

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

Ciudad de Puebla, Pue.



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Coordinación de Hidrología

Diciembre 2014

# CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN .....	3
2. ESTRUCTURA DEL GRUPO TÉCNICO DIRECTIVO (GDT).....	3
3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....	5
4. ANTECEDENTES.....	5
5. CONCEPTOS BÁSICOS.....	18
6. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS SEQUÍAS EN LA CIUDAD DE PUEBLA .....	20
7. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CD. DE PUEBLA, PUE. ...	22
8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	31
9. ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	31
10. VULNERABILIDAD A LAS SEQUÍAS.....	32
11. INDICADORES Y ETAPAS DE LAS SEQUÍAS .....	35
12. MEDIDAS PARA ATENDER LAS SEQUÍAS.....	43
13. PROGRAMA DETALLADO DE ACCIONES.....	55
14. DECLARACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE SEQUÍA .....	63
15. SEGUIMIENTO, REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA.....	65
16. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES .....	68
17. ANEXO.....	69

## **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. En esta Etapa 2, con base en los resultados anteriores se propone realizar el programa para XX ciudades del país.

De ahí el interés del presente documento, denominado “PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA (PMPMS) EN LA CIUDAD DE PUEBLA, PUEBLA”, 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 Puebla, Puebla, 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

<b>Institución</b>	<b>Área</b>
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Representante
CANACINTRA	Representante
Consejo de Cuenca Río Balsas	Representante
CONAGUA Dir. Local	Dirección técnica
CONAGUA Dir. Local	Dirección agua potable, drenaje y saneamiento
Industria	Representante
ONGs	Representante
ONGs	Representante
Secretaría del Ambiente estatal	Representante
SEP estatal	Representante
SOAPAP	Dirección Técnica
SOAPAP	Dirección de Operación
Secretaría Salud estatal	Representante
Protección civil estatal	Representante
Secretaría de infraestructura	Representante
Dir. de Comunicaciones estatal	Representante
Radio y televisión	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 Puebla, Puebla, 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.

Proponer un sistema 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.

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 Puebla, Puebla, 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, 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 Puebla, Puebla (PMPMS-PP), 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 Puebla, Puebla. 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 estas, 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 sequía urbana, y en especial para la ciudad de Puebla, estado de Puebla, respetando el orden jurídico mexicano, procediéndose 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 podemos mencionar a 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 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 sequía urbana, solo habla de riesgos y contingencias ambientales y urbana.

La Constitución Política del Estado de Puebla no prevé un capítulo especial en materia de sequía urbana para dicho estado, en el nivel municipal en el artículo 7 inciso c) del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente Servicios Públicos del Municipio de Puebla, 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.

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 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. 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.

La Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla en su artículo 2 fracción X, entre otras, si prevé la atención, prevención y control de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población, lo que se podría considerar que es aplicable en materia de sequía urbana para la ciudad de Puebla. La Ley del Agua para el Estado de Puebla, en su artículo 5 fracción X, entre otras disposiciones, señala la determinación de realizar acciones considerando las necesidades de agua para la población en condiciones de vulnerabilidad como podría ser en materia de sequía urbana. Y en el Plan Municipal de Desarrollo del Municipio del Estado de Puebla 2014–2018 en el apartado 3 de los programas prevé la necesidad de proteger y dar asistencia a las personas en situaciones de vulnerabilidad, que se podría entender aplicable en materia de sequía urbana, ya que la misma no prevé como tal.

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 consideramos se puede aplicar en materia de sequía, como lo señalado en los artículos 4, 26, 27 de nuestra Carta Magna, Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, mismo que se deriva el Plan Nacional Hídrico 2014 – 2018, y es aquí donde se reconoce la figura de sequía por medio del Programa Nacional Contra la Sequía, llamado PRONACOSE, por lo que consideramos que tiene relevancia legal de dicha figura de sequía a partir de este plan y no desde la propia Carta Magna como debería de ser pero esto no es suficiente es necesario actualizar el marco legal desde la propia constitución federal, estatal y municipal.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 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 l Sequía, versión 1.0 del primero de septiembre de dos mil catorce, expedido por la CONAGUA.

## **Identificación de los preceptos legales relacionados con la sequía.**



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

En el ámbito federal se pueden considerar aplicables en materia de sequía urbana para la ciudad de Puebla, estado de Puebla 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 empieza a regular desde el Plan Nacional Hídrico, Decreto por el que el Ejecutivo Federal ordena a la Comisión Nacional del Agua, establezca medidas de carácter preventivo y control de los fenómenos meteorológicos extraordinarios y se establecen las reglas de operación de dichos programas, cabe destacar que dichas disposiciones se refieren a los fenómenos extraordinarios, por lo que debemos considerar que se refiere también a la sequía y por consiguiente a la sequía urbana extraordinaria.

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, 9bVII, 9bII, 9bIII, 9bXI, 9bXIII, 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 Sequías 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, 3 fracción 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, podemos 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 Puebla, Ley del Agua para el Estado de Puebla, Ley de Desarrollo Urbano Sustentable para el Estado de Puebla, entre otras, no reconoce propiamente la figura de sequía urbana, solo se menciona en materia de medio ambiente, por lo que consideramos que es necesario que el Congreso del Estado de Puebla 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 Puebla en dicha materia, toda vez que del análisis la marco legal no se encontró disposición legal o legitimación de la figura de sequía para la ciudad de Puebla.

Constitución Política del Estado de Puebla. Artículos 7, 12 fracción I, II, III, IV, V, 63 fracción IV, 78 fracción XXVIII, 103 fracción III inciso d, 104 inciso a, fracción III, 105 fracciones I, II, III, IV, V, VI al XVIII, 111, 121 transitorio primero; Ley del Agua para el Estado de Puebla. Artículos 1, 2 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, 3 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, IX, X, XI, XII, 5 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, 7 fracciones I, II, III, IV, 10 fracciones I, II, III, 13 fracciones II, III, IV, X, XV, 27 fracciones I, VIII, XIV, XXX, 31 fracción IX, 34 fracción IX, 99 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 100; Ley del Sistema Estatal de Protección Civil para el Estado de Puebla. Artículos 1 fracciones I, II, III, IV, V, 3, 4, 6 fracciones II, III, IV, 9 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, 31, 33 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, VIII, IX, 40, 45

fracciones I, II; Ley de Desarrollo Urbano Sustentable para el Estado de Puebla. Artículos 1 fracciones I, II, III, V, IX, 2 fracciones X, XI, 9 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 12 fracción VIII, XVIII, 13 fracción X, 15, 16, 25 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, 29 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 33 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX; Ley de Planeación para el Estado de Puebla. Artículos 1 fracción III, 7, 8 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, 10 fracciones I, II, III, IV, V, VI, 11 apartado A fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X; Ley Estatal de Salud para el Estado de Puebla. Artículos 1, 2 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, 3 fracciones I, II, III, 4 inciso a, fracciones I, XI, B, fracción VII, C, fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, 29 fracciones I, II, III, IV, V, 14 fracciones I, II, III, IV, V, 198 fracciones I, II, III, IV, 199 fracciones I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X; Ley de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable para el Estado de Puebla. Artículos 1 fracciones del I a la XVII, 2 fracciones de la I a la III, 6 fracciones de la I a la XVI, 28 fracciones de la I a la VIII, 55 fracciones de la I a la II, 57, 100 fracciones de la I a la VI; Reglamento Interior de la CEAS de Puebla. Artículos 2, 4 fracción VIII, 9, 17 fracciones de la I a la XXV, 18 fracciones de la I a la XXIII, 18 Bis fracción II, 21 fracción II, 22 fracciones de la I a la X, 24 fracción.

En el ámbito municipal, podemos 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 Puebla, Ley del Agua para el Estado de Puebla, Ley de Desarrollo Urbano Sustentable para el Estado de Puebla, entre otras, no reconoce propiamente la figura de sequía urbana, solo se menciona en materia de medio ambiente, por lo que consideramos que es necesario que el Congreso del Estado de Puebla actualice el marco legal, regulatorio y de operación en materia de sequía urbana para legitimar las acciones que en el futuro se apliquen en la ciudad de Puebla en dicha materia, toda vez que del análisis la marco legal no se encontró disposición legal o legitimación de la figura de sequía para la ciudad de Puebla.

Ley Orgánica Municipal. Artículos 1, 3, 38, 45, 59 fracción IX, 78 fracciones I a la LXVI, 80 fracciones I a la VIII, 96 fracción I, 104 fracciones I a la IV, 191 fracciones I a la X, 197; Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Puebla. 104–2018; Creación de la Secretaria de Medio Ambiente y Servicios Públicos del Municipio de Puebla. Objeto, inciso A, artículo 7 inciso C, en materia de protección del agua, protección del suelo, educación ambiental.

## **Clasificación de algunos preceptos legales en los tres niveles de gobierno mexicano, Federal, Estatal y Municipal en materia de sequía (antes, durante y 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 Puebla, estado de Puebla, 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 podemos considerar que en las disposiciones legales que señalamos más adelante no está reconocida la figura el sequía para las ciudades y por ende la de Puebla, es decir que se debe hacer antes, durante y después de cada evento extraordinario en sequía, por lo que consideramos 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 Puebla, derivado de que no existe un marco ideal que regule las sequías en las ciudades en México.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El artículo 4 párrafo quinto señala que todas las personas tenemos derecho a un medio ambiente sano o para su desarrollo y bienestar, entonces se podría 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 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 se puede considerar 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 peligre o se altere, entre otras cosas los servicios públicos, la salubridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de cazo 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 se debe a lo dispuesto en el artículo 4 de la Carta Magna, en materia de derecho a la salud a los mexicanos, entonces podríamos considerar 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 se puede considerar 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 puede 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 puede considerar 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 podemos considerar que es aquí donde tiene sustento legal máximo en materia de sequía, solo faltaría que se reconozca la figura de sequía 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 aplican 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 (antes, durante y después) de lo anterior no prevé la disminución del cobro de derechos ante el fenómeno de sequías urbanas extremas, por ejemplo.

## Ámbito Estatal

En este ámbito podemos considerar como relevante el no reconocimiento de la figura de sequía en ciudad de Puebla 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.

- Desarrollo Sustentable para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción I, entre otras, señala el de proponer a toda persona el derecho a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar (antes).
- Ley del Agua para el Estado de Puebla en el numeral 5 fracción X, entre otras, señala que la determinación de las acciones a ejecutar en la materia, considerará las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar, particularmente las de la población marginada, en condiciones de vulnerabilidad o menos favorecida económicamente, de la economía para su desarrollo Ley del Agua para el Estado de Puebla en el numeral 2 fracción VIII, entre otras cosas, que se declara de interés público, el fomentar a la investigación y desarrollo de tecnología para la adecuada gestión del agua (antes) esto significa que se podría declarar de interés público ante la sequía urbana dichas disposiciones.

- Ley del Sistema Estatal de Protección Civil para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción I, entre otras disposiciones, señala que son de observancia general y tiene por objeto; fracción I el de regular las medidas y acciones destinadas a la prevención, protección y salvaguarda de las personas, los bienes públicos y privados, y el entorno, y fracción III del mismo numeral antes citado, el de fijar las bases de integración y operación del sistema estatal de protección civil, así como de los Sistemas Municipales como parte de éste (antes).
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable para el Estado de Puebla en el numeral 2 fracción X, entre otras disposiciones, señala en su fracción X que la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población.
- Ley para la Protección del Ambiente Natural y del ambiente para su equilibrio y conservación (antes y durante).
- Ley del Sistema Estatal de Protección Civil para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción I, entre otras, señala que son de observancia general y tiene por objeto el de regular las medidas y acciones destinadas a la prevención, protección y salvaguarda de las personas, los bienes públicos y privados, y el entorno ante la eventualidad de un riesgo, emergencia o desastre (antes y durante).
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla en el numeral 2 fracción X entre otras disposiciones, señala en su fracción X que la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población (antes y durante).
- Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción VI, entre otras, señala definir las bases conforme a las cuales la autoridad estatal apoyará a las autoridades municipales que así lo soliciten, en la planeación y administración del Desarrollo Urbano Sustentable (antes).
- Ley del Agua para el Estado de Puebla en el numeral 5 fracción X, entre otras, prevé que la determinación de las acciones a ejecutar en la materia, considerará las necesidades de agua provenientes de la sociedad para su bienestar, particularmente las de la población marginada, en condiciones de vulnerabilidad o menos favorecida económicamente, de la economía para su desarrollo y del ambiente para su equilibrio y conservación (después).
- Ley del Sistema Estatal de Protección Civil para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción I, entre otras, prevé que son de observancia general y tiene por objeto el de regular las medidas y acciones destinadas a la prevención, protección y salvaguarda de las personas, los bienes públicos y privados, y el entorno ante la eventualidad de un riesgo, emergencia o desastre (después).
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla en el numeral 2 fracción X entre otras disposiciones, dispone en su fracción X que la prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población (después).
- Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo para el Estado de Puebla en el numeral 1 fracción VI, entre otras, definir las bases conforme a las cuales la autoridad estatal apoyará a las autoridades municipales que así lo soliciten, en la planeación y administración del Desarrollo Urbano Sustentable (después).

## Ámbito Municipal

En el ámbito municipal, podemos destacar la falta de un marco legal en materia de sequía para el municipio o para la ciudad de Puebla, no obstante de en el Plan de Desarrollo Municipal del estado de Puebla, 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.

- Plan Municipal de Desarrollo del Municipio del Estado de Puebla en el Programa 3 el de proteger a las personas susceptibles o en situaciones de vulnerabilidad para la inclusión social. Objetivo, establecer sistemas de asistencia y protección a personas susceptibles o en situación de vulnerabilidad (antes, durante y después).

- Ley Orgánica Municipal en el numeral 38 señala que los habitantes de un Municipio tendrán derecho a usar, los servicios públicos que preste el Ayuntamiento, y en su caso aquellos proporcionados por el gobierno estatal, y a que sean respetados los derechos que les corresponda como gobernados, (antes, durante y después).

## **Distribución de competencias**

Podemos considerar que 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 Puebla, 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 Puebla y en sus demás ciudades, dentro de las atribuciones de cada nivel de gobierno y en forma conjunta.

## **Ámbito Federal**

La competencia en este ámbito podemos destacar 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 Puebla 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.

- Compete al Ejecutivo Federal en el numeral 6 fracción VII la aprobación del Programa Nacional Hídrico, conforme a lo previsto en la Ley de Planeación, 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 el 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, de lo anterior podemos considerar que la CONAGUA debe de gestionar que el agua llegue en cantidad y calidad a las zonas donde se presente el fenómeno de sequía en este caso, podría ser en sequía urbana.
- Atribuciones de los Organismos de Cuenca en México en el numeral 12 BIS 6 fracción XXV de la Ley de Aguas Nacionales, 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, podríamos considerar que es aplicable en materia de sequía urbana, independientemente de las competencias de las entidades federativas y los municipios, además se puede actuar en forma concurrente entre los tres niveles de gobierno.
- Consejos de Cuenca en el numeral numeral13 BIS 3 fracción XIX de la Ley de Aguas Nacionales, 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, por lo que consideramos aplicable este supuesto en caso de que se presente una sequía urbana en el estado de Puebla, por ejemplo, aunque no lo prevé como tal.

## **Ámbito Estatal**

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

- Constitución Política del Estado de Puebla en el numeral 104 entre otras, que los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos, inciso a) Agua Potable, Drenaje, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición de sus aguas residuales. Sin perjuicio de su competencia e institucional en el desempeño de las funciones o la prestación de los servicios a su cargo, los Municipios observarán lo dispuesto por las leyes federales y estatales, de lo anterior podemos considerar que esta disposición es aplicable en materia de sequía urbana, aunque no lo prevea como tal.
- Ley del Agua para el Estado de Puebla, numeral 10 fracción I, entre otras, que en el ámbito de sus respectivas competencias en el Estado, son autoridades en materia de gestión del agua y en la prestación de servicios públicos los Ayuntamientos.
- Ley del Sistema Estatal de Protección Civil para el Estado de Puebla, numeral 23 señala que es obligación de cada Ayuntamiento integrar el Sistema Municipal, identificar y diagnosticar los riesgos a que está expuesta la población, elaborando el Programa Municipal de Protección Civil y el Atlas Municipal de riesgos; así como propiciar la prevención y organizar el primer nivel de respuesta ante situaciones de emergencias o desastre, por lo que consideramos aplicable esta disposición ante la presencia de sequía urbana.
- Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla, numeral 9 fracción IV y V, señala que son autoridades competentes para la aplicación de la presente Ley, entre otras, fracción IV los Ayuntamientos y autoridades ejecutoras que de ellos dependan en este supuesto dentro de municipio de la ciudad de Puebla es aplicable tal disposición.
- Ley de Planeación del Estado de Puebla, numeral 4 señala que el Ejecutivo y los Ayuntamientos son responsables en el ámbito de su competencia de llevar a cabo y conducir la Planeación del Desarrollo, fomentando la participación de los sectores económicos, social y privados que integran el estado.

## **Ámbito Municipal**

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

- Ley Orgánica Municipal, numeral 2 entre otras disposiciones tiene como propósito satisfacer en el ámbito de su competencia las necesidades colectivas de la población que se encuentra asentado en su circunscripción territorial, esto se puede considerar que los presidentes municipales tienen la obligación de atender las necesidades a la población dentro de su jurisdicción, y como consecuencia podemos considerar que aplica en materia de sequía urbana.
- Instituto Municipal de Planeación, numeral 7 entre otras atribuciones, fracción XV proponer y programar la elaboración de Planes en materia de desarrollo Urbano, económico, social y ambiental por lo que se puede considerar que aplica en materia de sequía urbana, aunque no lo prevé como tal.
- Secretaria de Medio Ambiente Servicios Públicos del Municipio de Puebla, numeral 7 inciso C) promover y coordinar las políticas y programas que se deriven del Plan de Gestión Ambiental que deban realizar las Secretaria de Medio Ambiente y Servicios del Municipio de Puebla, en materia de: 2).- Protección del agua; 4).- Protección del suelo; 7).- Educación ambiental en este último disposición consideramos que podría aplicar en sequía urbana ya que la sequía entra en el tema ambiental.

## **Detección de deficiencias en las disposiciones normativas.**

En el presente rubro podemos destacar la falta de un marco regulatorio en materia de sequía en ciudades del estado de Puebla y en especial en la ciudad de Puebla 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 la Constitución Política del estado de Puebla, no se prevé un capítulo específico en materia de sequía urbana, como tal, para los Municipios; **Segundo.-** No cuenta el Municipio de Puebla con un reglamento de uso eficiente del agua en casos de que presente una sequía urbana y cómo afrontarla; **Tercero.-** No cuenta con un reglamento o manual en materia de sequía; **Cuarto.-** En el artículo 99 de la Ley del Agua para el Estado de Puebla, se señala que, por la falta de pago de la prestación de los servicios públicos, se podrá suspender justificadamente los servicios hídricos entre otros, fracción I por la falta del pago de los derechos, contribuciones de mejoras y productos correspondientes al servicio; fracción II por los supuestos a que se refiere el artículo 100 de esta Ley; fracción III como medida de seguridad ante el acontecimiento de hechos o actos que pongan en riesgo a la población, la seguridad pública, la salud pública, la prestación de los servicios hídricos o al ambiente, pero no señala nada en específico en materia de sequía, y en el artículo 100 del mismo ordenamiento señala que en épocas de estiaje, escases de agua comprobada o previsible, en caso de desastres naturales, o por eventos que constituyan caso fortuito o fuerza mayor, o por mantenimiento y reparación, podrá establecer condiciones de restricción en las zonas afectadas, durante el tiempo necesario para solventar las contingencias, previo aviso oportuno a los usuarios por medios de comunicación disponibles, y **Quinto.-** En el Plan Municipal de Desarrollo 2014–2018, se señala como objetivo el establecer sistemas de asistencia y protección a personas susceptibles o en situación de vulnerabilidad, pero no especifica nada en materia de sequía.

### **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. xxx 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, 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; Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS); 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 la 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); 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; e internacional; Tratados Internacionales en la materia y Organización Meteorológica Mundial.



## Ámbito Estatal.

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

Constitución Política del Estado; Ley Estatal de Protección Civil; Ley del Agua para el Estado; Ley del Sistema de Protección Civil del Estado; Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado; Ley de Planeación del Estado; Ley Estatal de Salud; Ley de Protección al Ambiente y Desarrollo Sustentable, Reglamento Interior del CEAS del Estado.

## Ámbito Municipal.

Podemos considerar que es necesario elaborar un marco legal específico en materia de sequía para la ciudad de Puebla y sus demás ciudades del estado de Puebla, ya que no existe un marco regulatorio a nivel municipal.

Creación de la Secretaría de Medio Ambiente y Servicios Públicos del Municipio de Puebla; Código Fiscal Municipal; Ley de Coordinación Hacendaria del estado y sus Municipios; Plan Municipal de Desarrollo, ciudad de Puebla; Reglamento Interior del Instituto Municipal de Planeación, Ley Orgánica Municipal y Ley de Hacienda Municipal.

Tabla 4.1 Aspectos legales en materia de sequía para la ciudad de Puebla, Pue.

<b>Propuesta de complemento o modificación</b>				
<b>Instrumento</b>	<b>Artículos</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Ámbito</b>	<b>Propuesta</b>
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.
Constitución Política del Estado de Puebla		No señala un capítulo específico en materia de sequía en zonas urbanas.	Estatal	Elevar a rango constitucional la figura de sequía para zonas urbanas del estado de Puebla.
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.
Reglamento del uso eficiente del agua Municipal		El municipio de Puebla no cuenta con una reglamentación en el uso eficiente del agua.	Municipal	Reglamentar el uso eficiente del agua en la ciudad de Puebla ante los casos de sequía.
Reglamento o Manual en materia de sequía urbana		El municipio de Puebla no cuenta con una reglamentación o manual en materia de sequía en zona urbana.	Municipal	Reglamentar en materia de sequía en zona urbana

Propuesta de complemento o modificación				
Instrumento	Artículos	Observaciones	Ámbito	Propuesta
Ley del Agua del Estado de Puebla	99	Señala que por falta de pago podrá suspender los servicios hídricos, pero la figura de sequía como tal no la reconoce en su normatividad interna municipal, sólo habla de estiaje, escases de agua comprobada pero previsible.	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.
Plan Municipal de Desarrollo 2014-2018	Objetivo	Señala establecer sistemas de asistencia y protección a personas susceptibles o en situaciones de vulnerabilidad, pero no especifica esto en materia de sequía.	Municipal	Reglamentar y programar en materia de sequía urbana

## 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.

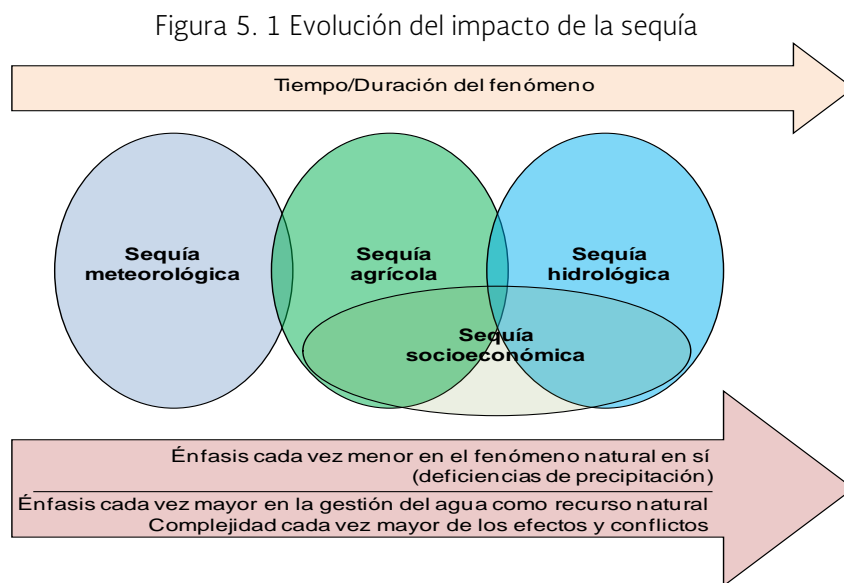
Según el tipo de impactos o consecuencias que produce la sequía, se pueden distinguir las siguientes definiciones aplicadas al concepto:

- **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.



Fuente: adaptada de NDMC (2002).

Sea cual sea la definición de sequía considerada, es importante tener en cuenta que la **sequía** consiste en un periodo de escasez temporal de agua frente a las condiciones habituales; mientras que la **aridez** es una característica climática natural en regiones de baja precipitación, y por tanto permanente y el **estiaje** una característica climática estacional con baja o nula precipitación en un periodo específico.

Por tanto, si el déficit de agua es transitorio, provocado por una sequía, se aplicarán medidas temporales, mientras que si el déficit es permanente requiere acciones a largo plazo integradas en la planificación hidrológica general, bien sobre la oferta de recursos o sobre la gestión de la demanda. Y en un ciclo hidrológico normal, después de la época de lluvias, vendrá el estiaje y así sucesivamente, a menos, que ocurra una sequía.

## 6. ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS SEQUÍAS EN LA CIUDAD DE PUEBLA

### 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 Puebla

La ciudad de Puebla ha experimentado un incremento acelerado 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 embalses y escurrimientos superficiales en su mayoría de tipo intermitente.

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 6.1 Sequías históricas

Año	Mes	Área afectada	Características	Efectos
1884	Jun-sept	Todo el interior del país	Falta de lluvias de la temporada	Pérdida casi total de las cosechas. Carestía en artículos de primera necesidad.
1885	Mayo-jul	Oaxaca, <b>Puebla</b>	Falta de lluvias y helada tardía	Pérdida de las sementeras (semillas sembradas) de maíz.
1891		Casi todo el país	Escasez de lluvias todo el año	Malas cosechas. Milpas raquíticas. Muerte de ganado.

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Área afectada</b>	<b>Características</b>	<b>Efectos</b>
1894	Ene-jul	Distrito de Huauchinango	Escasez de lluvias	Se prevén muy malas cosechas. Escasez de cereales. Descontento de la población.
1895	Mar-sept	Valle de Tehuacán	Nada de lluvias y heladas tempranas	Pérdida en las cosechas de temporal. El maíz sube de precio.
1906	Junio	Sierra de Puebla	Lluvias tardías y luego exceso de lluvias	Malas cosechas
1906	Ago-sept	<b>Puebla</b>	Ausencia de lluvias	Pérdida de gran parte de la cosecha de maíz y cebada. Aumento de precios
1908	Sept	Interior del país	Mala temporada de lluvias. Heladas.	Pérdida parcial de cosechas. No se llenan las presas y bordos.
1922	Junio	<b>Puebla</b>	Sequía que amenaza a los cereales	Temperaturas elevadas. Lluve en los últimos días del mes.
1925	Junio	Todo el país	Intensa sequía	Las siembras corren peligro de perderse. Solo 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	Prolongada sequía	Los ríos y las persas se secan. Pérdidas en agricultura y ganadería.
1958	Abr-may	Nacional	Sequía prolongada	Se calculan daños en la 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
1970	Mayo	Nacional	Acentuada sequía	Se busca dar empleo en las zonas de desastre. Se organiza un plan de lucha contra la sequía
1977	Ago-sept	<b>Puebla</b>	Prolongada sequía	Pérdidas de cultivos básicos (maíz, frijol, cebada)
2005		Varios municipios de Guerrero, <b>Puebla</b> y Tlaxcala	Sequía	Pérdidas de cultivos en 16,347 hectáreas que fueron indemnizadas por SAGARPA por un monto total de 10 MDP.
2009		Varios municipios de Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, <b>Puebla</b> 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 fueron Puebla y Tlaxcala.

Año	Mes	Área afectada	Características	Efectos
2010		Varios municipios de Guerrero, Jalisco, México, <b>Puebla</b> y Tlaxcala	Sequía	Se pierden 10,697 hectáreas de cultivos de maíz, por lo que la SAGARPA otorga una indemnización total de 9.3 millones de pesos. Los estados más afectados son Puebla y Tlaxcala
2011		Varios Municipios de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán y <b>Puebla.</b>	Sequía y helada	Pérdidas de cultivos de maíz y sorgo, principalmente, en un total de 23,123 hectáreas, que son indemnizadas por la SAGARPA con una erogación total de 30.8 millones de pesos. El estado más afectado es Guerrero.

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 que 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.

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 Puebla mantiene una intensa actividad de tipo industrial.

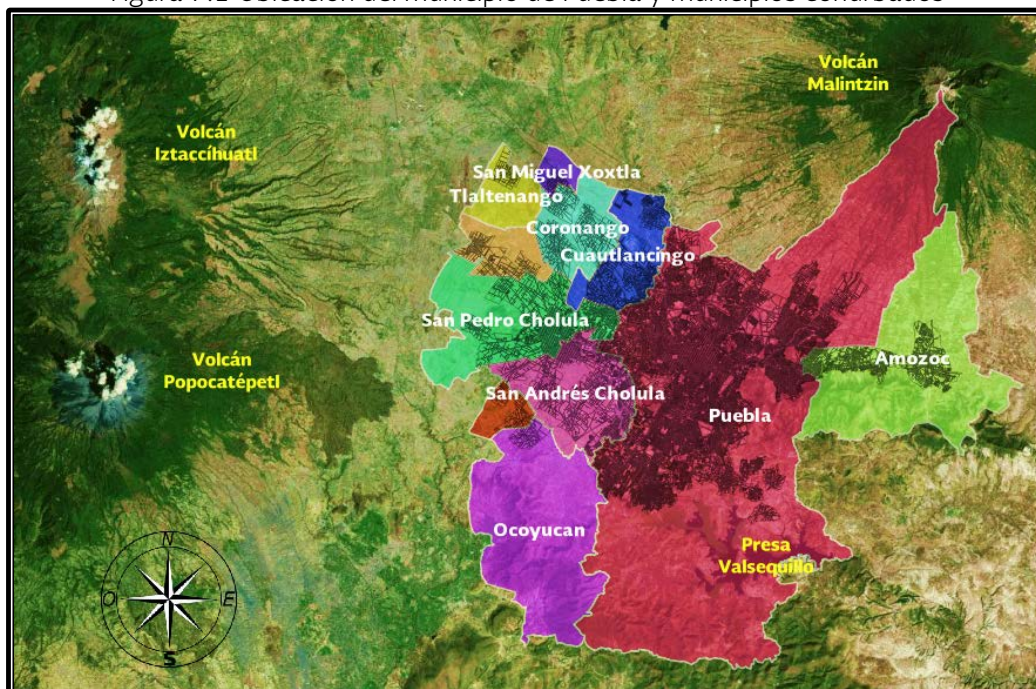
La sequía en un contexto general, tiene diferentes etapas de desenvolvimiento, si bien en su inicio se puede definir por la escasez en cuanto a la precipitación se refiere, en caso de que ésta perdure, otros sectores, como el agrícola, hídrico y por último social se refleja en sus impactos a estos sectores. 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.

## **7. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CD. DE PUEBLA, PUE.**

El municipio de Puebla se localiza en el centro-oeste del estado que lleva el mismo nombre. Se ubica en la región entre los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Malintzin.

Figura 7.1 Ubicación del municipio de Puebla y municipios conurbados



Fuente: Elaboración propia para este estudio

Los datos de población para los municipios conurbados al municipio de Puebla señalados en la se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.1 Población registrada en 2010 y proyectada para 2015 y 2030

Clave	Nombre	Extensión (km <sup>2</sup> )	Población		
			2010	2015	2030
21015	Amozoc	134	100,964	117,375	138,214
21034	Coronango	37	34,596	38,333	43,941
21041	Cuautlancingo	38	79,153	96,787	113,379
21106	Ocoyucan	119	25,720	29,169	34,637
21114	Puebla	545	1,539,819	1,634,141	1,785,694
21119	San Andrés Cholula	58	100,439	116,347	133,513
21136	San Miguel Xoxtla	8	11,598	12,450	14,008
21140	San Pedro Cholula	77	120,459	128,880	142,921
21181	Tlaltenango	21	6,269	6,732	7,570
	<b>Sumas</b>	1,037	2,019,017	2,180,214	2,413,877

Fuente: Censo de población 2010, INEGI y proyecciones 2010–2030 de CONAPO.

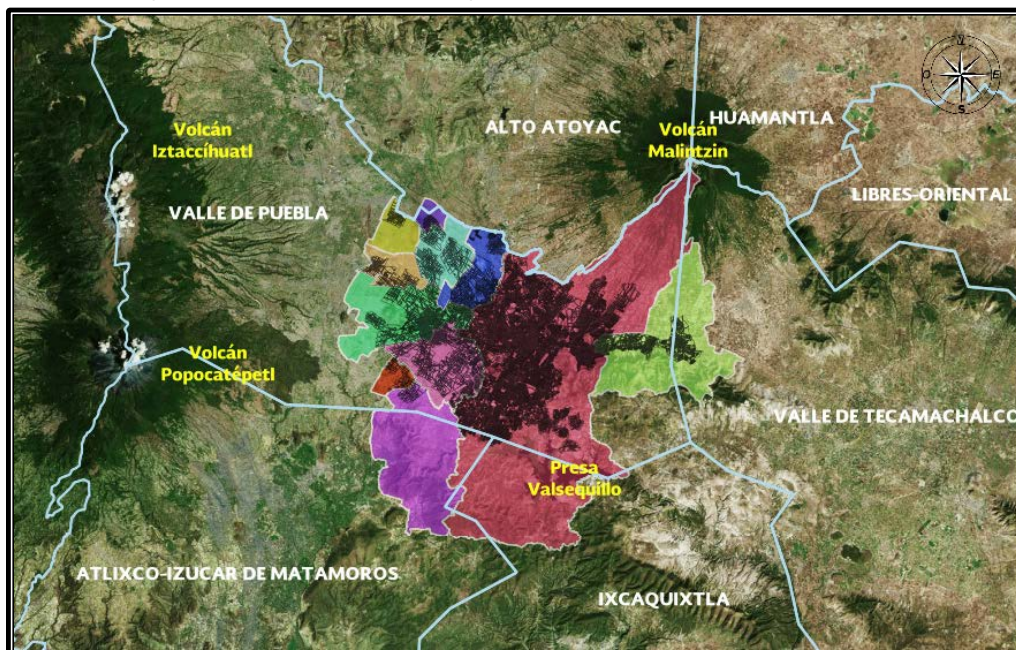
La población presenta un crecimiento constante en el período proyectado, incrementándose la tasa anual promedio en el período 2015–2030 respecto de la del período 2010–2015. Así, el municipio de Puebla tiene una tasa de crecimiento del 0.60% de 2010 a 2015 y del 0.89% de 2015 a 2030. Amozoc, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula, los tres municipios con más de 100 mil habitantes, muestran tasas de crecimiento anual promedio por encima del 1%. El sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP) ofrece sus servicios al municipio de Puebla y a ciertas regiones conurbadas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Coronango, Cuautlancingo y Amozoc.

## 7.1 Hidrología

### 7.1.1 Hidrología subterránea

La zona urbana de Puebla se encuentra casi por completo dentro del acuífero 2104 Valle de Puebla.

Figura 7.2 Acuíferos en la región de la zona conurbada de Puebla.



Fuente: Elaboración propia para este estudio

Los datos de disponibilidad de los acuíferos en la región se muestran a continuación, siendo el acuífero del Valle de Tecamachalco el único con déficit de casi 47 hm<sup>3</sup>.

Tabla 7.2 Datos de disponibilidad y condición de los acuíferos de la región

Clave	Acuífero	Hectómetros cúbicos (hm <sup>3</sup> )					Relación Extracción /Recarga	Sup. km <sup>2</sup>
		R	DNCOM	VCAS	DAS	DÉFICIT		
2101	Valle de Tecamachalco	157.1	0	203.9		<b>-46.8</b>	1.298	3,353.2
2102	Libres-Oriental	179.3	20.0	159.2	<b>0.1</b>		0.888	3,995.1
2103	Atlixco-Izúcar de Matamoros	244.3	83.9	113.2	<b>47.2</b>		0.463	2,667.0
<b>2104</b>	<b>Valle de Puebla</b>	<b>339.6</b>	<b>35.7</b>	<b>252</b>	<b>51.9</b>		<b>0.742</b>	<b>2,034.1</b>
2106	Ixcaquixtla	110.3	1.3	39.9	<b>69.1</b>		0.362	9,579.4
2901	Alto Atoyac	212.4	41.0	124.7	<b>46.7</b>		0.587	2,042.6
2903	Huamantla	98.3	20.5	57.9	<b>19.9</b>		0.589	856.0

R = Recarga media anual

DNCOM = Descarga natural comprometida

VCAS = Volumen concesionado de agua subterránea

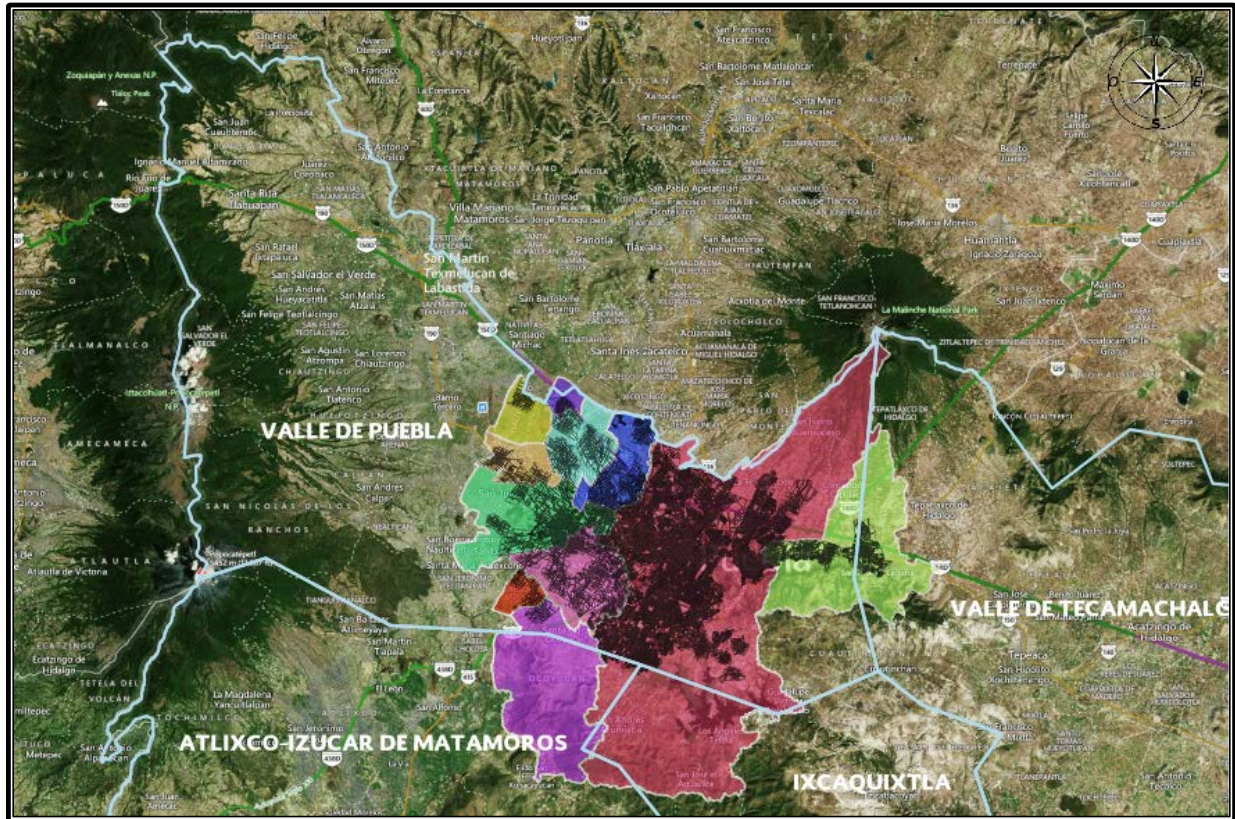
DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea

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.

La zona conurbada de Puebla se encuentra en el extremo sureste del acuífero, que se desarrolla desde el eje formado por los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl por el oeste, hasta el volcán Malintzin por el este.



Figura 7.3 El acuífero Valle de Puebla.



Fuente: Elaboración propia para este estudio

Algunas zonas de los municipios conurbados forman parte de los acuíferos 2103 Atlixco–Izúcar de Matamoros y 2106 Ixcaquixtla, sin embargo solamente el municipio de Amozoc presenta traza urbana dentro del acuífero 2101 Valle de Tecamachalco.

El acuífero 2106 Ixcaquixtla no solamente es el más extenso, sino el que presenta la mejor relación extracción/descarga, con 0.362, por lo que su disponibilidad es la más alta de la región con 69.1 hm<sup>3</sup>.

Sin embargo, el acuífero 2104 Valle de Puebla, que provee agua a buena parte del corredor industrial San Martín Texmelucan–Puebla, presenta una relación de 0.742, esto es, actualmente están concesionadas las tres cuartas partes del agua que se estima como volumen de recarga.

Este acuífero presentaba una disponibilidad de 61.4 hm<sup>3</sup> en registros anteriores al año 2000, descendiendo a 38.6 hm<sup>3</sup> en 2001 y hasta 18.4 hm<sup>3</sup> en 2009, lo que lo colocaba en una condición aún más cercana al equilibrio<sup>1</sup>.

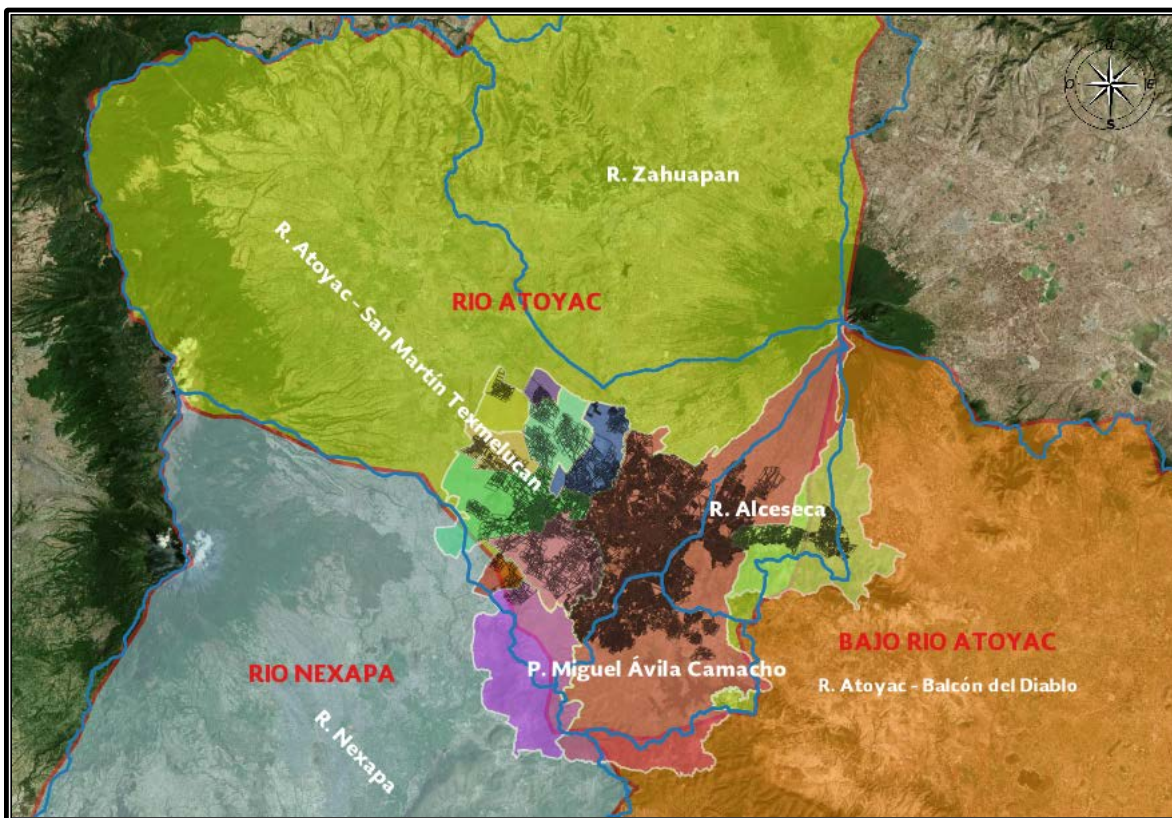
En este caso, se encuentra que el crecimiento de la población lo mismo que el aumento previsible en la demanda de agua para usos industriales y de servicios, colocan a este acuífero muy cerca del equilibrio y, eventualmente, del déficit, condición que hoy se observa en el vecino acuífero 2101 Valle de Tecamachalco.

### 7.1.2 Hidrología superficial.

La zona conurbada de Puebla se localiza en su mayoría en la cuenca 18A Río Atoyac (Figura 7.4).

<sup>1</sup> Plan de gestión ambiental para el municipio de Puebla. 2012.

Figura 7.4 Cuencas hidrológicas en la zona conurbada de Puebla.



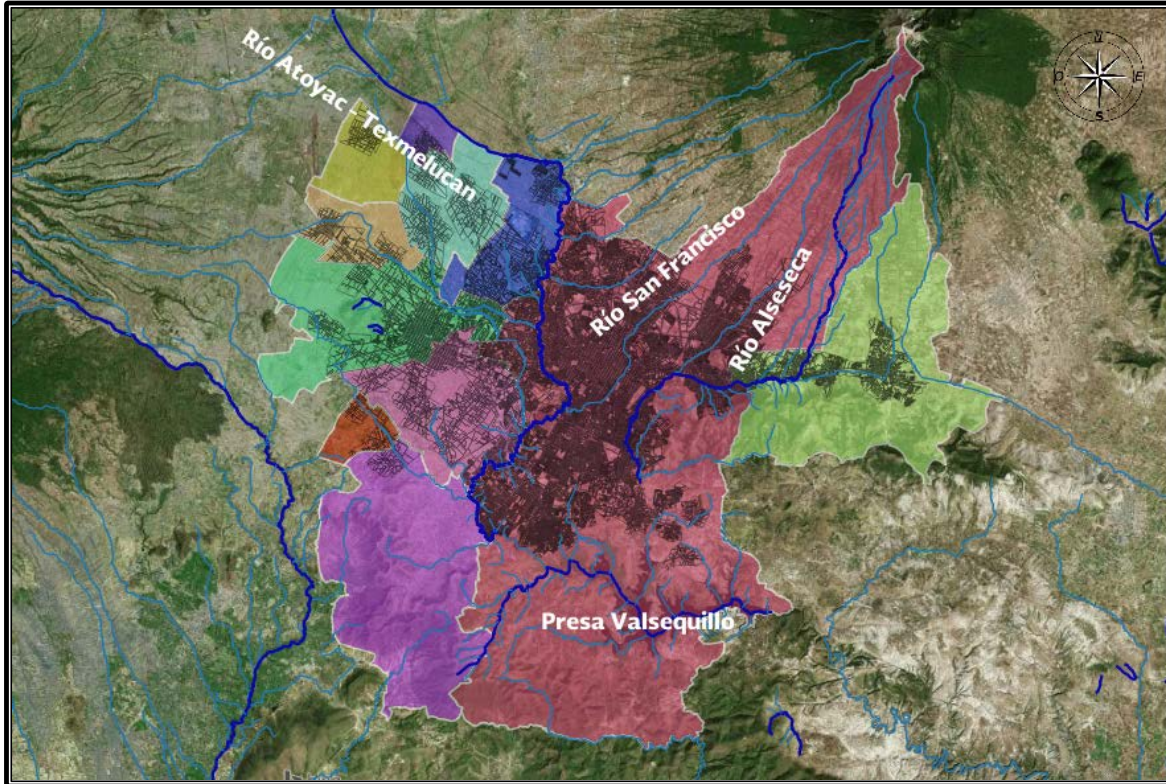
Fuente: Elaboración propia para este estudio

La mayor subcuenca es la 18Ad Río Texmelucan, dentro de la que se ubica alrededor del 60% de la zona conurbada. El resto se localiza en la cuenca 18Aj Río Alseseca y la 18Ac Presa Miguel Ávila Camacho (Valsequillo). Otras cuencas que también contienen parte de los municipios conurbados son la del Río Nexapa, por el suroeste y la del Bajo Río Atoyac, en el extremo oriente.

El municipio cuenta con tres importantes ríos: el río Atoyac, que corre en la parte poniente del Municipio y sirve como límite municipal con San Andrés Cholula, Ocoyucan, Cuautlancingo y Tlaxcala; el río Alseseca, que nace en las faldas de La Malinche y corre en la parte centro-este del municipio, desembocando en la presa de Valsequillo; el río San Francisco, localizado en la parte central del municipio, inicia en las faldas de La Malinche, pasa por el centro de la mancha urbana de la ciudad de Puebla, en donde está entubado en la parte que corresponde al centro urbano, y se une al río Atoyac para después desembocar, también, en la presa de Valsequillo<sup>2</sup>, como se observa en la siguiente figura.

<sup>2</sup> Plan de gestión ambiental para el municipio de Puebla. 2012.

Figura 7.5 Principales corrientes existentes en la zona conurbada.



Fuente: Elaboración propia para este estudio.

Con base en la publicación de disponibilidad para las cuencas hidrológicas de la RH 18 Balsas, en el Diario Oficial de la Federación del 28 de agosto de 2013, las tres cuencas en las que se localiza la zona conurbada de Puebla se encuentran en condición de déficit. Cabe mencionar que de las 15 cuencas que componen la RH 18 Balsas, solamente una tiene condición de disponibilidad: en la desembocadura de la cuenca del Río Bajo Balsas.

## 7.2 Perfil ambiental

En general, las condiciones ambientales y del clima inciden de lleno en los hábitos del consumo del 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.

### 7.2.1 Clima

Por su ubicación en el altiplano mexicano, la zona presenta en su ciclo anual dos períodos: seco y húmedo. Los climas presentes son:

Templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, temperatura anual media entre 12 y 18°C. La variación térmica se sitúa entre 5 y 7°C. El aumento de lluvia en el verano se debe a tres razones principales: formación de nubes orográficas, movimiento convectivo y aportación de humedad desde los sistemas tropicales. Este es el tipo de clima dominante en la zona.

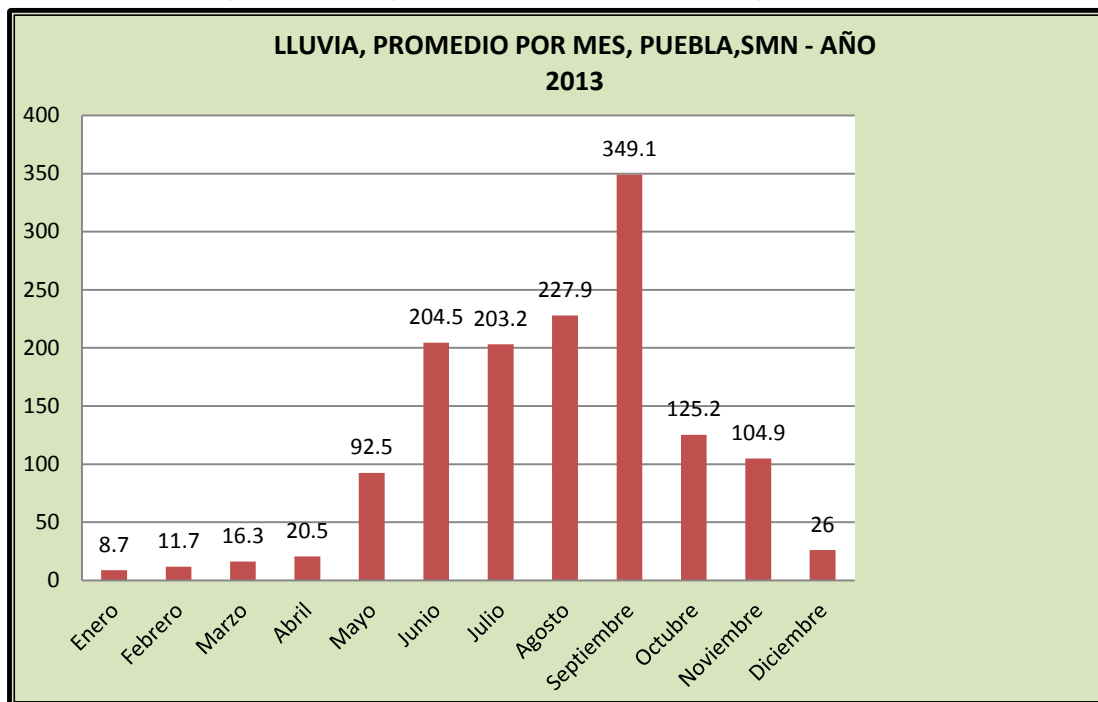
En la franja poniente de la zona se presentan climas templados subhúmedos, la variedad más húmeda Cb(w2)(w) presente en la parte media del volcán, mientras que hacia el sur el menos húmedo Cb(w0)(w) es el que predomina. En la región central de la zona conurbada se presente el intermedio Cb(w1)(w), que cubre casi la totalidad de la mancha urbana dentro del municipio de Puebla.

De Norte a Sur en la zona de La Malinche se tiene el clima E(T)C frío subhúmedo, después el Cc(w2)(w) semifrío subhúmedo, con menos de cuatro meses y temperatura media mayor a 10°C, además del clima Cb'(w2)(w) semifrío subhúmedo con más de cuatro meses y temperatura media mensual mayor a 10°C.

### 7.2.2 Precipitación.

El período de lluvias se presenta del mes de mayo al de octubre con dos máximos típicos: uno en el mes de junio y el otro en el mes de septiembre. Este régimen de precipitaciones se ve afectado en las franjas extremas norte y suroeste, donde los climas Cb(w2)(w) y Cb(w1)(w) predominan. La precipitación media estatal es 1,270 mm anuales.

Figura 7.6 Precipitación promedio en el municipio de Puebla

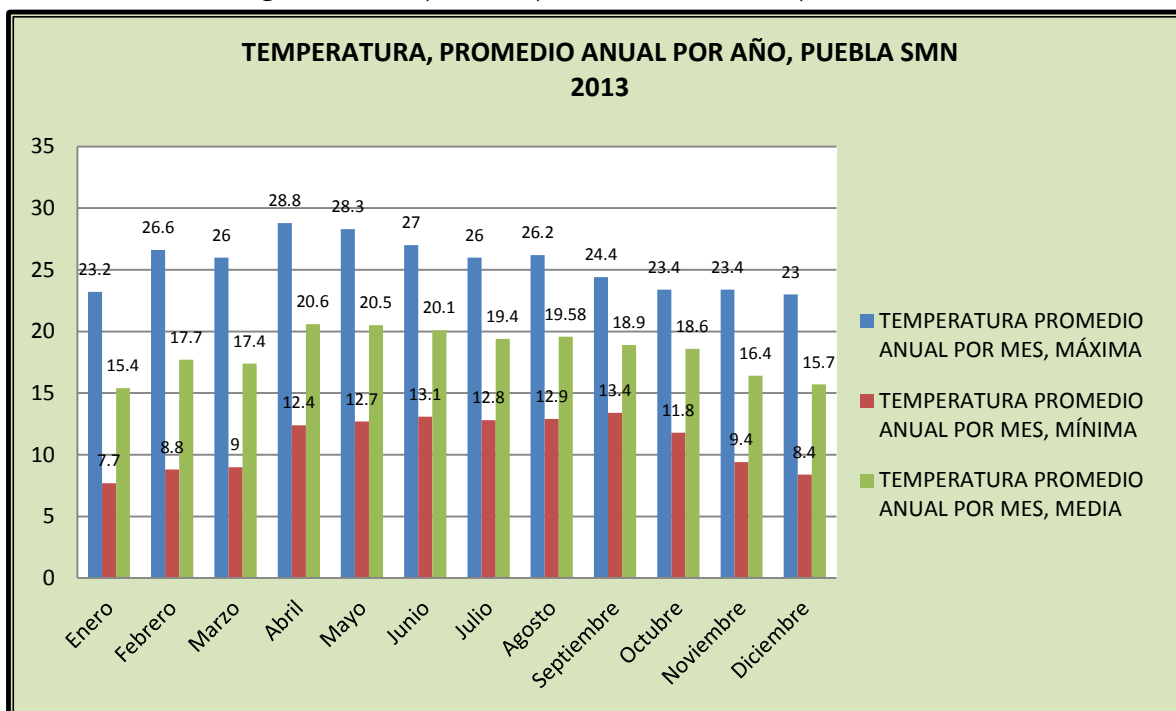


Fuente: Reporte del clima en México, Reporte Anual. Servicio Meteorológico Nacional, 2013.

### 7.2.3 Temperatura.

La distribución isotérmica en la zona guarda una relación inversa con la altitud, disminuyendo a razón de 0.65°C por cada 100 m de desnivel. Las temperaturas extremas se presentan en la parte alta del volcán Malintzin (5°C) y en la región sur de la zona, donde la media anual alcanza los 18°C.

Figura 7.7 Temperatura promedio en el municipio de Puebla



Fuente: Reporte del clima en México, Reporte Anual. Servicio Meteorológico Nacional, 2013.

#### 7.2.4 Vientos.

La zona está bajo la influencia de la corriente húmeda de los vientos alisios, por lo que de fines de octubre a mediados de mayo dominan los vientos secos y fuertes del oeste, que descienden de las latitudes templadas en el Oeste de los Estados Unidos y/o del Océano Pacífico del Norte.

Por otra parte, al ser determinante el efecto topográfico, se establecen dos sistemas tipo valle-montaña:

- El que circula entre el Valle de Puebla y el volcán Malintzin, que consiste en vientos suroeste-noroeste desde las primeras horas de la tarde hasta las primeras de la madrugada y de noroeste - suroeste, desde las primeras horas de la madrugada hasta el medio día siguiente.
- El que se mueve entre los llanos situados al Este de Puebla y la Sierra Nevada, que consiste en vientos noroeste - suroeste por la mañana y suroeste - noroeste por la tarde y noche.

Ocurren también vientos de menor intensidad en dirección Norte-Sur en los llanos situados al Norte y Sur de la región, Sierra de Amozoc, depresión de Valsequillo y Sierra del Tentzo.

Con base en lo anterior, se encuentra una zona conurbada de clima subhúmedo, con pocas corrientes de agua, nula disponibilidad de agua superficial, situada sobre un acuífero que cuenta con disponibilidad.

#### 7.3 El Organismo Operador (SOAPAP).

El Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP) fue creado por decreto del Congreso del Estado de Puebla publicado el 28 de diciembre de 1984. Posteriormente se le hicieron reformas, adiciones y derogaciones en los años 1991 y 1994<sup>3</sup>. En diciembre de 2013 se llevó a cabo la licitación pública para el otorgamiento de la concesión por 30 años para la prestación del servicio público de agua potable,

<sup>3</sup> LÓPEZ Zamora, Rafael de Jesús. Sujetos sociales, conflictos y gestión de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el “espacio social-natural” de la Ciudad de Puebla (1974-2010). Tesis de doctorado en economía política del desarrollo. BUAP. 2013.

drenaje, alcantarillado, saneamiento y disposición de aguas residuales; ganando la empresa Concesiones Integrales.

El sistema ofrece los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a los habitantes de la mayor parte del municipio de Puebla y a ciertas regiones conurbadas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Coronango, Cuautlancingo y Amozoc.

En el año 2008<sup>4</sup> el área de servicio estimada fue del 32.49% del territorio municipal, dividiéndola en 8 sectores:

- Sector 1: San Alfonso.
- Sector 2 Clavijero
- Sector 3.1 Acuaférico-Norte
- Sector 3.2 Acuaférico Norte 2
- Sector 4 La Constancia
- Sector 5 Acuaférico-Poniente
- Sector 6 Carcaña
- Sector 7 Nealtican-Recta-Atlixcáyotl.

El Censo de Población y Vivienda 2010 registró una cobertura total del 96.4% en el servicio de agua potable y un 95.5% en drenaje y alcantarillado, en ese mismo año se estimó en un 94% la cobertura de saneamiento de aguas residuales. Para entonces 51,500 habitantes no tuvieron acceso a los servicios de agua potable y 64,750 a servicios de drenaje y saneamiento, sólo en la ciudad de Puebla<sup>5</sup>.

La distribución del servicio en el área de influencia del SOAPAP en 932 colonias, unidades habitacionales y fraccionamientos registrados, es mediante servicio continuo al 4.7% de los usuarios, y servicio diario al 9%, el resto es servicio tandeado. La zona con tandeos más espaciados se localiza al sureste de la ciudad. El tandeo obedece a la falta de infraestructura, principalmente de almacenamiento y regulación.

El número de tomas y su distribución por tipo de servicio ha evolucionado entre 2008 y 2010 conforme a las cifras que se presentan en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Número de tomas y distribución por tipo de servicio en 2008 y 2010.

Tipo de servicio	Tomas	
	2008	2010
Doméstico	88%	84%
No doméstico	11%	16%
<b>Número de tomas</b>	<b>417,873</b>	<b>412,294</b>

Fuente: Elaborado con información del Plan de Gestión Ambiental para el Municipio de Puebla. 2012; y del estudio de Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla, municipio de Puebla, CEASPUE, 2008.

La entrada en operación del régimen de concesión en la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento permitirá establecer maneras diferentes de planeación, operación y mantenimiento, lo que incluye todo lo referente a condiciones de sequía.

<sup>4</sup> Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla, Municipio de Puebla. Contrato CEASPUE-APAZU-DIAGNOSTICO-01-2008-171. Comisión estatal de agua y saneamiento de Puebla (CEASPUE). 2008.

<sup>5</sup> Plan de gestión ambiental para el municipio de Puebla. 2012.

## 8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

En el 2008 se estimó que el SOAPAP atendía 1'250,856 usuarios, con una demanda de 7,227.80 l/s (Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla, Municipio de Puebla. Contrato CEASPUE-APAZU-DIAGNOSTICO-01-2008-171. Comisión estatal de agua y saneamiento de Puebla, CEASPUE, 2008) Esto significa una dotación de 499 l/hab/día.

Por otro lado, el volumen anual producido reportado es de 111'057,947 m<sup>3</sup>, CEASPUE, 2008, lo que significa un gasto promedio de extracción igual a 3,521.62 l/s y una dotación de 243.2 l/hab/día. Volumen utilizado en 615 aprovechamientos, para satisfacer 222 usos agrícolas, 83 domésticos, 80 industriales y 230 público urbano.

Para el 2010 se estimaba una dotación de agua potable superior a los 200 l/hab/día. El reporte de producción señala un gasto promedio de 3.70 m<sup>3</sup>/s, lo que representa una dotación de 214.8 l/hab/día, según el Plan de Gestión Ambiental para el Municipio de Puebla. 2012.

La eficiencia global calculada en 2008 alcanzó el 61%, por los que las pérdidas totales representaron el 39%. Con estos porcentajes, el consumo en 2008 fue de 148.4 l/hab/día mientras que para 2010 habría descendido a 130.5 l/hab/día.

## 9. ANÁLISIS DE LA OFERTA

En 2008 el SOAPAP operó 179 pozos, con una capacidad instalada de 3,625.89 l/s. El caudal producido promedio registrado fue de 3,521.62 l/s, CEASPUE, 2008.

Los recursos hidráulicos existentes para el abastecimiento de agua al área de servicio del SOAPAP estaban representados por las aguas subterráneas del Acuífero Valle de Puebla. Las principales zonas de recarga que alimentan a este acuífero se localizan en las estribaciones de los volcanes Iztaccíhuatl, Popocatepetl y la Malinche.

El acuífero se encontraba en desequilibrio dinámico, ya que presentaba un cambio de almacenamiento del orden de -58.2 hm<sup>3</sup>. El volumen anual disponible del Acuífero del Valle de Puebla era de 38.59 hm<sup>3</sup>, de acuerdo con lo publicado por la CONAGUA, en el mismo acuífero se extraían 247.1 hm<sup>3</sup>,

De las 179 fuentes de abastecimiento (pozos profundos), 73 tienen más de 20 años de uso, 51 entre 10 y 20 años, y los restantes 55 menos de 10 años. El nivel estático promedio es de 68.45 m y el dinámico de 99.42 m.

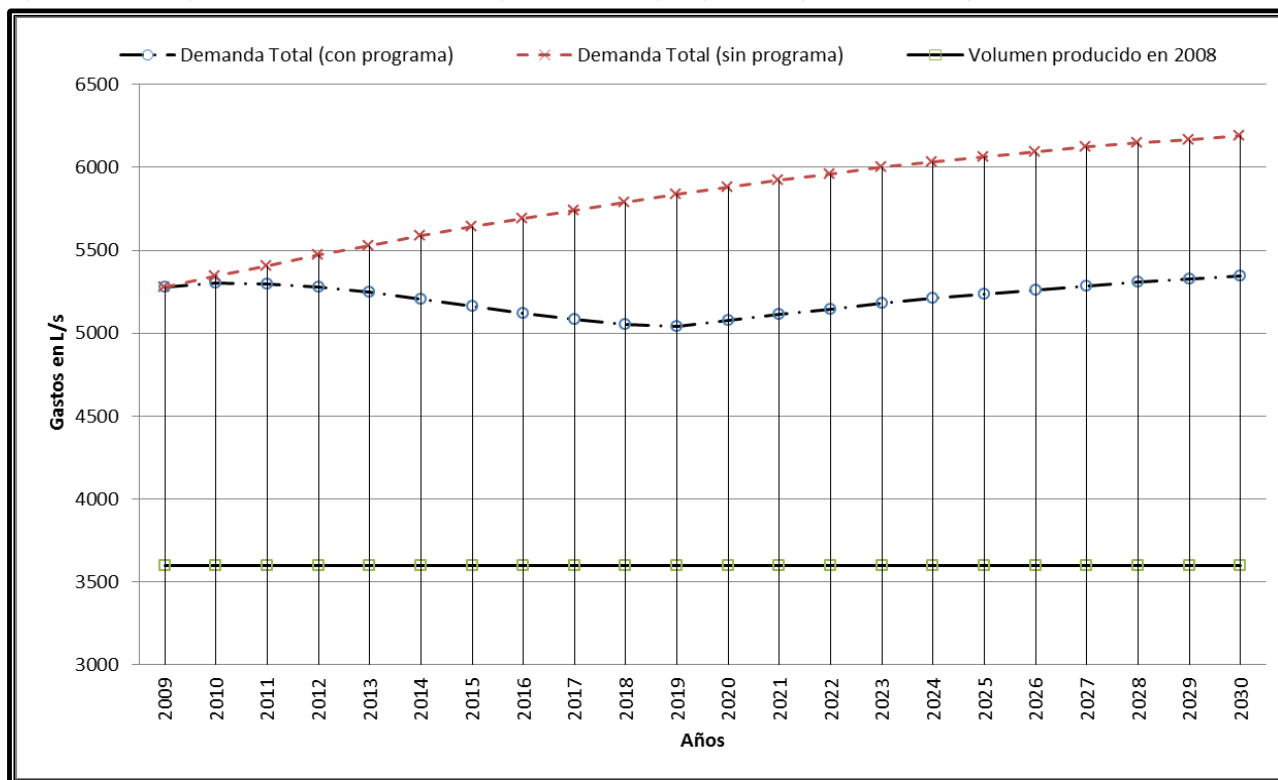
El sistema de desinfección del agua es por medio de una dosificación de una mezcla de agua con hipoclorito de sodio al 13%. Existían, además 4 plantas potabilizadoras que en su conjunto estaban diseñadas para tratar 782 l/s.

Para el mismo año, 2008, existían 53 líneas de conducción con diámetros desde 3" hasta 42" y longitud total de 281,580 m; 159 tanques de almacenamiento, de los cuales 112 son superficiales y 74 elevados. La capacidad total ascendió a 146,089 m<sup>3</sup>. Se reportaron 77 rebombos para transferir, conducir y distribuir el agua; 664.08 km de red primaria y 2,428.01 km de red secundaria, con diámetros que van desde 6" a 30" y 4" a 2", respectivamente.

Para 2010, se tenían 193 pozos profundos operados por el SOAPAP, y distribuidos geográficamente en 10 municipios: Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, Nealtican, Nopalucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Miguel Xoxtla, San Pedro Cholula y Tepatlaxco de Hidalgo<sup>6</sup>.

En la planeación del documento de 2008 se presenta un análisis detallado de la demanda con base en los resultados del padrón de usuarios, micromedición y facturación. De la proyección de los datos se obtiene la siguiente gráfica.

Figura 9.1 Comparativa entre demanda y oferta de agua potable para el municipio de Puebla 2009–2030.



Fuente: Elaborada con datos tomados del Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Puebla, Municipio de Puebla. CEASPUE, 2008.

En la gráfica se observa el comportamiento de la demanda total de agua potable en dos escenarios: el primero contempla la implementación de un programa que reduzca las pérdidas físicas en un 10% y, el segundo escenario mantiene el mismo porcentaje de pérdidas a lo largo del horizonte de planeación. La gráfica de los resultados es comparada con una recta que representa el volumen producido reportado para 2008.

Con base en estas proyecciones se prevé una situación cada vez más complicada para el suministro de agua potable en la ciudad de Puebla.

## 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 Puebla, Pue., 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

<sup>6</sup> LÓPEZ Zamora, 2013.



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. Los recursos garantizados (RG) disponibles para satisfacer las demandas. La demanda para abastecimiento urbano ( $D_u$ ). Respecto a las otras demandas (OD). Las demandas ambientales ( $V_u$ ), en este caso, son menores o "cero".	$P = (RG - (V_{na} + D_u)) / OD$	> 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

Indicador	Definición	Fórmula	Rango del índice
			de un lugar. Las zonas áridas y semiáridas ya de 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 anteriores se consideró la información que proporciona la SOAPAP y CONAGUA. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 10.2. El valor alcanzado en el rango de valores de los índices entre cero (mínimo) al 1 (máximo), indica el grado de vulnerabilidad del sector hídrico ante sequías. En este caso, debido a que aproximadamente el 96% de la zona de estudio está dentro del acuífero del Valle de Puebla, solo se consideró un acuífero.

Tabla 10.2 Índices de vulnerabilidad ante la sequía en la ciudad de Puebla, Pue.

Indicador	Datos	Año
		2013
Grado de presión hidrológica	$(113.9-51.9)/138.1$	0.44
Sobreexplotación de acuíferos	$0/1*100$	0
Proporción de agua residual tratada	$1-(2817/3611)$	0.22

Como se puede observar en la Tabla anterior, la presión que se ejerce sobre el acuífero está en un grado severo, esto se debe a que es grande la demanda para abastecimiento urbano, y se estima que para el año 2030, la población para el municipio de Puebla, ascienda a 1,785,694 habitantes (9.27% más que la actual (2015)). La disponibilidad del acuífero apenas rebasa el equilibrio y aparentemente esta descendiendo, la relación extracción/recarga es de 0.742. Debido a que esta tendencia va en aumento, se puede esperar que la situación se agudice si no se toman acciones en materia de tratamiento, reuso y productividad del agua.

En lo que respecta al volumen de agua residual tratada, se puede apreciar que un buen porcentaje de agua residual está siendo tratada, solo un 22% del agua no. Incrementar esto, puede ser benéfico para una situación de sequía al utilizar estos volúmenes en lugar de agua de primer uso.

La problemática que caracteriza a esta región (incremento en la explotación de los acuíferos), requiere de la implementación de tecnología para aumentar la proporción de agua tratada en las ciudades y así frenar el deterioro de los acuíferos. Se estima que para el año 2030, la población ascienda, y de continuar la tendencia presente de manejo del recurso en la región, se acentuará el rezago en los servicios básicos y si el saneamiento no asegura un buen tratamiento del agua residual (tratamientos biológicos) impactará en la calidad de vida de la población y en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. El incremento en la explotación de los acuíferos de algunas ciudades podría llegar a la sobreexplotación y mayor competencia entre los 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.

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.

Otro riesgo potencial está relacionado con el volcán Popocatepetl, primeramente en qué medida está afectando la recarga de los acuíferos de la región, ya que desde hace algunos años, ya no se presenta nieve a lo largo del todo el año, y en segundo lugar las posibles afectaciones a las fuentes de abastecimiento y en general al sistema de agua y alcantarillado de la zona, debido a alguna o algunas erupciones potenciales importante de los volcanes aledaños a la zona de estudio. Es importante por lo tanto estudiar con más detalle estas situaciones, para tener una mejor idea de sus impactos, y posibles acciones para mitigar sus efectos en el abastecimiento a la zona de estudio.

## 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 Puebla, Pue., 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 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)

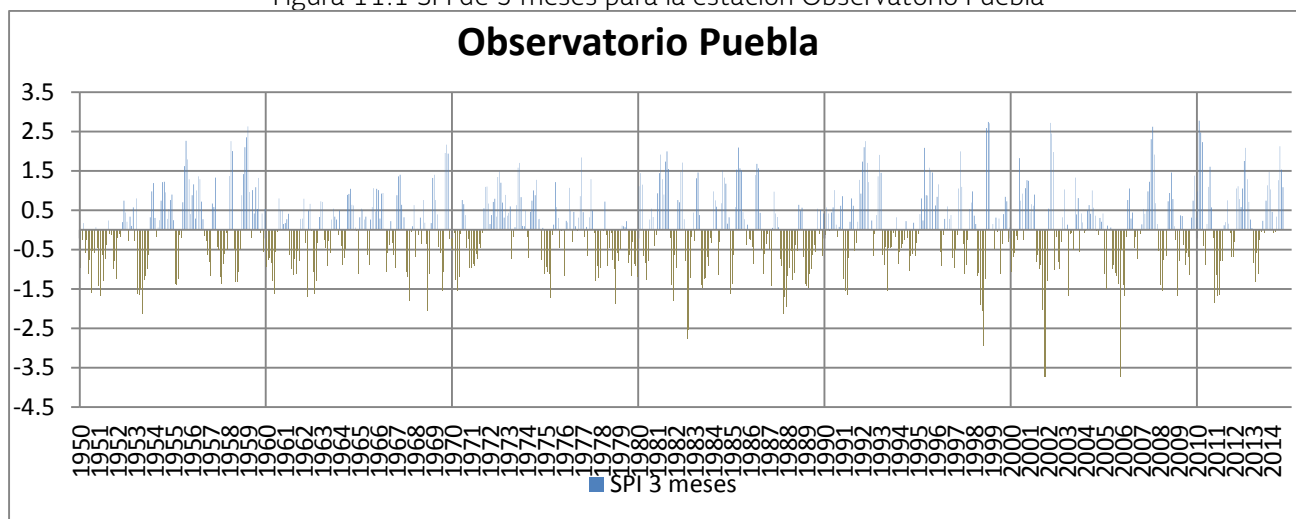
Varios índices desarrollados por Wayne Palmer, así como el Índice de Estandarizado de Precipitación (SPI por su siglas en inglés) han sido útiles para describir las diversas escalas de la sequía.

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. La Figura 11.1 muestra el análisis histórico del SPI para un período de tres meses para la ciudad de Puebla. Claramente se puede observar la variabilidad natural en donde estas condiciones de periodicidad determinan períodos secos (SPI negativo) y húmedos (SPI positivo) casi de forma alterna.

Figura 11.1 SPI de 3 meses para la estación Observatorio Puebla



Las sequías de largo pazo 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.

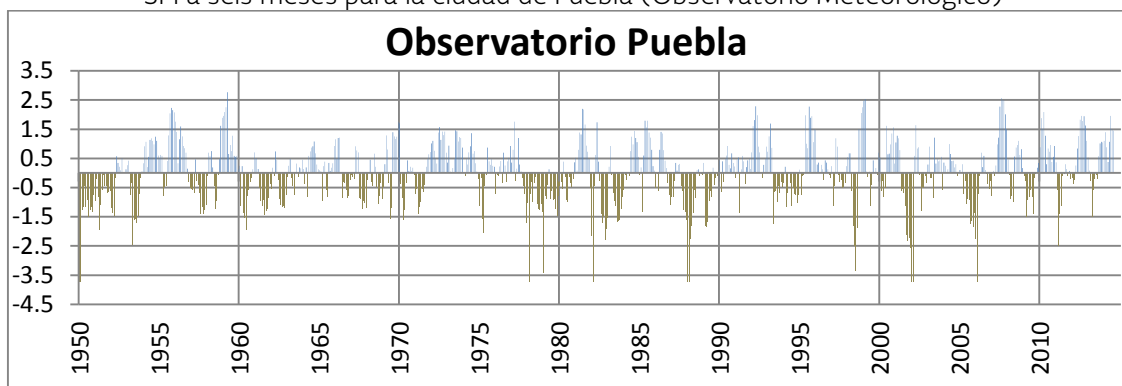
De esta manera se lleva a cabo, estimando valores del SPI, el análisis de frecuencia, duración e intensidad de los eventos de sequía ocurridos en la ciudad de Puebla que se muestra en el inciso siguiente.

## **Análisis de frecuencias de períodos secos y húmedos**

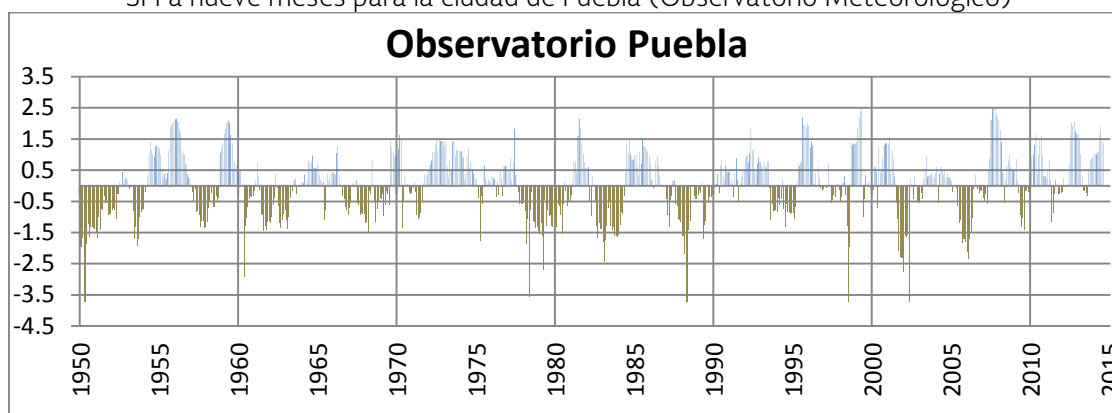
Para determinar el grado de impacto por períodos secos o húmedos en el sitio de interés, es necesario realizar o determinar los valores de SPI a diferentes escalas. A continuación se presentan las estimaciones del SPI para la ciudad de Puebla a escalas de 6, 9 y 12 meses. La Figura 11.2 muestra estas respectivas series históricas del SPI donde se observa que a escalas mayores como la de 12 meses son más claros y largos los períodos secos y húmedos.

Figura 11.2 Estimación del SPI a escalas de 6, 9 y 12 meses

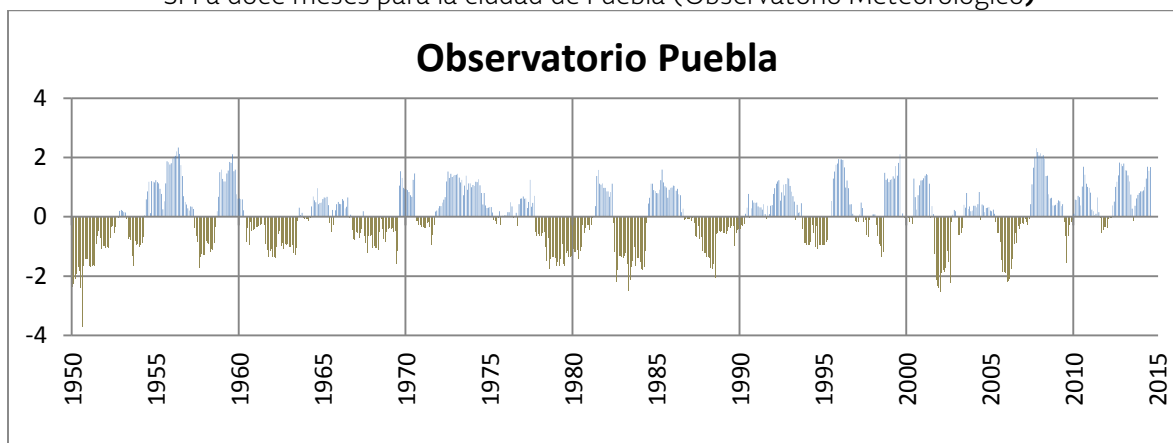
SPI a seis meses para la ciudad de Puebla (Observatorio Meteorológico)



SPI a nueve meses para la ciudad de Puebla (Observatorio Meteorológico)



SPI a doce meses para la ciudad de Puebla (Observatorio Meteorológico)



La Tabla 11.2 muestra la ocurrencia de períodos secos y húmedos para la ciudad de Puebla derivados del SPI de seis meses. Aunque la literatura menciona de la ocurrencia de períodos intensos secos o húmedos con un SPI mayor a 2.00, estos tienen una probabilidad de ocurrir de 2 a 3 ocasiones en un tiempo de 100 años. Éste análisis para la ciudad de Puebla muestra que este tipo de eventos son más frecuentes, al menos dentro del período considerado (1950-2014).

Tabla 11.2 Caracterización de las sequías detectadas para la ciudad de Puebla

Duración (meses)	Periodo (años)	Intensidad	Magnitud	Categoría
<b>28</b>	01/50 - 04/52	<b>-3.72</b>	-30.79	<b>XS</b>
10	05/52 - 02/53	0.57	2.56	LH
9	03/53 - 11/53	-2.45	-10.68	XS
16	12/53 - 03/55	1.24	11.58	MH
3	04/55 - 06/55	-.78	-1.66	LS
16	07/55 - 10/56	2.23	20.3	XH
15	11/56 - 01/58	-1.39	-9.73	MS
24	02/58 - 01/60	2.77	18.33	XH
9	02/60 - 10/60	-1.92	-7.48	YS
5	11/60 - 03/61	0.71	1.96	LH
10	04/61 - 01/62	-1.12	-9.13	MS
12	02/62 - 01/63	-1.14	-5.29	MS
40	02/63 - 05/66	1.08	9.18	MS
10	06/66 - 07/67	-.84	-4.24	LS
7	07/67 - 01/68	-1.23	-8.37	MS
6	08/68 - 01/69	-1.06	-3.99	MS
6	08/69 - 01/70	1.75	8.51	MH
5	02/70 - 05/70	-1.61	-4.39	MS
5	07/70 - 11/70	0.43	0.96	LH
9	12/70 - 08/71	-1.39	-6.39	MS
29	09/71 - 1/74	1.57	29.42	MS
7	12/74 - 06/75	-1.57	-5.4	MH
6	07/75 - 12/75	0.87	2.47	LS
17	04/76 - 08/77	1.76	7.17	MH
<b>39</b>	09/77 - 11/80	<b>-3.72</b>	-32.21	<b>XS</b>
12	12/80 - 11/81	2.17	12.65	XH
22	07/82 - 03/84	-1.91	-19.97	MH
7	06/84 - 12/84	1.44	7.22	MS
9	04/85 - 12/85	1.79	9.44	MH
6	04/86 - 09/86	1.41	4.92	MH
6	10/86 - 03/87	-1.09	-4.03	MS
28	08/87 - 11/89	-3.72	-27.2	<b>XS</b>
36	05/90 - 04/93	2.28	21.19	XH
24	05/93 - 04/95	-1.73	-13.67	MS
18	05/95 - 10/96	2.27	15.73	XH
6	06/97 - 11/97	-0.51	-1.92	LS
7	09/98 - 03/99	2.52	12.34	XH
11	06/00 - 04/01	1.61	11.41	YM
10	05/01 - 02/02	-3.72	-19.54	<b>XS</b>
6	07/02 - 12/02	-1.3	-2.73	MS
22	06/03 - 03/05	1.21	6.87	MH
<b>13</b>	04/05 - 04/06	<b>-3.72</b>	-17.18	<b>XS</b>
12	02/07 - 01/08	2.57	16.24	XH
7	06/08 - 12/08	1.1	5.1	MH
10	01/09 - 10/09	-1.5	-6.52	YS
15	11/09 - 01/11	2.09	13.22	XH
14	02/11 - 03/12	-2.47	-6.23	<b>XS</b>
11	04/12 - 02/13	1.96	13.2	MH
6	03/13 - 08/13	-1.51	-2.78	MS



Duración (meses)	Periodo (años)	Intensidad	Magnitud	Categoría
12	09/13 - 08/14	1.95	13.44	MH

Un análisis de frecuencias, únicamente para los períodos secos, se define muy bien una distribución potencial con un coeficiente de correlación ( $r^2$ ) de 0.8169. Es claro que el número de eventos secos cortos son los que más ocurrieron dentro del período considerado (1950-2014) y reafirma las consideraciones de McKee et al (1993) en el sentido que la frecuencia disminuye inversamente y su duración se incrementa linealmente con el tiempo. Las Figuras 11.3 y 11.4 muestran un análisis de eventos climáticos determinados con el SPI de seis meses. La gráfica muestra que eventos cortos ocurren con mayor frecuencia y a medida que éstos se prolongan, su frecuencia se reduce hasta llegar a los extremos que en número son los menos pero cuya intensidad es mayor.

Figura 11.3 Análisis de períodos secos y húmedos, en el eje vertical se describe el número de eventos y en el horizontal la magnitud definida en valores enteros de Desviación Estándar.

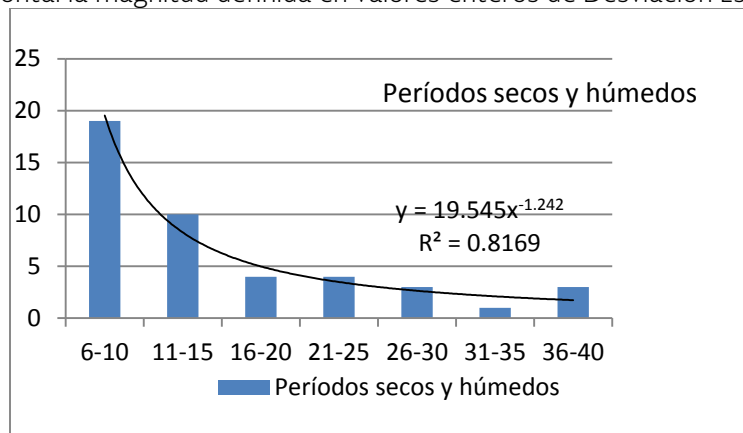
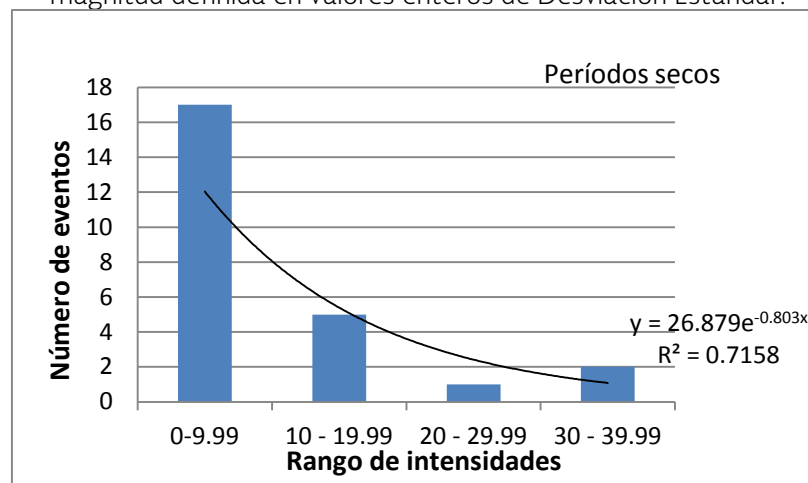


Figura 11.4 Análisis de períodos secos, en el eje vertical se describe el número de eventos y en el horizontal la magnitud definida en valores enteros de Desviación Estándar.



Es claro que **las sequías que mayor impacto tienen en la disponibilidad para la ciudad de Puebla son aquellas mayores a los 6 meses y en función de éstas debería establecerse una propuesta de manejo o reducciones en la extracción.** Por ejemplo, si el SPI-6m durante los últimos dos meses ha sido mayor a 1.0 pero no rebasa 1.5 entonces sería necesario implementar medidas “voluntarias” como son reducir el riego en jardines públicos, lavado de autos, campañas de publicidad en medios locales para concientizar la necesidad de reducir el consumo personal, pues la probabilidad es alta de que la sequía continúe y se intensifique.

Tabla 11.3 Clasificación del SPI por categorías, probabilidad (%) y período de retorno (años)

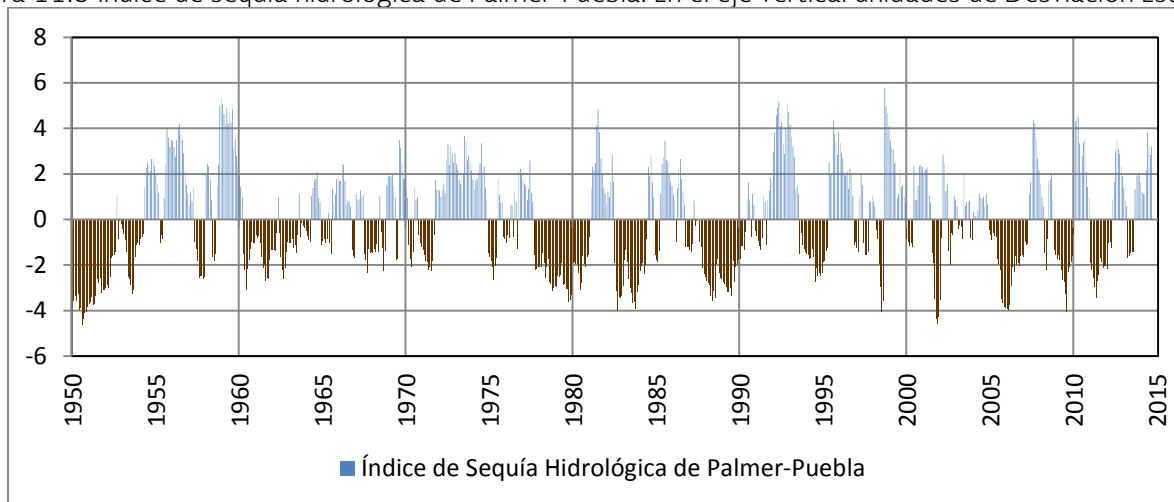
SPI	Categoría	Probabilidad	Período de Retorno
0.99 a -0.99	Normal	68.2	1.5
-1.00 a -1.49	Sequía moderada	9.2	10.9
-1.50 a -1.99	Sequía Intensa	4.4	22.7
-2.00 o menor	Sequía Extrema	2.3	43.5

Fuente: Empleo de la metodología del SPI y SDI, para la toma de decisiones en la operación de presas en México, Horacio Rubio Gutiérrez, Carlos Cervantes Ortiz, Efrén Martínez Ramírez y Guillermo Pérez Luna, Revista Tláloc No. 52, julio-septiembre 2011, pp. 28-32. [www.revistatlaloc.org.mx](http://www.revistatlaloc.org.mx).

Aunque la Tabla 11.3 muestra la relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento de sequía y su período de retorno, es necesario considerar también la gestión y el correspondiente balance hídrico para enfrentar una sequía intensa o extrema. Por esta razón es necesario considerar los volúmenes de reserva que solamente se utilicen cuando se presentan las sequías con las categorías referidas, ésta y otras medidas que están en función del seguimiento de la sequía son relevantes para no llegar a un problema social.

El índice de Sequía Hidrológica de Palmer muestra condiciones cumulativas de largo plazo que afectan directamente al ciclo hidrológico y que refleja condiciones en los niveles del agua subterránea y embalses, fundamentalmente. En principio éste índice llega a ser similar con el SPI-12m.

Figura 11.5 Índice de sequía hidrológica de Palmer-Puebla. En el eje vertical unidades de Desviación Estándar



## 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**.

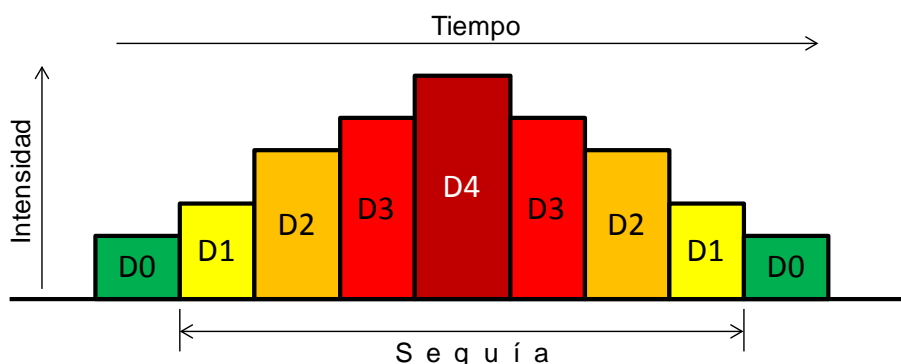
Y para definir las etapas de las sequías, con base en los valores del SPI, se tiene la clasificación propuesta por el *Global Drought Monitor (GDM)*, la cual se muestra en la Tabla 11.4 siguiente. Cabe aclarar que es una desagregación de la Tabla 11.3, que da mayor precisión para atender operativamente las sequías, siendo esta la clasificación que sugiere utilizar la CONAGUA.

Tabla 11.4 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 11.5 se ilustra de manera gráfica la evolución de la intensidad de la sequía a través del tiempo conforme a las etapas mencionadas.

Figura 11. 5 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 Puebla, Pue., 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.

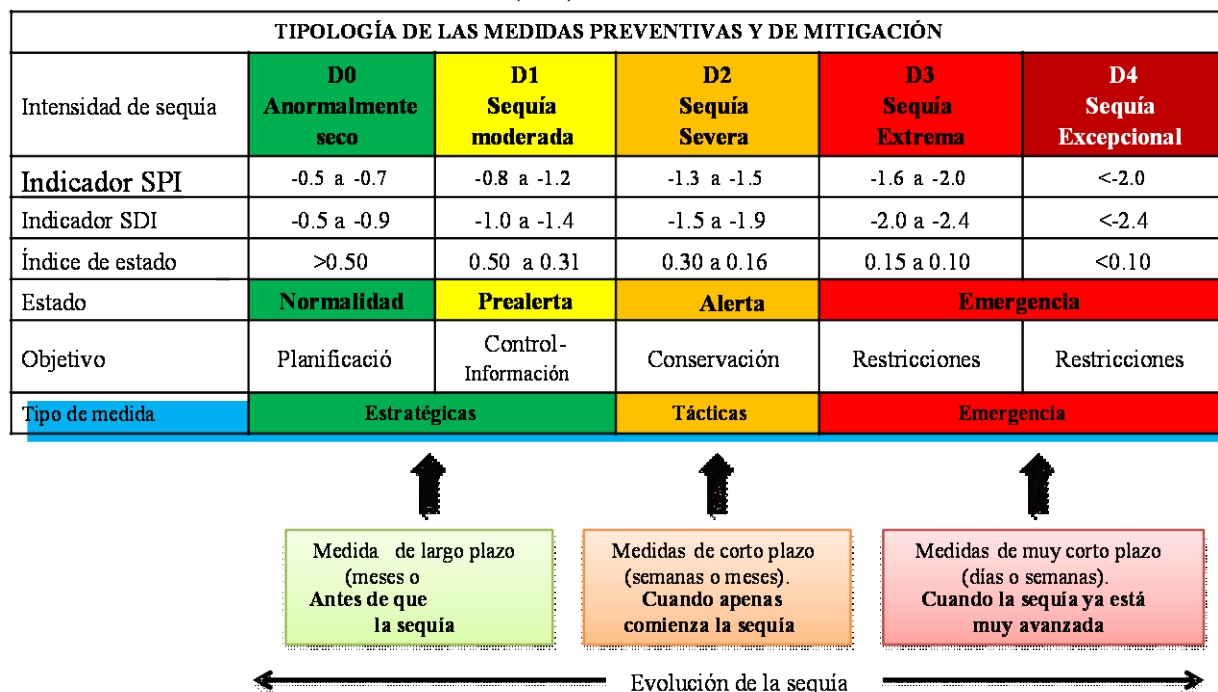
En la 1ª y 2ª sesiones extraordinarias del Grupo Especializado de Ordenamiento (GEO) del Consejo de Cuenca del Río Balsas, celebradas los días 31 de mayo y 9 de agosto de 2013, respectivamente, se determinaron una serie acciones que pueden ser implementadas en el marco de este Consejo de Cuenca, donde se encuentra la ciudad de Puebla, 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 otros indicadores



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

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
<b>Sequía moderada (D1)</b> La meta es reducir la demanda entre 10 y 15%. Se consideran como acciones voluntarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensificar la campaña de información e incluir aspectos técnicos del problema.</li> <li>Aplicación del riego solo en las horas de menor insolación en parques, jardines y camellones.</li> <li>Restringir el consumo de agua para usos no prioritarios.</li> <li>Promover el uso de aditamentos ahorradores de agua en llaves, regaderas y sanitarios.</li> <li>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.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Los usuarios deben revisar sus instalaciones hidráulicas para corregir fugas.</li> <li>Limitar riegos a dos días al semana.</li> <li></li> </ul>	
<b>Sequía severa (D2)</b> La meta es reducir la	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las medidas y programas de racionamiento y las sanciones por su inobservancia, reforzando un</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los usuarios son conminados a apearse totalmente a las restricciones y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementar las sanciones y restringir más el consumo.</li> </ul>

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
<p>demanda entre 15 y 30%. El carácter de las acciones es que sean voluntarias y algunas, de racionamiento, ya obligatorias.</p>	<p>programa de vigilancia y denuncias por otros usuarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependiendo de la duración de la sequía, realizar el suministro sólo para los usos esenciales con estricto tandeo y restricciones en volumen.</li> <li>• Intensificar y detallar la campaña de información apoyada en todos los medios.</li> <li>• Registrar permanentemente la evolución del fenómeno y realizar pronósticos y evaluaciones más frecuentes para detectar cualquier variación.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<p>racionamientos del programa, a excepción de aquellos clasificados como esenciales: bomberos, escuelas y hospitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Queda prohibido lavar autos con manguera, sólo cubetas.</li> <li>• La vigilancia entre sectores y usuarios debe ser continua para evitar desperdicios y conflictos, tomas clandestinas y usos no autorizados.</li> <li>• En los negocios de lavado automático de vehículos, este se permitirá siempre y cuando cuenten con sistema de reciclado de agua.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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. Controlar el polvo, salvo que sea con agua tratada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>
<p><b>Sequía extrema (D3)</b> La meta es reducir la demanda a 20 y 30%. Las acciones son</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los usuarios deben ajustarse a su dotación y evitar que surjan conflictos entre ellos. Por ello se debe reforzar la vigilancia.</li> <li>• Todos los usuarios deben cumplir estrictamente con el programa de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estas acciones se implementarán cuando se lleve al menos un periodo de 9 meses bajo condiciones de sequía, no debería ser de forma</li> </ul>

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
de carácter obligatorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Definir zonas de atención de dotación de agua mediante pipas, sobre todo en zonas marginadas.</li> <li>• 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).</li> <li>• La campaña de información, seguimiento y educación debe alcanzar su mayor intensidad y ser permanente.</li> <li>• Realizar acciones conjuntas con otros sectores como el de SALUD, para prevenir enfermedades por contaminación o manejo inadecuado (pipas) del agua.</li> <li>• Reducir suministro a usuarios que no hayan disminuido sus consumos de acuerdo al plan.</li> </ul>	<p>racionamiento, a excepción de aquellos esenciales: bomberos, escuelas y hospitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usos no residenciales pueden reducirse al mínimo o suspenderse, excepto aquellos de seguridad (hospitales, escuelas y bomberos).</li> <li>• 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</li> <li>• El riego de campos deportivos se prohibirá a menos que utilicen agua tratada.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<p>inmediata a la declaración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar sanciones y penas más severas por faltas; la suspensión del servicio puede ser indefinida.</li> </ul>
<p><b>Sequía excepcional (D4)</b> La meta es reducir la demanda arriba del 50% El carácter de las acciones es de medidas de racionamiento y control obligatorias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• La asistencia social y los programas de emergencia deben ser constantes con el apoyo de las autoridades de todos los niveles.</li> <li>• El agua debe distribuirse con el máximo de precaución para evitar pérdidas y conflictos.</li> <li>• Es una etapa de espera hasta que las condiciones mejoren. Para esto el sistema de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios deben utilizar el agua solo para lo estrictamente autorizado y con el mínimo volumen.</li> <li>• Los usos más prioritarios deberán tener la mínima agua aceptable que requieran.</li> <li>• Se prohibirá el riego de áreas verdes y jardines.</li> <li>• Se prohibirá el uso del agua para lavado de vehículos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar una política de cero desperdicios y cero tolerancias.</li> <li>• Con sequía o sin ella, los mecanismos de medición y control deben funcionar correctamente y supervisarse con frecuencia.</li> </ul>

Etapa de la sequía	Acciones de las autoridades	Acciones de los usuarios sectoriales e individuales	Recomendaciones
	vigilancia y monitoreo debe estar funcionando. • Incorporación temporal de pozos privados, previo acuerdo con las empresas.		

## Sanciones 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
<b>Sequía D1</b>	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.
<b>Sequías D2, D3, D4</b>	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, el SOAPAP 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. Se aplicaría según el sector o subsector que se considere, por ejemplo:

- 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		
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		

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
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
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		X	X

No.	Medida	MESTR	MTACT	MEMER
	destinados exclusivamente al uso público urbano en épocas de sequía.			
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

<b>Medidas ORGANISMO OPERADOR INFRAESTRUCTURA</b>
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
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

No.	Medidas SECTOR COMERCIAL	MESTR	MTACT	MEMER
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
8	Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles 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

No.	Medidas SECTOR GUBERNAMENTAL	MESTR	MTACT	MEMER
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 acciones y 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 acciones improvisadas ni de pánico, sino planeadas y organizadas, con los tiempos y los 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 plazo, 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 con 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 al SOAPAP, 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, solicitar la declaratoria de inicio y fin de la emergencia por sequía a la CONAGUA, quien es la autoridad responsable de realizarla.

Es particularmente necesario y útil que, en los diversos pozos de observación del SOAPAP, se lleve el seguimiento de la evolución de los niveles, ya que éste refleja tanto las condiciones naturales –el aporte pluvial-, como las de 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, el análisis para la asignación de volúmenes a extraer en el sistema.

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 el SOAPAP, 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 SOAPAP 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 requieran, 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 a los usuarios, que deben participar en esta labor, puesto que son los más interesados en que ante la escasa agua, ésta 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 preventivas, no sólo para sequías, más efectiva 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 dar 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 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 PUEBLA, PUE.



El crecimiento sostenido de la población, el desarrollo que vive la ciudad de Puebla 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, entre ellas el Cambio Climático, que puedan impedir la disposición oportuna y suficiente del agua en la ciudad.

En este caso, de la ciudad de Puebla, Pue., se puede hablar de condiciones excepcionales, ya que, durante un periodo donde se estimaba que el volcán Popocatepetl podía hacer erupción, fue necesario considerar que varios pozos del sistema, en las faldas del volcán, podían quedar inutilizados, por lo que se tuvieron que rehabilitar y perforar nuevos pozos alejados de dicha zona, y mantenerse en reserva hasta que se definiera la situación.

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 representado por la CONAGUA, se propone este Programa como una estrategia para enfrentar posibles eventos de sequías en la ciudad de Puebla, Puebla, que en principio será atendido por el Sistema Operador de Agua Potable de Puebla (SOAPAP), elaborado este Programa 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, el SOAPAP ejecutará y observará las políticas establecidas por este Programa para el suministro y consumo de agua para la ciudad de Puebla y las zonas de abastecimiento de este Organismo, 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 ser 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 por su uso.

## **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 Puebla, Pue.**, que en lo sucesivo se denominará GTD, mismo que tendrá entre otras funciones el determinar la puesta en marcha de las etapas y la vuelta a la normalidad, en el cual fungirá como Presidente el Director General del SOAPAP y como Secretario el Director de Técnico de la Dirección Local 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**

---

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
CANACINTRA

Consejo de Cuenca Río Balsas  
CONAGUA Dir. Local  
Industrias  
ONGs  
Secretaría del Ambiente estatal  
SEP estatal  
SOAPAP  
Secretaría Salud estatal  
Protección civil estatal  
Secretaría de infraestructura  
Dir. de Comunicaciones estatal  
Radio y televisión

### **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 etapa de contingencia que se declare, el siguiente orden de prelación de los 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 enfrentar las sequías: “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía ...”.

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**

El SOAPAP, 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. El SOAPAP 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 del SOAPAP 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 de inicio establecido en el punto 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 SOAPAP 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 SOAPAP, a través de su Director General o de la persona que éste designe como responsable, ejecutará y estará autorizado para implementar las previsiones aplicables para cada etapa de este Programa, considerando que dicha implementación es necesaria para proteger la salud, la seguridad y el bienestar público.

## **7. Aplicación**

Las disposiciones previstas en este Programa aplicarán en lo general a todos los usuarios domésticos, comerciales, asistenciales, industriales e institucionales que utilizan agua suministrada por Sistema Operador de Agua y Potable y Alcantarillado de Puebla (SOAPAP).

## **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 del SOAPAP 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 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 acciones y medidas implementadas para mitigar los efectos de la sequía u otras situaciones de emergencia en el suministro del 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 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 de los pozos respecto al 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 los niveles en los pozos de observación sean menores al NCO.

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 del SOAPAP se sancionará a los usuarios que hagan mal uso del agua potable.

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 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 de los pozos de observación sean mucho menores a los del NCO, en conjunto con las condiciones regionales y locales.

Requisitos para terminar:

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

Restricciones para el uso del agua:

- Las restricciones para los usos de agua que se previeron 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.

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.

### **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 de los pozos sean mucho menores a los propuestos para el 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 o algunas otras medidas de Emergencia..

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, el SOAPAP 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

Etapa 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.

En el caso de los aprovechamientos subterráneos, como es la ciudad de Puebla, se considera además el **Nivel Freático de los Pozos de Observación** respecto al Nivel Crítico de Operación que se defina.

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. El SOAPAP 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 SOAPAP, 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

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

### • CONOCIMIENTOS DEL PROGRAMA DE ATENCIÓN A SEQUÍAS

- ¿Están preocupados por la sequía?
- ¿Saben 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](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/vigilancia_sequia/ayuda)

CEAS Puebla, Estudio de diagnóstico y planeación integral del sistema operador de los servicios de agua potable y alcantarillado de Puebla, Municipio de Puebla. 2008

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>

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