puede considerar a la sequía extremas como situaciones de grave riesgo, por lo tanto puede aplicar en sequía urbana, aunque no lo prevé como tal (antes, durante y después).
- Ley Estatal de Agua Potable, numeral 1 señala que tiene por objeto regular en el Estado de Morelos, fracción IV Las facultades de la dependencia u organismo de la Administración Pública Estatal encargado del ramo de agua potable y medio ambiente y de los Ayuntamientos en materia de conservación, agua potable y saneamiento de agua, por lo que se puede considerar que la autoridad tiene la obligación de gestionar que los servicios de agua potable lleguen a la población vulnerable, entre otros, en los casos de sequía urbana. Asimismo en el numeral 4 prevé que el Ayuntamiento o el organismo operador municipal correspondiente, tendrá a su cargo: I.- Planear y programar en el ámbito de la jurisdicción respectiva, así como estudiar, proyectar, presupuestar, construir, rehabilitar, ampliar, operar, administrar y mejorar tanto los sistemas de captación y conservación de agua, potable, conducción, almacenamiento y distribución de agua potable, como los sistemas de saneamiento, incluyendo el alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, reúso de las mismas y manejo de lodos (antes, durante y después).
- Plan Estatal de Desarrollo 2013–2018 para el estado de Morelos, en la página 68 párrafo cuarto, menciona a los fenómenos hidrometeorológicos extremos que provocan inundaciones fluviales, pero no prevé la figura de sequía urbana como tal.
- Programa especial para la atención de contingencias hidrometeorológicas para el estado de Morelos, no prevé la figura de sequía urbana, solo señala de situaciones de desastres, agentes perturbadores, situaciones de emergencia, pero no prevé la figura de sequía urbana, por lo que se hace necesario reconocer esta figura en dicho programa antes mencionado.
- Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sustentable del estado de Morelos, no prevé la figura de sequía urbana, entre otras, solo señala el de proteger el medio ambiente. En el citado artículo no prevé la figura de sequía urbana dentro de sus facultades como Municipio.
- Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del estado de Morelos, no define la figura de sequía urbana como tal, solo define la figura de medio ambiente, en la distribución de competencias, artículo 8 señala las atribuciones del Municipio, más no prevé la figura de sequía urbana, solo señala de las políticas ambientales municipal. Asimismo en la fracción XIX del citado numeral se refiere a la participación en emergencias y contingencias ambientales en términos de las propias política y programas de protección civil.

Ámbito municipal

En el ámbito municipal, destacar la falta de un marco legal en materia de sequía para el municipio o para la ciudad de Cuernavaca, no obstante de en el Plan de Desarrollo Municipal del estado de Cuernavaca, se refiere a los casos de vulnerabilidad de la sociedad o las personas, pero no especifica nada que se en casos de sequía en la ciudad ni que hacer antes, durante y después, por lo que se recomienda actualizar el marco legal en la materia que no existe o es insuficiente.

- Ley Estatal de Protección Civil para el Estado de Morelos, le corresponde a los Ayuntamientos, numeral 7 fracción VI participar, en coordinación con el Ejecutivo del Estado, en la planeación y ejecución de acciones de protección civil por lo que se considera que este precepto aplica en materia de sequía urbana, aunque no lo prevé como tal (antes, durante y después).
- Acuerdo que crea el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca, señala que el organismo operador tendrá a su cargo, entre otras, las señaladas en la fracción V ordenar y ejecutar la suspensión del servicio, previa su limitación en el caso del uso doméstico, por falta reiterada de pago imputable al usuario, de lo anterior se señala que no prevé la sequía urbana, por lo que se recomienda sea legitimada esta figura en las normas correspondientes.
- Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca 2013–2015 de Cuernavaca, en su página 127 señala que Cuernavaca atraviesa por una severa temporada de “estiaje” en la que los niveles de los mantos acuíferos disminuyan considerablemente, situación que genera la disminución del servicio en algunos puntos del Municipio, pero lo que es necesario regularla en los próximos planes y programas la figura de sequía urbana. Asimismo en su página 129 señala que los objetivos generales, entre otros, es el de sancionar a las personas que hagan mal uso y desperdicien el agua.

Distribución de competencias

En materia de sequía, se puede configurar la figura de la concurrencia o coordinación entre los tres niveles de gobierno mexicano, cuando se presente un fenómeno extraordinario en materia de sequía en la ciudad de Cuernavaca, antes, durante y después de evento, por lo que se hace necesario actualizar el marco legal en dicha materia que es muy escaso, es decir hace falta un marco legal específico que regule la sequía en la ciudad de Cuernavaca y en las demás ciudades, dentro de las atribuciones de cada nivel de gobierno y en forma conjunta.

Ámbito nacional

En la competencia en este ámbito destaca que la Federación tiene la obligación por Ley de apoyar a los estados y municipio a mitigar los efectos que se presenten ante los fenómenos naturales, entre ellos el de la sequía en la ciudad de Cuernavaca por lo que es necesario actualizar su marco legal en la materia ya que sus disposiciones son muy genéricas, siempre y cuando así se lo soliciten ante el fenómeno de carácter extraordinario.

- Ley de Aguas Nacionales en su numeral 6 fracción VII aprobar el Programa Nacional Hídrico, conforme a lo previsto en la Ley de Planeación, y emitir políticas y lineamientos que orienten la gestión sustentable de la cuencas hidrológicas y de los recursos hídricos.
- Ley de Aguas Nacionales, atribuciones de la Comisión Nacional del Agua, en su numeral 9 inciso b) fracción I fungir como la Autoridad en materia de la cantidad y de la calidad de las aguas y su gestión en el territorio nacional y ejercer en consecuencia aquellas atribuciones que conforme a la presente Ley corresponden a la autoridad en materia hídrica, en los tres niveles de gobierno en su ámbitos de competencias de cada uno y en forma concurrente.
- Ley de Aguas Nacionales, son atribuciones de los Organismos de Cuenca en México, en el numeral 12 BIS 6 fracción XXV participar en el Sistema Nacional de Protección Civil y apoyar en la aplicación de los planes y programas de carácter federal para prevenir y atender situaciones de emergencias, causadas por fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, entre otros, en estos casos, es aplicable a la sequía urbana que se llegare a presentar en el municipio de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, independientemente de los programas aplicables en la materia.
- Ley de Aguas Nacionales, señala que tendrán a su cargo los Consejos de Cuenca, numeral 13 BIS 3 fracción XIX colaborar con la Autoridad en la materia para la prevención, conciliación, arbitraje, mitigación y solución de conflictos en materia de agua y su gestión, entre otros.

Ámbito estatal

En este ámbito destaca que, en la constitución política del estado de Morelos, y en sus diversos cuerpos normativos no se reconoce la figura la sequía en ciudades urbanas, así como la falta de un marco regulatorio en la materia, dado que no existe.

- Ley Estatal de Protección Civil de Morelos, numeral 1 por objeto regular en el estado de Morelos, las acciones de protección civil relativas a la prevención y salvaguarda de las personas, sus bienes y su entorno ecológico, así como el funcionamiento de los servicios públicos y su equipamiento estratégico en caso de situaciones de grave riesgo colectivo o desastre.

Ámbito municipal

Se puede considerar que destaca en este ámbito la falta de un marco legal para la ciudad de Cuernavaca que regule las acciones antes, durante y después de cada fenómeno que se presente en materia de sequía dado que no existe.

- Corresponde a los Ayuntamiento, numeral 7 fracción VI participar, en coordinación con el Ejecutivo del estado, en la planeación y ejecución de acciones de protección civil.

Detección de deficiencias en las disposiciones normativas

En el presente rubro destaca la falta de un marco regulatorio en materia de sequía en ciudades del estado de Morelos, y en especial en la ciudad de Cuernavaca, por lo que es necesario que se actualice el marco legal para sustentar las acciones que se lleven a cabo en la materia, dado que no existe un marco legal adecuado.

Primero.- En relación con la normatividad en materia de sequías para la ciudad de Cuernavaca, estado de Morelos, se observó que no existe un capítulo específico que regule la gestión del recurso hídrico, y en especial en el tema de sequía urbana, solo existen programas en la materia que se derivan del Plan Nacional de Desarrollo y del Programa Nacional Hídrico, **Segundo.-** La Ley de protección civil para el estado de Morelos, de acuerdo a lo señalado en el numeral 2 señala que el Ejecutivo del estado y los Ayuntamientos Municipales, les corresponde la aplicación de dicha Ley, en el ámbito de sus respectivas competencias. Del análisis hecho a la misma se observó que no cuenta con un capítulo específico en materia de Sequías, sólo menciona del Programa General de Protección Civil del Estado de Morelos (Artículo 16 de la Ley de Protección Civil para el Estado de Morelos); **Tercero.-** En el Plan Estatal de Desarrollo 2013–2018 no prevé en específico el tema de sequías, solo señala en materia de Cambio Climático; **Cuarto.-** En el Reglamento de Protección Civil para el Municipio de Cuernavaca, en su artículo 19 fracción II menciona que la prevención de riesgos de origen hidrometeorológico inciso g) sequías, pero no cuenta con un capítulo específico en la materia; **Quinto.-** Se analizó el Reglamento interior del sistema de agua potable y alcantarillado del municipio de Cuernavaca, no prevé el tema de Sequías como tal, ni menciona programas en la materia, solo la figura de “estiaje”; **Sexto.-** En el Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Cuernavaca, Morelos, en su artículo 5 fracción I señala la prevención y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente de bienes y zonas de jurisdicción municipal, pero no prevé nada en materia de sequías como tal, **Séptimo.-** Reglamento del Consejo Consultivo Municipal de Cuernavaca, Morelos, en su artículo 13 fracción III el de emitir opinión en la elaboración de los Planes y programas de desarrollo Municipal, pero en el Plan Municipal de Desarrollo 2013- 2015 no prevé nada en materia de sequías, solo menciona la palabra estiaje, y **Octavo.-** Se analizó los 334 ordenamientos del municipio de Cuernavaca, y ninguno se refiere al tema de sequías, no menciona programas sobre la materia.

Propuestas de mejoras al marco legal

A continuación se presentan diferentes documentos normativos que deben considerarse para atender las sequías y en la Tabla 4.1 las observaciones y propuestas específicas.

Ámbito nacional

Dado que no existe un marco legal apropiado en materia de sequía en las ciudades en México, es necesario se elabora un marco legal actualizado en la materia desde nuestra Carta Magna, y armonizado con la de los estados y municipios del país dado que el existente es muy genérico.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Ley General de Protección Civil y su Reglamento; Ley General de Asentamientos Humanos y su Reglamento.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y su Reglamento; Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018; Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones; Programa Hídrico Nacional 2014–2018; Ley General del Cambio Climático; Ley General de Salud Pública; Guía de elaboración para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento; Acuerdo por el que se integra acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas. DOF: 25/01/2012; Lineamientos que se establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrían implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía. DOF: 22/11/2012, Reglas de Operación para los Programas de Infraestructura Hidroagrícola y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a cargo de la Comisión Nacional del Agua, aplicables a partir de 2014. DOF: 27/12/2013; Ley de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2014.

Ley Federal de Derechos (agua); Lineamientos de la Política de Gestión de la sequía nacional; Instituciones nacionales involucradas en la materia, y que forman parte de la Comisión Intersecretarial en la materia, objeto de este trabajo; SEGOB, SEDENA, SEMAR, SHCP, SEDESOL, SEMARNAT, SENER, SE, SAGARPA, SCT, SALUD, SEDATU Y CFE.

Ámbito estatal

Se puede considerar que es necesario elaborar un marco legal específico en materia de sequía para la ciudad de Cuernavaca, y sus demás ciudades del estado de Morelos, ya que no existe un marco regulatorio a nivel estatal.

Ámbito municipal

Se puede considerar que es necesario elaborar un reglamento específico en materia de sequía urbana para la ciudad de Cuernavaca y sus demás ciudades del estado de Morelos, ya que no existe un marco regulatorio a nivel municipal.

Reglamento de Protección Civil para el Municipio de Cuernavaca; Reglamento de la Comisión de Protección Civil del Ayuntamiento de Cuernavaca, Reglamento de Ecología, Protección del Ambiente de Cuernavaca; Reglamento Interior del Consejo Municipal de Desarrollo Rural, Sustentable del Municipio de Cuernavaca; Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social del Ayuntamiento de Cuernavaca; Reglamento del Consultivo del Municipio de Cuernavaca; Reglamento del Comité de Planeación para el desarrollo del Municipio de Cuernavaca; Reglamento de Salud Municipal de Cuernavaca; Reglamento de los Consejos de Participación Social del Municipio; Plan Municipal de Desarrollo 2013–2015; Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía; Acuerdo por el que se crea el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca. (SAPAC).

Tabla 4.1 Aspectos legales en materia de sequía para la ciudad de Cuernavaca, Mor.

Propuestas de complemento o modificación				
Instrumento	Artículos	Observaciones	Ámbito	Propuesta
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4, 27, 115	No señala capítulo específico en materia de sequía.	Federal	Elevar a rango constitucional la figura de protección civil en la materia de sequía en zonas urbanas.
Ley de Protección Civil del Estado de Morelos y aplicable a los Municipios	12	No cuenta con un capítulo específico en materia de sequía.	Estatal y Municipal	Reglamentar en un capítulo especial la materia de sequía.
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	27	No señala en la Constitución en materia de reubicación de asentamientos humanos	Federal	Elevar a rango constitucional la figura de reubicación de los asentamientos humanos en zonas de alto riesgo en los municipios.
Municipio de Cuernavaca	Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015	No está previsto la regulación de la gestión del recurso hídrico en materia de sequía, solo menciona la figura de "estiage".	Municipal	Se cree un reglamento o manual específicamente en materia de sequía para el Municipio de la ciudad de Cuernavaca.
Reglamento interior del sistema de agua potable y alcantarillado del municipio de Cuernavaca.		No está previsto capítulo alguno en materia de sequía.	Municipal	Se recomienda reglamentar algún capítulo especial en materia de sequía y como afrontarlo, puede ser a través de un Manual contra contingencias en materia de sequía urbana.
Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Cuernavaca	5 fracción I	Señala la prevención y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente de bienes y zonas de jurisdicción municipal, pero no señala nada en materia de sequía.	Municipal	Se recomienda reglamentar algún capítulo especial en materia de sequía y como afrontarlo, puede ser a través de un Manual contra contingencias en materia de sequía urbana.
Ley del Agua del Estado de Morelos		No prevé la figura en materia de sequía, sólo señala la figura de "estiage"	Estatal y Municipal	Establecer un capítulo especial en materia de Sequía para el Estado y los Municipios.

5. CONCEPTOS BÁSICOS

En primer lugar es importante definir a qué se refiere el término sequía, diferenciándolo de otros conceptos similares como la aridez (característica climática permanente), el estiaje (característica climática de poca o nula

precipitación en un periodo dado) y la escasez (relacionado con el nivel de demanda de agua en una zona determinada).

Se reconoce, en general, que la sequía es un fenómeno climático que ocurre cuando la precipitación o la disponibilidad del agua en un período y en una región dados, son menores que el promedio histórico registrado, y es lo suficientemente grande y prolongada como para impedir que se satisfagan las distintas necesidades humanas y de los ecosistemas. Sin embargo, la complejidad del fenómeno condiciona que no exista una definición del mismo universalmente aceptada. Se asocia con la ausencia de agua en sus distintas facetas: falta de lluvia, carencia de humedad del suelo, disminución de reservas en embalses y acuíferos, etc., incrementándose la complejidad del impacto a medida que aumenta la escasez de precipitaciones.

Según el tipo de impactos o consecuencias que produce la sequía, se pueden distinguir las siguientes definiciones aplicadas al concepto:

- **Sequía meteorológica:** disminución de la precipitación respecto al valor medio regional en un plazo de tiempo determinado. Es por tanto un dato de referencia regional que varía en función de las características climáticas de cada región y que no se puede extrapolar de unas regiones a otras.
- **Sequía agrícola:** déficit de humedad en el suelo para satisfacer las necesidades de crecimiento de un cultivo determinado en cualquiera de sus fases de crecimiento. Dado que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para un área geográfica. En zonas de cultivos de secano esta sequía va ligada a la sequía meteorológica, con un pequeño desfase temporal dependiente de la capacidad de retención de humedad del suelo edáfico. En zonas irrigadas la sequía agrícola está más vinculada a la sequía hidrológica.
- **Sequía hidrológica:** disminución en las disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas en un sistema hidráulico o hidrológico durante un plazo temporal dado respecto a los valores medios, que puede impedir cubrir las demandas de agua al ciento por ciento. A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede demorarse durante meses o algún año desde el inicio de la escasez pluviométrica o si las lluvias retornan en poco tiempo, no llegar a manifestarse. Se vincula a las actividades del hombre diferentes a las agrícolas, en particular con las demandas urbanas. En algunos casos le llaman operativa, puede confundirse o agruparse con la sequía socioeconómica.
- **Sequía socioeconómica:** se produce cuando la escasez física de agua empieza a afectar a las personas y a su actividad económica, ya sea de forma individual o colectiva. La ausencia de afectación o su minimización constituye el éxito de gestión. Para hablar de sequía socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica con consecuencias económicas desfavorables. La creciente presión de la actividad humana sobre el recurso agua hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, con pérdidas económicas crecientes.

Por lo tanto, la secuencia temporal es: sequía meteorológica, a continuación sequía agrícola, luego la sequía hidrológica y, finalmente, la sequía socioeconómica, aunque ésta última está íntimamente relacionada con la sequía agrícola y la hidrológica (Figura 5.1). La capacidad de gestionar los recursos hídricos hace que las consecuencias de la sequía hidrológica no dependan exclusivamente de los caudales que escurren en ríos y manantiales, sino también del volumen de agua en los embalses y acuíferos, es decir, de la manera en que se gestionen estos volúmenes almacenados.

El municipio de Cuernavaca se encuentra localizado en la zona noroeste del estado de Morelos, sus coordenadas geográficas extremas son 18° 50'-19° 10' de latitud norte y 99° 11'-99° 21' de longitud oeste, su altitud fluctúa entre el máximo de 3,000 y el mínimo de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

El municipio limita al norte con el municipio de Huitzilac, al este con el municipio de Tepoztlán y con el municipio de Jiutepec, al sureste con el municipio de Emiliano Zapata, al sur con el municipio de Temixco y al suroeste con el municipio de Miaatlán; al oeste limita con el Estado de México, particularmente con el municipio de Ocuilan

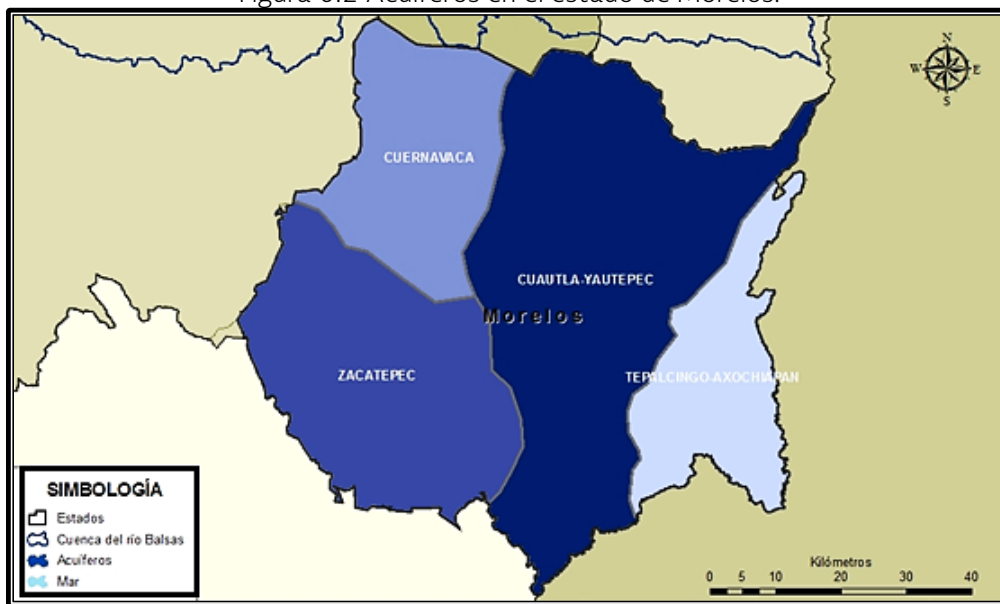
De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la población total del municipio de Cuernavaca es de 365,168 habitantes, de los que 172,901 son hombres y 192,267 son mujeres.

6.1 Hidrología

6.1.2 Hidrología Subterránea

El municipio de Cuernavaca se encuentra por completo dentro del acuífero 1701 Cuernavaca, como se aprecia en la figura 6.2.

Figura 6.2 Acuíferos en el estado de Morelos.



Fuente: Estado de los acuíferos de Morelos, CONAGUA 2009.

Los datos de disponibilidad del acuífero se muestran en el Tabla 6.1, en la cual se observa que existe cierta disponibilidad, al tener una relación del 61.4% entre la extracción y la recarga.

Tabla 6.1 Datos de disponibilidad y condición del acuífero Cuernavaca.

Clave	Acuífero	Recarga (hm ³)	Extracción (hm ³)	Disponibilidad (hm ³)	Relación Extracción / Recarga	Superficie km ²
1701	Cuernavaca	344.2	211.4	7.7	0.614	822.7

Fuente: Acuerdo de actualización de disponibilidad de agua subterránea para los acuíferos de la RH 18 Balsas. Diario Oficial de la Federación del 20 de diciembre de 2013.

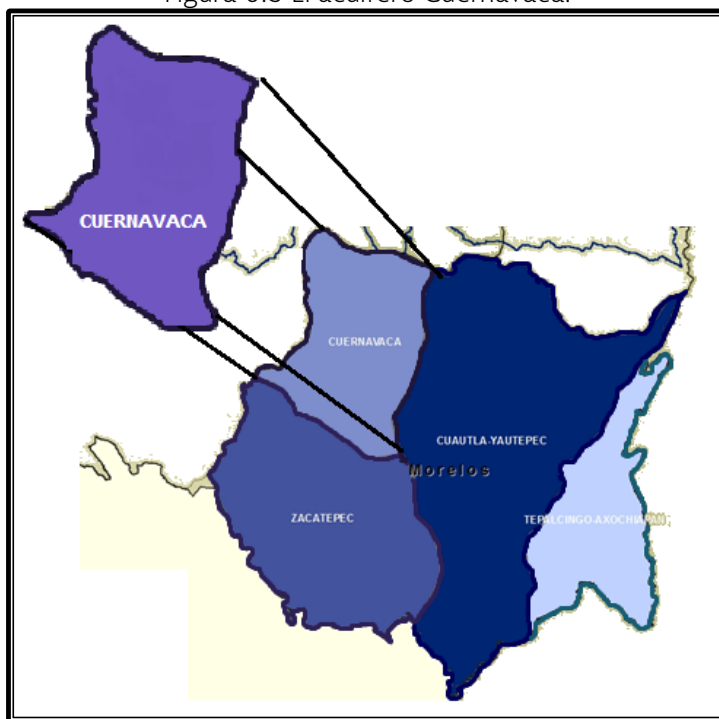
El área que cubre el acuífero Cuernavaca comprende dos provincias y subprovincias fisiográficas: la porción norte se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac; y

su porción sur se encuentra en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses.

El acuífero Cuernavaca está constituido por dos unidades de roca; la primera formada por materiales granulares de la Formación Cuernavaca y la segunda por derrames basálticos y materiales piroclásticos del Grupo Chichinautzin. La recarga natural del acuífero tiene lugar principalmente por la infiltración de lluvia en la Sierra Chichinautzin que incide en su superficie y en menor parte por la infiltración de los escurrimientos superficiales del valle. La recarga inducida en el acuífero se debe principalmente al desarrollo agrícola del valle, donde se utiliza ineficientemente el agua en el riego de las parcelas, además de las pérdidas en la red de conducción de los sistemas de agua potable.

El agua del acuífero Cuernavaca se destina en un 90% para uso público urbano, y de éste, el 69.3% está asignado al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca (SAPAC).¹

Figura 6.3 El acuífero Cuernavaca.



Fuente: Estado de los Acuíferos de Morelos, CONAGUA, 2009.

Tanto el crecimiento de la población como el aumento previsible en la demanda de agua para usos industriales y de servicios, colocan a este acuífero muy cerca del equilibrio y, eventualmente del déficit.

6.1.2 Hidrología superficial.

La cuenca del Río Balsas no. 18 está compuesta por cuencas más pequeñas, como la del río Amacuzac y la del río Nexapa, como se puede apreciar en la figura 6.4. El municipio de Cuernavaca se localiza en la porción denominada Alto Balsas, en la porción central de la cuenca del río Amacuzac, en la subcuenca del río Apatlaco con 189.2 km² (figura 6.5).

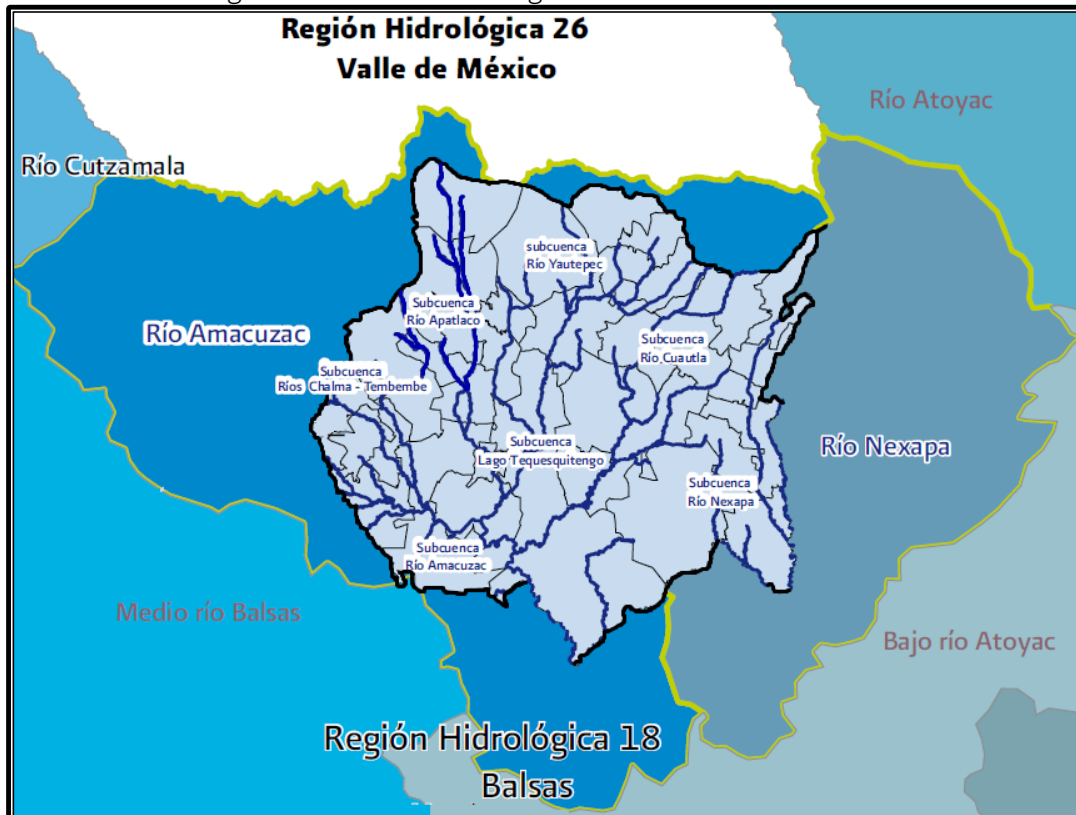
¹ Piezometría en los acuíferos Cuernavaca y Tepalcingo – Axochiapan en el Estado de Morelos, 2012.

Figura 6.4 Cuencas del río Balsas.



Fuente: Estado de los Acuíferos de Morelos, CONAGUA, 2009.

Figura 6.5 Cuencas hidrológicas en el estado de Morelos



Fuente: Programa Hídrico Visión 2030 del Estado de Morelos

En el municipio de Cuernavaca se forman cauces en época de lluvias, en las barrancas Mianaltepec, Ajomulco, Los Caldos con la cascada de San Antón, Los Pocitos, del Pollo y del Chiflón, unidos forman el río Cuernavaca; los cauces de Tepoztlán y Mexicapa, forman el río Tembembe.

Otras corrientes son las de las barracas de las Canoas, que cruzan a Tetela de Monte y se unen a las de Atzingo; la del Tecolote que forma el Salto de San Antón; la de Amanalco que desemboca en el río Apatlaco; la de Otaltes; la de Santa Úrsula que desemboca en el río Tetlama; y la del Muerto que nace en Ahuatepec y atraviesa la colonia Flores Magón.

Los manantiales con que cuenta el municipio son: Atzingo, el túnel de Santa María, Sanguijuela, Huitzilac, Axomulco y el de Chapultepec, además de la noria de Chamilpa.

6.2 Perfil ambiental

En general, las condiciones ambientales y del clima inciden de lleno en los hábitos de consumo de agua de la población y, en menor medida, de los usuarios industriales. A continuación se presenta un resumen de las condiciones imperantes en la zona.

6.2.1 Clima

Domina el cálido subhúmedo con una temporada de lluvias de junio a septiembre y una temperatura media de 21.1°C. Por su ubicación en el altiplano mexicano, la zona presenta en su ciclo anual dos períodos: seco y húmedo. En el contorno municipal de Cuernavaca, se tienen tres isoclimas que definen cuatro climas,

El primer clima (coincidente con la cota 2,500 msnm, al norte del municipio) C(E)(w2)(w), semifrío, de alta humedad, con precipitaciones de verano, en que no se tienen “suelos de uso agropecuario”.

El segundo clima (coincidente con la cota 2,000 msnm), es el C(w2)(w) o clima templado, con alta humedad y precipitaciones en verano, presenta temperatura media anual entre 12.0 y 20°C y precipitaciones media anual mayor a 1,200 mm, en él se tienen pequeñas áreas de uso agropecuario

El tercer clima (comprendido entre las cotas 2,000 y 1,500 msnm) es el clima A(C)wt(w), semicálido de humedad media y precipitaciones en verano, con temperatura media anual entre 18.0 y 22°C con precipitación media anual mayor a 1,000 mm, en él se tiene alrededor del 90% de los suelos de predominante uso agropecuario.

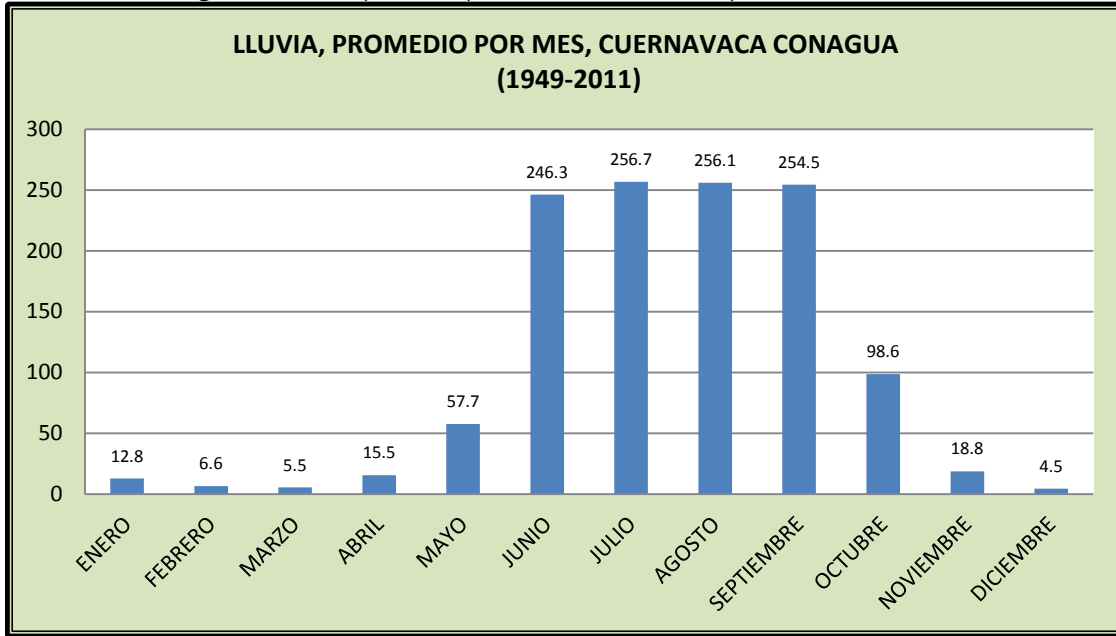
Finalmente, el cuarto clima (por debajo de la cota de los 1,500 msnm, al sur del municipio) es Awo(w) o cálido, de baja humedad y precipitaciones en verano con temperatura media anual mayor a 22°C y precipitación media anual menor de 1,000 mm.

6.2.2 Precipitación.

El período de lluvias se presenta del mes de mayo al de octubre con máximos típicos de junio al mes de septiembre. Este régimen de precipitaciones se ve afectado en las franjas extremas norte y suroeste, donde los climas Ce(w2)(w) y Cw(w2)(w) predominan.

La precipitación media anual oscila entre los 800 y 1,500 mm (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2006).

Figura 6.6 Precipitación promedio en el municipio de Cuernavaca

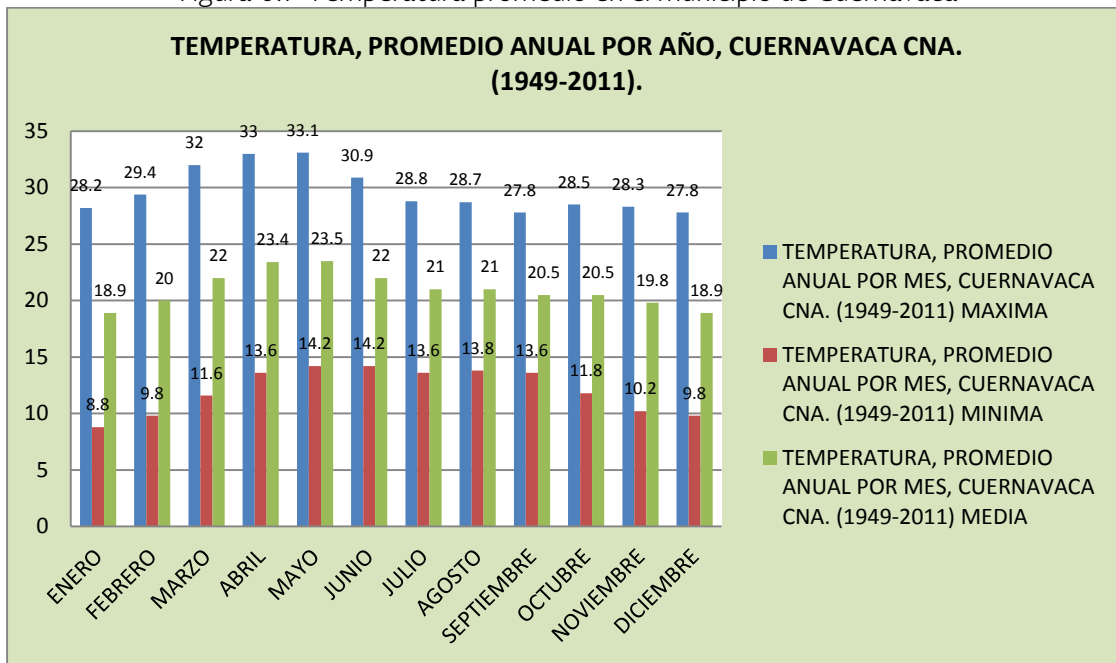


Fuente: Estudio geohidrológico de los manantiales de la zona metropolitana de Cuernavaca para determinar radios de afectación. Secretaria de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos, mayo 2013.

6.2.3 Temperatura

La temperatura media anual es de 21.1°C, los meses en que se presentan mayores temperaturas son abril y mayo (entre los 24 y 28°C), los meses en los que desciende la temperatura son diciembre y enero (hasta <15°C). Debido a la disminución de áreas verdes y al constante crecimiento urbano las temperaturas han variado ocasionando un clima más extremo.

Figura 6.7 Temperatura promedio en el municipio de Cuernavaca



Fuente: Estudio geohidrológico de los manantiales de la zona metropolitana de Cuernavaca para determinar radios de afectación. Secretaria de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos, mayo 2013.

6.2.4 Vientos

La ciudad de Cuernavaca se encuentra localizada sobre la vertiente sur de la sierra del Chichinautzin, esta ubicación es la principal causa que determina el régimen de vientos dominantes, estas corrientes de aire se originan por el calentamiento diurno en los valles del sur del estado ascendiendo a lo largo de las barrancas con dirección norte, y descendiendo con el enfriamiento nocturno en dirección sur y suroeste; los vientos de mayor intensidad (4.5 y 5.6 m/s), soplan del noroeste en los meses de enero y marzo.

6.3 El Organismo Operador (SAPAC).

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca (SAPAC), es un Organismo Operador creado por acuerdo del Cabildo Municipal vigente a partir del 9 de noviembre de 1995. Está organizado a partir de una Dirección General y cuatro Direcciones específicas: Administración, Operación, Comercial y Técnica (Estudio Simplificado de la Situación Actual del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca (SAPAC), CONAGUA, 2011).

Para diciembre de 2010, el SAPAC reportó un padrón de 95,961 tomas de agua registradas, con un 90% de tomas de uso doméstico y un 10% no doméstico, de tipo comercial en casi su totalidad. En este mismo año facturó un total de 38'219,770 m³ de agua potable entregada a través de la red de distribución. Para el año 2013, reportó un padrón de 99,992 tomas de agua potable instaladas, del cual el 92% de uso doméstico y el resto entre comerciales e industriales, este mismo año se facturó un volumen de 21'842,064 m³ de agua potable.

Alcantarillado. El sistema de alcantarillado trabaja a partir de siete subcolectores (13.60 km), seis colectores (17.70 km) y un emisor (1.10 km). La red de atarjeas tiene una longitud aproximada de 962 km. La cobertura de la red de alcantarillado es de 57% en el año 2010. El principal problema que enfrenta el subsistema de alcantarillado es la carencia de colectores que permitan la conducción de las aguas residuales a las plantas de tratamiento de agua residual.

La problemática del alcantarillado incide de lleno en la situación que guarda la infraestructura de saneamiento de aguas, ya que al no haber suficiente captación de las aportaciones de los usuarios, los volúmenes conducidos por la red de alcantarillado son bajos y no permiten una operación eficiente de la capacidad instalada.

En cuanto al drenaje, se reportan 48,265 descargas, resultando significativa la diferencia entre tomas y descargas.

En cuanto al saneamiento, en el 2010 existían cinco plantas de tratamiento de aguas residuales dentro del municipio con una capacidad instalada de poco más de 460 l/s. La planta Acapatzingo tiene una capacidad instalada de 400 l/s. Al 2013 el SAPAC tiene a su cargo y en operación las plantas indicadas en la Tabla 6.2

Cuadro 6.2 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales

Nombre de la Planta	Tipo de Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Medio Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor
Lomas de Ahuatlán	Lodos Activados	30.0	27.0	Barranca
Lomas de Cortés	Lodos Activados	2.5	2.0	Alcantarillado Municipal
Lázaro Cárdenas	Lodos Activados	24.0	23.0	Barranca

Nombre de la Planta	Tipo de Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Medio Tratado (l/s)	Cuerpo Receptor
Chipitlán	Lodos Activados	7.5	7.0	Barranca
Buena Vista del Monte	Filtros Biológicos	1.0	1.0	Barranca
Sacatierra	Lodos Activados	4.0	3.0	Barranca
Total		69.0	63.0	

Fuente: Información básica de los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, SAPAC, 2013.

En el año de 2010 este organismo operador atendió a una población estimada en alrededor de 306 300 habitantes, en un área de casi 5,307 ha.

En la actualidad (2014), el SAPAC enfrenta un fuerte déficit financiero, en 2010 registró ingresos por \$151'657,268.33 y en el mismo período los egresos ascendieron a \$200'725,158.24, esto significa un déficit de poco menos del 25%. En 2013 registro ingresos por \$241,473,319 y los egresos ascendieron a 268,049,080, que es un déficit de poco menos de 11%.

7. ANÁLISIS DE LAS SEQUÍAS HISTÓRICOS

Introducción

La sequía es un fenómeno que afecta a prácticamente todas las regiones del mundo. La radiación solar y la dinámica de los océanos son factores primordiales que controlan la variabilidad climática fundamentalmente. Sin olvidar ahora que el desarrollo económico desde la era preindustrial y las necesidades de contar con mayores cantidades de energía, han provocado un intenso cambio en la composición de la atmósfera derivado de la acumulación de gases de efecto invernadero que en la actualidad registra niveles históricos (cientos de miles de años) e indican un cambio en los patrones climáticos.

Comportamiento histórico de la lluvia

Estos dos factores son forzantes naturales para que dentro de la variabilidad y cambio climático existan variables como el de la precipitación pluvial (lluvia) que son importantes para las actividades socioeconómicas. En este contexto, su contenido que no siempre es el mismo, pone en riesgo el desarrollo económico de las sociedades, así como el bienestar social cuando nos referimos a las altas concentraciones humanas en los centros urbanos.

La gestión del riesgo por sequía, hasta muy recientemente, (PRONACOSE y otros) ha requerido sistematizar la información para contar con ésta en forma objetiva y clasificada. Sus impactos han llegado a crear problemas de tipo social en muchos países e incluso hasta derrocar regímenes políticos, esta es una de las teorías más sólidas que describen la desaparición de algunas civilizaciones como la Maya, Tolteca e Inca entre otras. Es necesario en estos tiempos donde prevalece la era de la información y el conocimiento, aplicar estos conceptos para que en primer lugar, se conozca con mayor detalle el fenómeno a cualquier nivel de escala tanto espacial como temporal; en segundo lugar, aplicar acciones de mitigación e incluso de adaptación de tal manera que en un futuro cercano sea posible ser preventivos en lugar de ser reactivos como se ha actuado desde todas las esferas de la gestión tanto a nivel de gobiernos como de organismos sociales y privados.

Sequías históricas en la ciudad de Cuernavaca

La ciudad de Cuernavaca ha experimentado un incremento en el crecimiento urbano y el desarrollo económico. A la par, la disponibilidad del agua para consumo urbano se ha mantenido casi constante pues su principal fuente son los acuíferos de la región, por otra parte, es muy poca la disponibilidad en escurrimientos superficiales en su mayoría de tipo intermitente (ver capítulo 6).

En el contexto histórico el fenómeno de la sequía ha estado presente, en el siguiente cuadro se resumen los principales períodos de los que se tenga registro donde la sequía ha tenido un impacto importante en los sectores productivos, principalmente en la agricultura y la ganadería. Pues como es regularmente conocido, son precisamente estos sectores los que mayor consumo de agua requieren llegando a utilizar hasta un 85% del volumen de agua disponible (CONAGUA, PMPMS Consejo de Cuenca Río Balsas, 2013).

Tabla 7.1 Sequías históricas

Año	Mes	Área afectada	Características	Efectos
1882	Jul.-Sep.	Centro y suroeste del país	Falta de lluvias. Sequía en localidades tradicionalmente lluviosas	Malas cosechas en general
1884	Jun.-Sep.	Todo el interior del país	Falta de lluvias en la temporada	Pérdida casi total de las cosechas. Carestía de artículos de primera necesidad.
1891		Casi todo el país	Escasez de lluvias todo el año	Malas cosechas. Milpas raquíticas. Muerte de ganado.
1892		Todo el país	Sequía extraordinaria	No hay cosechas. La población padece hambre. Se decreta libre importación de maíz y frijol. El perjuicio en el ganado es grave en casi todo el país.
1908	Sep.	Interior del país	Mala temporada de lluvias. Heladas.	Pérdida parcial de las cosechas. No se llenan presas y bordos.
1925	Junio	Todo el país	Intensa sequía	Las siembras corren peligro de perderse. Sólo llueve en el altiplano central
1932	Junio	Todo el país	Escasez de lluvias	Las siembras tempranas se resintieron y las tardías se perdieron
1935	Mayo	Todo el país, excepto una porción de Veracruz y Campeche	Prolongada sequía	Los ríos y las presas se secan. Pérdidas en agricultura y ganadería.
1943	Agosto	Guerrero y Morelos	Sequía generalizada	Se teme por las cosechas. En el resto del país las lluvias y siembras son escasas.
1958	Abril-May.	Nacional	Sequía prolongada	Se calculan daños en agricultura y ganadería por 150 millones de pesos y se espera que aumenten 100 millones más.
1960	Junio	Nacional	Gran sequía en casi todo el país	Peligran los cultivos y la ganadería
1962	Junio	Nacional	Acentuada sequía	A pesar de la sequía el país cuenta con suficiente agua almacenada para afrontar la situación.

Año	Mes	Área afectada	Características	Efectos
1969	Junio	Centro-Occidente. Michoacán	Sequía, pese al alto promedio de lluvia de la región	La lluvia se infiltra en el suelo por la porosidad de éste. El precio del agua para la población sube.
1970	Mayo	Nacional	Acentuada sequía	Se busca dar empleo en las zonas de desastre. Se organiza un plan de lucha contra la sequía.
1980		Morelos	Sequía	Campeños afectados al siniestrarse miles de hectáreas
2009		Varios municipios de Jalisco, Michoacán, Morelos , Oaxaca, Puebla y Tlaxcala	Sequía severa	Pérdidas de cultivos de maíz, sorgo, frijol, cebada y trigo en total de 82,704 hectáreas, las cuales fueron indemnizadas por la SAGARPA con un monto total de 75.5 millones de pesos. Los estados más afectados son Puebla y Tlaxcala.

Fuente: Datos tomados del PMPMS Consejo de Cuenca Río Balsas Final. Capítulo 3. Análisis de las sequías históricas y sus impactos.

Esta reseña histórica da cuenta que las sequías han sido recurrentes y cuando llegan a ser prolongadas sus impactos son directamente hacia los sectores agrícolas y ganaderos, existe muy poca información si estos efectos han tenido un impacto directo en la dotación de agua a los centros urbanos para consumo humano y otros sectores como es el industrial, es aquí donde se requiere disponer de la información de la disponibilidad, extracción y distribución de los Organismos Operadores a estos centros urbanos.

Algo de la experiencia que se ha tenido en SAPAC, señala que, aunque no se pueda decir que se tenía una situación de sequía, ciertamente se tenía escasez de agua. Lo que se mencionó, por personal que estuvo en esta institución es que: "... lo que alerta una sequía que pudiera afectar el suministro de agua es el abatimiento repentino de los niveles de bombeo que rebasan las longitudes de las columnas de succión. Situaciones así se han presentado años anteriores como en el 2010 en algunos pozos como el de la colonias Sacatierra, Amatitlán y Maravillas, donde aun bajando la columna de agua es imposible el bombeo". Además señalan que se han tenido situaciones de escasez relativamente fuertes: "Sin que se llegue a considerar una sequía (conforme a las definiciones o términos establecidos en el PRONACOSE), si se presentaron en los casos mencionados situaciones especiales como las mencionadas".

El PMPMS del Río Balsas menciona que la mayoría de los períodos por sequía son de corta duración (de uno a tres meses), y los efectos más notables son de tipo económico, derivados de las pérdidas de cosechas y efectos directos en el desarrollo económico, pues la ciudad de Cuernavaca mantiene una intensa actividad de tipo turístico.

La sequía en un contexto general, tiene diferentes etapas de desenvolvimiento, si bien en su inicio se puede definirse por la escasez en cuanto a la precipitación se refiere, en caso de que ésta perdure, otros sectores, como el agrícola, hídrico y por último social se refleja en sus impactos a estos sectores. Por esta razón es importante conocer la resiliencia de los centros urbanos pues en algunos casos éstos pueden resistir el impacto de la sequía sin perturbar el abasto hasta en algunos años.

La amplia variedad de sectores afectados por las sequías, su diversidad geográfica y distribución temporal, y las diversas escalas de la sequía operan para hacer difícil desarrollar tanto una definición para describir la sequía y un índice para medirla. Un número de medida cuantitativas se han desarrollado en los Estados Unidos, dependiendo de la disciplina que se vea afectada, la región que es considerada, y en particular de su aplicación, esto se vera en el Capítulo 12.

8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

A continuación se presenta un Tabla resumen con las principales características del sistema de agua potable, tanto en el 2010 como en el 2013, en Cuernavaca, en donde para una población servida de 360,812 habitantes se tenía una cobertura del agua potable de casi el 85%.

Tabla 8.1. Características generales del sistema de agua potable

AGUA POTABLE Descripción	Año	
	2010	2013
Población total del Municipio	365,168	379,333
Población total en las localidades que sirve el SAPAC	360,812	370,313
Número de tomas para uso doméstico que registra el SAPAC	86,271	91,808
Total de habitantes atendidos por el SAPAC (Número de tomas domésticas x Factor de hacinamiento)	306,262	325,918
Cobertura de agua potable según los datos de INEGI y el Padrón de Usuarios de SAPAC (Población total / población atendida)	84.88%	85.92%
Total de viviendas con servicio de agua según el Censo 2010	92,359	
Diferencia en el número de tomas	6,088	
Porcentaje del Padrón	7.06%	
Caudal medio producido de las diferentes fuentes (l/s)		909.80

Fuente: CONAGUA, 2011,2013

Consumos per cápita por tipo de usuario.

Del análisis de los reportes de facturación del servicio medido en el 2010 operado por el área comercial del SAPAC, se obtuvieron los siguientes consumos unitarios por tipo de usuario.

En el caso de los usuarios de tipo doméstico (popular, habitacional y residencial), el consumo unitario se calculó per cápita, quedando la distribución como sigue.

Tabla 8.2. Tipo de usuarios y consumo unitario.

TIPO	CONSUMO (l/hab/día)	Número de habitantes	Consumo total anualizado (m ³)	Porcentaje (%)
POPULAR	245	11,210	1,002,454	3.1
HABITACIONAL	256	209,352	19,561,851	61.0
RESIDENCIAL	368	85,731	11,515,388	35.9
SUMA DOMÉSTICO	286.95	306,293	32,079,693	100.0

Fuente: CONAGUA, 2011

Se observa que el uso habitacional es el que mayor consume de los tres tipos de usuarios, con un 61%, seguido del residencial con casi el 40%, y finalmente el popular con un poco más del 3%.

En el caso de usuarios no domésticos (comercial e industrial), el consumo unitario se calculó por toma, como se presenta en el siguiente Tabla.

Tabla 8.3. Tipo de usuario comercial e industrial y consumo unitario.

TIPO	CONSUMO (l/toma/día)	Número de tomas	Consumo total anualizado (m³)	Porcentaje (%)
COMERCIAL	1,733.00	9,585	6,062,944	98.3
INDUSTRIAL	2,770.00	105	106,160	1.7
SUMA NO DOMESTICO	1,744.24	9,690	6,169,104	100.0

Se observa que el consumo es prácticamente para uso comercial con el 98.3%. Considerando la suma de los usuarios domésticos con los comerciales e industriales se llega a un volumen anual de 38.26 millones de m³; siendo los usos domésticos casi el 84% del volumen total, con el 16.1% para los usos comercial e industrial.

Proyecciones

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, llevado a cabo por el INEGI, la población total en las 42 localidades atendidas por el SAPAC es de 360,812, lo cual representa el 98.81% de los 365,168 habitantes contabilizados para todo el municipio.

Se toman como punto de partida las tasas de crecimiento poblacional de las diferentes localidades censales establecidas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para el período de 2005 al 2030.

En la Tabla siguiente se relacionan las tasas de crecimiento publicadas por el CONAPO para el Municipio de Cuernavaca a lo largo del horizonte de planeación.

Tabla 8.4. Tasas de crecimiento poblacional establecidas por el CONAPO para el Municipio de Cuernavaca en el período 2011 a 2030.

Año	Tasa de crecimiento (%)	Año	Tasa de crecimiento (%)	Año	Tasa de crecimiento (%)	Año	Tasa de crecimiento (%)
2011	0.70	2016	0.54	2021	0.39	2026	0.23
2012	0.67	2017	0.51	2022	0.36	2027	0.19
2013	0.63	2018	0.48	2023	0.33	2028	0.16
2014	0.60	2019	0.45	2024	0.29	2029	0.12
2015	0.57	2020	0.42	2025	0.26	2030	0.08

Fuente: Proyecciones de población publicadas por el CONAPO.

Tomando como base el dato establecido para la población actual (2010), se desarrolló la proyección de la población aplicando las tasas de crecimiento demográfico establecidas por el CONAPO. Los resultados aparecen en la Tabla siguiente.

Tabla 8.5. Proyección de la población de las localidades atendidas por el SAPAC para el período 2010-2030.

Año	Población (hab)	Año	Población (hab)	Año	Población (hab)	Año	Población (hab)
2011	363,338	2016	374,406	2021	382,906	2026	388,567
2012	365,772	2017	376,315	2022	384,284	2027	389,305

Año	Población (hab)	Año	Población (hab)	Año	Población (hab)	Año	Población (hab)
2013	368,076	2018	378,121	2023	385,552	2028	389,928
2014	370,284	2019	379,823	2024	386,670	2029	390,396
2015	372,395	2020	381,418	2025	387,675	2030	390,708

Fuente: Con información de INEGI y CONAPO.

Proyección de la demanda de agua potable.

El primer criterio para la determinación de la demanda de agua potable es la reducción de los consumos *per cápita* hasta alcanzar los niveles recomendados por la CONAGUA² para los usuarios de tipo doméstico. Los consumos recomendados se presentan en el siguiente Tabla.

Tabla 8.6. Consumos domésticos per cápita recomendados por CONAGUA.

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

Fuente: Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS) de la CNA.

En el caso de las tomas de uso no doméstico se conservará el mismo consumo obtenido del cálculo.

Se establece, además, una meta de reducción de pérdidas que va del 50.47% estimado para el año base (2010) hasta alcanzar el 25% al final del horizonte de proyección (2030).

Para la cobertura se tiene un dato de partida para el año base (2010) del 85.81%, fijándose la meta de alcanzar el 97.00% en el 2030.

La información básica y sus proyecciones se presentan en el siguiente Tabla.

Tabla 8.7. Proyección de datos básicos para la determinación de la demanda de agua potable (2010-2030)

Año	Población	Cobertura	Pob. atendida	Pérdidas
2010	360,812	84.88%	306,257	50.47%
2011	363,338	85.49%	310,618	49.20%
2012	365,772	86.10%	314,930	47.93%
2013	368,076	86.71%	319,159	46.66%
2014	370,284	87.32%	323,332	45.39%
2015	372,395	87.93%	327,447	44.12%
2016	374,406	88.54%	331,499	42.85%
2017	376,315	89.15%	335,485	41.58%
2018	378,121	89.76%	339,401	40.31%
2019	379,823	90.37%	343,246	39.04%
2020	381,418	90.98%	347,014	37.77%
2021	382,906	91.59%	350,704	36.50%
2022	384,284	92.20%	354,310	35.23%
2023	385,552	92.81%	357,831	33.96%

² CONAGUA. MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. Libro Datos Básicos. Diciembre 2007. p.50

Año	Población	Cobertura	Pob. atendida	Pérdidas
2024	386,670	93.42%	361,227	32.69%
2025	387,675	94.03%	364,531	31.42%
2026	388,567	94.64%	367,740	30.15%
2027	389,305	95.25%	370,813	28.88%
2028	389,928	95.86%	373,785	27.61%
2029	390,396	96.47%	376,615	26.34%
2030	390,708	97.00%	378,987	25.00%

Fuente: CONAGUA, 2011

A continuación se presenta el Tabla resumen de la demanda promedio diaria y demanda total anualizada.

Tabla 8.8. Proyección (2010 - 2030) de la demanda de agua potable para el área servida por el SAPAC

Año	Demanda diaria (m ³)			Demanda anual (m ³)		
	Uso doméstico	Uso no doméstico	Total	Uso doméstico	Uso no doméstico	Total
2010	177,427	34,125	211,552	64,760,855	12,455,625	77,216,480
2011	175,118	33,501	208,619	63,918,070	12,227,861	76,145,931
2012	172,885	32,907	205,792	63,103,025	12,011,207	75,114,232
2013	170,706	32,330	203,036	62,307,690	11,800,292	74,107,982
2014	168,591	31,766	200,357	61,535,715	11,594,462	73,130,177
2015	166,532	31,223	197,755	60,784,180	11,396,564	72,180,744
2016	164,528	30,694	195,222	60,052,720	11,203,415	71,256,135
2017	162,570	30,182	192,752	59,338,050	11,016,505	70,354,555
2018	160,655	29,685	190,340	58,639,075	10,835,050	69,474,125
2019	158,780	29,204	187,984	57,954,700	10,659,418	68,614,118
2020	156,941	28,725	185,666	57,283,465	10,484,637	67,768,102
2021	155,132	28,257	183,389	56,623,180	10,313,679	66,936,859
2022	153,354	27,807	181,161	55,974,210	10,149,505	66,123,715
2023	151,599	27,356	178,955	55,333,635	9,984,848	65,318,483
2024	149,856	26,922	176,778	54,697,440	9,826,561	64,524,001
2025	148,134	26,489	174,623	54,068,910	9,668,319	63,737,229
2026	146,431	26,066	172,497	53,447,315	9,514,078	62,961,393
2027	144,732	25,652	170,384	52,827,180	9,363,111	62,190,291
2028	143,049	25,240	168,289	52,212,885	9,212,745	61,425,630
2029	141,364	24,836	166,200	51,597,860	9,065,294	60,663,154
2030	139,436	24,411	163,847	50,894,140	8,910,195	59,804,335

Fuente: CONAGUA, 2011

Posteriormente, esta proyección de la demanda será comparada con la proyección de la oferta con el fin de detectar posibles déficits de agua para el suministro de la población futura.

En el Anexo se presentan los indicadores de gestión al 2010 del SAPAC.

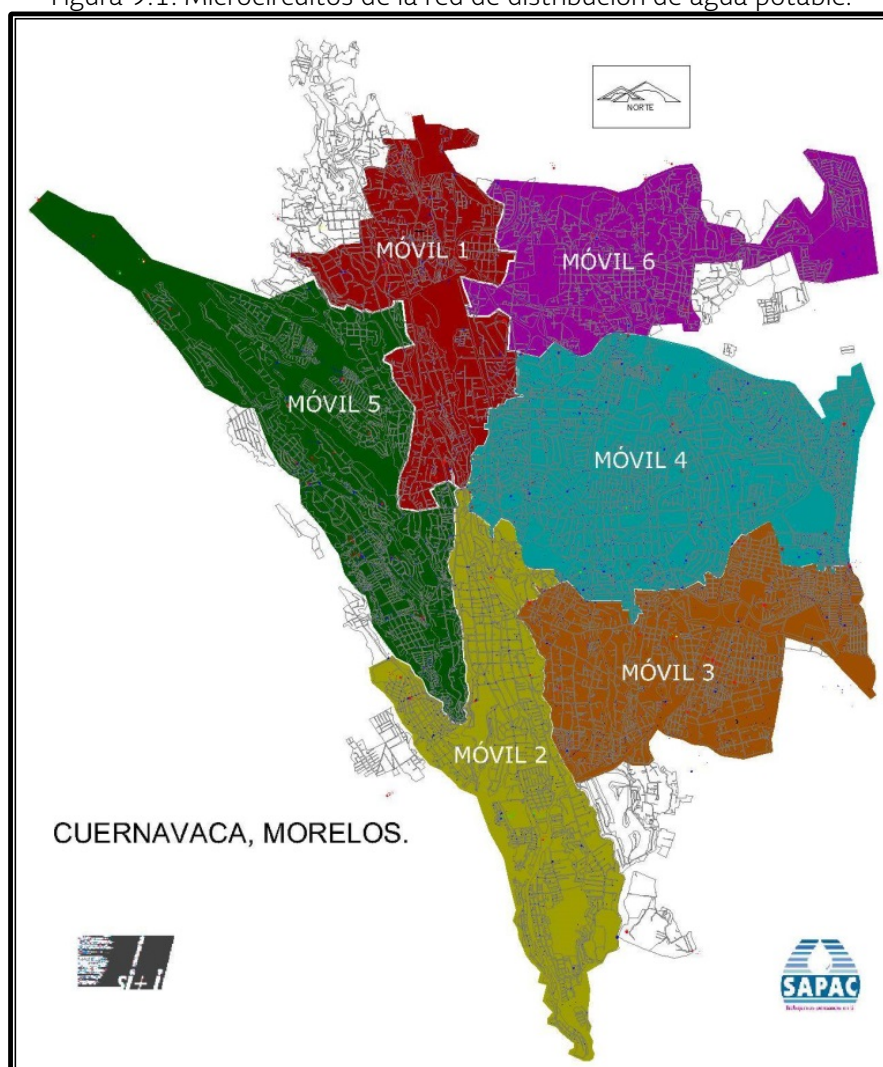
9. ANÁLISIS DE LA OFERTA

El sistema de agua potable cuenta para el abasto de agua con 78 pozos profundos y 5 fuentes superficiales. La red de distribución tienen una longitud aproximada de 950 km, con diámetros que van de 1 a 18 pulgadas. Para la regulación, almacenamiento y distribución entre los 6 macrosectores, también llamados móviles, en que se ha dividido la red para su operación, el SAPAC cuenta con 65 tanques y 12 puntos de rebombeo. La cobertura de la red de agua potable alcanzó el 95% en 2010.

En el 2010 se estaba llevando a cabo la reestructuración de la red para operar dos sectores en condiciones óptimas, que corresponden a fracciones del móvil 4, con lo cual se atacó el principal problema operativo del subsistema de agua potable, que es la distribución de los volúmenes necesarios para satisfacer la demanda de la población.

La red de distribución de agua potable operada por el SAPAC está integrada por 6 macro sectores, también llamados móviles. El funcionamiento general está basado en el bombeo de agua desde las fuentes de abastecimiento hasta los tanques de regulación, incluyendo puntos de rebombeo en algunos casos. La distribución desde los tanques a la red es por gravedad. En algunos casos se bombea directo a la red. En la siguiente figura se ve la ubicación de cada macrosector o móvil.

Figura 9.1. Microcircuitos de la red de distribución de agua potable.



Fuente: CONAGUA, 2011

Captaciones y Estaciones de Bombeo

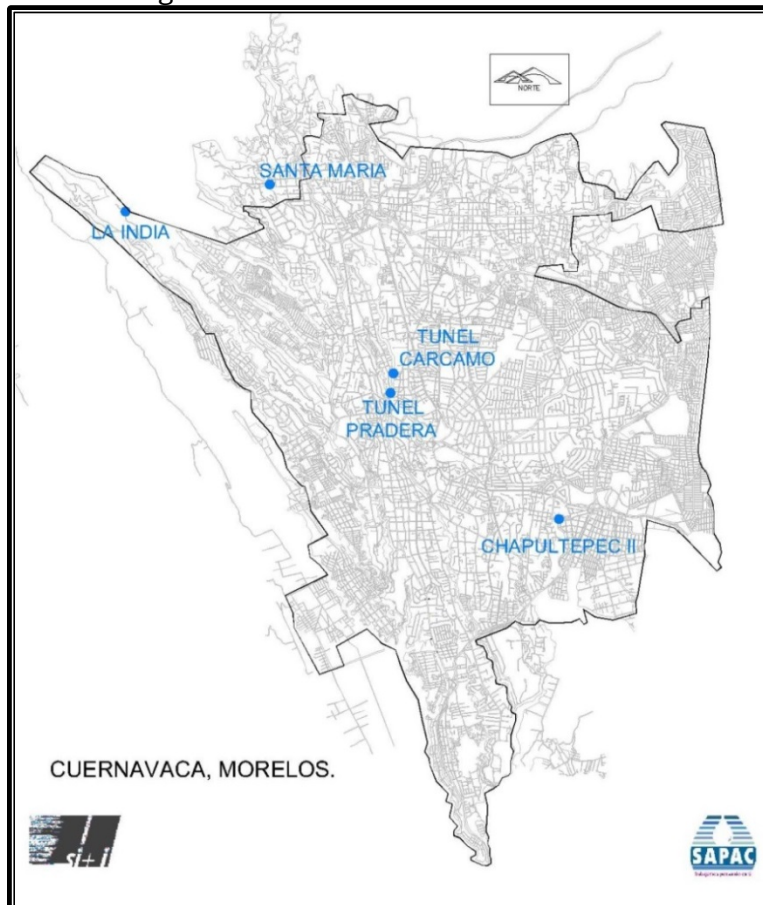
En el año 2010, el sistema de agua potable de Cuernavaca contaba con 101 obras de captación; 97 de ellas son pozos profundos, y los 4 restantes son manantiales. Operan también 12 estaciones de bombeo que abastecen directamente a tanques y a red. En el año 2013, el SAPAC reportó un total de 74 obras de captación, 70 pozos profundos y 4 manantiales, sin operar un pozo y un manantial, con un volumen anual producido de 45,000 Mm³.

Para obtener estos datos se realizó una comparación de la información documentada del Estudio de Sectorización de la red de distribución de Agua Potable, Municipio de Cuernavaca. y la información proporcionada del área de proyectos del SAPAC particularmente del Plano de Catastro 2010, en el cual se hace referencia a toda la infraestructura existente, lo mismo activa que inactiva, complementados por las vistas técnicas de verificación.

Manantiales del Sistema

Los Manantiales explotados por el SAPAC son: el Santa María, La India, El Túnel y Chapultepec II. En la figura 9.2 se aprecia la ubicación de cada uno.

Figura 9.2. Ubicación de los manantiales.



Fuente: CONAGUA, 2011.

En los cuatro manantiales, el SAPAC extrae agua con 10 equipos de bombeo en operación. El manantial Chapultepec II (Orquídea) y Túnel Cárcamo tienen dos equipos de bombeos cada uno. Túnel Pradera y Túnel Cárcamo aprovechan el agua del mismo manantial (Túnel).

En el Tabla 9.1 se muestra la relación de los puntos de extracción que operan en los manantiales explotados por el SAPAC, indicando en qué móvil se encuentran, y el diámetro de descarga de la instalación de bombeo. En la figura 9.2 se aprecia su localización.

Tabla 9.1. Equipamiento en los manantiales.

Móvil N°	Punto No.	Nombre	Diámetro de descarga (pulgadas)	Cantidad de equipos
2	1	Túnel Pradera	8	1
3	2	Chapultepec II, Ampliación	3	1
3	3	Chapultepec II, Estrella	8	1
3	4	Chapultepec II, Orquídea	8	2
3	5	Chapultepec II, San Juan	6	1
4	6	Santa María	10	1
4	7	Túnel Cárcamo (Equipo 1 y 2)	10	2
5	8	La India	4	1

Fuente: CONAGUA, 2011.

Pozos profundos del Sistema

En resumen el SAPAC cuenta con 97 pozos de los cuales ocho están fuera de servicio. para el año 2013 contaba con 70 pozos profundos y solamente uno fuera de servicio, es decir, la cantidad de pozos en explotados se redujo del 2010 al 2013 en un 28%. En la figura 9.3 se presenta de manera esquemática la distribución, que se tenía en el año 2010, en el área de operación del Organismo.

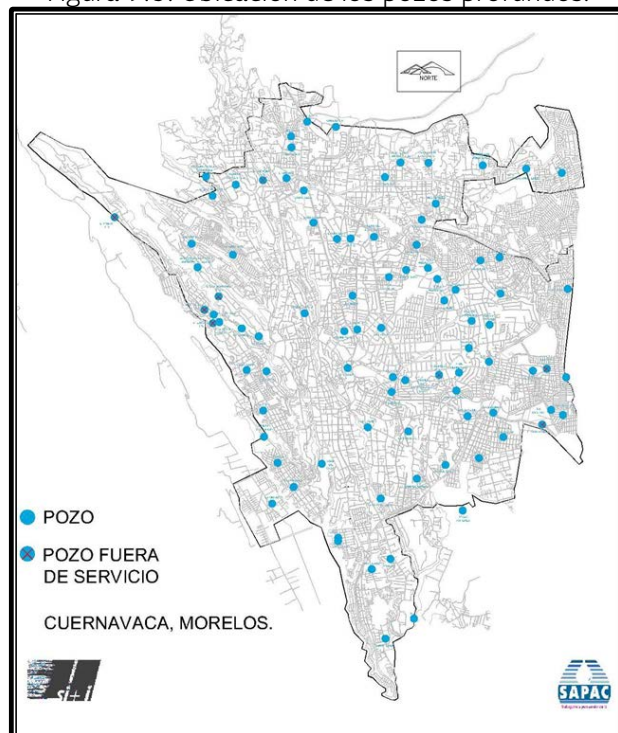
Por otra parte, al recopilar información operativa y de campo en las áreas de SAPAC, el dato aportado fue para 2010 de 84 pozos en operación. En la siguiente tabla se presenta la distribución de éstas fuentes que operan dentro de los móviles en que se divide la red.

Tabla 9.2. Pozos profundos explotados por el SAPAC (2010)

Móvil N°	Pozo N°	Nombre	Ø"	Móvil N°	Pozo N°	Nombre	Ø"
1	1	24ª Zona Militar (Cuarteles)	10	4	43	Antonio Barona III	6
1	2	Bugambilias	8	4	44	Autopista	6
1	3	Chamilpa I	10	4	45	Delicias II Barranca	6
1	4	Chamilpa II (Universidad)	12	4	46	Delicias Privada	6
1	5	Chamilpa III	8	4	47	Guemes Celis	6
1	6	Lienzo Charro	6	4	48	J. Ventura Ferreiro	6
1	7	Las Maravillas	4	4	49	Jardines de Cuernavaca	6
1	8	Rancho Cortés II Barranca	4	4	50	Loma Bonita	6
1	9	Rancho Cortés I y II Mirador	6	4	51	Mascareño	6
1	10	Rinconada del Artista	4	4	52	Milpillias	6
2	11	Club de golf Cuernavaca	3	4	53	El Mogote	6
2	12	Chipitlán I	6	4	54	Monasterio	6
2	13	Chipitlán II	6	4	55	Pedro de Alvarado	4
2	14	Chipitlán III	6	4	56	Reforma	6
2	15	Chipitlán IV	8	4	57	Teopanzolco	6
2	16	IIE (Inst. de Inv. Elec.)	8	4	58	Unidad Morelos III	4
2	17	Lagunilla I	6	4	59	Vista Hermosa (R Mayo, Diana)	6
2	18	Lagunilla II	6	4	60	La Selva	s/d

Móvil N°	Pozo N°	Nombre	Ø"	Móvil N°	Pozo N°	Nombre	Ø"
2	19	Melchor Ocampo	6	4	61	Cuernavaca II	s/d
2	20	Nueva Santa María	6	4	62	Vista Hermosa I	s/d
2	21	Palmira	4	4	63	Vista Hermosa II	s/d
3	22	Las Quintas	s/d	4	64	Ampliación los Ramos	s/d
3	23	Chapultepec IV	s/d	5	65	Alta Vista	8
3	24	Amatitlán	8	5	66	La Cañada	6
3	25	El Bosque	6	5	67	Lomas de Ahuatlán	6
3	26	Chapultepec III	6	5	68	Lomas de Atzingo (Iglesia)	6
3	27	Emiliano Zapata	4	5	69	Lomas de San Antón	6
3	28	Jacarandas (Comercial Mexicana)	4	5	70	Ruiz Cortinez	4
3	29	Jardines de Acapantzingo	4	5	71	Sacatierra	6
3	30	El Rastro	6	5	72	Soledad	8
3	31	Revolución I	6	5	73	Tetela del Monte	4
3	32	Revolución II	8	5	74	Tzonpantle I (Rancho Tetela)	6
3	33	Chapultepec I (Equipo I)	18	5	75	Tzonpantle II	8
3	34	Chapultepec I (Equipo II)	10	6	76	Chamilpa IV	8
3	35	Chapultepec I (Equipo III)	10	6	77	Ocotepec I Noria Jubilados	6
3	36	Chapultepec I (Equipo IV)	6	6	78	Ocotepec I Noria Pueblo	4
3	37	Satélite 4ª Sección	4	6	79	Ocotepec II	6
3	38	Zodiaco (Flores Magón)	4	6	80	Texcaltepec	4
4	39	Ahuehuetitla	6	6	81	Tres Cruces	3
4	40	Amate	4	6	82	Villa Santiago	8
4	41	Antonio Barona I	6	6	83	Vista Real Ahuatepec	s/d
4	42	Antonio Barona II	10	6	84	Jardines de Ahuatepec	s/d

Figura 9.3. Ubicación de los pozos profundos.



Fuente: CONAGUA, 2011.

Estaciones de rebombeo

El sistema de abastecimiento de Cuernavaca cuenta con 12 estaciones de rebombeo, con un total de 14 equipos de bombeo. En el siguiente Tabla se muestra la relación de los puntos de rebombeo operados por el SAPAC.

Tabla 9.3. Relación de rebombeos.

No.	Nombre del rebombeo	Cantidad de equipos	Tipo
1	Ahuatlán	1	Cárcamo
2	Antonio Barona	1	Cárcamo
3	Isla equipo 1	1	Cárcamo
4	Isla equipo 2	1	Cárcamo
5	Lomas Pinar Rebombeo 4	1	Cárcamo
6	Mirador Ahuatepec	1	Cárcamo
7	Pilares (Chipitlán 3)	1	Cárcamo
8	Unidad Morelos	1	Cárcamo
9	Villa Santiago	1	Cárcamo
10	Vista Hermosa	1	Cárcamo
11	U. A. Teopanzolco	3	Cárcamo
12	Jubilados y Pensionados	1	Cárcamo

Fuente: CONAGUA, 2011.

Volumen producido

En el 2010 el SAPAC tenía una cobertura de macromedición baja. Adicionalmente, no se proporcionó registros de volúmenes de agua extraídos de ningún tipo para ninguna de las fuentes.

Se tiene información del volumen mensual extraído para los años 2007 (76'925,554 m³), y 2008 (76'541,396 m³), obtenida como parte de la documentación recopilada para el Estudio de Sectorización. El registro es sobre los volúmenes producidos mensuales para cada uno de los puntos de extracción operados por el SAPAC en esos años. Se observa que los volúmenes registrados tienen un descenso de 384,158 m³ de 2007 a 2008, lo que representa una reducción de casi el 0.5%.

Dado que es mayor el nivel de detalle con que se cuenta en el caso de la información obtenida de los antecedentes del Estudio de Sectorización 2009, se tomaron estos datos como punto de partida para la estimación del volumen de agua extraída en 2009. Las proyecciones que se presentan en el Tabla 7.3 se calcularon aplicando la tendencia observada en los datos con que se cuenta: una reducción de casi el 0.5% anual.

Tabla 9.4 Proyección de la extracción del agua.

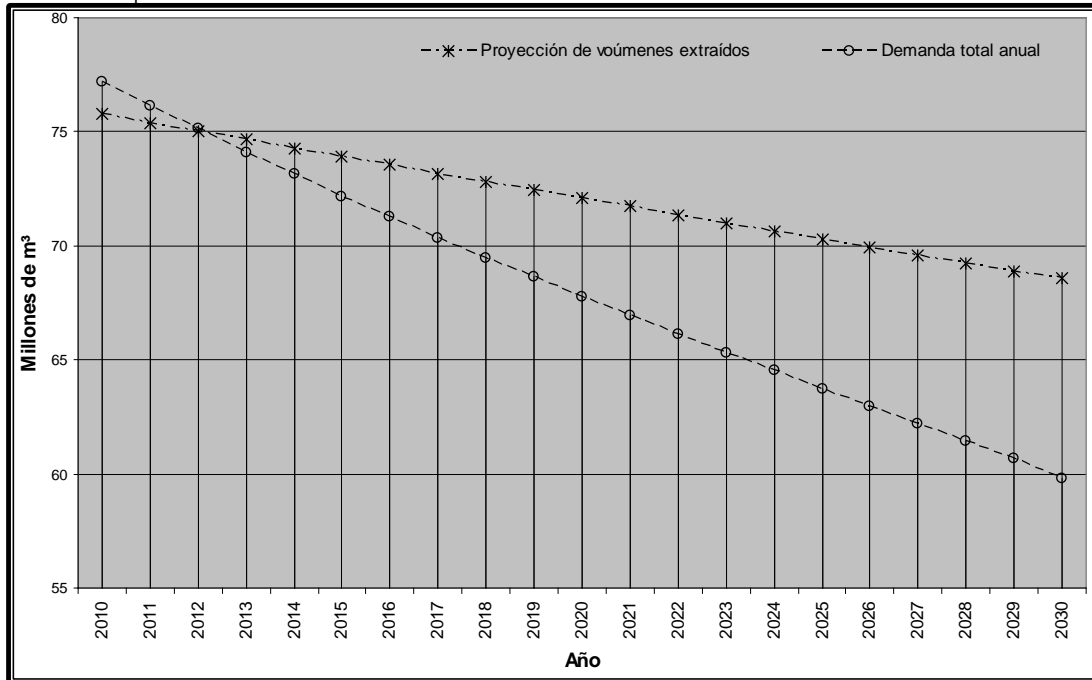
Año	Volumen (m ³)	Año	Volumen (m ³)	Año	Volumen (m ³)	Año	Volumen (m ³)
2007	76,925,555	2013	74,649,152	2019	72,440,106	2025	70,296,431
2008	76,541,396	2014	74,276,354	2020	72,078,340	2026	69,945,371
2009	76,159,148	2015	73,905,418	2021	71,718,381	2027	69,596,064
2010	75,778,809	2016	73,536,334	2022	71,360,219	2028	69,248,501
2011	75,400,370	2017	73,169,094	2023	71,003,846	2029	68,902,674
2012	75,023,821	2018	72,803,688	2024	70,649,253	2030	68,558,574

Fuente: CONAGUA, 2011.

De la proyección de los datos obtenidos, se aprecia que el volumen extraído estimado para 2010 es de 75'778,809 m³. La proyección de la extracción se dará siempre y cuando se mantengan las condiciones de equilibrio en el acuífero Cuernavaca, y sobre todo preservando la zona de recarga, que se encuentra al norte del estado en el área protegida del Chichinautzin.

Finalmente, la demanda total anual se compara con la proyección de volúmenes de agua extraídos anualmente para comprobar que la disponibilidad estimada de agua cubra las necesidades de los usuarios del servicio. La siguiente gráfica muestra el desarrollo de ambas curvas.

Figura 9.4. Comparativa de volúmenes anuales extraídos de las fuentes contra la demanda total anual



Fuente: Elaboración propia para este estudio.

La comparativa de los volúmenes estimados muestra que aun cuando la extracción de agua mantenga su tendencia a la baja a lo largo del horizonte de planeación en un 0.5%, la disminución en la demanda de agua potable, debida al abatimiento del porcentaje de pérdidas y la consecuente recuperación de caudales, permitirá que el agua disponible sea suficiente en condiciones normales de disponibilidad de agua; es decir, al 2030 la demanda de agua sería de 59,804,335 m³ al año, contra una oferta de 68,558,574 m³; la demanda equivaldría al 87% de la oferta, siempre y cuando las proyecciones de población se cumplan y los eficiencias aumenten según lo previsto.

10. VULNERABILIDAD A LAS SEQUÍAS

El presente capítulo tiene como propósito realizar el análisis de la vulnerabilidad ante la sequía en el marco de la ciudad de Cuernavaca, Mor., considerando la zona atendida por el Organismo Operador y las fuentes de abastecimiento, no necesariamente cerca de la zona urbana., con base en la premisa de que una estrategia de prevención y mitigación del fenómeno debe partir del diagnóstico de la vulnerabilidad, el cual facilita la propuesta de acciones para una reducción significativa del riesgo. En términos generales, la vulnerabilidad es el grado en el que un sistema es susceptible a efectos adversos, en este caso, a la sequía, no es un pago por daño, es la prevención para reducir los daños. El concepto está ligado a las personas (comunidad) y por lo tanto es

específico a un territorio y al grupo humano que lo habita. No obstante, no hay una fórmula o metodología universalmente aceptada para cuantificar la vulnerabilidad, aquí el enfoque es de la vulnerabilidad a la sequía hidrológica u operacional, es decir a los efectos que causa la escasez de agua en la zona urbana, producto de su falta en las fuentes de abastecimiento o por mala planeación u operación, que en su momento tendrá efectos de afectación en la estructura socioeconómica de la región. Así, en el presente documento se presenta una metodología que tiene como finalidad observar los cambios de vulnerabilidad del sector hídrico a través del tiempo, con base en la construcción de indicadores sobre el uso y la gestión del agua, aplicable a un entorno definido y con continuidad geográfica-social.

Para el análisis de la vulnerabilidad del sector hídrico en la ciudad, ante las sequías, se proponen cinco indicadores que están relacionados con la gestión y el uso del agua y que se considera reflejan en mayor medida las causas de la vulnerabilidad del sector hídrico para las zonas urbanas. Su construcción parte de datos de la CONAGUA y de un razonamiento en el que los datos tienen una historia, y, en su momento, pueden cambiar con decisiones o políticas y reflejan en alguna medida aspectos de la vulnerabilidad física, económica y social (Tabla 10.1).

Tabla 10.1 Indicadores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía

Indicador	Definición	Fórmula	Rango del índice
Grado de presión sobre el recurso hídrico (P)	P es la presión hidrológica sobre el agua, considerando los recursos garantizados (RG) disponibles para satisfacer las demandas, en este caso la demanda para abastecimiento urbano D_u respecto a las otras demandas (OD), ya que las demandas ambientales (V_u), en este caso, son menores.	$P = (RG - (V_{na} + D_u)) / OD$	> 1 garantía 0.75 a 1 moderada 0.25 a 0.75 severa < 0.25 crítica
Sobreexplotación de acuíferos (S_a), %	Porcentaje del número de acuíferos sobreexplotados (A_s) con relación al número total de acuíferos (A_t).	$S_a = \frac{A_s}{A_t} * 100$	0 a 1 (0% = 0 y 100% = 1)
Volumen de agua residual tratada (V_t), hm^3	Relación entre el volumen de agua residual municipal tratada (V_r), y el volumen total concesionado para abastecimiento público urbano (V_p).	$V_t = 1 - \frac{V_r}{V_p}$	0 a 1
Densidad de población al año 2010 (hab/ km^2)	Es la relación entre el número de habitantes de la zona de estudio y su área.	$Densidad = \frac{No. habitantes}{Área de estudio}$	Cuanto mayor es la densidad de población de una región, se requieren mayores volúmenes de agua para satisfacer la demanda y, por lo tanto, dicha región es más vulnerable a padecer los efectos del déficit hídrico como consecuencia de una sequía.
Disponibilidad natural per cápita de aguas subterráneas ($hm^3/hab/año$)	Resulta de dividir la disponibilidad natural media total del agua subterránea de la zona de estudio entre el número de habitantes.	$Disp. = \frac{Disp. natural media}{No. de habitantes}$	La disponibilidad per cápita de agua, es uno de los elementos más importantes considerados por la ONU para evaluar el grado de bienestar de la población de un lugar. Las zonas áridas y semiáridas ya de

Indicador	Definición	Fórmula	Rango del índice
			por sí tienen un déficit hídrico y, por lo tanto, son más vulnerables ante la presencia de las sequías.

Fuente: Adaptado de CONAGUA (2012).

Para la aplicación de los indicadores, más significativos, se consideró la información que proporciona la CONAGUA para el año 2013; considerando las cifras de la tabla 6.1, donde 344.2 hm³ se tomarán como Recursos Garantizados (RG); de la tabla 8.8 para el 2013, los 74.10 hm³ como Abastecimiento Urbano (Du). Otras Demandas (OD) se obtiene de la diferencia entre la extracción total, 211.4, tabla 6.1, menos la Du o sea 137.3 hm³. Para el año 2030 se considera que la extracción seguirá una tendencia de reducción de 0.5% anual, ver tabla 9.4, obteniendo un valor de 194.13 hm³, así mismo se considera que aumenta la demanda de agua potable con lo que aumentará el porcentaje de cobertura (97%), pero debido a los problemas financieros del organismo operador las pérdidas en la red quedarán en un 47%, con lo que se tendrá una Du de 89.31 hm³, en el caso de la OD se considera que tendrá un aumento del 1% anual obteniendo un valor de 162.60 hm³.

Tabla 10.2 Evolución de los índices de vulnerabilidad ante la sequía en la ciudad de Cuernavaca, Mor.

Indicador	Año	
	2013	2030
Grado de presión hidrológica	$(344.20-74.10)/137.30 =$ 1.96	$(344.20-89.31)/(162.60) =$ 1.57
Sobreexplotación de acuíferos	$0/1*100 = 0$	$0/1*100 = 0$
Volumen de agua residual tratada	$1-(1.98/28.69) = 0.93$	0.70

Fuente: Elaborado a partir de CONAGUA (2012).

Como se puede observar en el cuadro anterior, la presión que se ejerce sobre el acuífero está en un grado estable, ya que debido a que este factor arroja valores mayores a uno, tanto en el año 2013, en el año 2030 se puede apreciar que la cifra disminuye debido a que aumenta la demanda del servicio y la oferta tiende a disminuir, principalmente debido a los problemas operacionales y financieros del sistema operador. El que el factor sea mayor a uno indica que hay garantía de recurso en el acuífero, no se extrae mayor cantidad que la de recarga. Con la finalidad de que esta situación no siga disminuyendo con el paso de los años, es necesario tomar medidas preventivas y acciones en materia de tratamiento, reuso y productividad del agua.

En lo que respecta al volumen de agua residual tratada, se puede apreciar que el volumen es poco en comparación al volumen total concesionado por el organismo, lo cual nos indica que hay un déficit en lo que se refiere al tratamiento del agua residual.

Otro elemento, entre otros, que disminuye la vulnerabilidad, y es una actividad permanente del Organismo Operador, es la reducción de fugas y la mejora de la eficiencia global, no se pueden considerar directamente como medidas para las sequías, pero son relevantes en generar condiciones favorables para enfrentar las sequías y reducir la vulnerabilidad.

La problemática que caracteriza a esta región (mayor demanda para abastecimiento urbano debido al incremento de la población), requiere de la implementación de tecnología para aumentar la proporción de agua tratada en las ciudades y así frenar el deterioro del acuífero. Se estima que para el año 2030, la población ascienda a poco más de 390,708 habitantes y de continuar la tendencia presente de manejo del recurso en la región, se acentuará el rezago en los servicios básicos y el incipiente saneamiento continuará impactando en la calidad de vida de la población y en la calidad de las aguas subterráneas. El incremento en la explotación de los acuíferos de algunas ciudades intensificará la sobreexplotación y competencia entre usuarios agrícolas, público urbano e industriales. Las bajas eficiencias con que operan el organismo operador continuarán generando

dispendio del recurso, problemas de competencia e incremento en los costos de operación, lo que limitará el desarrollo de otras actividades productivas.

A lo largo de su historia Morelos ha sido uno de los estados en donde se han registrado las menores afectaciones por sequías, como se puede observar en la figura 11.3, en los últimos años las precipitaciones pluviales han estado muy cerca del promedio o arriba de este. Sin embargo, no se encuentra excepto de las mismas, sobre todo si se llega a presentar una sequía hidrológica que afecte las recargas de los acuíferos. Es más probable que se presente una sequía operacional debido a los problemas de eficiencia física del sistema de agua potable y la eficiencia comercial y financiera del organismo operador.

En el capítulo anterior se mencionó que si se cumplen las proyecciones de demanda y oferta al año 2030 se tendría un superávit de oferta de un 13%, esto implica que si se usa el agua que se requiere, se tendría un colchón o un volumen disponible para cuando se presente la sequía.

El SAPAC no tiene pozos de observación, y la percepción de las sequías se da cuando bajan los niveles de extracción en los pozos profundos, sobre todos los que están ubicados en las colonias Sacatierra, Amatitlán y Maravillas, como sucedió en el 2010. No se cuenta con la información de los niveles de operación normal y los niveles extraordinarios de los pozos profundos.

En el SAPAC cuando se tiene una sequía o abatimiento de los niveles de extracción en algunos pozos, primeramente se determina la posibilidad de apoyar esas zonas con interconexiones de otras fuentes y si fuera necesario con apoyo de pipas que son distribuidas gratuitamente. Hubo ocasiones, como el caso de la obstrucción del pozo de Lomas Zompantle en el 2011 que estuvo fuera de operación un mes, cuando las pipas del SAPAC no fueron suficientes, por lo que se acudió a la asociación de piperos de Cuernavaca para solicitar su apoyo otorgando vales para cargas gratuitas para distribuir agua a un costo bajo para quien lo requiriera.

Relacionado con la reducción de la dotación de agua a los usuarios, no se cuentan con dispositivos de reducción en la totalidad de las tomas domiciliarias, ni remotos ni manuales, que permitan regular o reducir el gasto de entrada a través de las tomas domiciliarias que el usuario no pueda manipular. En algunos casos se cuenta con llaves de banqueta que se pueden regular, sin embargo está a expensas de la manipulación del usuario. Es por ello que ante la falta reiterada de pago se procede a la suspensión total desde la llave de inserción.

Existen dispositivos remotos o llaves reductoras, pero no se cuentan con ellas en virtud del costo de inversión que representan, considerando la situación financiera del SAPAC por la obsolescencia de sus tarifas.

Entonces, para reducir los impactos de las sequías, es necesario fortalecer e implementar estrategias de respuesta y medidas de mitigación que reduzcan los efectos ante la disminución de disponibilidad del recurso en el corto y largo plazos, tal como se describe detalladamente en el siguiente capítulo.

11. INDICADORES Y ETAPAS DE LAS SEQUÍAS

Los indicadores a emplear en cada sistema hidráulico o hidrológico de uso del agua dependen de las características del mismo y de los datos disponibles en cada uno de ellos. Para la selección y aplicación de indicadores se debe tener en cuenta la disponibilidad, oportunidad y agilidad de actualización de los datos, así como su calidad, que condiciona la periodicidad de los informes de estado. Por ello, para el caso de la ciudad de Cuernavaca, Mor., se consideran como posibles indicadores los siguientes:

- Información pluviométrica (estaciones climatológicas)
- Información de niveles en pozos de observación
- Monitor de sequías
- Índice de Estandarizado de Precipitación (SPI por su siglas en inglés)

La información de las estaciones climatológicas que rodean la zona, y que sobre todo interpretan la precipitación que llega a las zonas de recarga de los acuíferos, es muy valiosa y es la que permite generar los indicadores propuestos de manera específica para las sequías. La clave son los valores medios o normales de la precipitación, que pueden indicar un régimen “normal” de precipitación, esto es está dentro del rango de certidumbre adecuado para el valor medio del registro conocido. Fuera de este, en el caso de precipitación escasa, podría ser un fenómeno de sequía. Con esta información se puede estimar la sequía meteorológica y es base para los otros tipos de sequías.

En el caso del agua subterránea, muy empleada para abastecimiento de agua potable, los pozos suelen ser los indicadores de la escases o abundancia del agua, ya que cuando es la primera los niveles freáticos son más profundo y genera problemas en la extracción, tanto en el volumen como en los costos de extracción. Es recomendable disponer de pozos de observación que no se vean afectados por los conos de abatimiento de otros o por la operación dinámica de los mismos. En general es reducido el número de datos referentes a los niveles de las aguas subterráneas en los Organismos Operadores, se considera que debe incrementarse el número de pozos de observación y su ubicación estratégica. Vale recalcar que debe ser el nivel estático, no sujetos a variaciones dinámicas por explotación, y que reflejen las diferentes zonas del acuífero, considerando el gradiente de escurrimiento que debe presentarse. A la larga esto permitirá elaborar un modelo de funcionamiento del sistema del comportamiento del acuífero y vincularse a la precipitación de recarga del mismo. De tal manera que los valores de los niveles deben vincularse a la precipitación y al SPI a nivel de la región, donde se tenga la recarga de los acuíferos que se utilizan para el abastecimiento urbano del agua.

El Monitor de Sequías (MS) es una iniciativa de Canadá, Estados Unidos y México que, de forma coordinada y en un solo mapa, presenta el estado que guarda la sequía regional (en los tres países). Los productos o capas de información para la elaboración del mapa son similares entre los tres países, lo que difiere es cómo se organiza cada país para la elaboración del MS. En el caso de México, el Servicio Meteorológico Nacional quien se encarga de elaborarlo. Éstas capas de información están constituidas por temperaturas, precipitación, humedad de suelo, Índice de sequía de Palmer (PDI por sus siglas en inglés), Índice Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés), Índice de Salud de la Vegetación, balance hidrológico (ríos y embalses), dotación de agua en zonas afectadas por la sequía e impacto en agricultura y ganadería; junto con estas capas el MS considera las 4 etapas de la sequía (meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica). El MS se produce en forma quincenal, lo que permite hacer un seguimiento continuo de los impactos de ésta en todos los ámbitos de la gestión y administración del agua y en virtud de que sus escalas son similares a las que se han definido para estimar sus impactos, es posible considerar éstas y aplicarlas de acuerdo al plan de gestión y contingencias en las zonas urbanas de una forma transparente.

Índice de Estandarizado de Precipitación (SPI)

Varios índices desarrollados por Wayne Palmer, así como el Índice de Estandarizado de Precipitación (SPI por sus siglas en inglés) han sido útiles para describir las diversas escalas de la sequía.

Lo más común de todos los tipos de sequía es el hecho de que se originan de una deficiencia en la precipitación como resultante de un patrón climático inusual. Si el patrón climático dura un corto período (de unas semanas a un par de meses), la sequía se considera de “corto período”, pero si los patrones de circulación atmosférica condicionan un déficit de precipitación que va de varios meses hasta años, la sequía se considera de “largo plazo”. Es posible que una región experimente un patrón de circulación de largo plazo que produzca una sequía, y que tenga cambios de corto plazo dentro de este período, también puede ocurrir el efecto contrario de contar con un período húmedo de largo plazo y tener períodos cortos secos que induzcan a una sequía de corto plazo.

En el caso de las ciudades o zonas urbanas, las sequías tienden a tener sus efectos posterior a la aparición de la sequía meteorológica, en este sentido tiene una relación muy cercana con la sequía hidrológica considerando sus procesos de superficie y subterráneos y vinculados a la demanda del recurso, por lo que también se le llama sequía operacional

En realidad, cuando se realiza un análisis por períodos utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) se puede apreciar que en períodos cortos (1 a 3 meses), existe una alta variabilidad natural de la precipitación. No es un proceso uniforme y homogéneo como ocurre en otras localidades. Es por esta razón es complicado definir si existe la sequía bajo estas condiciones de periodicidad, es parte de la variabilidad natural de la lluvia para esta localidad. En sistemas con una resiliencia natural, además de la legislación vigente que permite priorizar el consumo de agua para uso humano al primer orden, resulta más conveniente analizar períodos más largos de seis meses a un año.

El SPI ha sido utilizado para definir eventos secos y húmedos, siendo su escala temporal la que se puede utilizar para determinar eventos climáticos de corto, mediano y largo plazos. Por ejemplo, para definir la variabilidad climática natural de corto plazo el SPI de un mes es regularmente utilizado. Para el caso de los SPMPS en ciudades, es importante poner mayor atención a eventos climáticos de largo plazo (un año o mayores) pues el impacto en estos centros urbanos es regularmente enmascarado por la resiliencia natural de las fuentes de agua (embalses, acuíferos y ríos) y su eficiencia operativa en general.

A continuación se presenta el SPI para la ciudad de Cuernavaca, Mor., a escalas de 6 y 12 meses respectivamente:

Figura 11.1.1 Índice Estandarizado de Precipitación a seis meses para la ciudad de Cuernavaca (1955-2014).

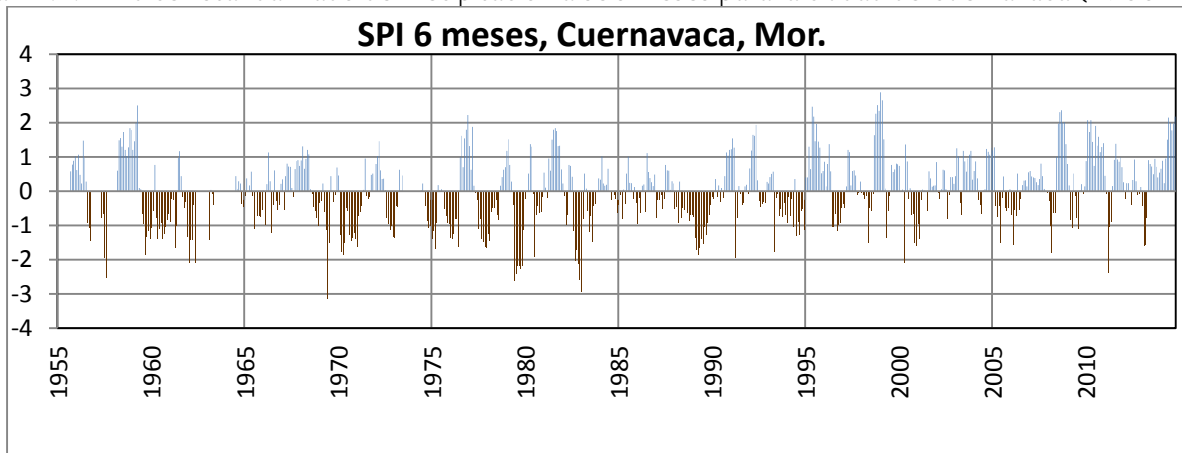
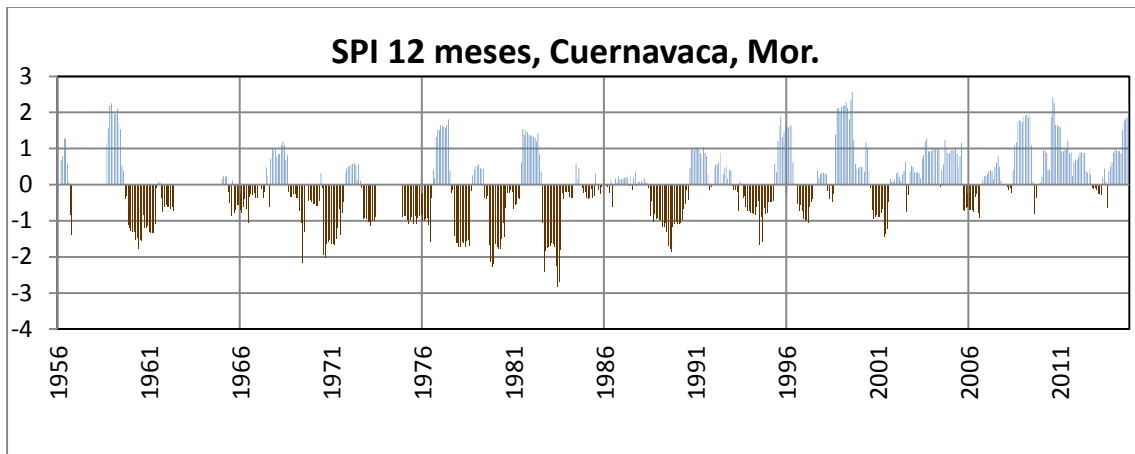


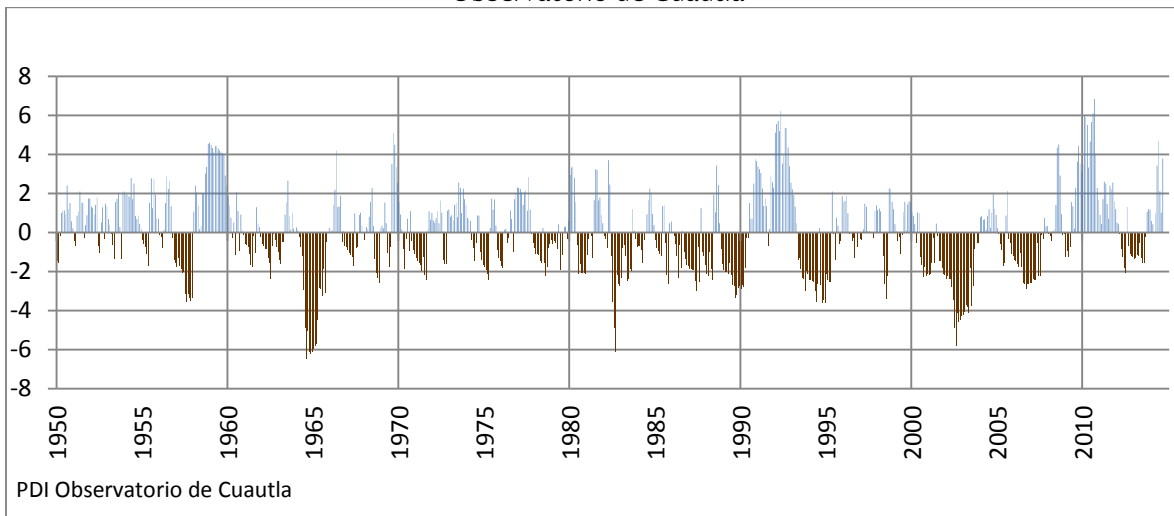
Figura 11.1.2 Índice Estandarizado de Precipitación a doce meses para la ciudad de Cuernavaca (1955-2014).



La serie graficada de SPI a seis meses muestra las características importantes a considerar, como el hecho de que se observa una persistencia, ya sea positiva o negativa; a esta escala es altamente probable que ésta continúe y se vuelva un período de sequía largo que requiera una atención diferente en el sentido que sus efectos se pueden ver reflejados en el manejo operativo y es necesario iniciar medidas de uso eficiente del agua. Algunos aspectos de la interpretación de la gráfica que representa el SPI de 12 meses son, el hecho de que desde el año 2000 se han observado condiciones favorables de precipitación (SPI positivo) con un bajo impacto por sequías; por otro lado, se observa un periodo relativamente largo 1965–2000 donde predominan las condiciones de precipitaciones por debajo de su valor medio que reflejado en el SPI muestra 11 eventos secos de los cuales aquellos ocurridos al inicio de los 80's.

Asimismo, el Índice de Sequía de Palmer (PDI por sus siglas en inglés) describe con ciertas similitudes las condiciones hidrológicas del sitio más cercano a la ciudad de Cuernavaca (Cuautla. Mor.) ubicado a aproximadamente 32 km en línea recta.

Figura 11.2 Índice de Sequía de Palmer para la ciudad de Cuernavaca (1955-2014), basado en los datos del Observatorio de Cuautla



Las sequías de largo plazo son acumulativas, así que la sequía del mes en curso depende de los patrones atmosféricos vigentes más los efectos acumulativos de los meses previos. Debido a que los patrones atmosféricos pueden cambiar abruptamente de un patrón de sequía de largo plazo a un patrón húmedo, el SPI puede responder muy rápidamente.

El SPI se utiliza para observar períodos de lluvia comparados con sus valores históricos de una forma “normalizada” donde sus valores positivos describen eventos de lluvia mayores que sus valores medios

(húmedos) y por otro lado, los valores negativos indican eventos de lluvia por debajo de su valor medio indicando períodos secos. Por ejemplo, una serie de SPI de seis meses muestra que en un intervalo de esa duración considerando la mediana como punto central de la distribución de registros históricos en ese periodo. Además de la duración, su magnitud es la que define la intensidad ya sea de un período seco o húmedo, considerando que periodos largos tienen ya un efecto en las sequías agrícolas, hidrológicas y cuando estas se extienden en periodos aún más largos (1 y 2 años) entonces tienen un efecto ya en la actividad socioeconómica.

El índice SPI se define como un valor numérico que representa el número de desviaciones estándar de la precipitación ocurrida a lo largo del período de acumulación de que se trate, respecto de la media, una vez que la distribución original de la precipitación ha sido transformada a una distribución normal. De este modo se define una escala de valores que se agrupa en tramos relacionados con el carácter de la precipitación.

Este índice fue diseñado con objeto de dar cuenta de las distintas maneras en que el déficit de precipitación afecta a los diferentes sistemas de recursos hídricos (humedad del suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, etc.). Así, por ejemplo, las condiciones de humedad de los suelos son sensibles a las anomalías (positivas o negativas) de la precipitación a corto plazo, en tanto que las reservas de aguas superficiales (embalses) y subterráneas (acuíferos), así como los caudales fluviales, responden a anomalías pluviométricas a largo plazo.

Dado que el SPI está normalizado, tanto los períodos húmedos como los secos se pueden representar de la misma manera y aplicando este índice se puede hacer un seguimiento de cualquier período, tenga éste un carácter u otro. El SPI de 6, 12 y 24 meses muestra coherencia, pues desde el primero (6 meses) se pueden observar los periodos que perdurarán. Esta definición permite caracterizar cada período seco de acuerdo a su duración, intensidad y magnitud. La "duración" del evento la determina la longitud del período en el que los valores del SPI cumplen las condiciones requeridas por dicha definición. La "intensidad" del mismo viene determinada por el máximo valor negativo, a partir de -1, que el SPI alcanza dentro del período seco analizado. Finalmente, su "magnitud" viene dada por la suma de los valores del SPI correspondientes a todos los meses comprendidos dentro del período seco considerado.

Se considera que valores de SPI que oscilen entre +/- una desviación estándar es parte de la variabilidad climática natural, sin embargo cuando el tiempo de esta anomalía persiste, entonces deja ser parte de la variabilidad climática y tiene un efecto de más largo plazo, por lo tanto se extiende el concepto de la sequía a agrícola, hidrológica y si ésta se prolonga aún más, entonces se considera social.

Tabla 11.1 Interpretación de los valores del SPI, respecto a la condición climática

Rango SPI	Categoría
>2,00	Extremadamente húmedo (XH)
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo (MH)
0.00 a 0.99	Ligeramente húmedo (LH)
0.00 a -0.99	Ligeramente seco (LS)
-1.00 y -1.49	Moderadamente seco (MS)
-1.50 y -1.99	Muy seco (YS)
<= a -2.00	Extremadamente seco (XS)

Fuente: Doesken, Nolan; Tom McKee y Juan Kleist. Centro del Clima. Estados Unidos, 1993

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial (WMO por sus siglas en inglés, 2012) se describe la interpretación de los principales rangos de SPI de la siguiente manera:

SPI de 1 mes es un mapa muy similar a un mapa que despliega el porcentaje de la precipitación normal para un periodo de 30 días. De hecho, el SPI-01m es una representación de la lluvia mensual debido a que la distribución ha sido normalizada. Por ejemplo; un SPI-01m a fines de noviembre se compara con el total de la precipitación para noviembre de ese año en particular con los totales de la lluvia en noviembre de todos los años que tienen

registro. Debido a que el SPI-01m refleja condiciones de corto plazo, su aplicación puede relacionarse a condiciones meteorológicas en combinación con condiciones de humedad de suelo y estrés vegetativo (especialmente durante su periodo de crecimiento).

El SPI de tres meses (SPI-3m) permite una comparación de la precipitación sobre un período específico de tres meses de la precipitación “actual” contra la histórica. De esta manera, un SPI-3m a finales de febrero compara la precipitación total para diciembre-enero-febrero de ese año en particular con el mismo período histórico. El SPI-3m refleja una condición entre término corto-medio de condiciones de humedad de suelo y proporciona una estimación estacional de la lluvia. Resulta conveniente comparar el SPI-3m con escalas más grandes. Un período regular o relativamente húmedo puede aparecer entre un período seco de más largo período (SPI-6m, SPI-9m, SPI-12m, etc.)

EL SPI de seis meses (SPI-6m) proporciona información de patrones de lluvia inter-estacional sobre una escala de duración de tipo medio. Las sequías generalmente toma una estación o dos para desarrollarse. Valores por debajo de -1.5 en esta escala de tiempo son, en general, un buen indicador que la sequedad tiene un impacto significativo en la agricultura y puede estar afectando otros sectores al mismo tiempo. En cierta medida este patrón del SPI-6m tiene similitudes con escalas mayores como el SPI-9m y SPI-12m por lo que es un bueno para determinar sequías que pueden ser hidrológicas o multianuales.

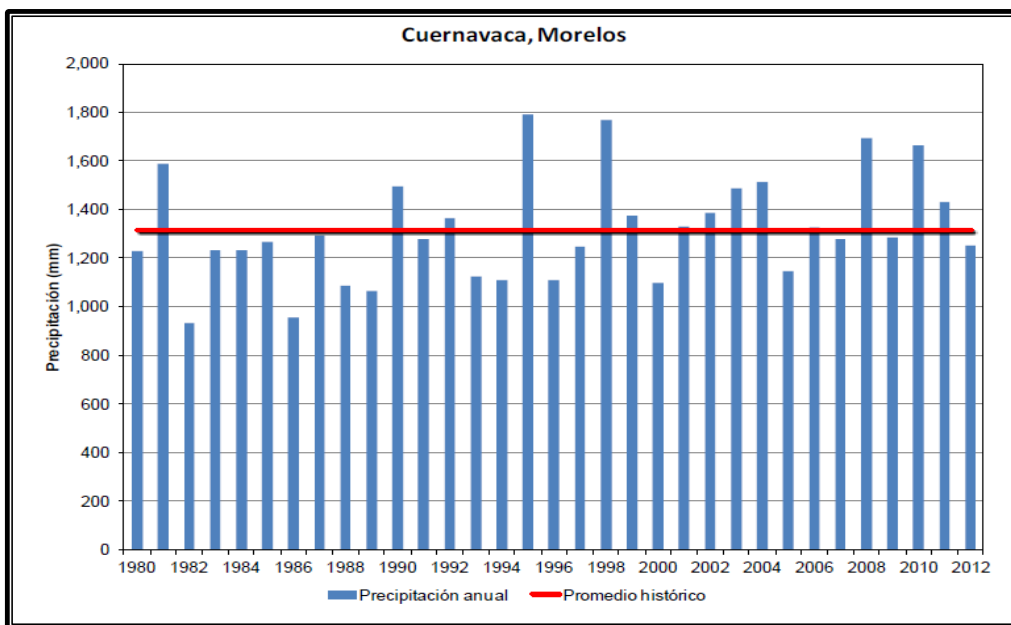
El SPI de doce meses (SPI-12m) refleja patrones de precipitación de largo plazo, un SPI-12m es la comparación de la precipitación de 12 meses consecutivos con los observados en esos 12 meses de todos los años dentro de los registros históricos. Éste índice, para estas escalas, está ligado a escurrimientos en ríos, niveles en embalses e incluso niveles en aguas subterráneas.

Para definir mejor los umbrales de riesgo en el manejo del agua por el Organismo Operador, es necesario conocer la capacidad de manejo y distribución del recurso, así como también de las fuentes disponibles: embalses, acuíferos, escurrimientos y algunas otras que muestren disponibilidad de agua para consumo urbano.

De acuerdo con la Tabla 11.1, el criterio para definir un “evento de sequía” para cualquier escala de tiempo es que éste ocurre siempre que el SPI sea permanentemente negativo y alcance una intensidad de -1.0 ó menor y, el fenómeno finaliza cuando el SPI se hace positivo. Cada fenómeno de sequía, por lo tanto, tiene una duración definida por su comienzo y su final, y una intensidad diferente para cada mes que dure el fenómeno. La magnitud de la sequía puede también ser la magnitud acumulada de la sequía y es el valor de la suma del SPI de todos los meses que dura el evento.

Por otro lado, relacionado con el cambio climático, no se espera que los cambios en el clima en el estado de Morelos, y por tanto en la ciudad de Cuernavaca, sean tan bruscos como en la parte norte del país.

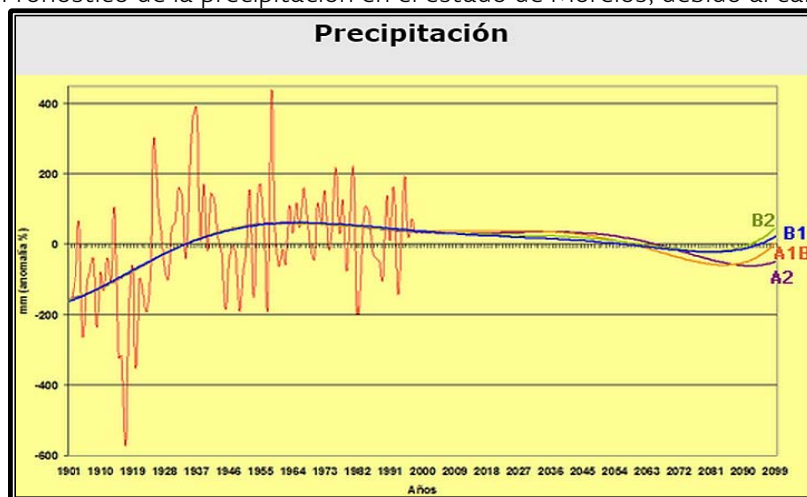
Figura 11.3. Grafica de precipitación pluvial en la estación meteorológica de Cuernavaca.



Fuente: Programa de medidas preventivas y de mitigación en la sequía del Consejo de Cuenca del Río Balsas (PMPMS-CCRB), 2012

Por ejemplo, en la figura 11.4 las predicciones de los escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero (SRES) contemplan diversas hipótesis relativas al desarrollo socioeconómico del planeta. Estos escenarios se clasifican desde emisiones bajas (B2), medias bajas (B1), altas (A2) y medias altas (A1B), y en la figura se puede ver las anomalías a lo largo de los años hasta el año 2099.

Figura 11.4. Pronóstico de la precipitación en el estado de Morelos, debido al cambio climático



Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_morelos.html

En la figura 11.5, se muestran los escenarios de cambio de precipitación y temperatura en el estado de Morelos para los años del 2020, 2050 y 2080.

Figura 11.5. Pronósticos de cambios en la precipitación y en la temperatura anuales.

Estado de Morelos	
Escenario 2020	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
variará entre +5 y -5%	entre 0.6 y 1.4°C
Escenario 2050	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
disminuirá entre 5 y 10%	entre 1.0 y 2.5°C
Escenario 2080	
Precipitación total anual	Temperatura media anual aumentará:
disminuirá entre 5 y 20%	entre 2 y 4°C

Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html

Ya se mencionó que si se cumplen las proyecciones de demanda y oferta al año 2030 se tendría un superávit de oferta de un 13%, esto implica que si se usa el agua que se requiere, se tendría un colchón o un volumen disponible para cuando se presente la sequía.

El SAPAC no tiene pozos de observación, y la percepción de las sequías se da cuando bajan los niveles de extracción en los pozos profundos, sobre todos los que están ubicados en las colonias Sacatierra, Amatitlán y Maravillas, como sucedió en el 2010. No se cuenta con la información de los niveles de operación normal y los niveles extraordinarios de los pozos profundos.

En el SAPAC cuando se tiene una sequía o abatimiento de los niveles de extracción en algunos pozos, primeramente se determina la posibilidad de apoyar esas zonas con interconexiones de otras fuentes y si fuera necesario con apoyo de pipas que son distribuidas gratuitamente. Hubo ocasiones, como el caso de la obstrucción del pozo de Lomas Zompantle en el 2011 que estuvo fuera de operación un mes, cuando las pipas del SAPAC no fueron suficientes, por lo que se acudió a la asociación de piperos de Cuernavaca para solicitar su apoyo otorgando vales para cargas gratuitas para distribuir agua a un costo bajo para quien lo requiriera.

Relacionado con la reducción de la dotación de agua a los usuarios, no se cuentan con dispositivos de reducción en la totalidad de las tomas domiciliarias, ni remotos ni manuales, que permitan regular o reducir el gasto de entrada a través de las tomas domiciliarias que el usuario no pueda manipular. En algunos casos se cuenta con llaves de banqueta que se pueden regular, sin embargo está a expensas de la manipulación del usuario. Es por ello que ante la falta reiterada de pago se procede a la suspensión total desde la llave de inserción.

Existen dispositivos remotos o llaves reductoras, pero no se cuentan con ellas en virtud del costo de inversión que representan, considerando la situación financiera del SAPAC por la obsolescencia de sus tarifas.

Entonces, para reducir los impactos de las sequías, es necesario fortalecer e implementar estrategias de respuesta y medidas de mitigación que reduzcan los efectos ante la disminución de disponibilidad del recurso en el corto y largo plazos, tal como se describe detalladamente en el siguiente capítulo.

Etapas de la sequía

De acuerdo con los estándares internacionales y con los “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía...”, publicados en el DOF el 22 de noviembre de 2012, las etapas de la sequía están determinadas por sus rangos de intensidad como: Anormalmente Seca (D0), Moderada (D1), Severa (D2), Extrema (D3) y Excepcional (D4), cuyas características se definen:

- **Anormalmente Seca (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.
- **Moderada (D1):** Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua.
- **Severa (D2):** Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común.
- **Extrema (D3):** Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua se generaliza.
- **Excepcional (D4):** Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, muy poca agua en los embalses, arroyos y pozos.

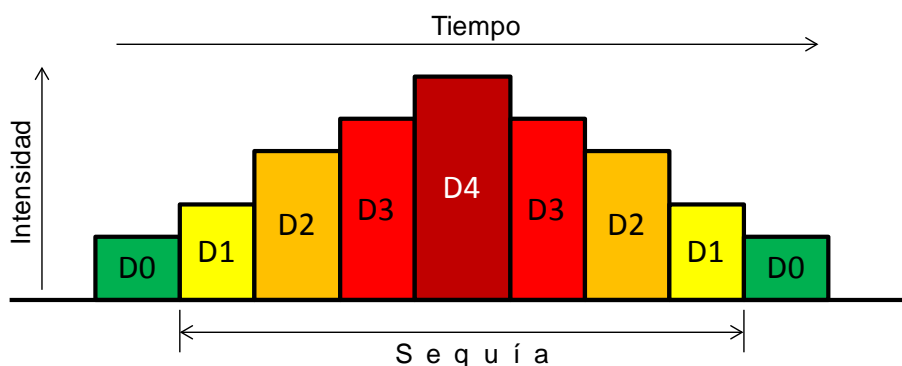
Y para definir las etapas de las sequías, con base en los valores del SPI, se tiene la clasificación propuesta por el Global Drought Monitor (GDM), la cual se muestra en la Tabla 11.5 siguiente. Cabe aclarar que es una desagregación de la Tabla 11.1, que da mayor precisión para atender operativamente las sequías, siendo esta la clasificación que sugiere utilizar la CONAGUA.

Tabla 11.5 Clasificación de las sequías de acuerdo con los valores del SPI

Categoría de sequía	Rango del SPI
Condición normal seca	0.0 a -0.4
Condición anormal seca	-0.5 a -0.7
Sequía moderada	-0.8 a -1.2
Sequía severa	-1.3 a -1.5
Sequía extrema	-1.6 a -1.9
Sequía excepcional	< -2.0

En la Figura 11.6 se ilustra de manera gráfica la evolución de la intensidad de la sequía a través del tiempo conforme a las etapas mencionadas.

Figura 11. 6 Esquema ilustrativo de la evolución de la intensidad de la sequía en sus diferentes etapas.



De acuerdo con la tabla anterior, se considera el inicio de un evento de sequía cuando los valores del SPI se presentan de manera continua por debajo de -0.5 (inclusive). La prolongación de estos valores a través del tiempo permite definir la duración del evento, dado que el fenómeno finalizará cuando el SPI alcanza valores superiores a -0.5 .

12. MEDIDAS PARA ATENDER LAS SEQUÍAS

La finalidad del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía en la ciudad de Cuernavaca, Mor., es anticiparse a las sequías, previendo soluciones para satisfacer adecuadamente las demandas, evitando situaciones de desabasto total de agua y conflictos entre usuarios por el uso del vital líquido. El riesgo no puede eliminarse por completo pero este programa es útil para mitigar considerablemente sus efectos, para lo cual es necesario fortalecer e implementar medidas que reduzcan los impactos causados por el déficit hídrico en el corto y largo plazos. Así, este capítulo tiene como finalidad identificar aquellas acciones que pueden ser implementadas para afrontar adecuadamente las sequías y mitigar sus impactos en los diferentes sectores usuarios del agua.

En la 1ª y 2ª sesiones extraordinarias del Grupo Especializado de Ordenamiento (GEO) del Consejo de Cuenca del Río Balsas, celebradas los días 31 de mayo y 9 de agosto de 2013, respectivamente, se determinaron una serie acciones que pueden ser implementadas en el marco de este Consejo de Cuenca, donde se encuentra la ciudad de Cuernavaca, para afrontar la sequía en tres sentidos: antes de que ocurra el fenómeno (medidas estratégicas), cuando apenas inicia (medidas tácticas), o cuando ya está presente (medidas de emergencia), tal como se describe a continuación:

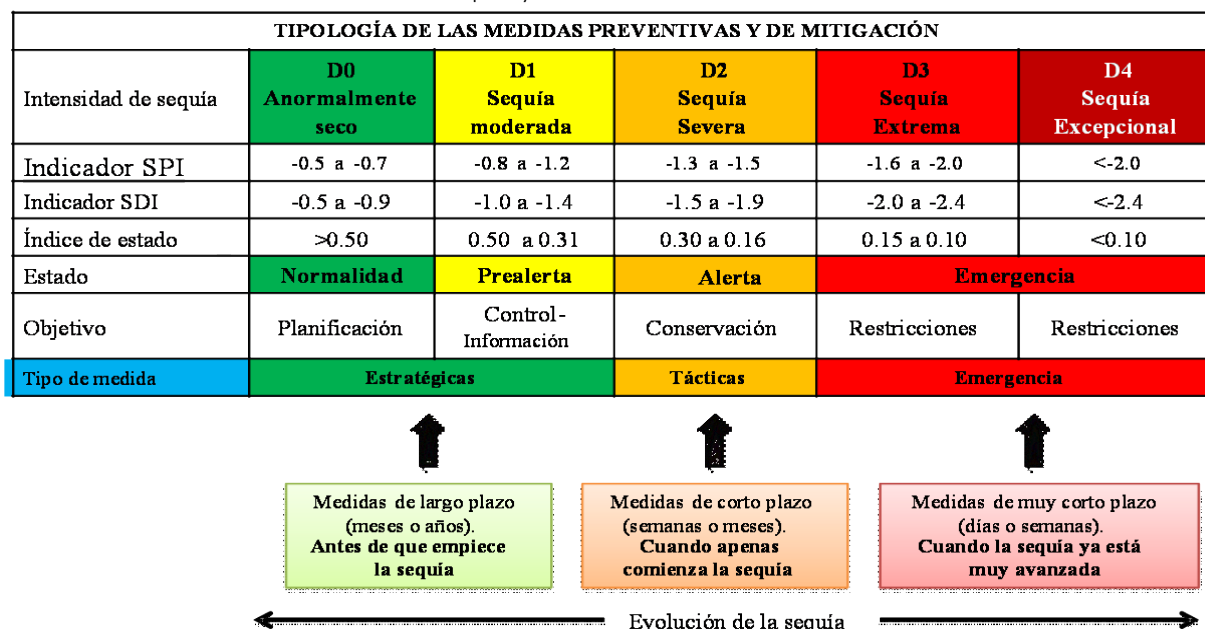
- **Medidas estratégicas (MESTR).** Son actuaciones a largo plazo (con duración de más de dos años) y generalmente son de carácter institucional e infraestructural, que forman parte de la planificación hidrológica (estructuras de almacenamiento y regulación, normativa y ordenación de usos).
- **Medidas tácticas (MTACT).** Son actuaciones a corto plazo (con duración desde unos meses hasta dos años) planificadas y validadas con anticipación en el marco del programa de sequía. Se activarán en las fases de prealerta y alerta.
- **Medidas de emergencia (MEMER).** Son actuaciones a muy corto plazo (con duración de semanas o meses) y tienen como finalidad afrontar el déficit hídrico ocasionado por la sequía cuando ya está presente o cuando está muy avanzada, y variarán en función de la gravedad de la misma y su extensión o grado de afectación a la cuenca.

Es importante mencionar que la distinción entre las medidas estratégicas, tácticas y de emergencia depende de la sincronización y la forma en que el el GTD de la ciudad tenga la intención de ponerlas en práctica. Por ejemplo, la rehabilitación de pozos (es decir, la restauración de la producción de agua en los pozos a su forma más

eficiente a través de diversos tratamientos y métodos), puede ser vista como una medida estratégica si se hace de forma rutinaria para asegurar que los pozos se encuentren en óptimas condiciones de operación cuando ocurra una sequía; o bien, también puede ser una medida táctica en caso de que se realice tras la declaración de una sequía; en última instancia, también puede ser una medida de emergencia si se realiza cuando la sequía ya está muy avanzada y se requiere extraer agua del subsuelo de manera urgente. Cabe la aclaración que, de todos modos, debe ser una medida planeada, a pesar de que sobre la marcha pueda cambiarse.

Para la clasificación de estas medidas se tomaron las cinco etapas de la sequía que están determinadas por sus rangos de intensidad, las cuales son: Anormalmente Seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía Severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4). Igualmente, estas etapas se han equiparado con los cuatro niveles de estado de la sequía que son: *situación estable o de normalidad*, *situación de prealerta*, *situación de alerta* y *situación de emergencia*, tal como se ilustra en la Tabla 12.1.

Tabla 12.1 Clasificación de las medidas preventivas y de mitigación de la sequía en función de la intensidad de la sequía y de los Índices de estado



Fuente: PMPMS CC Río Balsas. 2013

Una manera de plantear las medidas es, en lo general, en función de la categoría de sequía, a continuación se presentan algunas propuestas en este tenor.

Tabla 12.2 Medidas en función de las etapas de la sequía

Etapas de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
Sequía moderada (D1) La meta es reducir la demanda entre 10 y 15%. Se consideran como acciones voluntarias.	<ul style="list-style-type: none"> Intensificar la campaña de información e incluir aspectos técnicos del problema. Aplicación del riego solo en las horas de menor insolación en parques, jardines y camellones. Restringir el consumo de agua para usos no prioritarios. Promover el uso de aditamentos ahorradores de agua en llaves, regaderas y sanitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Los usuarios comerciales e industriales deben instrumentar sus programas de acción destacando entre ellos el reúso o recirculación del agua, aunque esta acción debería siempre estar vigente. Los usuarios deben revisar sus instalaciones 	

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
	<ul style="list-style-type: none"> Identificar acciones para implementar en caso de avanzar a la etapa D2 (pipas de agua, fuentes alternas, compra de derechos de agua a otros usuarios, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> hidráulicas para corregir fugas. Limitar riegos a dos días al semana. 	
<p>Sequía severa (D2) La meta es reducir la demanda entre 15 y 30%. El carácter de las acciones es que sean voluntarias y algunas, de racionamiento, ya obligatorias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar las medidas y programas de racionamiento y las sanciones por su inobservancia, reforzando un programa de vigilancia y denuncias por otros usuarios. Dependiendo de la duración de la sequía, realizar el suministro sólo para los usos esenciales con estricto tandeo y restricciones en volumen. Intensificar y detallar la campaña de información apoyada en todos los medios. Registrar permanentemente la evolución del fenómeno y realizar pronósticos y evaluaciones más frecuentes para detectar cualquier variación. El riego de las áreas verdes y jardines será limitado a sólo dos días a la semana, miércoles y domingos, en el horario de 21:00 a 01:00 h del día siguiente correspondiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Los usuarios son conminados a apearse totalmente a las restricciones y racionamientos del programa, a excepción de aquellos clasificados como esenciales: bomberos, escuelas y hospitales. Queda prohibido lavar autos con manguera, sólo cubetas. La vigilancia entre sectores y usuarios debe ser continua para evitar desperdicios y conflictos, tomas clandestinas y usos no autorizados. En los negocios de lavado automático de vehículos, este se permitirá siempre y cuando cuenten con sistema de reciclado de agua. El uso del agua para riego de campos deportivos o campos de golf estará prohibido, excepto en los días miércoles y domingos asignados entre las 22:00 y las 05:00, sin embargo, si en esas instalaciones utilizan agua tratada no estarán sujetas a estas restricciones. Los siguientes usos del agua se consideran no esenciales y por lo tanto quedaran prohibidos: Lavado de banquetas, calles, cocheras, estacionamientos y canchas deportivas. Lavar edificios o estructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar las sanciones y restringir más el consumo. Si se detectan y persisten usos indebidos, se debe suspender el suministro, aplicar las sanciones y disminuir las dotaciones. Se deben reforzar los esquemas de vigilancia, con más personal y promover entre la sociedad un mecanismo de denuncias.

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
		Controlar el polvo, salvo que sea con agua tratada.	
<p>Sequía extrema (D3) La meta es reducir la demanda a 20 y 30%. Las acciones son de carácter obligatorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las restricciones y racionamientos deben alcanzar su máxima intensidad; las dotaciones deben ser mínimas y acordes con los esquemas de prioridad, exclusivamente para los usos más elementales, sin excepción. • Los tandeos deben observarse rigurosamente. La vigilancia debe ser extrema y continua sobre el funcionamiento de los sistemas de conducción, distribución y medición; cualquier anomalía debe atenderse de inmediato. • Definir zonas de atención de dotación de agua mediante pipas, sobre todo en zonas marginadas. • Entran en función los programas de emergencia apoyados por todos los niveles de gobierno. FONDEN. En este caso es el municipal en coordinación con el estatal (DL de la CONAGUA). • La campaña de información, seguimiento y educación debe alcanzar su mayor intensidad y ser permanente. • Realizar acciones conjuntas con otros sectores como el de SALUD, para prevenir enfermedades por contaminación o manejo inadecuado (pipas) del agua. • Reducir suministro a usuarios que no hayan disminuido sus consumos de acuerdo al plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los usuarios deben ajustarse a su dotación y evitar que surjan conflictos entre ellos. Por ello se debe reforzar la vigilancia. • Todos los usuarios deben cumplir estrictamente con el programa de racionamiento, a excepción de aquellos esenciales: bomberos, escuelas y hospitales. • Los usos no residenciales pueden reducirse al mínimo o suspenderse, excepto aquellos de seguridad (hospitales, escuelas y bomberos). • El riego de áreas verdes y jardines se limitará a un sólo día a la semana, que será el día domingo en horario de 21:00 a 01:00 del lunes • El riego de campos deportivos se prohibirá a menos que utilicen agua tratada. • Se prohibirá el lavado de vehículos excepto el día domingo en horario de 21:00. a 01:00 del lunes, utilizando sólo una cubeta, no manguera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estas acciones se implementarán cuando se lleve al menos un periodo de 9 meses bajo condiciones de sequía, no debería ser de forma inmediata a la declaración. • Aplicar sanciones y penas más severas por faltas; la suspensión del servicio puede ser indefinida.
<p>Sequía excepcional (D4) La meta es reducir la demanda arriba del 50% El carácter de las acciones es</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El agua disponible debe asignarse únicamente para los usos más prioritarios y en cantidades muy limitadas. Es necesario elaborar un programa de tandeos y distribución del agua mediante pipas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios deben utilizar el agua solo para lo estrictamente autorizado y con el mínimo volumen. • Los usos más prioritarios deberán tener la mínima agua aceptable que requieran. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar una política de cero desperdicios y cero tolerancias. • Con sequía o sin ella, los mecanismos de medición y control deben funcionar correctamente y

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
de medidas de racionamiento y control obligatorias.	<ul style="list-style-type: none"> • La asistencia social y los programas de emergencia deben ser constantes con el apoyo de las autoridades de todos los niveles. • El agua debe distribuirse con el máximo de precaución para evitar pérdidas y conflictos. • Es una etapa de espera hasta que las condiciones mejoren. Para esto el sistema de vigilancia y monitoreo debe estar funcionando. • Incorporación temporal de pozos privados, previo acuerdo con las empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se prohibirá el riego de áreas verdes y jardines. • Se prohibirá el uso del agua para lavado de vehículos. 	supervisarse con frecuencia.

Sancciones y medidas de vigilancia y control

A continuación, de manera general, se plantean algunas sanciones para las etapas de las sequías:

Tabla 12.3 Sanciones

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades
Sequía D1	Las medidas de restricción de la primera etapa, por ser de carácter voluntario, de conciencia y sentido de responsabilidad de los propios usuarios, sólo se sancionaran con una exhortación escrita y amonestación de no contribuir a la conservación del agua y de una buena práctica del presente programa. Salvo para el caso de reincidencia acreditada, que dará lugar a la clausura parcial y temporal de la toma.
Sequías D2, D3, D4	Cualquiera de los usos restringidos y no autorizados que lleven a cabo por los usuarios durante el lapso de operaciones de la etapa, será considerado como un uso no autorizado del agua potable, y se impondrá al usuario responsable de la comisión de esos usos restringidos o no autorizados, una multa que podrá ser de 8 a 10 cuotas de salario mínimo general diario en el área geográfica en que se cometa la desatención al programa y la infracción señalada. Para el caso de incurrir en reincidencia acreditada, la SAPAC podrá proceder a imponer una multa por cada día que prevalezca el desacato al programa y a ordenar le clausura parcial o total de manera temporal de toma, hasta otra sea declarada la terminación de las etapas del programa y la total vuelta a la normalidad.

Medidas específicas

También, para las medidas, se especifica una base para la implementación de las acciones, distinguiendo aquellas por el lado de la **oferta** de agua, relacionadas con las acciones que el Organismo Operador, responsable del abastecimiento de agua, realiza para ofrecer el agua a los diferentes sectores (Tabla 12.6). Y por el lado de la **demanda**, los requerimientos del agua, en cantidad, tiempo y calidad se realiza para el uso y consumo por parte de los usuarios (Tabla 12.7). Esto se conoce como la gestión o manejo de la oferta y la demanda de agua en

condiciones de sequía. También con objeto de precisar su aplicación, se consideraron más grupos, y la educación y las medidas administrativas y legales.

Vale la aclaración que la gestión, administración o implementación de estas medidas, puede depender del Organismo Operador en la acción operativa, pero, en muchas medidas, se tiene que realizar una amplia gestión con diferentes instituciones, a los tres niveles de gobierno, para su real implementación, por ejemplo la medida de promover la implementación de mingitorios secos o equipos ahorradores, requiere la participación a nivel federal e industrial para implementar un fideicomiso (como el FIDE), para que la industria favorezca este tipo de equipos. En cada cuadro se hará un comentario sobre la implementación de las medidas propuestas.

También es necesario mencionar que algunas acciones son de mantenimiento, crecimiento y mejora continua, entre ellas se puede mencionar, la sectorización, las mejoras de eficiencia, la ampliación de sectores, búsqueda de nuevas fuentes, entre otras, pero, que no son propiamente medidas contra las sequías, esto debe tomarse muy en cuenta y no mezclarlas.

Una de las medidas no estructurales más importantes del PMPMS deberá ser la implementación de una campaña pública de sensibilización para inducir a la población a que haga un buen uso y manejo del agua, que evite su desperdicio y contaminación, y que pague oportunamente por el servicio recibido.

Hay que remarcar que los usuarios del agua son responsables de cumplir los lineamientos u ordenanzas que derivan de este programa para las épocas de crisis, por lo que es recomendable mantener un programa de educación en tiempos normales con el tema de las sequías, además de analizar la respuesta pública a este programa para hacer una retroalimentación.

En tiempos de emergencia se deberán publicar de manera constante notas de prensa y comunicados públicos sobre la situación, así como emitir campañas de ahorro por los distintos medios de comunicación, orientadas al uso racional del agua. Estas campañas incrementarán su intensidad al ir alcanzándose los umbrales de sequía. En ellas además de incluir el uso racional del agua, se deberá hacer referencia al estado ecológico de las masas de agua en general, solicitando la colaboración de los ciudadanos en los temas de conservación y, también, vigilancia de su medio ambiente.

Y una vez declarada la situación de emergencia por sequía se incrementará la información a los usuarios de la situación real de la cuenca en cuanto a reservas de recursos, previsiones de restricciones y calidad del agua.

Entre las medidas escogidas para atender las sequías, se propone una clasificación considerando la **Oferta**, que significa que se incremente el volumen de agua a entregar, o sobre la **Demanda**, en este caso que los usuarios en general reduzcan los requerimientos solicitados de agua.

Es importante que, para la selección de las medidas, se realice un estudio detallado de la medida, para verificar su **factibilidad tanto técnica como económica**, que considere la **eficacia de la medida** para la atención de la sequía. Esta agrupación se presenta como sigue:

Educativas.

Competen a actividades tanto de tipo educativo formal en el sistema educativo como de asistencia, capacitación y campañas. Algunas le corresponden al O. O. y otras a nivel federal.

Administrativas y legales.

Le corresponde tanto al O. O. como a instituciones federales. En una mayoría de caso, en conjunto con la CONAGUA deben actuar como promotores de estas. La mayoría de estas acciones deben gestionarse (prepararse) previamente, para que sirvan de soporte a la aplicación de la medida,

De oferta, Organismo operador.

Le incumbe al O. O. y son de índole de gestión interna, de operación y de infraestructura. Prácticamente estas medidas son previas a una detección de la sequía y a durante esta.

Medidas de demanda.

La intención de estas es que los usuarios colaboren, de manera consciente, a disminuir los volúmenes que usan, liberando agua para poder distribuir mejor esta entre todos los usuario. Requieren gestionarse en ámbitos legales federales, estatales y municipal.

Medidas sector residencial.

Medidas sector comercial.

Medidas sector industrial.

Medidas sector gubernamental.

A continuación se presentan las tablas con las diferentes medidas, donde se incluye la propuesta sobre el tipo de medida en el tiempo.

En la Tabla 12.4 Medidas de educación, en este caso sólo se proponen medidas que el O. O. puede realizar, es obvio que a nivel federal debe de remarcarse, en la educación formal, la educación básica sobre sequías y las acciones que la ciudadanía puede realizar.

Tabla 12.4 Medidas de educación de parte del Organismo Operador

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
1	Capacitación para la educación hídrica y ambiental en el tema de sequías.	X		
2	Desarrollar campañas de educación y promoción sobre la atención a las sequías con estrategias a corto y largo plazo.		X	
3	Informar a la sociedad de alternativas de acción.		X	X
4	Información a los medios de comunicación.		X	X
5	Promoción de fontanería eficiente.	X		
6	Escuelas del agua. Talleres de revisión de fugas en casa.	X		

Las medidas administrativas y legales (Tabla 12.5) se consideran en general. Competen todas a actividades que el O. O. puede realizar, pero con el apoyo de la CONAGUA. La mayoría de estas acciones deben gestionarse (prepararse) previamente, para que sirvan de soporte a la aplicación de la medida, por ejemplo para dar un incentivo (descuento) por ahorro de agua, debe tenerse la legislación adecuada y el fondo necesario para poder realizarle la medida real del descuento. Por lo que, en este caso la medida propuesta es la gestión y la aplicación de la misma.

Tabla 12.5 Medidas Administrativas y Legales del Organismo Operador

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
1	Recuperar derechos de agua. "Identificar" a los usuarios del agua que no estén usando, parcial o total, el agua.	X	X	
2	Arreglar intercambios de agua entre sectores.	X		
3	Rentar derechos de irrigación de los agricultores, si es el caso.	X		

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
4	Rentar pozos de usuarios, como, por ejemplo, los industriales.	X		
5	Compra de derechos para usar el agua en el estiaje.	X		
6	Establecer convenios, para la época de sequías y entre los distintos usuarios de la cuenca, para definir año con año la posible distribución de las aguas superficiales en función de la disponibilidad.	X		
7	Establecer convenios con las cuencas u operadores vecinos, si es el caso, para prever e implementar posibles trasvases de agua de un sitio a otro en caso de emergencia por sequía.	X		
8	Implementar mecanismos en la legislación vigente que permitan a la CONAGUA y al O. O., contar con volúmenes de reservas de agua para utilizarlos en épocas de sequía.	X		
9	Elaborar decretos específicos para las limitaciones y restricciones de uso, o medidas de vigilancia y penalización en su caso, en el periodo de sequías.	X		
10	Implementar una tarifa modificada, adecuada para periodos de sequía.	X		
11	Definir el tipo de medidas de vigilancia, por ejemplo visitas intradomiciliarias y a empresas.	X		
12	Programas para el mantenimiento de las instalaciones de suministro alternativo.	X	X	
13	Provisión de recursos económicos para resolver la sequía. Fondo de reserva financiero. Fideicomisos para sequías.	X		
14	Promover una legislación para penalizar los consumos excesivos.	X		
15	Promover una legislación para ofrecer descuentos por ahorrar agua.	X		
16	Identificar usuarios de alto consumo de agua y desarrollar metas de ahorro.	X	X	
17	Establecer convenios con las grandes embotelladoras de agua para abastecer a la población en caso de emergencia.	X		
18	Incentivos para medidas contra sequías a aquellos O. O. que tengan su PMPMS. CONAGUA deberá promover algún programa para esta situación.	X	X	

Como se indicó arriba, las medidas de oferta (Tabla 12.6) principalmente competen al O. O. sin embargo, algunas, deben gestionarse con otras instituciones para poder implementarse y que el O. O. las lleve a cabo. Prácticamente estas medidas son previas a una detección de la sequía y a durante esta.

Tabla 12.6 Medidas de Oferta del Organismo Operador

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
1	Utilizar la capacidad muerta de los embalses.			X
2	Entregar agua con pipas.		X	
3	Importar agua con pipas grandes.			X
4	Cortar o remover árboles en parques y jardines.			X

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
5	Monitorear la calidad del agua.		X	
6	Establecer sistemas de tandeos en el servicio de agua potable por sectores y usuarios.		X	
7	Incrementar los precios por el consumo de agua de acuerdo con los volúmenes consumidos (a mayor volumen, mayor precio).			X
8	Disponer de un "stock" de pipas para el reparto de agua a la población en caso de emergencia.			X
9	Usar volúmenes de reserva de agua de las fuentes de abastecimiento (presas, acuíferos, etc.) para que sean destinados exclusivamente al uso público urbano en épocas de sequía.		X	X
10	Identificar y habilitar con infraestructura fuentes alternas de agua (como pueden ser los manantiales, lagunas, humedales, etc.) para su aprovechamiento con fines domésticos.			X
11	Prohibición de la utilización de agua potable para el riego de parques y jardines públicos.		X	X
12	Construcción, rehabilitación, modificación, etc. de toda la infraestructura e instalaciones necesarias para asegurar la incorporación de los volúmenes adicionales previstos procedentes de acuerdos de intercambio, cesión o compra de derechos, etc. Ver Tabla 11.3.1.	X	X	
13	Adecuación en los procesos de potabilización y depuración para época de sequías (el agua tiene mayores concentraciones).		X	X
14	Cortes nocturnos del suministro.		X	X

Tabla 12.6.1 Medidas de infraestructura como oferta

Medidas ORGANISMO OPERADOR INFRAESTRUCTURA
Profundizar pozos
Reactivar pozos abandonados
Limpiar pozos para desarrollar mayores gastos de extracción
Mezclar agua de primer uso con agua de menor calidad para incrementar la oferta
Emplear desalación o agua subterránea salobre
Liberar zonas de recarga
Preparar infraestructura para cortes nocturnos del suministro
Racionamiento
Incrementar el uso del agua reciclada
Utilizar agua tratada para irrigar parques y jardines
Construir nueva infraestructura para diversificar las fuentes de abastecimiento
Habilitar tomas bajas en embalses
Construir depósitos de reservas para uso en época de sequías
Reactivar las presas abandonadas
Usar agua de transvases
Perforar nuevos pozos

En las siguientes Tabla 12.7 se presentan las medidas de demanda, la intención de estas es que los usuarios colaboren a disminuir los volúmenes que usan, liberando agua para poder distribuir mejor esta entre todos los

usuario. Se presentan cuatro tablas considerando cuatro sectores que pueden contribuir de manera independiente a reducir la demanda. De igual manera, requieren gestionarse en ámbitos legales federales y estatales, por ejemplo las acciones en el sector gubernamental requerirán recursos económicos nuevos para varias medidas.

Tabla 12.7.1 Medidas de demanda sector residencial

No.	Medidas SECTOR RESIDENCIAL	MESTR	MTACT	MEMER
1	Limitar riego exterior a horas específicas del día.		X	X
2	Limitar el número de días de riego por semana.		X	X
3	Prohibir riego de jardines durante el verano, otoño y el inicio de la primavera.			X
4	Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores.		X	
5	Limitar o prohibir el plantar nuevos arboles o vegetación paisajística. Uso de plantas que consuman poca agua.		X	X
6	Poner restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables.		X	X
7	Prohibir o limitar el lavado de autos.		X	X
8	Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas.		X	X
9	Aplicar restricciones de agua en los interiores.			X
10	Realizar auditorías de agua en el interior de residencias.			X
11	Promover instalación de dispositivos eficientes de agua.	X	X	X
12	Promover el uso de las aguas grises.	X		X
13	Obligar la instalación y el uso de dispositivos eficientes de agua en las casas.			X
14	Promover la reducción del uso de aires acondicionados con sistemas de agua fría.		X	X
15	Prohibición de la utilización de agua potable para el riego de jardines así como el llenado de albercas en sequías.			X
16	Dar instrucciones generales (para casas y oficinas) en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas.	X	X	X

Tabla 12.7.2 Medidas de demanda sector comercial

No.	Medidas SECTOR COMERCIAL	MESTR	MTACT	MEMER
1	Prohibir o limitar el uso de agua para la construcción.			X
2	Aplicar políticas o restricciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas.			X
3	Aplicar restricciones de riego en jardines y paisajes exteriores.		X	X
4	Realizar auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable.			X
5	Prohibir o limitar el llenado y uso de fuentes.		X	X
6	Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes o ahorradores (W. C., mingitorios, etc.).	X	X	X
7	Desconectar los surtidores de agua de bebederos públicos.		X	X
8	Promover la reducción del uso de aire acondicionado.			X
9	Promover en edificios con aire acondicionado, que usen agua, suban un poco sus termostatos.	X	X	X
10	Prohibir o limitar el lavado en agencias de autos y servicios automotrices.		X	X

No.	Medidas SECTOR COMERCIAL	MESTR	MTACT	MEMER
11	Obligar restricciones al uso de agua en el lavado comercial de autos.		X	X
12	Promover que los auto lavados comerciales usen agua reciclada.	X	X	X
13	Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de sábanas y toallas en hoteles.	X		X
14	Dar instrucciones a negocios y oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas.	X	X	X

Tabla 12.7.3 Medidas de demanda sector industrial

No.	Medidas SECTOR INDUSTRIAL	MESTR	MTACT	MEMER
1	Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción.			X
2	Aplicar políticas en la instalación de nuevas plantas y otras aplicaciones paisajísticas.			X
3	Aplicar restricciones de riego en jardines y paisajes exteriores.			X
4	Hacer auditorías de agua en interiores y exteriores cuando y donde sea aplicable.			X
5	Promover disminuir el uso de aire acondicionado.			X
6	Promover en edificios con aire acondicionado que aumenten un poco sus termostatos.	X		X
7	Promover la conversión de sistemas de enfriamiento industrial al uso de torres de enfriamiento.	X	X	X
8	Limpieza química de equipo de llenado de botellas en la industria de bebidas.		X	X
9	Solidificación de desechos en la extracción de minerales en la industria minera.		X	X
10	Enfriamiento en seco. Sistemas de ventilación para enfriamiento de equipos en la generación de energía.		X	X
11	Enjuague en seco. Enjuague y lavado de botellas con aire a presión en la industria de bebidas.		X	X
12	Reuso de condensados. Sistema de captura y condensación de vapor para utilización en otros procesos.	X	X	X
13	Dar instrucciones a negocios y oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas.		X	X

Tabla 12.7.4 Medidas de demanda sector gubernamental

No.	Medidas SECTOR GUBERNAMENTAL	MESTR	MTACT	MEMER
1	Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes o ahorradores (W. C., mingitorios, etc.).	X	X	X
2	Dar instrucciones a oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas.	X	X	X
3	Desconectar los surtidores de agua de bebederos públicos.			X
4	Limitar riego exterior a horas específicas del día.		X	X
5	Limitar el número de días de riego por semana.		X	X
6	Prohibir riego de jardines durante el verano, otoño y el inicio de la primavera.			X
7	Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores.			X

No.	Medidas SECTOR GUBERNAMENTAL	MESTR	MTACT	MEMER
8	Limitar o prohibir el plantar nuevos arboles o vegetación paisajística. Uso de plantas que consuman poca agua.		X	X
9	Poner restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables.		X	X
10	Prohibir o limitar el lavado de autos.		X	X
11	Realizar auditorías de agua en el interior de las oficinas e instalaciones gubernamentales.	X	X	X
12	Prohibir o limitar el llenado y uso de fuentes.		X	X
13	Promover la reducción del uso de aire acondicionado.	X	X	X
14	Promover en edificios con aire acondicionado, que usen agua, suban un poco sus termostatos.		X	X

13. PROGRAMA DETALLADO DE ACCIONES

Introducción

El poner en marcha diversas medidas, de tal forma que la respuesta que se obtenga sea lo esperado en términos del ahorro de agua y en disminuir los impactos negativos producidos por las sequías, implica una preparación previa y una puesta a punto: no deben ser medidas improvisadas ni de pánico, sino planeadas y organizadas, con los tiempos y recursos pertinentes y, sobre todo, con la participación y anuencia de los usuarios y la sociedad en general.

Así, los diversos sectores de usuarios deben estar debidamente informados y con oportunidad, de las condiciones hídricas regionales y locales: estado de los acuíferos, lluvia en el periodo previo con la histórica, las expectativas meteorológicas de corto y mediano plazos, las demandas futuras de agua.

El monitoreo continuo de las condiciones naturales y su tendencia, darán las pautas de lo que es razonable esperar, y con ello formular los diversos escenarios factibles –que *no son pronósticos*, sino el qué hacer o cómo actuar *si* las circunstancias se presentan de determinada forma-, así como el alertamiento oportuno (tempranamente), para que administradores y usuarios del agua tengan el tiempo suficiente de hacer los ajustes a sus actividades, de tal forma que se adecúen a las condiciones de restricción.

El monitoreo meteorológico, la alerta temprana y el cálculo del SPI a nivel nacional y regional son responsabilidad del SMN, el monitoreo meteorológico es diario y el SPI se calcula quincenalmente; el seguimiento hidrométrico de corrientes y embalses, así como el cálculo del SDI y de los índices de estado de ríos y presas corresponde a la CONAGUA, también cada mes. Corresponde la SAPAC, los niveles freáticos de los acuíferos y la determinación de los volúmenes a extraer en ellos y sus reglas de operación, así como, en su momento, la declaratoria de inicio y fin de la emergencia por sequía.

Es particularmente necesario y útil que en los diversos pozos de observación de la SAPAC, se lleve el seguimiento de la evolución de los niveles, ya que éste refleja tanto las condiciones naturales –el aporte pluvial-, como las de la operación del sistema de pozos, y es uno de los indicadores más eficientes para evaluar las condiciones actuales, la posible tendencia a corto plazo, y con ello, es un importante elemento de análisis en la asignación de volúmenes a extraer.

El GTD, deberá asumir su rol de responsabilidad en el diseño y dimensionamiento de las medidas, así como vigilar su implementación y evaluar los resultados; también, en conjunto con la SAPAC, deberá aplicar las sanciones que sean procedentes, y realizar una vigilancia estricta y continua de que las medidas se cumplan por todos los usuarios, en los términos en que sean definidas, de manera imparcial, eficiente y oportuna.

El SAPAC deberá tener un especial cuidado en la evaluación continua de la oferta y la demanda, con la consigna de que la segunda se ajuste a la primera, y evaluar, con la frecuencia o continuidad que las circunstancias lo demanden, dependiendo de la etapa de la sequía, las condiciones actuales de disponibilidad y requerimiento, para en el mismo tenor hacer los ajustes necesarios que permitan satisfacer las demandas más urgentes y prioritarias, conciliar intereses opuestos y controlar los conflictos por la apropiación y uso del agua. Es particularmente importante que estos funcionarios y sus equipos de trabajo, vigilen continuamente, y denuncien y apliquen las sanciones correspondientes, cuando sea el caso, a las tomas clandestinas y a las extracciones mayores a lo autorizado, pues ambas situaciones agravan las condiciones de disponibilidad, afectan a los usuarios que sí se ajustan a las disposiciones, y contribuyen a crear y exacerbar los conflictos.

Las tomas para uso doméstico igualmente deberán estar bien identificadas, y ajustarse a sacar solo el volumen autorizado con base en la dotación *per capita* que esté acordada. Todo lo que sea ilegal o esté fuera de contexto deberá reportarse, sancionarse y en su caso, cancelarse.

La vigilancia en el control y uso del agua no solo compete a los administradores; también los propios usuarios, que deben participar en esta labor, puesto que son los más interesados en que la escasa agua disponible se use de la mejor manera. No obstante, esto no debe caer en el espionaje patológico, pues no se trata de denunciar y acusar sin ton ni son, sino de asegurarse que los principios de equidad, igualdad y eficiencia se cumplan. Por ello, los comités de ciudadanos –de un pozo, de un canal, de una manzana o colonia o barrio-, pueden resultar los más efectivos (dado que las instituciones difícilmente pueden dedicar el suficiente personal y atender las posibles múltiples quejas o denuncias) los órganos de vigilancia y control, a pequeña escala, y si los usuarios se cuidan entre sí, habrá más probabilidad de que los objetivos de ahorro y buen uso se alcancen, con el mínimo de conflictos.

De aquí la importancia de que el agua se mida, por lo cual, una de las medidas estructurales más efectivas es la instalación y operación de dispositivos medidores de gasto y volumen, pues con ello se evitan muchas situaciones subjetivas y se hacen más transparente la actuación tanto de administradores como de usuarios.

El GTD, deberán mantener abierto un canal de comunicación e información; el primero para dar y recibir propuestas, datos, instrucciones y reportes; el segundo, para difundir hacia los usuarios la información relevante y oportuna que emane de los órganos de análisis y decisión, así como de las indicaciones a seguir para que el fenómeno tenga el menor impacto posible.

La implementación del PMPMS no es asunto trivial; no se resume a formular el plan y dejarlo latente. Más bien, es un programa que debe diseñarse en tiempos de abundancia, mantenerlo a punto e implementarlo desde la etapa de pre-alerta de la emergencia, vigilar su aplicación, evaluar sus resultados, ajustar sobre la marcha las estrategias y medidas que lo ameriten, y al final del episodio, evaluar su desempeño, sus aciertos y fallas, para con ello hacer mejoras y la actualización.

Aunque se ha designado un equipo de trabajo que tiene la mayor responsabilidad en el PMPMS –el GTD-, la responsabilidad es de todos, compartida entre instituciones e individuos; a final de cuentas, la sequía es un fenómeno que afecta a todos, y por ende, todos deben contribuir y participar en hacerla más llevadera, en lograr tener una mayor resiliencia y prepararse más adecuadamente cada vez para los próximos episodios.

Solo en la medida en que se transite de la actitud reactiva a la proactiva, los usos y usuarios del agua tendrán más oportunidad de afrontar el riesgo y salir menos dañados. Los costos –económicos, materiales, políticos, sociales y ambientales- de soportar una sequía sin tomar las mínimas precauciones, son demasiado elevados, y por ende, invertir recursos en la preparación para afrontar y superar el riesgo, justifican el esfuerzo.

PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN CONTRA LAS SEQUÍAS, PARA LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MOR.

El crecimiento sostenido de la población, el desarrollo que vive la ciudad de Cuernavaca y su entorno, así como la posible escasez de precipitación pluvial, que incide en la lenta recuperación de las captaciones de agua subterráneas, que constituyen las fuentes útiles para el uso y aprovechamiento de las aguas asignadas para los usos domésticos y urbanos de los núcleos de población, destacan la importancia del uso racional del agua. En estas circunstancias es necesario y hasta urgente, el implementar herramientas de previsión y planeación contingente de los usos del agua ante condiciones excepcionales y temporales de posibles sequías, que puedan impedir la disposición oportuna y suficiente del agua en la ciudad.

En este caso, de la ciudad de Cuernavaca, Mor., se puede hablar de condiciones excepcionales, ya que, una de las zonas de recarga es la sierra del Chichinautzin, compuesta de roca volcánica, que favorece la entrada y transmisión, relativamente rápida, del agua hacia la ciudad de Cuernavaca.

El propósito del programa de contingencia. es provocar una reacción conjunta y coordinada de las instancias de administración pública de los servicios de agua potable y los usuarios de los mismos, para inducir la conservación y recuperación de las fuentes de abastecimiento de agua y garantizar la mayor continuidad posible en la disposición de la misma, a fin de asegurar la calidad de vida de los usuarios del servicio, procurando el menor riesgo a la salud pública y menor impacto a las actividades productivas vinculadas al uso y aprovechamiento del agua.

En cumplimiento a esta inquietud y motivados por el Consejo de Cuenca del Río Balsas y el Poder Ejecutivo Federal representados por la CONAGUA, que, dado el cambio climático, se establezca una estrategia para enfrentar posibles eventos de sequías en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, por medio del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca (SAPAC), elaborado este al tenor de los supuestos señalados en los capítulos anteriores con los siguientes apartados.

1. Declaración de propósitos

Con el fin de conservar el suministro de agua disponible, en especial para uso doméstico, sanitario, prevención de incendios y para proteger y preservar la salud, bienestar y seguridad pública. así como para minimizar el impacto adverso por la falta del abastecimiento de agua potable, la SAPAC ejecutará y observará las políticas establecidas por este Programa para el suministro y consumo de agua para la ciudad de Cuernavaca, según se lleven a cabo las declaratorias de las diversas fases de contingencia y la puesta en marcha y operación de las acciones de respuesta a éstas.

El propósito es regular los usos del agua ante las condiciones de las sequias, los cuales pueden considerados como esenciales o no esenciales, estos últimos, durante el periodo de escasez de agua y operación de alguna de las etapas de contingencia, se estimarán usos no autorizados y se calificarán como un desperdicio, y dado el caso imponerse las sanciones que correspondan.

2. Grupo Técnico Directivo

Para los propósitos de este programa se da origen al **Grupo Técnico Directivo para la atención a las sequías en la ciudad de Cuernavaca, Mor.**, que en lo sucesivo se denominará GTD, mismo que tendrá entre otras funciones el determinar la puesta en marcha de las fases y la vuelta a la normalidad, en el cual fungirá como Presidente el Director General de la SAPAC y como Secretario el Director de Técnico del Organismo de Cuenca Balsas de la CONAGUA y el resto de los participantes como se acuerde al seno de este comité, considerando entre ellos a las siguientes instituciones:

Institución

Universidad Autónoma del Estado de Morelos
CANACINTRA

Consejo de Cuenca Río Balsas
CONAGUA Organismo de Cuenca Balsas
Industria
ONGs
Comisión Estatal del Agua
SEP estatal
Organismo Operador SAPAC
Secretaria de Salud Estatal
Secretaria de Desarrollo Sustentable
Protección civil estatal
Secretaria de Obras Públicas
Secretaria de Movilidad y Transporte
Secretaria de Información y Comunicación

3. Prelación de los usos del agua para los efectos del Programa

Para los usos del agua potable, implementados dentro del presente programa, el GTD establecerá, atendiendo a la fase de contingencia que se declare, el siguiente orden de prelación de usos del agua:

1. Usos domésticos indispensables, hospitalarios y asistenciales, de educación preescolar, escolar y hasta media superior.
2. Servicios Públicos Urbanos.
3. Industria y Comercio.
4. Riego de jardines en general.
5. Lavado de automóviles o edificios y estructuras.
6. Otros.

El GTD podrá modificar el orden de prelación, cuando lo exija el estado de contingencia en las etapas D3 (sequía extrema) y D4 (sequía excepcional), salvo el de los usos domésticos indispensables, hospitalarios y asistenciales que siempre tendrán preferencia.

4. Etapas de respuesta a la Sequía

La declaración de la sequía será emitida por la CONAGUA de acuerdo a los Lineamientos publicados en el DOF el 22 de noviembre de 2012, donde se define las acciones para el Monitoreo de las sequías, Acuerdo para el inicio y término de la sequía y los Programas para enfrentar a las sequías.

La implementación del presente Programa, se hará posterior a la declaratoria emitida por la CONAGUA, y será el Presidente del GTD el responsable de hacerla saber a este grupo y a todas las instituciones involucradas para enfrentar la contingencia.

Se seguirán las etapas de acuerdo con las que se plantean para el seguimiento de la sequía de la siguiente forma:

- a) PRIMERA ETAPA.- Sequía moderada (D1)
- b) SEGUNDA ETAPA.- Sequía severa (D2)
- c) TERCERA ETAPA.- Sequía extrema (D3)
- d) CUARTA ETAPA.- Sequía excepcional (D4)

5. Información pública

La SAPAC, durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, así como en aquellos otros en los que se declaren las etapas de sequía, en forma semanal proveerá a la ciudadanía información sobre la situación que guarda la disponibilidad de agua y para el resto de los casos, hará lo mismo pero en forma mensual. Incluyendo datos sobre las condiciones bajo las cuales será iniciada y terminada cada una de las etapas del Programa. Esta información será provista a la comunidad a través de la radio, prensa, televisión, boletines o a través de los recibos de agua.

En cada una de las etapas mencionadas, el GTD determinará la puesta en marcha de la etapa que corresponda de acuerdo a las condiciones preexistentes en su momento y la condición de la vuelta a la normalidad en cuanto a la disposición del agua. La SAPAC será el responsable de ejecutar en lo material las acciones de respuesta a la sequía que se prevea en la etapa declarada correspondiente.

El Director General de la SAPAC o la persona que éste designe como responsable, estará autorizado para monitorear diariamente los niveles freáticos de los pozos de observación seleccionados y las condiciones de la demanda, el que habrá de informar de los resultados de estos trabajos semanalmente al GTD, y de acuerdo al criterio detonante establecido en la pinto 8. de este Programa, determine si existen condiciones para declarar la implantación de alguna etapa de esta contingencia, sea moderada, severa, extrema o excepcional e implementar los siguientes procedimientos de notificación.

Notificación al público

El Director General junto con el representante designado de la CONAGUA, en ejecución de la declaratoria emitida por el GTD o la persona que designe como responsable de ello, notificará al público por medio de comunicados de prensa (entrevistas, ruedas de prensa, boletines, etc.), avisos en radio, televisión y volantes en lugares públicos, la implementación de la etapa que corresponda.

Notificación adicional

El Director General o la persona que designe como responsable, notificará directamente a las siguientes instancias de la Administración Pública en el Estado y a los usuarios siguientes: Al Gobernador del Estado, Alcaldes del área metropolitana y comunidades que se abastecen por SAPAC de los acuíferos considerados y sujetos a la etapa de contingencia, Departamento de Bomberos, Protección Civil, Departamento de Seguridad Pública, Usuarios principales y Usuarios críticos, estos últimos: centros hospitalarios, asistenciales y de educación preescolar, escolar y hasta media superior.

6. Autorización

El SAPAC, a través de su Director General o de la persona que este designe como responsable, ejecutará y estará autorizado para implementar las medidas aplicables para cada fase de este Programa, considerando que dicha implementación es necesaria para proteger la salud, la seguridad y el bienestar público.

7. Aplicación

Las medidas previstas en este Programa aplicarán en lo general a todos los usuarios domésticos, comerciales, asistenciales, industriales e institucionales que utilizan agua suministrada por Servicios de Agua y Potable y Alcantarillado de Cuernavaca (SAPAC).

8. Criterio para declaratoria, iniciación y terminación de las Etapas de Contingencia para la respuesta ante condiciones de sequía

A partir de la notificación inicial de parte de la CONAGUA, el Director General de la SAPAC o la persona que éste designe como responsable para llevar a cabo el seguimiento del Monitor de Sequía de América del Norte y del monitoreo diario de los pozos de observación y las condiciones de la demanda, convocará al GTD para determinar el inicio o terminación de cada una de las etapas de la sequía, según el caso de conformidad a los

criterios pre-establecidos. De igual manera tendrá la autoridad para iniciar o terminar las medidas implementadas para mitigar los efectos de la sequía u otras situaciones de emergencia del suministro de agua, según se describe en este Programa.

Los criterios aplicables en cada etapa, estarán predeterminados de acuerdo al análisis de los niveles de las principales fuentes de suministro (acuíferos) y las condiciones ambientales existentes. Junto con estos elementos se determinará la situación de contingencia, de acuerdo a una previsión al mediano plazo de la disponibilidad, que variará de acuerdo al patrón mensual o anual de la demanda de agua que a su vez deberá considerar las condiciones ambientales previstas.

Se deberán generar, inicialmente, 15 escenarios, formados a partir de las condiciones climatológicas (etapa de sequía), y el nivel freático de los acuíferos, para pronosticar la condición que pudiera esperarse a un futuro inmediato.

Se utilizan tres indicadores, los dos primeros a partir del SPI, obtenido del reporte del Monitor de Sequía de América del Norte emitido por el SMN de la CONAGUA, y el tercero de las observaciones llevadas a cabo por el Organismo Operador:

- Magnitud o intensidad de sequía, la etapa: DO, D1, D2, D3 y D4
- Extensión temporal, duración considerada de 6 o 12 meses para la etapa
- Nivel crítico de operación (NCO) de los pozos de observación en la zonas de extracción de agua:
 - Nivel freático mayor al NCO
 - Nivel freático en el rango de valor medio, más frecuente o un valor predeterminado del NCO
 - Nivel freático menor al NCO

El Nivel Crítico de Observación (NCO), se establece como aquel que define la elevación del nivel freático del acuífero en estudio, que evita que este llegue a un nivel de sobre-explotación, entendiendo que no es el de equilibrio, sino aquel que, en un periodo dado, podría retomar el nivel de equilibrio original.

A continuación, de manera general, sin considerar los escenarios específicos, se plantean, para las cuatro etapas, las acciones y sanciones generales a saber, donde los valores que les dan origen podrán variar en función de la condición de la demanda existente o la posibilidad de utilizar otras fuentes de abastecimiento.

a) Primera Etapa: Sequía MODERADA **Condiciones reducida de escasez de agua.**

Requisitos para iniciar:

Aunque estrictamente, de acuerdo a los Lineamientos de Sequía, es una etapa previa a la declaración de la sequía, es conveniente ir planteado posibles acciones preventivas para enfrentar mejor posibles etapas posteriores.

Entrará en operación cuando, en un inicio, mediante el Monitor de Sequía, se identifique que se presentó la Etapa (D1) con el valor del SPI correspondiente para 6 o 12 meses, y considerando el valor de los niveles de los pozos de observación respecto al NCO, arriba mencionado, así como las condiciones regionales y locales

Requisitos para terminar:

Esta fase terminará cuando la condición señalada como evento detonante, haya sido superada, esto es se recuperen las condiciones o los niveles previstos.

El objetivo de la Primera Etapa de condiciones MODERADAS de escasez de agua, será alcanzar, por actos voluntarios de conciencia y sentido de responsabilidad de los propios usuarios, hasta un 10% de reducción en la demanda diaria que hacen del suministro de agua potable.

Medidas de administración al suministro

- Recomendar a los usuarios revisen sus instalaciones hidráulicas para corregir fugas.
- Promover el uso de aditamentos ahorradores de agua en llaves, regaderas y sanitarios.
- Promover el uso de agua tratada para usos industriales y riego de áreas verdes para evitar que usen agua potable.

Restricciones voluntarias para el uso del agua:

- A los usuarios se les solicita practicar la conservación y uso racional del agua para minimizar el uso de la misma hasta por lo menos en un 10%.
- A los usuarios se les solicita que voluntariamente limiten el riego de jardines a dos días a la semana.

El Organismo Operador deberá considerar la aplicación de algunas medidas presentadas en el Capítulo 12, principalmente de tipo Estratégicas y algunas Tácticas. Deberá plantear posibles acciones o medidas para la Etapa siguiente.

b) Segunda Etapa: Sequía SEVERA **Condiciones limitantes previsibles de escasez de agua**

Requisitos para iniciar:

Esta etapa entrara en operación cuando la CONAGUA dictamine la **Declaratoria de Sequía**, en este caso se tendrá la Etapa D2, y en consideración la observación de los pozos de Sacatierra, Amatitla y Maravillas, para notificar el abatimiento de los niveles de bombeo; cuando se defina el NCO, éste deberá compararse con los niveles de bombeo.

Requisitos para terminar:

Esta fase terminará cuando todas las condiciones listadas como eventos detonantes hayan sido superadas. Al terminar la Segunda etapa, la Primera se vuelve operativa.

El objetivo de la Segunda Etapa de Condiciones SEVERAS de escasez de agua, será alcanzar, por medidas generales obligatorias, hasta un 30% de reducción en la demanda diaria del suministro de agua potable.

Medidas de administrar el suministro

- Las propuestas en Primera Etapa
- A través de los inspectores de la SAPAC se sancionará a los usuarios que hagan mal uso del agua potable.
- Estudiar la posibilidad de apoyar la interconexión entre fuentes
- Apoyo de pipas con distribución gratuita.

Restricciones para el uso del agua.

Se aplicarán las siguientes restricciones obligadas para el uso del agua potable a todos los usuarios:

- El riego de áreas verdes y jardines será limitado a sólo dos días a la semana, miércoles y domingos, limitado al horario de 21:00. a 01:00 h del día siguiente en los días asignados.
- Se prohibirá usar el agua para lavado de vehículos, excepto en los días y horario señalados para riego de jardines. El lavado de vehículos deberá hacerse con cubeta, en este caso, queda prohibido el uso de mangueras.

- En los negocios de lavado automático de vehículos, éste se permitirá siempre y cuando cuenten con sistema de reciclado del agua,
- No se permitirá el uso del agua para el llenado de albercas.
- No se permitirá la operación de fuentes ornamentales o estanques con propósitos estéticos o recreativos excepto en los casos en que cuenten con sistema de reciclado.
- El uso del agua para riego de campos deportivos o campos de golf estará prohibido, excepto en los días miércoles y domingos asignados entre las 21:00 y las 5:00 h. Sin embargo, si, en esas instalaciones utilizan agua tratada no estarán sujetas a estas restricciones.

Los siguientes usos del agua se consideran no esenciales y, por lo tanto, quedaran prohibidos:

- Lavado de banquetas, calles, cocheras estacionamientos, canchas deportivas
- Uso del agua para lavar edificios o estructuras.
- Uso del agua para controlar el polvo, salvo que sea con agua tratada

El Organismo Operador deberá considerar la aplicación de algunas medidas presentadas en el Capítulo 12, principalmente del tipo Tácticas y algunas de Emergencia. Deberá plantear posibles acciones o medidas para la Etapa siguiente.

c) Tercera Etapa: Sequía EXTREMA Condiciones de gran escasez de agua.

Requisitos para iniciar:

Esta fase se pondrá en operación cuando se dictamine que se está en la Etapa D3 y los niveles del pozo de Sacatierra fuera imposible seguir bombeando, en conjunto con las condiciones regionales y locales. En su momento deben compararse los niveles existentes con el NCO.

Requisitos para terminación:

Esta etapa del Programa terminará cuando todas las condiciones listadas como eventos detonantes hayan sido superadas. Al terminar la Tercera etapa la Segunda se vuelve operativa.

El objetivo de la Tercera Etapa de Condiciones EXTREMAS de escasez de agua, será el alcanzar a través de medidas generales obligatorias hasta un 40% de reducción en la demanda diaria del suministro de agua potable.

Medidas para administrar el suministro:

- Las señaladas para las etapas 1 y 2 pero con carácter de obligatorias.
- Reducir el suministro a usuarios que no hayan disminuido sus consumos de acuerdo al programa.
- Apoyar con otras fuentes
- Apoyo de pipas con distribución gratuita.

Restricciones para el uso del agua:

- Las restricciones para los usos de agua que se prevén en cuanto no sean contrarias a las que dicta esta etapa y además las siguientes
- El riego de áreas verdes y jardines se limitará a un sólo día a la semana, que será el día domingo en horario de 21:00 a 01:00 h del lunes.
- El riego de campos deportivos se prohibirá a menos que utilicen agua tratada.

d) Cuarta Fase. Sequía EXCEPCIONAL

Condiciones de exagerada escasez de agua

Requisitos para iniciar:

Esta etapa entrará en vigor cuando se declare la Etapa D4 y los niveles en los pozos de las zonas mencionadas impidan el bombeo. En su caso los niveles existentes sean mucho menores al NCO.

Requisitos para terminar:

Esta etapa terminará cuando todas las condiciones listadas como eventos detonantes hayan sido superadas. Al terminar la Cuarta etapa, la Tercera se vuelve operativa.

El objetivo de la Cuarta Etapa de Condiciones EXCEPCIONALES de escasez de agua, será el alcanzar a través de medidas generales obligatorias hasta un 50% de reducción en la demanda diaria del suministro de agua potable.

Medidas para administrar el suministro.

- Las señaladas en las etapas 1, 2 y 3, además:
- Suspensión temporal de la instalación de nuevos servicios.
- Reducción del horario de suministro a 12 horas al día.
- Incorporación temporal de pozos privados, previo acuerdo con empresas.
- Apoyo de pipas de las asociaciones de “piperos” con costo menor o vales.

Restricciones para el uso del agua:

Operarán las señaladas en las etapas 1, 2 y 3 y adicionalmente las siguientes:

- Se prohibirá el riego de las áreas verdes y jardines
- Se prohibirá el uso del agua para lavado de vehículos.

El Organismo Operador deberá considerar la aplicación de algunas medidas presentadas en el Capítulo 12, principalmente del tipo Emergencia.

9. Sanciones y medidas de vigilancia y control

Para la Primera Etapa.

Las medidas de restricción de la Primera Etapa, por ser de carácter voluntario, de conciencia y sentido de responsabilidad de los propios usuarios, sólo se sancionaran con una exhortación escrita y amonestación de no contribuir a la conservación del agua y de una buena práctica del presente Programa. Salvo para el caso de reincidencia acreditada, que dará lugar a la clausura parcial y temporal de la toma.

Para la Segunda, Tercera y Cuarta Etapa.

Cualquiera de los usos restringidos y no autorizados que se lleven a cabo por los usuarios durante el lapso de operación de la etapa, será considerado como un uso no autorizado del agua potable, y se impondrá al usuario responsable de la comisión de esos usos restringidos o no autorizados, una multa que podrá ser de 8 a 10 cuotas de salario mínimo general diario en el área geográfica en que se cometa la desatención al Programa y la infracción señalada.

Para el caso de incurrir en reincidencia acreditada, la SAPAC podrá proceder a imponer una multa por cada día que prevalezca el desacato al Programa y ordenar la clausura parcial o total de manera temporal de la toma, hasta que sea declarada la terminación de las etapas del Programa y la total vuelta a la normalidad.

14. DECLARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE SEQUÍA

De acuerdo con los **Lineamientos de sequía** referidos en el **DOF del 22 de noviembre de 2012**, para que la CONAGUA determine la existencia de una emergencia por sequía, está llevará a cabo los análisis respectivos y un dictamen de sus registros climatológicos e hidrométricos utilizando como indicadores el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) y el Índice Hidrológico de Sequías (SDI). Sin embargo, a futuro la propia dependencia podrá utilizar otros métodos o índices con reconocimiento nacional e internacional, mismos que estén vigentes y sean viables de aplicar. Cuando esto ocurra, la CONAGUA reemplazará los anteriores y los dará a conocer conforme a la normatividad vigente.

En el artículo tercero de los *Lineamientos* citados, se especifica que el criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando en el SPI se determine una clasificación de **sequía severa D2** (Tabla 14.1).

Tabla 14.1 Clasificación de etapas de la sequía y valores de los indicadores SPI en cada etapa

Etapas de sequía	Estado	SPI
Anormalmente seco	D0	-0.5 a -0.7
Sequía moderada	D1	-0.8 a -1.2
Sequía severa	D2	-1.3 a -1.5
Sequía extrema	D3	-1.6 a -2.0
Sequía excepcional	D4	<-2.0

La **sequía severa se define** cuando el déficit de precipitación tiene probabilidad de ocurrencia igual o menor al diez por ciento (es decir, que ocurre en uno o menos de cada diez años) y que además no se haya presentado cinco veces o más en los últimos diez años.

Para otros índices de análisis, la CONAGUA se reserva el derecho de determinar un nivel de sequía equivalente al anterior para emitir el “Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía”; asimismo, se reserva el derecho de evaluar la sequía basándose en la información meteorológica, climatológica e hidrológica histórica y en curso obtenida de la red nacional que se encuentra bajo su administración.

En el artículo cuarto de los *Lineamientos de sequía* se establece que el “Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía” será el acto mediante el cual la CONAGUA determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa.

La misma dependencia determinará, a través del Acuerdo referido, la extensión territorial de afectación, así como las medidas para enfrentar este fenómeno. El seguimiento de la emergencia y su conclusión será realizado en cualquier momento por la CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

Dicha Comisión dará por concluida la vigencia del “Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía” mediante la expedición de otro Acuerdo de Carácter General, donde señalará que ha dejado de surtir los efectos la sequía severa ante la población.

Asimismo, en el artículo quinto de los *Lineamientos de sequía* se especifica que cuando la CONAGUA emita el “Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía”, como parte de las acciones para enfrentar el fenómeno natural, los usuarios de las aguas nacionales podrán implementar medidas preventivas y

de mitigación que se proponen en los mismos *Lineamientos* a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Igualmente, **los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en dicho documento.**

Ahora bien, es importante tomar en cuenta que el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) y el Índice Hidrológico de Sequías (SDI) son buenos indicadores para caracterizar el fenómeno de la sequía desde el punto de vista físico (meteorológico e hidrológico, respectivamente) y son útiles para declarar la emergencia por la ocurrencia de sequía, pero no son totalmente adecuados para realizar la planeación de la gestión de la sequía, principalmente hidrológica.

Para fines de planeación del uso del agua en los diferentes sistemas hidráulicos e hidrológicos, lo más conveniente es utilizar, en complemento con el SPI y el SDI, lo que se conoce como *índices de estado*, niveles o volúmenes en almacenamientos, niveles freáticos en acuíferos o aquellos que se consideren específicos para alguna zona o sistema de aprovechamiento de agua específico.

15. SEGUIMIENTO, REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA

Es muy importante realizar el seguimiento y evaluación de la aplicación o ejecución del PMPMS, para identificar con oportunidad los efectos adversos no previstos y la eficacia de las medidas tomadas y permitir, en su caso, llevar a cabo las acciones correctivas adecuadas para evitar daños o modificar las medidas de manera pertinente. Por ello, el presente capítulo se centra en indicadores previstos para efectuar el seguimiento de la aplicación de las medidas del programa y sus efectos.

El sistema de seguimiento tiene por objeto la comprobación de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación de la sequía, previstas en el programa, así como la valoración de las desviaciones producidas y las propuestas para ajustar las medidas o, en su caso, la propuesta de revisión completa del mismo (ver Capítulo 17).

La comprobación del cumplimiento de las medidas se efectuará a través de implementar un Sistema de Indicadores de Seguimiento de las medidas llevadas a cabo. La valoración de las mismas, mediante la identificación de las desviaciones e imprecisiones detectadas, y las propuestas de ajuste y revisión se efectuarán a través de un Informe de Seguimiento o Informe Post-sequía. A continuación se describen cada uno de ellos.

Sistema de indicadores de seguimiento

La función de los indicadores de seguimiento de un programa es tratar de ofrecer una imagen permanente de la evolución de los elementos más relevantes del mismo; constituyen, por tanto, una foto móvil del desarrollo del programa. Los PMPMS presentan, a estos efectos, una característica diferenciada del resto de los programas, ya que su objeto es minimizar los efectos de un fenómeno recurrente, pero no permanente, por lo que el grueso de sus medidas (con excepción de las medidas estratégicas) es de aplicación temporal, no permanente.

El resultado final que buscan los indicadores de seguimiento se mantiene, pero no está referido a una sucesión continua en el tiempo sino a una serie de episodios que se presentan de modo recurrente pero sin continuidad temporal. En la práctica, por tanto, los indicadores del PMPMS responden más a una sucesión de un análisis diacrónicos de episodios diferenciados en el tiempo.

Características de los indicadores

Los indicadores de seguimiento, para cumplir eficazmente su función, deben reunir las siguientes características:

- Representar información relevante.
- Ser concretos.

- Ofrecer información cuantitativa, no sólo cualitativa.
- Requerir información fácilmente obtenible y sistematizable.

Tipos de indicadores

De acuerdo con el objeto del sistema de indicadores, es decir por su finalidad, los indicadores pueden agruparse en:

- Indicadores de avance, que reflejan el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación del PMPMS.
- Indicadores de eficacia, que reflejan los efectos de la aplicación del PMPMS.
- Indicadores de eficiencia, que reflejan el grado de cumplimiento de las metas y objetivos del PMPMS.

Por otro lado, de acuerdo con el *tipo de medidas* del PMPMS a las que se refieren, los indicadores pueden agruparse en:

- Indicadores del ámbito de la previsión
- Indicadores del ámbito operativo
- Indicadores del ámbito organizativo y de gestión

Entonces, con base en las clasificaciones anteriores, a continuación se presentan los indicadores que se proponen para realizar el seguimiento y evaluación del PMPMS.

Indicadores del ámbito de la previsión

Los elementos sobre los que se conforman los indicadores, son aquellos cuyo estado es claramente indicativo de la proximidad, presencia y gravedad de la sequía (meteorológica o hidrológica) y de los que se dispone de la información necesaria. Estos elementos son los siguientes:

- La precipitación pluvial
- Los escurrimientos superficiales de los ríos
- Los niveles de o volúmenes de almacenamiento
- Los niveles freáticos de los pozos de observación
- Otros que se determines

Con base en la información de las variables anteriores, los indicadores propuestos, en lo general serán los siguientes:

- Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)
- Índice Hidrológico de Sequías (SDI)
- Índices de Estado (I_e)
- Niveles críticos observados (NCO) en pozos
- Niveles o volúmenes críticos en almacenamientos

En todo caso, el sistema de indicadores debe adaptarse a las peculiaridades de cada sistema de explotación o abastecimiento de agua, considerando además los datos disponibles en cada uno de ellos.

Para cada indicador se pueden establecer para las etapas progresivas de gravedad de la sequía: D0, D1, D2, D3 y D4, cuatro umbrales:

- Situación estable o de normalidad
- Situación de prealerta
- Situación de alerta
- Situación de emergencia

Indicadores del ámbito operativo

Son los indicadores relacionados con las medidas operativas (preventivas y de mitigación) del PMPMS, que se subdividen en:

- Indicadores relativos al manejo de la oferta de agua
- Indicadores relativos al manejo de la demanda de agua

Indicadores del ámbito organizativo y de gestión

Los indicadores de este ámbito pueden considerarse básicamente como indicadores de avance que reflejan si se han cumplido las previsiones del PMPMS, en cuanto a la creación de la estructura administrativa, a la disposición de medidas para el desarrollo del programa y a la realización de las actividades de seguimiento del mismo. A estos efectos se proponen los indicadores siguientes:

- Creación de los órganos para la gestión y seguimiento previstos en el PMPMS.
- Nombramiento y asignación de personal y medios.
- Elaboración de reglamentos y protocolos de funcionamiento.
- Grupos para el seguimiento de indicadores de previsión en situación de normalidad.
- Grupos para el seguimiento de indicadores operativos en situaciones de emergencia.
- Redacción de informes post sequía.

Informe post sequía

Al finalizar una situación de sequía, sea cual sea la fase de máxima gravedad a la que haya llegado (severa, extrema o excepcional), se redactará un Informe Post sequía en el que se analice el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación del PMPMS, se valoren las desviaciones y se elaboren las propuestas correspondientes para resolverlas, que pueden derivar, en su caso, en una modificación o revisión del propio PMPMS. Se debe describir el proceso que siguió la sequía y las acciones correspondientes, detallando aquellas situaciones que se consideren relevantes para el proceso (buenas o malas), se aprende de los errores.

Revisión y actualización del programa

La planeación para prevenir y mitigar sequías es más eficaz cuando se ve como un proceso continuo en lugar de un proceso discreto que resulta en un documento que será archivado y sólo revisado al inicio de una sequía. Por ello, se propone que el presente PMPMS sea revisado y actualizado de manera continua.

Se considera una *revisión* del PMPMS la introducción de cambios significativos en su organización o medidas de actuación.

Debe procederse a la revisión al menos en los casos siguientes:

- Cuando se redacte por primera vez y se detecten errores o inconsistencias significativas que requieran ser modificadas.
- Modificación sustantiva de los umbrales indicadores y medidas de gestión como consecuencia de la consideración de modelos que tengan en cuenta el cambio climático o alguna otra circunstancia.
- Modificación sustantiva de la información relativa a niveles de explotación de las fuentes de aprovechamiento.
- Cuando la magnitud de las desviaciones sea tal que obligue a introducir cambios sustanciales en los indicadores y cambios de previsión o en el programa de medidas del PMPMS.
- Por reglamento debe realizarse, por lo menos, cada cinco años (5).

Se considera una *actualización* del PMPMS la adaptación de aspectos muy concretos a las circunstancias de cada momento o la introducción de pequeños retoques que no afecten a los contenidos básicos. Debe procederse a una actualización al menos en las circunstancias siguientes:

- Cuando haya cambios no significativos en el sistema de organización y seguimiento.
- Cuando existan cambios no significativos en el sistema de indicadores, umbrales y medidas.
- Cuando se hagan correcciones de errores mínimos o mejoras muy concretas del propio PMPMS.

Proceso de revisión pública

Es importante realizar un proceso de revisión pública para que la ejecución del PMPMS sea eficaz. Este proceso puede reducir futuras objeciones y conflictos durante los períodos de sequía y ayuda también a asegurar que el programa refleje los valores generales de los usuarios del agua. La SAPAC junto con el GTD, debe asegurarse que el PMPMS, una vez aprobado, esté disponible para revisión y comentarios públicos, y debe haber la suficiente apertura para hacerle las adecuaciones o modificaciones que sean pertinentes.

Para ello, se sugiere que el PMPMS además de ser publicado de manera impresa y en disco electrónico, esté disponible en un sitio Web, donde pueda ser consultado libremente por todos los interesados. También se pueden programar reuniones públicas para recibir retro- información de los usuarios.

16. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

Considerando que es la primera versión sobre el tema de sequías en las ciudades y que, gracias a la CONAGUA, se propone como un Programa con **enfoque preventivo**, sobre todo bajo los planteamientos de que es menos costoso prevenir que pagar daños y, a pesar de no tener, ni que se hayan presentado, actualmente (diciembre 2014) condiciones graves de sequías para las ciudades de este estudio. Sin embargo la posibilidad de una reducción de la precipitación por el Cambio Climático, debe llamar la atención para mirar este Programa con atención y mejorar esta primera versión.

Reflexionando esto, se realizan los siguientes comentarios y recomendaciones.

Las condiciones de déficit de infraestructura, las bajas eficiencias, entre ellas las físicas, la endeble situación financiera, etc. de los sistemas de agua potable, en este caso el SAPAC, no deben considerarse como parte de los análisis de sequías. Estas son situaciones existentes en el sistema, el O. O. e independientes de la presencia de las sequías, obviamente la mejora de estas, permitirá enfrentar de mejor manera una sequía.

Las acciones que debería llevarse a cabo, para realmente volver operativo y mejorar estos programas son, considerando el orden :

- Establecer las acciones legales, en los tres niveles, principalmente a nivel municipal, para permitir que se lleven a cabo las acciones con el enfoque de sequías, y no con otro tipo de coberturas como fenómenos extremos.
- Administrativamente en los O. O. y a nivel estatal, establecer los mecanismos para poder llevar a cabo la atención a las sequías. Significa nombrar a un responsable y quizá con dos apoyos y preparando, los requerimientos para aterrizar y precisar el programa de sequías. La información se tiene disponible, sólo hay que darle el tratamiento para las sequías; por ejemplo, los niveles de los pozos, deben analizarse pensando en el SPI, u otro indicador, y lo que significa para sequías, los estudios, como del volumen de reserva, la información de niveles o volúmenes acumulados se tiene disponibles, pero deben realizarse los estudios para este fin.
- Posibilitar un fondo económico para medidas que se apliquen en etapas preventivas o durante las sequías. Esto significa tener muy claro que las sequías son eventos independientes, que se deben enfrentar no con sobrantes o extras de otros programas. Debe ser un fondo exclusivo para sequías, con claridad en que se va a invertir, incluye de principio estudios e implementación de infraestructura para medición.
- Medir. Es necesario disponer de pozos de observación, en el caso de sistemas con agua subterránea, o medición de niveles para evaluar volúmenes en el caso de aprovechamientos superficiales, para dar

seguimiento al comportamiento de los acuíferos en relación a las sequías, independiente de la variabilidad de la disponibilidad de agua y la operación del sistema. En muchos caso ya se tiene la información, hay que procesarla, detectar deficiencias y prepararla para análisis futuros.

- Estudios. Realizar estudios específicos para las sequías. Determinar volúmenes de reserva. Con base en los volúmenes acumulados en las obras de aprovechamiento superficial o en los volúmenes disponibles subterráneos, estimar, a partir del cierre de la temporada de lluvias, con que volumen se cuenta para enfrentar una posible sequía (considerar diferentes escenarios), cuánto tiempo sería atendiendo con la dotación normal o con diferentes restricciones (al 10, al 20%, etc. de la misma).

17. ANEXO

Indicadores de gestión al 2010 del SAPAC

Los indicadores de gestión del SAPAC son relaciones aritméticas simples entre datos básicos que cuantifican aspectos operativos del SAPAC, se utilizan para expresar de manera numérica la valoración de la eficiencia con que el SAPAC lleva a cabo la prestación de servicios en tres aspectos básicos: técnico, comercial y financiero.

Tabla 17.1 Cálculo de indicadores de gestión. Indicadores técnicos 2010.

No.	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DATOS	VALOR	FÓRMULA	RESUL.	UNIDAD
1	E _{fis}	Eficiencia Física	Volumen anual de agua facturada	38,219,770.00	Volumen facturado / Volumen producido	50.44	%
			Volumen producido anual	75,778,809.00			
2	COSAP	Cobertura del servicio de agua potable	Población actual con servicio	306,262	Población actual con servicio / Población total actual	84.88	%
			Población Total Actual	360,812			
3	COSAL	Cobertura del servicio de alcantarillado	Población actual con servicio	148,568	Población actual con servicio / Población total actual	41.18	%
			Población Total Actual	360,812			
4	COSAN	Cobertura del servicio de saneamiento	Agua tratada	13,765,464.00	Agua tratada / Volumen de agua facturada x 0.80	45.02	%
			Volumen de agua facturada x 0.80	30,575,816.00			
5	ANC	Agua no contabilizada	Volumen producido anual	75,778,809.00	(Volumen producido - Volumen facturado) / Volumen producido	49.56	%
			Volumen anual de agua facturada	38,219,770.00			
6	COMAC	Cobertura de macromedición	Fuentes con macromedición	18	Fuentes con macromedición / Total de fuentes activas	0.19	%
			Total de fuentes activas	93			
7	MIC - Tot.	Cobertura de micromedición total	Tomas con micromedidor funcionando	95,528	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	99.55	%
			Total de tomas activas existentes	95,961			
7a	MIC - DP	Cobertura de micromedición en tomas de uso Doméstico Popular	Tomas con micromedidor funcionando	3,128	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	100.00	%
			Total de tomas activas existentes	3,128			
7b	MIC - DH	Cobertura de micromedición en tomas de uso Doméstico Habitacional	Tomas con micromedidor funcionando	58,660	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	99.27	%
			Total de tomas activas existentes	59,089			
7c	MIC - DR	Cobertura de micromedición en tomas de uso Doméstico Residencial	Tomas con micromedidor funcionando	24,051	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	99.99	%
			Total de tomas activas existentes	24,054			
7d	MIC - Com	Cobertura de micromedición en tomas de uso Comercial	Tomas con micromedidor funcionando	9,584	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	99.99	%
			Total de tomas activas existentes	9,585			
7e	MIC - Ind	Cobertura de micromedición en tomas de uso Industrial	Tomas con micromedidor funcionando	105	Tomas con micromedidor funcionando / Total de tomas activas existentes	100.00	%
			Total de tomas activas existentes	105			
8	CONTAP	Continuidad del servicio	Tomas con servicio ininterrumpido	8,250	Tomas con servicio ininterrumpido / Total tomas existentes	8.6	%
			Total de tomas existentes	95,961			
9	IEECOS	Incidencia de la energía eléctrica	Costo del servicio de energía eléctrica	58,156,127.14	Costo del servicio de energía eléctrica / Costo de operación	48.83	%
			Costo de operación	119,099,870.89			
10	IE	Energía total consumida	Energía total consumida	25,542,720	Energía total consumida / Volumen producido anual	0.34	KWH / m ³
			Volumen producido anual	75,778,809			
11	IL	Índice laboral	Total de empleados	590	Total de empleados / (Total de tomas / 1,000)	6.15	Empleado / 1000 tomas
			Total de tomas / 1000	95,961			

Fuente: CONAGUA, 2011.

Los Indicadores de Cobertura para los servicios que presta el SAPAC (agua potable, alcantarillado y saneamiento) arrojan resultados bajos. Aún para el más alto de los tres, agua potable, el valor obtenido se puede considerar bajo si se considera el gran volumen de agua extraído y los niveles de consumo obtenidos del procesamiento de los resultados reportados por el servicio medido.

El porcentaje de Continuidad en el Servicio es bajo, refleja los problemas de distribución del agua en la red, dado que los volúmenes extraídos permiten cubrir por completo la demanda de agua potable dentro del área servida por el SAPAC.

Los valores obtenidos para la Incidencia de la Energía Eléctrica y el de Energía Total Consumida son altos y reflejan la baja eficiencia electromecánica con que operan los equipos de bombeo emplazados en fuentes de abastecimiento y puntos de rebombeo.

El Índice Laboral es alto, lo cual sugiere la necesidad de una reestructura organizacional del Organismo Operador para elevar los niveles de productividad laboral sin que eso signifique una elevación en los costos de operación.

Tabla 17.2 Cálculo de indicadores de gestión. Indicadores comerciales 2010.

No.	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DATOS	CALCULO	RESUL.	UNIDAD	
1	E _{comer}	Eficiencia Comercial	Monto recaudado (sin rezagos)	147,976,948	Monto recaudado (sin rezagos) / Monto facturado	80.41	%
			Monto facturado	184,028,451			
2	E _{glob}	Eficiencia global	Eficiencia física	50.44%	E _{fis} x E _{comer}	40.56	%
			Eficiencia comercial	80.41%			
3	TREC	Tarifa recuperada	Monto recaudado (sin rezagos)	147,976,948	Monto recaudado (sin rezagos) / Volumen producido anual	1.95	\$/ m ³
			Volumen producido anual	75,778,809			

Fuente: CONAGUA, 2011.

En los resultados obtenidos para los indicadores comerciales del año 2010, se observa que la Eficiencia Comercial presenta un buen nivel, sin embargo la baja Eficiencia Física es determinante para que la Eficiencia Global resulte baja.

La Tarifa Recuperada en el 2010 representa un 55% de la tarifa promedio nominal por m³ en la estructura tarifaria, porcentaje que resulta bajo.

Tabla 17.3 Cálculo de indicadores de gestión. Indicadores financieros y contables 2010.

No.	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DATOS	CALCULO	RESUL.	UNIDAD		
1	IAT	Ingreso anual por toma	Monto de los ingresos por el cobro de los servicios	147,976,948	Monto de los ingresos por el cobro de los servicios / Número de tomas en el sistema	1,542.05	\$/ Toma	
			Número de tomas en el sistema	95,961				
2	L	Liquidez	Activo Circulante	62,575,319.53	Activo Circulante / Pasivo Circulante	0.46	\$	
			Pasivo Circulante	135,391,824.34				
3	A	Apalancamiento	Pasivos Totales	162,614,056	Pasivos Totales / Activos Totales	0.75	\$	
			Activos Totales	216,528,601				
4	R	Rentabilidad	Utilidad Neta	- 47,017,997.00	Utilidad Neta / Activos Totales	-	21.71	%
			Activos Totales	216,528,601.00				
5	PA	Prueba Ácida	Caja + Bancos	1,798,589	[Caja + Bancos + Cuentas por Cobrar] / Pasivo Circulante	0.43	\$	
			Cuentas por Cobrar	55,938,094				
			Pasivo Circulante	135,391,824				
6	PROD	Productividad	Utilidad Neta	- 47,017,997.00	Utilidad Neta / Ventas Netas	-	244.22	%
			Ventas Netas	19,252,350.00				
7	CAP _{trabajo}	Capital de Trabajo	Activo Circulante	62,575,320	Activo Circulante - Pasivo Circulante	-	72,816,505	\$
			Pasivo Circulante	135,391,824				

Fuente: CONAGUA, 2011.

Los indicadores financieros y contables reflejan la complicada situación actual que enfrentó el SAPAC a lo largo de 2010.

El cambio de estructura tarifaria que se aplicó durante el quinto bimestre del 2010 no logró revertir los resultados deficitarios que el organismo operador viene arrastrando en los últimos años.

La conclusión más importante que se desprende de los valores obtenidos es la imposibilidad de que el Organismo Operador pueda enfrentar sus necesidades de inversión de manera autónoma, quedando de manifiesto la importancia de tener acceso a los recursos que los programas federales destinan a incentivar el mejoramiento de los niveles de eficiencia en los servicios que se prestan.

Marco para la evaluación de los programas de contingencia contra las sequías

• CONOCIMIENTOS DEL PROGRAMA DE ATENCIÓN A SEQUÍAS

¿Están preocupados por la sequía?

¿Sabían que existe el programa?

¿Cómo perciben los funcionarios de las instituciones el programa de contingencias para atender las sequías?

¿Creen que el programa es útil?

• CONOCIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN SEQUÍA

¿Es el programa parte de un proceso general de planificación sequías?

¿Cuál es el proceso?

¿Los funcionarios de las instituciones perciben el programa como una simple formalidad para cumplir, o un componente sustantivo para los planes de preparación y de respuesta contra las sequías?

• PREPARACIÓN DEL PROGRAMA

¿Quién preparó el programa?

¿Acaso la preparación del programa involucra las partes interesadas?

¿Los programas incorporan la experiencia de varios organismos?

¿Fue el GTD o el Organismo Operador (OO) (quien realmente va a operarlo), u otro grupo de coordinación que participó en la preparación del programa?

• USO Y REVISIÓN DEL PROGRAMA

¿Es el programa un documento estático o dinámico?

¿Por qué y cómo, la institución (OO), usa, prueba o revisa el programa?

¿Puede la institución (OO) seguir el programa de sequía, si se produce una sequía?

• COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN

¿Las instituciones locales, municipales, estatales y federales coordinan los esfuerzos de preparación y respuesta ante las sequías?

¿Existen roles y responsabilidades claras?

¿En qué medida se sienten las instituciones responsables de los programas de contingencias para atender las sequías?

• INDICADORES DE SEQUÍA

¿Cómo el programa define la sequía?

¿Quién define la sequía?

¿Coordinan, las instituciones, los indicadores de sequías con otros organismos?

¿Distinguen las instituciones entre los programas para conservación de agua y los programas de contingencias para atender las sequías?

• ALTERNATIVAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿Los programas consideran una serie de alternativas y medidas de mitigación?

¿Cuáles son los criterios de selección y evaluación de las alternativas?

¿Los criterios incluyen, por ejemplo: la eficiencia, la distribución equitativa de los impactos, la aceptabilidad, factibilidad, facilidad de aplicación, las reducciones previstas del uso del agua, la sinergia, la fiabilidad histórica?

• ÍNDICES DE SEQUÍA Y LA ESTRATEGIA DE RESPUESTA

- ¿El programa proporciona metas y objetivos claros y una base para evaluar el avance hacia esos objetivos?
- ¿El programa proporciona una base técnica o práctica del hecho?
- ¿Hay alguna consideración de vulnerabilidad o riesgo?
- ¿Cómo la institución determinar el momento y la implementación de las medidas de respuesta a la sequía dentro del programa?
- ¿Existen procedimientos para evaluar estas estrategias?

Referencias bibliográficas

AEMET: www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/vigilancia_sequia/ayuda

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2007. Fascículo Sequías. Secretaría de Gobernación. México, D. F. 36 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012a. Ley de aguas nacionales y su reglamento. SEMARNAT. México, D. F.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012b. Programa hídrico regional visión 2030. Región hidrológico-administrativa VI Río Bravo. SEMARNAT. México, D. F. 190 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012c. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México. SEMARNAT. México, D. F. 43 pp.

DOF (Diario Oficial de la Federación), 2012. Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía. SEMARNAT.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013. Gestión Eficiente de Organismos Operadores a través de Diagnósticos Integrales de Planeación (DIP). SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 61 pp.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013a. Programas para la prevención y mitigación de sequías (documento de soporte teórico). SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 61 pp.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013b. Guía para la formulación de programas de prevención y mitigación de sequías. SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 58 pp.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013c. Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía del Consejo de Cuenca del Río Balsas (PMPMS-CCRB).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for policymakers. The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA.

McKee, T. B., N. J. Doesken y J. Kleist, 1993, The relationship of drought frequency and duration to time scales, Eight Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, California.

PRONACOSE. Programa Nacional Contra la Sequía. <http://www.pronacose.gob.mx>

Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca (SAPAC). Estudio Simplificado de la Situación Actual del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca. 2009.

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2013. Seguimiento mensual de afectación por sequía. Consultado el 17 de mayo de 2013 desde: <http://smn.cna.gob.mx/>.

Wilhite, D. A. 2000. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. In: Wilhite, D. A. (Ed.), Drought: a global assessment. Vol. I. Routledge. New York, N. Y., USA. pp. 3-18.

Wilhite, D. A. 2011. Drought. In: Encyclopedia of Water Science, 2nd edition. Taylor and Francis. New York, N. Y., USA. pp. 215-217.

WMO, 2012, Standardized Precipitation Index: User Guide. WMO-No. 1090