



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

ORGANISMO DE CUENCA LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO

CONSEJO DE CUENCA LERMA - CHAPALA

“PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO”

CONVENIO DE COLABORACIÓN:

Informe Final

Abril de 2015

PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Tabla de contenido

Índice de figuras.....	v
Índice de tablas	vii
Resumen.....	ix
Presentación.....	xi
1. Introducción	1
1.1. Zona de estudio.....	1
1.2. Objetivo del PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento.....	2
1.3. Estrategias de los PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento.....	2
2. ¿Qué es sequía?	3
2.1. Conceptos de sequía.....	3
2.2. Definiciones de sequía.....	5
2.3. Características generales de las sequías.....	8
2.4. Sequía y el ciclo del manejo de desastres.....	9
2.5. Niveles o etapas de la sequía	11
2.6. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía.....	13
2.7. Cambio climático.....	13
2.8. Vulnerabilidad	13
2.9. La sequía y las ciudades en México.....	14
3. Marco Legal e Institucional de la gestión urbana del agua en Toluca.....	15
3.1. Programa Nacional Hídrico 2014-2018.....	15
3.2. Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE)	16
3.3. Leyes Locales	17
3.3.1 Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios.....	17
3.3.1 Ley General de Protección Civil.....	21
4. Descripción general de la Zona Metropolitana de Toluca.....	23
4.1 Ubicación geográfica y división política.....	23
4.2. Población: Tamaño en últimos censos, tasa crecimiento, tendencias.....	24
4.3 Principales actividades económicas	25
5. Información climática local	29

5.1 Información climatológica local de la ZMV Toluca.....	30
5.2 Indicadores del tipo de sequía por municipio.....	34
5.3 Monitor de Sequía de México.....	40
5.4 Monitor de Sequía de América del Norte.....	41
5.5 Índice de Precipitación Estandarizado.....	43
5.6. Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 2009 a escala mensual (SMN).....	46
5.6.1. Mapa del SPI para Enero de 2009 y un mes de agregación.....	46
5.6.2. Mapa del SPI para Febrero de 2009 y un mes de agregación.....	47
5.6.3. Mapa del SPI para Marzo de 2009 y un mes de agregación.....	47
5.6.4. Mapa del SPI para Abril de 2009 y un mes de agregación.....	48
5.6.5. Mapa del SPI para Mayo de 2009 y un mes de agregación.....	48
5.6.6. Mapa del SPI para Junio de 2009 y un mes de agregación.....	49
5.6.7. Mapa del SPI para Julio de 2009 y un mes de agregación.....	49
5.6.8. Mapa del SPI para Agosto de 2009 y un mes de agregación.....	50
5.6.9. Mapa del SPI para Septiembre de 2009 y un mes de agregación.....	50
5.6.10. Mapa del SPI para Octubre de 2009 y un mes de agregación.....	51
5.6.11. Mapa del SPI para Noviembre de 2009 y un mes de agregación.....	51
5.6.12. Mapa del SPI para Diciembre de 2009 y un mes de agregación.....	52
6. Evaluación de la oferta/abasto de agua.....	53
6.1. Uso público-urbano en La Zona Metropolitana del Valle de Toluca.....	53
6.1.1. Inventario y evaluación de las fuentes de abasto de agua en bloque.....	53
6.1.2. Inventario y evaluación de la infraestructura disponible.....	61
6.1.2.1. Infraestructura de almacenamiento.....	61
6.1.2.2. Infraestructura de distribución.....	63
6.1.2.3. Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y reúso de aguas residuales.....	65
6.1.2.4. Evaluar la infraestructura de drenaje y cosecha de agua de lluvia.....	65
6.1.3. La producción anual de agua.....	65
6.1.3.1. El indicador de captación per cápita.....	66
6.1.3.2. Producción histórica de agua.....	66
6.1.4. Evaluar la calidad, presión, continuidad.....	67
6.2. Lineamientos y medidas preventivas para las ciudades.....	68
7. Evaluación de la demanda/consumo de agua.....	73

7.1. Cobertura.....	73
7.2. Tipos de usuarios.....	75
7.3. Recopilación de información sobre tipo de usuarios.....	78
7.3.1. Tipos de usuarios.....	78
8. Balance de agua y evaluación de la capacidad instalada.....	81
8.1. ¿Qué es el balance de agua?.....	81
8.2. Recopilación de información sobre balance de agua.....	82
8.3. Capacidad de abasto/ capacidad instalada.....	83
8.4. Variaciones estacionales de oferta y demanda.....	83
8.5. Dotación mensual / capacidad instalada.....	85
9. Escenarios futuros de la producción y consumo.....	87
9.1 Escenarios futuros del sector agua en México bajo la influencia de climas extremos.....	87
9.1.1 Impactos del clima extremo.....	88
9.1.2 Relaciones clima – agua.....	88
9.1.3 Disponibilidad y usos del agua.....	90
9.1.4 El efecto del clima en las proyecciones de disponibilidad del agua en México.....	91
9.1.5 Escenarios de demanda de agua para las próximas tres décadas.....	92
9.1.6 Otras proyecciones del Recurso Agua para México.....	94
9.2 Cálculos estimados para escenarios futuros de la producción y consumo.....	98
9.2.1 Relaciones causales.....	98
9.2.2 Prospección para la ZMVT.....	99
9.3 Brecha Hídrica Alto Lerma México.....	102
10. Análisis de medidas para la gestión de la sequía.....	105
10.1. Identificación de deficiencias/debilidades y áreas de oportunidad para mejora del servicio.....	105
10.2. Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía.....	106
11. Procedimiento internacional para elaboración de planes de sequía.....	111
11.1. Introducción.....	111
11.2. Política y prevención de la sequía: sentando las bases.....	111
11.3. Política sobre la sequía: características y camino a seguir.....	115
11.4. Mitigación de los efectos de la sequía.....	117
11.5. Política nacional de gestión de la sequía: proceso.....	117

11.6. Los 10 pasos en el proceso de formulación de políticas sobre la sequía.....	118
11.7. Casos internacionales de gestión de la sequía.....	139
11.7.1. Gestión, política y prevención de la sequía por los Estados Unidos.....	139
11.7.2. Gestión de sequías en Brasil.....	141
11.7.3. Sistema de Gestión Integrada de la Sequía de Marruecos.....	141
11.7.4. Planes de emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano, España.....	142
11.7.4.1. Fundamentos de los planes especiales.....	142
11.7.4.2. Alcance y contenido del plan especial.....	143
11.7.4.3. Análisis de recursos hídricos.....	147
11.7.4.4. Estudio de los usos y demandas de agua.....	147
11.7.4.5. Caracterización y análisis de sequías históricas.....	148
11.7.4.6. Clasificación de las medidas: estratégicas, tácticas y de emergencia.....	149
11.7.4.7. Contenido mínimo del plan especial en situación de sequía para usuarios urbanos.....	153
Recomendaciones para la difusión del PMPMS urbano.....	155
Bibliografía.....	157
Lista de abreviaturas.....	159

Índice de figuras

Figura 1.1. Localización Zona Metropolitana de Toluca.....	1
Figura 2.1. Componentes de la sequía (adaptado de Wilhite, 2000)	4
Figura 2.2. Relaciones entre diferentes tipos de sequía y duración de los eventos	7
Figura 2.3. El ciclo del manejo de desastres adaptado de (Wilhite, 2000)	9
Figura 3.1. Elementos del PRONACOSE.....	17
Figura 4.1. Ubicación geográfica y división política ZM Toluca	23
Figura 4.2. PIB Estado de México.....	25
Figura 4.3. Principales Actividades Estado de México.....	26
Figura 5.1. Estaciones del SMN para la ZMV Toluca	31
Figura 5.2. Temperatura registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012.....	31
Figura 5.3. Precipitación registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012.....	32
Figura 5.4. Evaporación registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012	32
Figura 5.5. Normal de temperatura máxima y mínima mensual del 1951 al 2010.....	33
Figura 5.6. Normal de temperatura máxima y mínima mensual del 1951 al 2010.....	33
Figura 5.7. Normal de evaporación máxima y mínima mensual del 1951 al 2010.....	34
Figura 5.8. Monitor de sequía en México para el mes de Febrero de 2015	40
Figura 5.9. Seguimiento mensual de la sequía en México.....	41
Figura 5.10. Monitor de sequía para América del Norte Enero, 2015.....	41
Figura 5.11. SPI de la estación 15203 para 1 mes de agregación.	44
Figura 5.12. SPI de la estación 15203 para 3 meses de agregación.....	44
Figura 5.13. SPI de la estación 15203 para 6 meses de agregación.....	44
Figura 5.14. SPI de la estación 15203 para 9 meses de agregación.....	45
Figura 5.15. SPI de la estación 15203 para 12 meses de agregación.....	45
Figura 5.16. SPI de la estación 15203 para 24 meses de agregación.....	45

Figura 6.1. Croquis del Sistema Cutzamala	54
Figura 6.2. Acuífero del Valle de Toluca.....	55
Figura 7.1. Porcentaje de viviendas sin servicio de agua potable en el ámbito de la vivienda ...	74
Figura 9.1. Proporción entre agua disponible y extracción por región hidrológica	89
Figura 9.2. Usos del agua en México entre 1980 y 2000, con proyecciones al 2020	90
Figura 9.3. Cambios en evaporación bajo el escenario A2 al 2050	92
Figura 9.4. Tendencias de crecimiento de población a nivel nacional.....	93
Figura 9.5. Escenario de grado de presión (máxima) sobre el recurso agua al 2030	94
Figura 9.6. Disponibilidad natural media de agua per cápita proyectada al 2025	95
Figura 9.7. Disponibilidad natural media de agua per cápita proyectada al 2025	96
Figura 9.8. Consumo per cápita de la ciudad de Toluca.....	100
Figura 9.9. Situación al año 2030 del Alto Lerma México.....	103
Figura 11.1. Ciclo de gestión de desastres	113
Figura 11.2. El ciclo hidro-ilógico	115
Figura 11.3. Estructura orgánica del plan de prevención de la sequía y mitigación de sus efectos	127
Figura 11.4. Proceso de redacción del plan especial de alerta temprana y eventual sequía...	146

Índice de tablas

Tabla 4.1.- Población ZMV Toluca.....	24
Tabla 4.2.- Tasa de crecimiento ZMV Toluca	24
Tabla 4.3.- Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal	26
Tabla 5.1.- Estados con municipios en sequía	34
Tabla 5.2.- Intensidad de la sequía en los municipios afectados de cada Estado.....	35
Tabla 5.3.- Municipios con sequía del estado de Toluca al 31 de Octubre del 2014.....	36
Tabla 5.4.- Concentrado de tipos de sequía por municipio para Toluca	37
Tabla 5.5.- Valores y fases del SPI.....	43
Tabla 6.1.- Fuentes de abasto a la ZMVT	54
Tabla 6.2.- Valoración de costo de producción de fuentes.....	56
Tabla 6.3.- Lista de tanques de regulación con que cuenta el sistema urbano.....	61
Tabla 6.4.- Líneas primarias	64
Tabla 6.5.- Líneas secundarias	64
Tabla 6.6.- Producción histórica de agua	66
Tabla 6.7.- Metas de reducción de la demanda	69
Tabla 6.8.- Niveles de almacenamiento y metas de reducción	69
Tabla 7.1.- Cobertura del servicio de agua	73
Tabla 7.2.- Cobertura del servicio de agua potable en los municipios de la ZMVT	73
Tabla 7.3.- Principales usos.....	75
Tabla 7.4.- Consumos de agua para usuarios del sector público	76
Tabla 7.5.- Consumo de agua de usuarios comerciales	76
Tabla 7.6.- Consumo de agua en hoteles.....	77
Tabla 7.7.- Consumos típicos para algunas industrias	77
Tabla 7.8.- Ejemplo de la distribución de los consumidores de agua.....	78

Tabla 7.9.- Tipos de usuario y consumos.....	78
Tabla 7.10.- Principales usuarios.....	79
Tabla 7.11.- Consumo y dotación per cápita	79
Tabla 7.12.- Eficiencia.....	80
Tabla 7.13.- Eficiencia comercial en 2012	80
Tabla 7.14.- Eficiencia comercial en 2013	80
Tabla 8.1.- Ejemplo de Balance de agua (m ³).....	81
Tabla 8.2.- Variables o campos incluidos en las tablas “CNA(2004-2010)Efice”	82
Tabla 8.3.- Balance de agua.....	83
Tabla 8.4.- Dotación y consumo anual vs. Capacidad instalada	83
Tabla 8.5.- Temperatura media mensual.....	84
Tabla 8.6.- Dotación anual.....	84
Tabla 8.7.- Dotación mensual (Volumen producido mensual/Habitantes)	85
Tabla 8.8.- Dotación mensual y capacidad instalada.....	85
Tabla 9.1.- Proyecciones de disponibilidad natural media de agua	95
Tabla 9.2.- Prospección de la demanda de agua en la ciudad de Toluca.....	102
Tabla 10.1.- Análisis de problemáticas para guiar acciones de prevención para Toluca.....	105
Tabla 10.2.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Gubernamental	106
Tabla 10.3.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Residencial.....	108
Tabla 10.4.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Comercial.....	109
Tabla 10.5.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Industrial.....	110

Resumen

El cambio climático ha generado severos problemas de desabasto de agua para el futuro, por lo que una de las estrategias más importantes para mitigar y prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos consiste en contar con planes de contingencia, donde se incluyan acciones preventivas y de mitigación. Por lo tanto, la elaboración de los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en ciudades es un requisito legal para los sistemas que abastecen a poblaciones con más de 20,000 habitantes. Es además un compromiso con la sociedad que se ve sometida de forma recurrente a períodos de bajas precipitaciones que cada vez presentan mayores tensiones hídricas.

La Ley de Aguas Nacionales establece que la Comisión Nacional del Agua, mediante la expedición de Acuerdos de carácter general, podrá tomar las medidas necesarias, normalmente de carácter transitorio, para que en situaciones de emergencia, escasez extrema o sobreexplotación, se garantice el abasto de agua para el uso doméstico y público urbano. Promoverá un uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico, así mismo, impulsará el desarrollo de una cultura del agua que considere a este elemento como recurso vital, escaso y de alto valor económico, social y ambiental, por lo que constituye una prioridad nacional el proteger la vida de las personas y garantizar la continuidad de sus actividades durante una sequía.

Los PMPMS para usuarios urbanos van a servir para determinar de una forma homogénea los niveles de riesgo que tiene cada sistema, permitiendo identificar los que superen valores críticos y así priorizar las acciones para lograr un uso eficiente del agua durante sequía y evitar el deterioro ambiental. Este documento busca ser un instrumento que apoye en la adopción de medidas para adaptarse a las condiciones de sequía y mitigar sus efectos y estragos. La información que se requiere para determinar las medidas para enfrentar la sequía proviene de diversas fuentes, incluyendo el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, Comisión Nacional del Agua, gobiernos municipales, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, otras dependencias de los gobiernos municipal, estatal y federal, y organizaciones internacionales.

Los PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento tendrán como objetivos principales:

1. Reunir y ordenar la información básica sobre la demanda de agua y la disponibilidad de fuentes de agua.
2. Definir las áreas de oportunidad para reducir la vulnerabilidad ante la sequía en el mediano plazo.
3. Definir en qué casos sería necesario llevar a cabo medidas para mitigar los efectos de la sequía y prevenir posibles daños de mayor alcance.
4. Establecer objetivos de reducción de demanda y refuerzo de la disponibilidad.
5. Orientar sobre las medidas a implantar en situaciones de sequía.
6. Establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en la forma de gestionar las diferentes situaciones posibles de sequía.

Los lineamientos generales del PMPMS para usuarios urbanos se orientan principalmente a la programación de estrategias y actividades para atender la reducción en la disponibilidad de agua en casos de sequía extrema y prolongada.

Un obstáculo importante para la elaboración del PMPMS lo constituyen las diferencias y deficiencias de información que, con bastante frecuencia, tienen los organismos operadores de agua. Estas deficiencias tienen que ver principalmente con la carencia de mediciones y bases de datos confiables del agua producida y el agua suministrada a los usuarios. Toda la información presentada en el PMPMS fue obtenida tanto del organismo operador como de diversas bases de datos SSAPAS, BDAPM o PIGOO.

El PMPMS consta de once partes. Primero, como introducción delimita brevemente el área de estudio. Segundo, hace un repaso de las definiciones de sequía meteorológica, hidráulica y operativa, así como los niveles o etapas de la sequía. Tercero, presenta las normas y entidades relacionadas con la sequía y la gestión urbana del agua. Cuarto, muestra una descripción del municipio o ciudad para la que se elabora el PMPMS urbano, entre los temas que incluye son: población de los últimos censos, tasas de crecimiento y actividades económicas principales. Quinto, recopila la información climática local, dicha información debe de ser la oficial publicada en el PRONACOSE y el SMN. Sexto, aborda el tema de la oferta y abasto de agua urbana a nivel local y la información que se requiere. Séptimo, recaba información de la demanda y consumo de agua. Octavo, ofrece los lineamientos para hacer un balance hídrico y elaborar el diagnóstico del sistema de agua potable y saneamiento local. Noveno, presenta Escenarios futuros de la producción y consumo de agua. Decimo, ésta es la parte más propositiva y creativa del documento, en este capítulo se realiza un análisis de la problemática para guiar las acciones de prevención, luego se plantean y propone una lista de posibles medidas de prevención y mitigación de la sequía orientadas hacia los organismos operadores. Undécimo, expone de manera resumida el procedimiento internacional para elaboración de planes de sequía, para el caso de España.

Presentación

El Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía para Usuarios Urbanos constituye una etapa más dentro del proceso emprendido por el Programa Nacional contra la Sequía iniciado en 2013, el cual tiene como esencia buscar acciones, instrumentos y políticas preventivas más que reactivas a los problemas derivados del fenómeno de la sequía.

Planear y administrar la escasez o la disminución de agua en las ciudades implica básicamente poner en práctica medidas para reducir el consumo y encontrar fuentes adicionales para aumentar temporalmente el abasto de agua. Las ciudades son afectadas mayormente por contingencias derivadas de la sequía hidrológica y la sequía operativa.

De acuerdo con el censo de 2010 alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aun requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable a los municipios del país. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico. Por otra parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o bien no es contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua, riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos. Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los Organismos Operadores de Agua.

El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua.

Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía. En este contexto se debe hacer una evaluación de la vulnerabilidad de los municipios a través de una descripción estadística de las capacidades y deficiencias de los sistemas de agua potable, una vez identificadas las áreas de oportunidad se deberán priorizar las acciones para reducir la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá una mayor efectividad de las acciones que se lleven para enfrentar eventos de sequía en el corto plazo.

Contenido del PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento

El PMPMS para usuarios urbanos se compone de los siguientes once pasos:

1. Introducción: identificación de la localidad, objetivo del documento y estrategias.
2. Concepto y tipos de sequía
3. Marco legal e institucional de la gestión urbana
4. Descripción general del municipio y/o ciudad
5. Información climática local
6. Oferta y abasto de agua
7. Demanda: Patrones de consumo de agua
8. Balance de agua
9. Escenarios futuros de la producción y consumo
10. Análisis para la gestión del agua en Sequías
11. Procedimiento internacional para elaboración de planes de sequía

1. Introducción

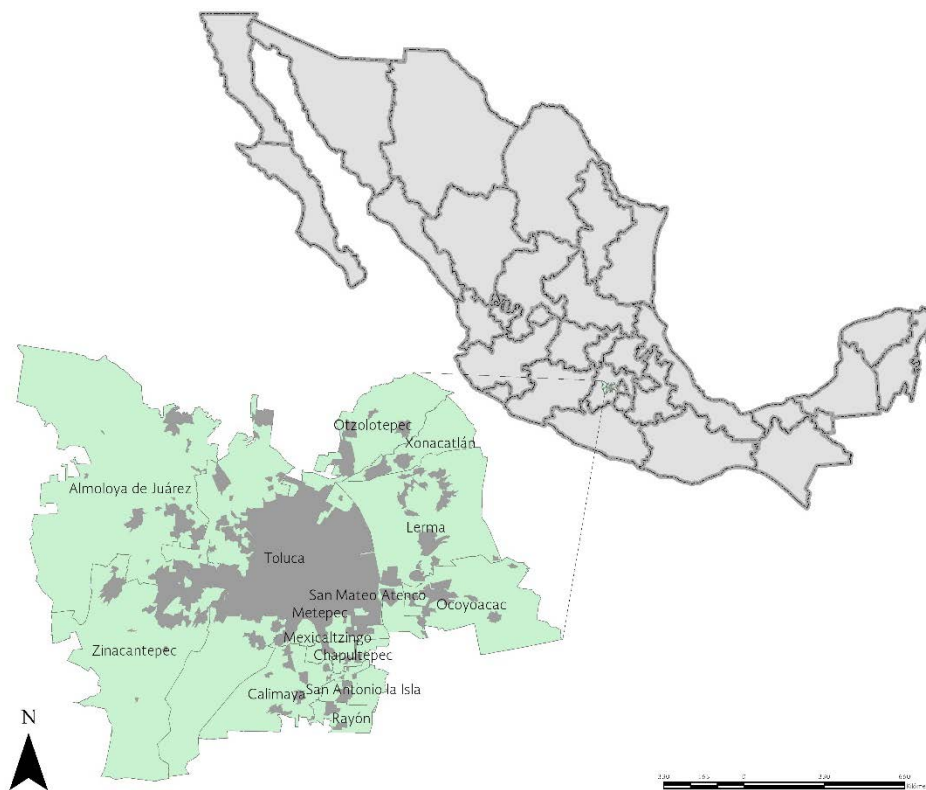
La elaboración de los Programas (municipales-urbanos) de Medidas Preventivas y de Mitigación de Sequía (PMPMS) en ciudades es un requisito legal para los sistemas que abastecen a poblaciones con más de 20,000 habitantes. Es además un compromiso con la sociedad que se ve sometida de forma recurrente a períodos de bajas precipitaciones que cada vez presentan mayores tensiones hídricas.

Los PMPMS van a servir para determinar de una forma homogénea los niveles de riesgo que tiene cada sistema, permitiendo identificar los que superen valores críticos y así priorizar las actuaciones para resolverlo y evitar que empeoren. Este documento busca ser una guía que apoye en la adopción de medidas para adaptarse a las condiciones de sequía y mitigar sus efectos y estragos. La información que se requiere para determinar las medidas para enfrentar la sequía provienen de diversas fuentes, incluyendo los organismos operadores, los gobiernos municipales, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, otras dependencias de los gobiernos municipal, estatal y federal, y organizaciones internacionales.

1.1. Zona de estudio

Toluca de Lerdo es la capital del Estado de México y cabecera del Municipio de Toluca; éste cuenta con una población de 819,561 habitantes y es el centro de la quinta Zona Metropolitana más habitada del país, con una población estimada en 2010 de 1,846,616 habitantes distribuidos en 14 municipios del Estado de México, lo que la hace la quinta más importante de México, después de las Zonas Metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla. Además, es la número 34 de América del Norte, Figura 1.1.

Figura 1.1. Localización Zona Metropolitana de Toluca



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del INEGI.

Toluca se encuentra a sólo 66 km de distancia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, conformada por el Distrito Federal y los municipios mexiquenses conurbados del Valle de México, que constituyen el principal complejo poblacional del país. Está situada a 2,680 msnm, siendo la ciudad más alta de México y de Norteamérica, lo cual favorece su clima templado subhúmedo, con temperaturas que oscilan entre 6 a 25 °C durante la primavera y el verano, y entre –3 a 22 °C en invierno, así como la temporada de lluvias en verano. A pesar de que no existen datos exactos de su fundación, sin duda existían asentamientos en la zona desde la época prehispánica, aunque en su ubicación actual la población creció alrededor del Convento Franciscano de La Asunción, establecido precisamente en lo que hoy es el centro de la ciudad. Algunos autores indican el 19 de marzo de 1522 como fecha de fundación, basados en la advocación de San José como santo patrono, aunque la población se fue conformando paulatinamente hasta que se convirtió en Villa en 1677 y alcanzó el estatus de Ciudad mediante Cédula Real de Carlos IV expedida el 12 de septiembre de 1799. El Ayuntamiento de Toluca se erigió el 13 de diciembre de 1812 y en 1830 se convirtió en la capital del Estado de México. Este municipio es un importante centro industrial, ya que geográficamente se encuentra situado en el corazón de la actividad económica del país.

1.2. Objetivo del PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento

“Proponer medidas preventivas y de mitigación de la sequía de modo que se incremente la seguridad hídrica en la Zona Metropolitana de Toluca”

1.3. Estrategias de los PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento.

Se proponen las siguientes dos estrategias principales:

- a) Reducir y administrar el consumo de agua y la eficiencia de la gestión antes de incrementar las fuentes de abasto y suministro;
- b) Establecer y mejorar un sistema de información y monitoreo que permita mejorar las eficiencias y el servicio.

2. ¿Qué es sequía?

En este capítulo se presenta información general sobre diferentes aspectos de la sequía desde el concepto y definición de la sequía y la problemática existente en torno a este tema, hasta el ciclo del manejo de desastres aplicado a la sequía pasando por las características generales de la misma. Debido a la complejidad del concepto de sequía y a la dispersión existente en torno a los conceptos y definiciones de sequía, se considera necesario presentar un capítulo con información general de estos aspectos.

2.1. Conceptos de sequía

La sequía difiere de otros desastres naturales (inundaciones, huracanes, terremotos, etc.) en varias formas:

1. Los efectos de la sequía a menudo se acumulan lentamente durante un periodo de tiempo considerable y pueden durar años después de la terminación del evento lo cual dificulta la determinación de su inicio y fin.
2. No existe una definición de la sequía precisa y aceptada universalmente, lo cual incrementa la confusión acerca de si se está o no en sequía y de su grado de severidad en caso de estar en ella. Las definiciones de sequía deben ser específicas para una región y el uso o impacto estudiado. Esto explica el gran número de definiciones que han sido desarrolladas. Wilhite y Glantz (1985, citado por Wilhite, 2000) analizaron más de 150 definiciones, y pueden existir muchas más. Aunque existen numerosas definiciones, muchas de ellas no definen adecuadamente la sequía en términos significativos para los científicos y políticos. Los umbrales para declarar la sequía son arbitrarios en la mayoría de los casos, y no están vinculados a impactos específicos en sectores económicos claves. Por ejemplo, ¿cuál es el significado de un umbral del 75% de la precipitación normal en un periodo de tres meses o más? una definición de este tipo podría ser especialmente engañosa para regiones con una fuerte componente estacional de precipitación anual. Este tipo de problemas son el resultado de la falta de entendimiento del concepto por aquellos que formulan definiciones de sequía y la falta de consideración dada a cómo otro científico o disciplinas tarde o temprano tendrán que aplicar la definición en situaciones de sequía reales, por ejemplo, evaluación de impacto en múltiples sectores económicos, declaraciones de sequía, o revocaciones para elegibilidad a programas de apoyo.
3. Los impactos de la sequía son no estructurales y se extienden sobre un área geográfica más grande que los daños y perjuicios que son resultado de otros desastres naturales. La sequía rara vez produce daño estructural. Por estos motivos, la cuantificación de impactos y la provisión de apoyos son tareas mucho más difíciles para la sequía que para otros desastres naturales. Estas características han dificultado el desarrollo de estimaciones exactas, confiables, y oportunas de severidad e impactos y, en última instancia, la formulación de planes de emergencia ante situaciones de sequía por la mayor parte de gobiernos.

Los desastres naturales fueron clasificados con base en sus características e impactos por Bryan (1991). Las características claves utilizadas para la clasificación de los desastres incluyen una expresión del grado de severidad, longitud del evento, extensión superficial, pérdida de vidas, pérdidas económicas, efectos sociales, impactos a largo plazo, tiempo necesario para su desarrollo y ocurrencia de otros desastres naturales asociados. En dicho estudio la sequía fue catalogada como el desastre natural que presenta los impactos más importantes en las primeras siete características anteriores, superando a los ciclones tropicales, inundaciones regionales, terremotos, volcanes, tormentas extra-tropicales y tsunamis, entre otros.

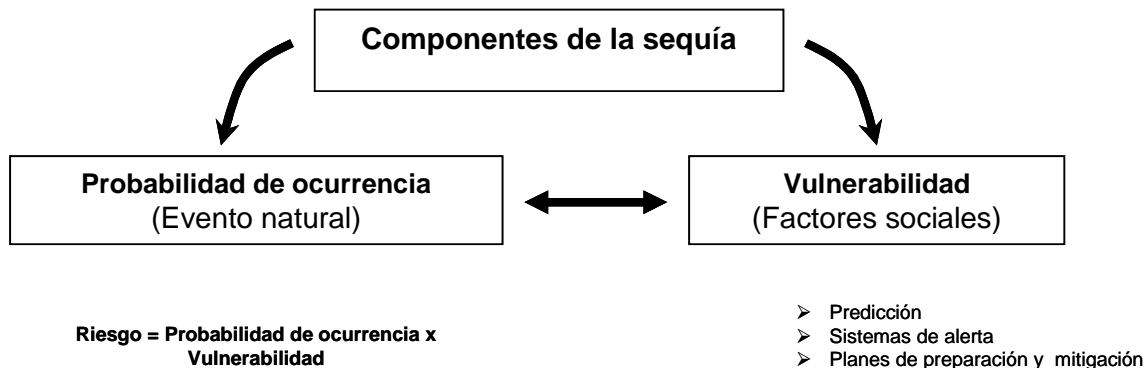
El concepto de sequía es bastante complejo; es importante definirlo claramente para evitar malos entendidos y diferentes interpretaciones. En primer lugar, es necesario distinguir entre sequía y aridez. La sequía es una característica recurrente normal del clima; ocurre virtualmente en todos los regímenes climáticos, tanto en áreas con alta y baja precipitación. Es una aberración temporal, en contraste con la aridez, que es un rasgo permanente del clima y es restringida a áreas de precipitación baja.

La sequía es la consecuencia de una reducción natural en la cantidad de la precipitación recibida durante un periodo de tiempo prolongado, por lo general una estación o más, en muchas regiones del mundo existen otros factores climáticos (como altas temperaturas, vientos, y baja humedad relativa) que pueden asociarse con la sequía y agravar significativamente la severidad del evento. La sequía está también relacionada con el tiempo (estación principal en la que ocurre, retraso en el inicio de la temporada de lluvias, ocurrencia de lluvias en relación con las etapas principales de desarrollo de los cultivos) y la efectividad de las lluvias (intensidad y número de eventos de lluvia).

La severidad de la sequía no depende solamente de la duración, intensidad y extensión geográfica de un episodio específico, sino de las demandas impuestas por las actividades humanas y la vegetación de la región. Las características de sequía, con sus impactos de gran alcance, hacen difíciles de identificar y cuantificar sus efectos sobre la sociedad, economía y el ambiente.

Muchas personas consideran que la sequía es un acontecimiento natural o físico. Sin embargo, como se ilustra en la figura 2.1, la sequía además de la componente natural, tiene otra social. El riesgo asociado con la sequía para cualquier región es el producto de la exposición de la región al acontecimiento (probabilidad de ocurrencia a varios niveles de severidad) y de la vulnerabilidad de la sociedad ante éste. El riesgo natural (por ejemplo, sequía meteorológica) es el resultado de la presencia o persistencia de alteraciones de gran escala en el patrón de circulación global de la atmósfera. La exposición a la sequía meteorológica varía espacialmente y hay poco, si es que hay algo, que se pueda hacer para cambiar la presencia de dicha sequía. La vulnerabilidad está determinada por factores sociales como: la población, características demográficas, tecnología, política, estrategias de gestión de los recursos y comportamiento social. Algunos de estos factores cambian y otros pueden cambiar con el tiempo y de esta forma la vulnerabilidad puede aumentar o disminuir en respuesta a dichos cambios.

Figura 2.1. Componentes de la sequía (adaptado de Wilhite, 2000)



Por lo expuesto anteriormente, queda claro que la sequía meteorológica es un riesgo natural que es prácticamente inevitable. Por lo tanto, los esfuerzos en la gestión de la sequía deben dirigirse a disminuir la vulnerabilidad de la sociedad ante dicho fenómeno natural.

La sequía meteorológica es el origen de todos los diferentes tipos de sequía. Cuando ésta se extiende en el tiempo, se pueden presentar la sequía edáfica, hidrológica, operativa y como consecuencia de esta la socioeconómica. A continuación se presenta un apartado en el que se establece la problemática a la que se enfrentan los analistas, al momento de definir que es una sequía y si se está en ella o no.

2.2. Definiciones de sequía

Debido a que la sequía afecta diversos sectores económicos y sociales, han sido desarrolladas un gran número de definiciones por una variedad de disciplinas. Además, dado que la sequía ocurre con una frecuencia variable en casi todas las regiones del mundo, en todos los tipos de sistemas económicos, igualmente en países en vías de desarrollo y desarrollados, las aproximaciones para definirla también reflejan diferencias regionales e ideológicas (Wilhite 1992). Los impactos también se diferencian espacial y temporalmente, según el contexto social de sequía. Una definición universal de sequía es una expectativa poco realista. Wilhite y Glantz (1985) concluyeron que las definiciones de sequía deberían reflejar una tendencia regional, ya que el abastecimiento de agua es en gran parte una función del régimen climático.

Las definiciones de sequía pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: conceptual y operacional (Wilhite y 1985 Glantz). Definiciones conceptuales son del tipo de diccionario, generalmente definiendo las fronteras del concepto de sequía, y así son genéricas en su descripción del fenómeno. Por ejemplo, la enciclopedia de clima y tiempo (Schneider, 1996) define la sequía como un período prolongado (una estación, un año, o varios años) de precipitación deficiente en relación con el valor promedio correspondiente para la región. Este tipo de definiciones es útil para la descripción del fenómeno, pero no pueden ser utilizadas para detectar el inicio de la sequía debido a su carencia de especificidad. Sin embargo, incorporan el concepto de la intensidad y la duración del acontecimiento y la necesidad de la tendencia regional.

Las definiciones operacionales intentan identificar las características exactas y los umbrales que definen el inicio, el desarrollo, y la terminación de episodios de sequía, así como su severidad. Estas definiciones son en las que se fundamenta un sistema de alerta temprana eficaz. También pueden ser utilizadas para analizar la frecuencia, severidad y duración de la sequía durante un período histórico dado. Una definición operacional de sequía agrícola podría ser aquella que compare la precipitación diaria con la evapotranspiración para determinar la tasa de agotamiento de agua del suelo y luego expresar estas relaciones en términos de los efectos de la sequía sobre el comportamiento de la planta en varias etapas fonológicas de desarrollo.

Existen muchas perspectivas disciplinarias de sequía. Cada disciplina incorpora factores diferentes físicos, biológicos y/o socioeconómicos a su definición de sequía. A causa de estas numerosas opiniones y diversidad disciplinaria, existe a menudo una confusión considerable respecto de lo que constituye una sequía (Glantz y Katz, 1977). La investigación ha mostrado que la carencia de una definición exacta y objetiva en situaciones específicas ha sido un obstáculo para entender la sequía, que ha conducido a la indecisión y/o falta de acciones de parte de gestores, tomadores de decisiones, políticos y otros (Wilhite y Glantz, 1985; Wilhite et al. 1986). Aceptando que la importancia de la sequía está en sus impactos, las definiciones deberían ser para cada región o uso específico, para poder ser utilizados en un modo operacional por los tomadores de decisiones.

Una revisión de las definiciones de sequía e índices puede ser encontrada en una nota técnica publicada por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) (1975). Otras fuentes, como Subrahmanyam (1967), Glantz y Katz (1977), Sandford (1979), Dracup et al. (1980), y Wilhite y Glantz (1985), pueden ser consultadas para una discusión cuidadosa de las dificultades para definir la sequía.

La sequía ha sido agrupada según su tipo en: meteorológica, edáfica, hidrológica, operativa y socio-económico (Wilhite y 1985 Glantz). La figura 2.2 explica la relación entre estos varios tipos de sequía y la duración del acontecimiento. La sequía por lo general toma tres o más meses para desarrollarse, pero este período de tiempo puede variar, dependiendo de la iniciación de la deficiencia de precipitación. Por ejemplo, un período significativo seco durante la estación de invierno puede tener pocos, si es que alguno, impactos para muchos lugares. Sin embargo, si esta deficiencia sigue en el período de cultivo, los impactos se pueden ampliar rápidamente ya que la precipitación baja durante el otoño y la estación de invierno causa que la humedad del suelo baje, resultando en que la humedad del suelo sea deficiente en la plantación de primavera.

La sequía meteorológica (o climatológica) es expresada únicamente sobre la base del grado de disminución de las precipitaciones (a menudo en comparación con alguna cantidad normal o media) y la duración del período seco. Así, la intensidad y la duración son las características claves de estas definiciones. Las definiciones de sequía meteorológicas deben ser consideradas como específicas para una región, ya que las condiciones atmosféricas que causan las carencias de precipitación son dependientes del régimen de clima.

La sequía edáfica o agrícola de secano este tipo de sequía se relaciona de forma general con una deficiencia de humedad en el suelo y vincula varias características de sequía meteorológica a impactos agrícolas, enfocando escasez de precipitación, diferencias entre evapotranspiración real y potencial (ETP), déficit de agua en el suelo, etcétera. La demanda de agua de una planta depende de las condiciones meteorológicas predominantes, las características biológicas de la planta específica, su etapa de crecimiento, y las propiedades físicas y biológicas del suelo.

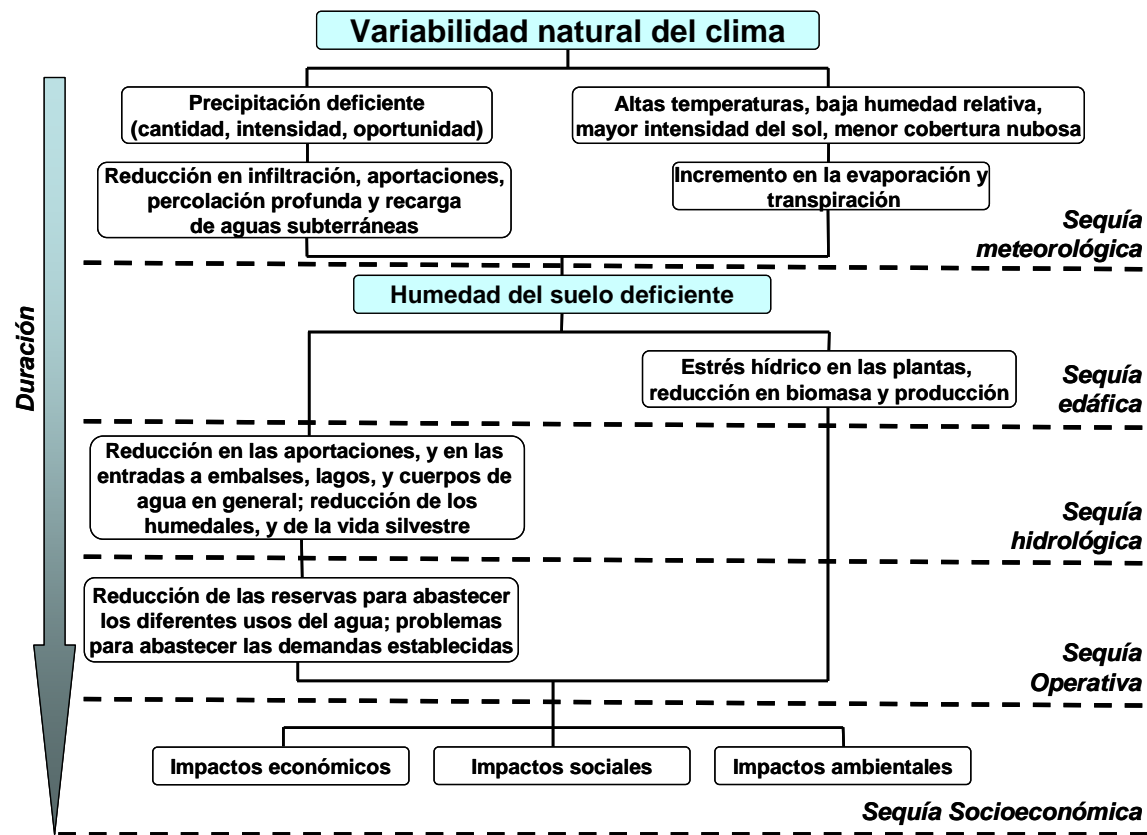
La sequía hidrológica se asocia con los efectos de los períodos de déficit de precipitación sobre la disponibilidad de agua superficial o subterránea (caudales en ríos, niveles en embalses, lagos y acuíferos) más bien que con déficit de precipitación (Dracup et al. 1980, Klemes 1987). Las sequías hidrológicas por lo general presentan un desfase o retraso respecto a la presencia de sequías meteorológicas y edáficas. Las sequías meteorológicas son resultado de carencias de precipitación; las sequías edáficas son el resultado de carencias de humedad del suelo. Es necesario que transcurra más tiempo antes de que las carencias de precipitación sean detectadas en otros componentes del ciclo hidrológico (escorrentía superficial y aguas subterráneas). Por consiguiente, los impactos son desfasados con aquellos que se producen en otros sectores económicos. Adicionalmente, el agua disponible en los sistemas de recursos hídricos a menudo es utilizada para múltiples objetivos que compiten por su uso (generación de energía, prevención de inundaciones, irrigación, recreación), complicando aún más la secuencia y la cuantificación de impactos. La competencia por el uso del agua en estos sistemas se intensifica durante la sequía y los conflictos entre usuarios aumentan considerablemente.

La frecuencia y la severidad de la sequía hidrológica a menudo son definidas a escala de cuenca. Whipple (1966) definió un año de sequía como aquel en el que las aportaciones acumuladas son menores que la media de un período histórico. Las frecuencias de aportaciones bajas han sido determinadas para muchas corrientes. Si el flujo para un período de tiempo seleccionado cae debajo de un cierto umbral, entonces se considera que la sequía hidrológica se está desarrollando. Sin embargo, el número de días y el nivel de probabilidad que debe ser excedida para definir un período de sequía hidrológico son arbitrarios. Estos criterios variarán entre cuencas y ríos.

La descripción hecha hasta ahora ha enfocado las distinciones entre los tipos de sequía durante su fase de inicio o de desarrollo. Durante la fase de terminación de la sequía, las relaciones mutuas entre estos tipos de sequía pueden diferenciarse. La figura 2.2 es útil en el entendimiento de las fases de terminación de la sequía. Durante el inicio de la sequía, la agricultura de secano es por lo general el sector primario en experimentarla porque la humedad del suelo normalmente será el primer componente del sistema hidrológico que será afectado.

Cuando vuelven las lluvias, sin embargo, los niveles de humedad de suelo pueden mejorarse considerablemente, en poco tiempo, así, la sequía edáfica que afecta en particular a la agricultura de secano, puede terminarse bruscamente. Dependiendo de la presencia y distribución de estas lluvias, sin embargo, los impactos pueden tardar en aparecer porque ya pueden haber reducido considerablemente la producción potencial del cultivo. La sequía hidrológica puede seguir durante muchos meses o años, ya que la recuperación de los niveles de embalses y aguas subterráneas es un proceso largo.

Figura 2.2. Relaciones entre diferentes tipos de sequía y duración de los eventos



La sequía operativa cuando la sequía hidrológica permanece varios meses o años se produce una reducción importante en las aportaciones y en consecuencia una disminución de las reservas en los embalses, ocasionando problemas para abastecer las demandas de agua en el sistema. La sequía operativa se manifiesta en un déficit de suministro. Los conceptos más habituales utilizados para caracterizar el déficit en el suministro a una determinada demanda son la garantía y el fallo. El fallo se entiende como no suministro de la demanda en las condiciones establecidas en una unidad de tiempo. La garantía es una medida del rendimiento del sistema. Un sistema de recursos hídricos en estado de sequía sufre impactos de diversa índole, siendo los principales de tipo medioambiental, sociopolítico y económico, los cuales son más acentuados cuanto más severa es la sequía.

La sequía socioeconómica en este tipo de sequía se asocia la oferta y demanda de algún servicio o bien económico con los elementos de sequía meteorológica, agrícola e hidrológica. Algunos científicos sugieren que el tiempo y los procesos espaciales de oferta y demanda son los dos procesos básicos que deberían ser incluidos en una definición objetiva de sequía (Yevjevich 1967). Por ejemplo, el suministro de algunos bienes económicos (agua, heno, generación de energía) depende del clima (o tiempo). En la mayor parte de los casos, la demanda de un bien aumenta como consecuencia del crecimiento de la población y/o del consumo per cápita. Por lo tanto, la sequía podría ser definida de manera similar a lo que ocurre cuando

la demanda de un bien excede el suministro como consecuencia de la disminución del suministro relacionado con el clima (o tiempo), (Sandford 1979). Este concepto de sequía sustenta la fuerte simbiosis que existe entre la sequía y actividades humanas. Así, la incidencia de sequía podría aumentar debido a un cambio de la frecuencia del evento físico, un cambio de la vulnerabilidad social ante la escasez de agua, o ambos.

2.3. Características generales de las sequías

Existen tres características esenciales que permiten diferenciar una sequía de otra: intensidad, duración, y cobertura espacial. La intensidad se refiere al grado de escasez de la precipitación y/o a la severidad de los impactos asociados con dicha escasez. Generalmente es medido por la separación de algún índice climático respecto de su valor medio y está estrechamente ligado a la duración en la determinación de los impactos. El índice más simple y ampliamente utilizado es el porcentaje de la precipitación normal o promedio. Con este índice, la precipitación actual registrada es comparada con la precipitación normal para diferentes períodos de tiempo desde uno a doce o más meses. La precipitación actual normalmente es comparada con el valor esperado o promedio mensual, estacional, anual, o año hidrológico (septiembre-octubre). Una de las dificultades principales con este índice es la elección del umbral debajo el cual la deficiencia de precipitación debe caer (el 75 por ciento de normal) para definir el inicio de la sequía. Los umbrales por lo general son escogidos arbitrariamente. En realidad, dichos umbrales deberían estar vinculados con los impactos.

Otro rasgo de distinción de la sequía es su duración. Las sequías meteorológicas por lo general requieren un mínimo de dos a tres meses para establecerse, pero pueden seguir durante meses o años, dando origen a los otros tipos de sequía, figura 2.2. La magnitud de los impactos de la sequía está estrechamente relacionada con el tiempo de inicio de la escasez de precipitación, su intensidad, y la duración del acontecimiento. La sequía de cinco años (1979-83) en el noreste Brasil es un buen ejemplo en este tema. En esta serie de años, 1979 y 1980 fueron ambos años de sequía en el sentido clásico (una deficiencia significativa durante la estación lluviosa). En 1981, los totales de precipitación estacionales fueron ligeramente por encima de lo normal, pero la distribución temporal causó una sequía agrícola. En 1982, los totales de precipitación estuvieron por debajo de lo normal, pero la distribución temporal de precipitación permitió el desarrollo de los cultivos. Los impactos agrícolas fueron menos adversos. Estos cuatro años “de sequía” fueron seguidos por el año de sequía más severo (1983) de los veinticinco años anteriores, con impactos agrícolas dramáticos (Magalhaes *et al.* 1988).

Las sequías también se diferencian en términos de sus características espaciales. Las áreas afectadas por severas sequías se desarrollan gradualmente, y las regiones de máxima intensidad cambian de una estación a otra. En los países más grandes, como Brasil, China, India, los Estados Unidos, o Australia, la sequía raras veces afecta el país entero. Por ejemplo, durante la severa sequía de los años 1930 en los Estados Unidos el área afectada por la sequía nunca excedió el 65 por ciento del país. En contraste, la sequía afectó más del 95 por ciento de la región de las grandes planicies en 1934. En India, las sequías de este siglo raras veces afectaron más del 50 por ciento del país. Sin embargo, en 1918-19 ocurrió una excepción, cuando el 73 por ciento del país fue afectado por la sequía (Sinha *et al.* 1987). Por otro lado, es raro que la sequía no esté presente en una parte de estos países cada año. Por ejemplo, en los Estados Unidos, el porcentaje el área afectada por la sequía es a menudo mayor que el 10 por ciento. Así, los gobiernos de estos países más grandes están más acostumbrados a tratar con la escasez de agua y han establecido una infraestructura para responder, aunque reactivamente. Para países más pequeños, es más probable que el país entero puede ser afectado ya que las sequías son fenómenos por lo general regionales, son resultado de anomalías en los patrones atmosféricos de circulación general que se establecen y persisten durante meses, estaciones, o por más tiempo.

Desde una perspectiva de planificación, las características espaciales de sequía tienen serias implicaciones. Las naciones deberían conocer la probabilidad de que la sequía puede afectar simultáneamente todas o varias regiones de producción principalmente agrícola dentro de sus fronteras y desarrollar planes de contingencia si tal acontecimiento ocurriera. De la misma manera, para los gobiernos es importante saber las posibilidades de que una sequía regional simultáneamente afecte la productividad agrícola en su país, así como en las naciones adyacentes o cercanas de las cuales ellos podrían depender para abastecerse de alimentos. En algunos casos, la estrategia de mitigación de sequía nacional primaria puede ser importar alimentos de naciones cercanas, no haciendo caso de la probabilidad de que una sequía puede tener impactos significativos regionales sobre la producción de alimentos. De la misma manera, la presencia de una sequía por todo el mundo o en los principales países exportadores de grano, como ocurrió durante el acontecimiento El Niño Oscilación del Sur (ENSO) de 1982-83 (Glantz *et al.* 1987, Glantz *et al.* 1991), puede cambiar considerablemente el acceso de un país en vías de desarrollo al alimento de gobiernos proveedores.

2.4. Sequía y el ciclo del manejo de desastres

Aunque la sequía es un riesgo natural, el término gestión de la sequía implica que la intervención humana puede reducir la vulnerabilidad e impactos. Para tener éxito en este esfuerzo, muchas disciplinas deben trabajar juntas en el estudio y seguimiento de las complejas cuestiones asociadas con el descubrimiento, respuesta, y preparación para afrontar los inevitables eventos futuros. La gestión de desastres, de la cual la gestión de la sequía es un subconjunto, requiere que los científicos y tomadores de decisiones se enfoquen tanto en la porción de la protección, así como en la de recuperación/rehabilitación del ciclo mostrado en la figura 2.3.

Figura 2.3. El ciclo del manejo de desastres adaptado de (Wilhite, 2000)



En el pasado, el énfasis en el manejo de desastres ha sido puesto en gran parte sobre la respuesta y la recuperación de este ciclo, que explica por qué la sociedad generalmente se movía del desastre al desastre con poca o ninguna atención a la mitigación, el estado de preparación, y la predicción y la supervisión. Esto es lo que se conoce comúnmente como manejo de la crisis. Actualmente y en un futuro los estudios se deberían enfocar sobre las causas de las sequías, métodos de predicción, metodologías alternativas de monitoreo y evaluación de los impactos, así como estrategias y tecnologías de preparación y mitigación.

Es importante definir los términos clave de cada uno de los conceptos destacados por el ciclo del manejo de desastres, ya que a lo largo de esta tesis pueden aparecer de forma repetida.

Riesgo potencial es el nivel de exposición a la ocurrencia de un desastre natural. El término se refiere a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un período de tiempo específico en un área dada, de un fenómeno natural potencialmente perjudicial. Cada riesgo potencial plantea un nivel de riesgo que varía espacialmente y temporalmente y ocurre con diferentes grados de intensidad y severidad. La sequía, desde una perspectiva meteorológica, es un acontecimiento natural, y poco puede hacerse para reducir la frecuencia o la severidad del acontecimiento. Un componente crítico del manejo de la sequía es la caracterización del riesgo asociado con ella.

Vulnerabilidad se refiere a las características de una persona o grupo en términos de su capacidad para prever, enfrentar, resistir y reponerse del impacto de un riesgo natural. Esto implica una combinación de los factores que determinan el grado al cual la vida y el sustento de alguien son puestos en peligro por un acontecimiento discreto e identificable en la naturaleza o en la sociedad. La vulnerabilidad existe en un continuo de alta a baja y puede ser voluntaria o involuntaria; puede existir debido a la alta exposición al riesgo, factores socioculturales o una combinación de ambos.

Riesgo es el producto de la probabilidad de ocurrencia por la vulnerabilidad. La exposición al acontecimiento natural es relativamente constante, pero la vulnerabilidad es dinámica en respuesta a cambios de características sociales, incluyendo tecnologías, políticas, cambios demográficos que causan cambios de la demanda, cambios del comportamiento social, etcétera. Las actividades tales como: la mitigación; preparación; supervisión y sistemas de alerta temprana y la predicción están dirigidas a reducir el riesgo asociado con acontecimientos futuros de sequía, mediante un mejor entendimiento del riesgo asociado al evento natural o una reducción de la vulnerabilidad o ambos.

Desastre es el acontecimiento real histórico. Los desastres pueden ser el resultado de causas naturales o ambientales y pueden ser inducidos por el hombre. Un mayor énfasis sobre la predicción, supervisión, mitigación y preparación podría reducir enormemente la frecuencia y la severidad de los desastres naturales.

Evaluación de impactos se refiere a las acciones que tienen en cuenta las estimaciones de los costos y pérdidas asociadas con la ocurrencia de la sequía. Los impactos generalmente son clasificados como económicos, sociales y ambientales y son difíciles de cuantificar debido a su naturaleza no estructural. Las metodologías o técnicas para estimar impactos y la fiabilidad de aquellas estimaciones, son sumamente variables de un desastre natural a otro.

Respuesta se refiere a intervenciones post-impacto por el gobierno y otros que por lo general son puestas en práctica durante o después de una emergencia y dirigidas a reducir al mínimo el daño a personas y propiedades, o el mejoramiento o la reducción temporal del proceso de recuperación después del desastre.

Recuperación y rehabilitación son acciones o actividades que restauran los sistemas críticos que soportan la vida o que devuelven la normalidad a la vida de las personas en el área afectada. Muchos programas de respuesta, rehabilitación y mitigación están dirigidos a reducir impactos y a minimizar el tiempo de recuperación.

Mitigación son acciones a corto y largo plazo, programas, o políticas implementadas durante y previamente a la sequía que reducen el grado de riesgo a la vida humana, la propiedad y la capacidad productiva. Estas acciones son más eficaces si son implementadas previamente al evento. Los tipos o las formas de actividades de mitigación varían de un riesgo natural a otro. Las acciones de mitigación relacionadas con la sequía son, principalmente, diferentes de aquellas usadas para otros desastres naturales debido a la naturaleza insidiosa de riesgo. Un primer paso en la mitigación es la identificación de los impactos asociados con sequías anteriores y una evaluación de si estos impactos (y otros) pueden ser

asociados con un evento de sequía futuro. Con base en esta información, se pueden identificar acciones específicas para reducir los impactos de futuros eventos de sequía.

Preparación se refiere a actividades de anticipación diseñadas para aumentar o mejorar capacidades operacionales e institucionales para responder ante una emergencia (sistemas de alerta temprana, planes de acción). Para la sequía, los planes de emergencia son útiles para denotar responsabilidades programáticas; mejoramiento de flujo de la información sobre severidad, impactos y política entre y dentro de los niveles de gobierno y coordinación entre los niveles de gobierno.

Predicción se refiere a las actividades que proveen a usuarios y tomadores de decisión con las previsiones avanzadas de la presencia de una sequía. Estas previsiones pueden tomar muchas formas, pero la probabilidad de ocurrencia (tiempo, duración, e intensidad o severidad) por lo general son asociados con las predicciones. La exactitud de la previsión es sumamente variable entre los desastres naturales y es particularmente limitada para las sequías en la mayor parte mundo. El tiempo de anticipación es también una consideración importante para previsiones de sequía, con esto los tomadores de decisiones tienen la amplia oportunidad de incorporar esta información en la planificación de estrategias y la implementación de programas de mitigación. Hay también una diferencia importante entre las previsiones de sequía meteorológica y aquellas relacionadas con la sequía hidrológica, sobre todo en regiones donde la capa de nieve es un elemento crítico del sistema hidrológico. La información sobre las condiciones de nieve puede proporcionar el tiempo de anticipación necesario para que las previsiones de caudales por debajo de lo normal y de los niveles en los embalses sean confiables.

Supervisión (monitoreo) y sistemas de alerta temprana se refieren a las actividades que proporcionan la información que puede ser utilizada para alertar a los tomadores de decisión en todos los niveles del inicio de la sequía. Esta información puede ser usada por planificadores, gerentes de la emergencia, políticos, y otros para poner en práctica programas y políticas que ayudarán a reducir el riesgo asociado con la sequía. La supervisión de actividades incluye la colección y el análisis de datos, el desarrollo de productos de datos, y la comunicación de productos de datos a los tomadores de decisión y otros usuarios. Los datos incluyen datos no sólo físicos relacionados con riesgos naturales, sino también los datos sociales y biológicos que ayudan en la definición de vulnerabilidad. Un adecuado sistema de supervisión de la sequía incluiría la colección de datos climatológicos (temperatura y precipitación) así como caudales, niveles en acuíferos y embalses, la humedad de suelo, la capa de nieve, y datos obtenidos mediante teledetección.

2.5. Niveles o etapas de la sequía

El 22 de noviembre de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación 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”.

El objetivo de estos Lineamientos es: “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.”

Estos lineamientos establecen las siguientes definiciones:

Sequía: “La insuficiencia de volumen usual en las fuentes de abastecimiento, que es debido a una menor cantidad de la lluvia para el llenado de las fuentes, derivado de un retraso en la ocurrencia de la lluvia, o a una combinación de ambas causas naturales”. Esta Tiene la característica de ser impredecible en el tiempo en el que inicia, en su duración, en la intensidad o severidad, y en la extensión territorial sobre la que ocurre. Además, este concepto debe distinguirse y separarse claramente de una insuficiencia debida a causas de manejo humano, la cual se origina cuando la demanda supera a la oferta de las fuentes de abastecimiento, provocando en éstas disminución de su volumen.

Emergencia por sequía: Situación derivada de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata;

Mitigación de la sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente;

En este mismo documento, se establecen los siguientes parámetros:

Rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales:

- **Anormalmente Seco (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.
- **Sequía 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. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.
- **Sequía 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. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.
- **Sequía Extrema (D3):** Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.
- **Sequía Excepcional (D4):** Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos:

1. **Acciones preventivas:** las que permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno de la sequía.
2. **Acciones de mitigación,** aquellas que son ejecutadas durante la sequía para atenuar los impactos.

Ambas son acciones concebidas dentro de un proceso de planeación anticipada, a fin de que por un lado, sean más eficientes, articuladas y conocidas por parte de los sujetos y organizaciones que las habrán de llevar a cabo, y de que por otro lado, se reduzcan los costos que deriven de una sequía. Siempre resultará de utilidad realizar la evaluación general una vez concluida la sequía, esto a efecto de poder detectar oportunidades de mejorar la organización de acciones implementadas y de actores involucrados.

2.6. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía

Estos Lineamientos se refieren también a los acuerdos de emergencia y establecen 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. Asimismo, establecen que la CONAGUA determinará 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 CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

La CONAGUA 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.

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 a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en este instrumento.

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía" que expide la CONAGUA es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.

2.7. Cambio climático

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 1. definiciones 1992). El fenómeno del cambio climático introduce un elemento de incertidumbre en torno a la planeación de los recursos hidráulicos, ya que se espera que en el futuro se vean afectadas tanto la temperatura como la precipitación en varios puntos del país. Los modelos con los que se cuenta hasta ahora han pronosticado una reducción de la precipitación en el país y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI (Montero y Pérez 2008). El aumento en la temperatura puede ocasionar un incremento en la demanda de agua, mientras que la reducción de las precipitaciones puede restringir la cantidad de agua disponible para las ciudades de México. Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su consumo, es indispensable tomar en consideración las tendencias y distintos escenarios de los modelos como una variable en la planeación de los recursos hídricos en el largo plazo.

2.8. Vulnerabilidad

Vulnerabilidad es definida por la OMS como "el nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos" (OMS, 2003). Esto implica que si bien la población de las ciudades se encuentra expuesta a riesgos generados por la variabilidad climática, estos tendrán un impacto en función de la capacidad de las ciudades para hacer frente a estas eventualidades. Una ciudad con un sistema de agua bien desarrollado, en donde hay una cobertura amplia del servicio, en donde la calidad del agua se monitorea, en donde se conocen las cantidades de agua que se consumen, en donde se aprovechan de manera más eficiente los volúmenes suministrados de agua, que cuenta con mecanismos para incentivar la conservación de agua, en donde el gobierno y los organismos operadores manejan una buena comunicación y cooperación con la población, en donde existe planeación para hacer frente a

contingencias climáticas, y en general, donde existe una buena gobernanza del agua, tendrá menos dificultades para enfrentar los efectos de la sequía que en una ciudad en donde no se presentan estas condiciones.

2.9. La sequía y las ciudades en México

De acuerdo con el censo de 2010 alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre las ciudades dependiendo del tipo de fuente de abasto que utilizan para abastecerse de agua; mientras que unas ciudades se abastecen de aguas superficiales y pueden observar directamente el volumen de los embalses y almacenamientos y su vinculación con el ciclo hidrológico es más directa, otras se abastecen de fuentes subterráneas donde su volumen y dinámica es más incierta y más distante del ciclo hidrológico estacional.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aun requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico. Por otra parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o no bien es contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua (OOA), riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los OOA.

El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua.

Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía. En este contexto que el presente manual busca guiar la elaboración de un documento que permita hacer una evaluación de la vulnerabilidad de los municipios a través de una descripción estadística de las capacidades y deficiencias de los sistemas de agua potable y que una vez identificadas las áreas de oportunidad se prioricen las acciones para reducir la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá una mayor efectividad de las acciones que se lleven para enfrentar eventos de sequía en el corto plazo.

3. Marco Legal e Institucional de la gestión urbana del agua en Toluca

La sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. Debido a su mayor recurrencia y severidad, ha reclamado la atención principalmente del gobierno federal y, por encargo, desde éste se está incorporando también a las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Los motivos de esta atención se pueden ubicar en la emergencia del cambio climático y en que a su vez el gobierno mexicano ha recibido este encargo de la Organización Meteorológica Mundial.

Puede decirse que, en materia de sequía, México ha pasado de un enfoque reactivo y remedial a un enfoque preventivo y proactivo. Anteriormente, sólo se tomaban acciones a posteriori y de manera remedial. La política adoptada por el actual gobierno mexicano es preventiva, proactiva y orientada a reducir la vulnerabilidad y a aumentar la resiliencia.

3.1. Programa Nacional Hídrico 2014-2018

El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 plantea como el objetivo número 2: “Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones”.

Este objetivo se define de la siguiente manera: “Se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.”

Más adelante plantea, “se requiere atender las sequías que afectan la distribución adecuada y oportuna de agua a la población, a la industria y la producción de alimentos. Se pondrá en marcha un programa diseñado de tal manera que la población esté mejor preparada para afrontarlas, auxiliadas por la autoridad del agua con oportunidad y eficacia. Se actualizarán las políticas de operación de las principales fuentes de abastecimiento, bajo criterios de optimización orientadas a la máxima productividad hídrica y con restricciones para minimizar el impacto de las inundaciones y las sequías.

Para conseguir lo anterior, el PNH 2014-2018 estipula la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno y las siguientes estrategias:

Estrategia 2.1. Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía

2.1.1 Implementar el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas (Pronach).

2.1.2 Implementar el Programa Nacional Contra las Sequías (Pronacose).

2.1.3 Fortalecer o en su caso crear grupos especializados de atención de emergencias capacitados y equipados.

2.1.4 Actualizar las políticas de operación de las presas privilegiando la protección de los centros de población.

2.1.6 Fortalecer los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación en caso de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.

2.1.7 Fomentar la construcción de drenaje pluvial sustentable.

2.1.8 Realizar acciones de restauración hidrológica ambiental en cuencas hidrográficas prioritarias.

Estrategia 2.2. Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática

2.2.1 Incrementar la participación y corresponsabilidad de estados y municipios para acciones de adaptación frente al cambio climático o variabilidad climática.

2.2.2 Crear o fortalecer fondos financieros para la adaptación al cambio climático y para el mantenimiento y rehabilitación de infraestructura hidráulica.

2.2.3 Incrementar el intercambio de información con instancias nacionales e internacionales.

Para complementar estas estratégicas específicas, el PNH plantea además estrategias transversales y líneas de acción generales en las que se habla de la coordinación interinstitucional e intergubernamental y la creación de sistemas conjuntos de información, la rendición de cuentas y la participación de la sociedad civil en todas las acciones.

3.2. Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE)

En enero de 2013, el Ejecutivo Federal encargó a la CONAGUA el desarrollo del Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE) orientado a la atención, seguimiento, mitigación y prevención al fenómeno recurrente de la sequía en el territorio nacional. Este programa tiene el objetivo de elaborar y difundir instrumentos que permitan la gestión integrada de los Consejos de Cuenca para enfrentar la sequía.

El programa tiene la característica innovadora de que su puesta en práctica incluye la participación un grupo de universidades públicas, centros de investigación y organismos de gobierno, además de especialistas nacionales e internacionales en la materia.

El PRONACOSE consta de dos componentes o líneas de acción:

1. Elaborar los Programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía a nivel cuenca o grupos de cuenca. Esta línea a su vez incluye:

a. **Monitoreo.** Desarrollar los indicadores de la condición de la sequía; y publicarlos en la página Internet de la CONAGUA.

b. **Programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía** a nivel cuenca o grupos de cuenca. Cada uno de los 26 Consejos de Cuenca elaborará su Programa de medidas para prevenir y mitigar la sequía a nivel cuenca y los programas para los usuarios de las aguas nacionales. La CONAGUA brindará apoyo a través de sus 13 Organismos de Cuenca. Además, aquí también entran los programas para usuarios de agua potable y saneamiento.

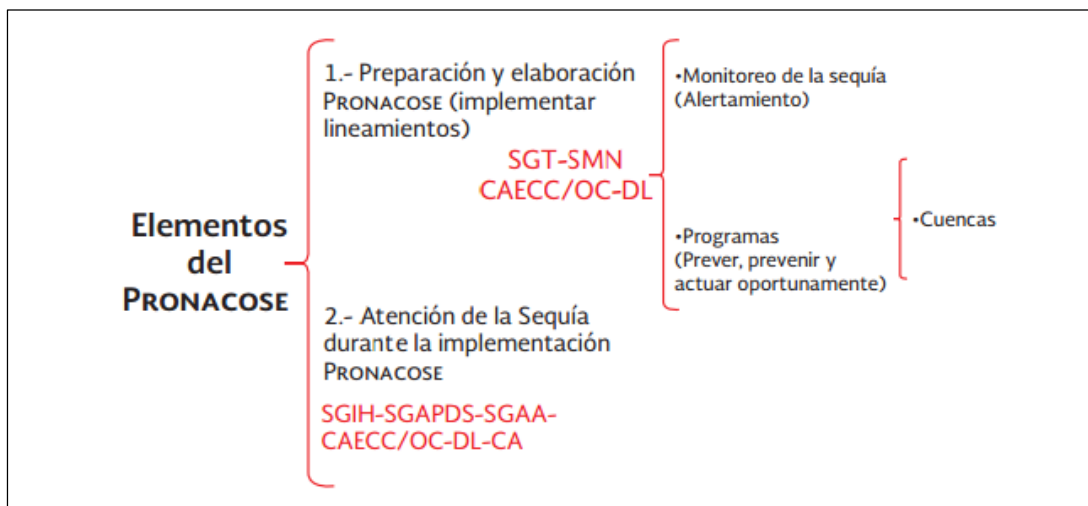
La coordinación de la formulación de los programas se llevará a cabo a través de un Convenio de colaboración con una Universidad reconocida en el tema, misma que coordinará a once grupos de investigadores o Universidades y al IMTA.

2. Ejecución de acciones para mitigar sequías existentes. Esta línea incluye la creación de los siguientes comités:

a. Un Comité Interinstitucional para la Atención a la sequía, conformado por Presidencia, CONAGUA, CONAFOR, ECONOMIA, EDUCACIÓN, ENERGIA, SAGARPA, SALUD, SEDENA, SEDESOL, SEGOB, TURISMO. Este comité dará seguimiento a las acciones que realicen todas las dependencias del Gobierno Federal ante la eventual ocurrencia de una sequía y buscará la convergencia de programas institucionales federales existentes para atención de sequías en las dependencias mencionadas.

b. Un Comité de Expertos. Este comité tendrá la función de evaluar el avance del Programa Nacional contra la Sequía y emitir recomendaciones.

Figura 3.1. Elementos del PRONACOSE



3.3. Leyes Locales

3.3.1 Ley del Agua para el Estado de México y sus Municipios

Capítulo II Del Sistema Estatal del Agua

Artículo 7.- El Sistema Estatal del Agua es el instrumento fundamental del desarrollo hídrico del Estado y la instancia de coordinación entre Estado y municipios y entre estos y la Federación, para la gestión integral en materia hídrica en la entidad. Se conforma por el conjunto de procesos y elementos interrelacionados que constituye n la información de los servicios públicos en materia hidráulica, sus instancias, instrumentos, políticas, servicios, programas, proyectos y acciones para su control y evaluación.

El Sistema Estatal del Agua se integra por:

I. La política pública en materia de agua en el Estado de México

II. Usuarios

III. El Subsistema de Autoridades:

1. El Gobernador del Estado
2. La Secretaría del Agua y Obra Pública
3. La Comisión Reguladora del Agua del Estado de México
4. La Comisión del Agua del Estado de México
5. Los municipios del Estado de México
6. Los Organismos Operadores de Agua.

Los Organismos Operadores de Agua Concesionados no serán considerados como autoridad.

IV. El Subsistema de Programación Hídrica

V. El Subsistema de Normatividad

- VI.** El Subsistema de Infraestructura Hidráulica Estatal y Municipal
- VII.** El Subsistema Financiero
- VIII.** El Subsistema de Agua Potable
- IX.** El Subsistema de Drenaje y Alcantarillado
- X.** El Subsistema de la Prevención y Control de la Contaminación del Agua
- XI.** El Subsistema de Participación de los Sectores Social y Privado
- XII.** El Subsistema del Registro Público del Agua
- XIII.** El Subsistema de Prevención y Atención a Inundaciones
- XIV.** El Subsistema de Fomento a la Cultura del Agua
- XV.** El Subsistema de Información y de Rendición de Cuentas
- XVI.** El Subsistema de Certificación de la Gestión Integral del Agua;
- XVII.** El Subsistema de Capacitación, Servicio Público de Carrera, Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Artículo 8.- Las autoridades encargadas de la ejecución del Sistema Estatal del Agua serán las siguientes:

- I.** El Gobernador del Estado quien presidirá el Sistema
- II.** El Secretario del Agua y Obra Pública quien coordinará el Sistema
- III.** El Comisionado Presidente de la Comisión Reguladora del Agua del Estado de México
- IV.** El Vocal Ejecutivo de la Comisión del Agua del Estado de México
- V.** El Secretario Técnico
- VI.** Los Presidentes Municipales
- VII.** Los Organismos Operadores de Agua.

Las autoridades encargadas del Sistema Estatal del Agua deberán reunirse por lo menos una vez al año, pudiendo convocar a reuniones extraordinarias a petición de cualquiera de los miembros del sistema. En el caso de los Organismos Operadores de Agua la reunión deberá solicitarse por lo menos por el veinticinco por ciento de los organismos.

La organización y funcionamiento del Sistema Estatal del Agua se regulará en los términos previstos en esta Ley y su Reglamento.

Artículo 9.- El Sistema Estatal del Agua comprenderá:

- I.** El establecimiento de la política pública que permita la eficiente administración y el aprovechamiento sustentable del agua en la entidad
- II.** Las bases para la elaboración, instauración, seguimiento, evaluación y actualización permanente de los procesos de planeación y programación hídrica a nivel estatal y municipal

- III.** El mantenimiento y actualización del Programa Hídrico Integral del Estado de México
- IV.** Los lineamientos para una mejor operación y administración de los servicios, así como para el uso eficiente de las aguas asignadas o concesionadas al Estado o a los municipios
- V.** El establecimiento de un programa de conservación, mantenimiento y construcción de la infraestructura y de prevención integral para los habitantes del Estado de México
- VI.** El establecimiento del Subsistema Financiero Integral para el desarrollo hídrico del Estado
- VII.** Las políticas e instrumentos para la prestación de los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reuso de aguas residuales tratadas y la disposición final de sus productos resultantes
- VIII.** Las políticas e instrumentos para la prevención y control de la contaminación del agua
- IX.** La prevención y atención de los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios o antropogénicos que pongan en peligro la vida o integridad de personas, zonas urbanas o áreas productivas
- X.** La creación del Registro Público del Agua del Estado de México, que permita conocer los actos materia de inscripción
- XI.** Los temas de cultura del agua, su ahorro, uso racional y eficiente y su consideración como recurso vital, escaso y estratégico, promoviendo investigaciones en la materia de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Educación del Estado de México
- XII.** El establecimiento de un Subsistema de Información y Rendición de Cuentas
- XIII.** El establecimiento de un Subsistema de Certificación de la Gestión Integral del Agua
- XIV.** El establecimiento de un Servicio Público de Carrera mediante la capacitación, profesionalización y desarrollo de los servidores públicos
- XV.** La creación de un programa de investigación y desarrollo tecnológico en materia hídrica
- XVI.** La incorporación de las variables ambiental, económica y social del agua y su valoración en los programas y acciones de gobierno
- XVII.** El análisis y opinión de los conflictos en materia de agua y sus correspondientes propuestas de solución

Artículo 10.- Para el establecimiento, conservación y desarrollo del Sistema Estatal del Agua, se declara de utilidad pública:

- I.** Las obras necesarias para la prestación de los servicios de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reuso de aguas residuales tratadas y la disposición final de sus productos resultantes, a los centros de población y asentamientos humanos de los municipios del Estado

- II. La regulación, captación, conducción, potabilización, almacenamiento y distribución de agua; la recolección, desalojo, tratamiento, aprovechamiento ulterior de las aguas residuales y reuso de aguas tratadas; la disposición y el manejo de sus productos resultantes
- III. La utilización y aprovechamiento de las obras hidráulicas o bienes de propiedad privada, cuando la operación de los sistemas de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reuso de aguas residuales tratadas y para la disposición final de sus productos resultantes, así como para la recarga del acuífero que así lo requieran
- IV. La realización, utilización y conservación de instalaciones conexas a los sistemas hidráulicos
- V. La instalación de dispositivos para la medición de la cantidad y calidad de las aguas en los servicios de suministro de agua potable y de agua en bloque, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reuso de aguas residuales tratadas y la disposición final de sus productos resultantes
- VI. La prevención y control de la contaminación de las aguas, la preservación y restauración del equilibrio hidrológico de los ecosistemas y las limitaciones de extracción, vedas, reservas y su cambio de uso para destinarlo al consumo humano
- VII. Las demás que conforme a las disposiciones legales aplicables sean de utilidad pública

Artículo 11.- Para el establecimiento, conservación y desarrollo del Sistema Estatal del Agua, se declara de interés público:

- I. La prestación del servicio de agua potable, alcantarillado, drenaje, saneamiento, tratamiento de las aguas residuales y disposición final de sus productos resultantes
- II. La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos con la participación del Estado y de los municipios
- III. La realización periódica de inventarios de usos y usuarios, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos
- IV. La prevención, conciliación, arbitraje, mitigación y solución de conflictos en materia de agua y su gestión
- V. El control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de jurisdicción estatal
- VI. La organización de los usuarios, asociaciones civiles y otros sistemas y organismos públicos y privados operadores de servicios de agua
- VII. La integración, actualización y manejo de los padrones de usuarios de los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reuso de aguas residuales tratadas, la disposición final de sus productos resultantes y las propuestas de tarifas conforme a las cuales se cobrará su prestación en los sistemas urbanos y rurales de la entidad
- VIII. La atención prioritaria de la problemática hídrica en los municipios, incluyendo la infraestructura, calidad y cantidad, reuso y costos del servicio del agua
- IX. La formulación y aplicación de normas para la gestión integral del vital líquido

X. La implementación de acciones que propicien la recarga de los mantos acuíferos en el territorio estatal

XI. La promoción y ejecución de medidas y acciones para proteger la calidad del agua

3.3.1 Ley General de Protección Civil

En el Capítulo I Disposiciones Generales Artículo 1, se establece que la presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos y condiciones que la misma establece.

El artículo 2 establece que para los efectos de esta Ley se entiende por: fenómeno hidrometeorológico al agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.

Artículo 3. Los tres niveles de gobierno tratarán en todo momento que los programas y estrategias dirigidas al fortalecimiento de los instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de protección civil se sustenten en un enfoque de gestión integral del riesgo.

Artículo 4. Las políticas públicas en materia de protección civil, se ceñirán al Plan Nacional de Desarrollo y al Programa Nacional de Protección Civil, identificando para ello las siguientes prioridades:

I. La identificación y análisis de riesgos como sustento para la implementación de medidas de prevención y mitigación.

II. Promoción de una cultura de responsabilidad social dirigida a la protección civil con énfasis en la prevención y autoprotección respecto de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y su vulnerabilidad.

III. Obligación del Estado en sus tres órdenes de gobierno, para reducir los riesgos sobre los agentes afectables y llevar a cabo las acciones necesarias para la identificación y el reconocimiento de la vulnerabilidad de las zonas bajo su jurisdicción.

IV. El fomento de la participación social para crear comunidades resilientes, y por ello capaces de resistir los efectos negativos de los desastres, mediante una acción solidaria, y recuperar en el menor tiempo posible sus actividades productivas, económicas y sociales.

V. Incorporación de la gestión integral del riesgo, como aspecto fundamental en la planeación y programación del desarrollo y ordenamiento del país para revertir el proceso de generación de riesgos.

VI. El establecimiento de un sistema de certificación de competencias, que garantice un perfil adecuado en el personal responsable de la protección civil en los tres órdenes de gobierno.

VII. El conocimiento y la adaptación al cambio climático, y en general a las consecuencias y efectos del calentamiento global provocados por el ser humano y la aplicación de las tecnologías.

Artículo 5. Las autoridades de protección civil, enumeradas en el artículo 27 de esta Ley, deberán actuar con base en los siguientes principios:

I. Prioridad en la protección a la vida, la salud y la integridad de las personas;

II. Inmediatez, equidad, profesionalismo, eficacia y eficiencia en la prestación del auxilio y entrega de recursos a la población en caso de emergencia o desastre;

III. Subsidiariedad, complementariedad, transversalidad y proporcionalidad en las funciones asignadas a las diversas instancias del gobierno;

IV. Publicidad y participación social en todas las fases de la protección civil, pero particularmente en la de prevención;

V. Establecimiento y desarrollo de una cultura de la protección civil, con énfasis en la prevención en la población en general;

VI. Legalidad, control, eficacia, racionalidad, equidad, transparencia y rendición de cuentas en la administración de los recursos públicos;

VII. Corresponsabilidad entre sociedad y gobierno, y

VIII. Honradez y de respeto a los derechos humanos.

Artículo 6. La coordinación y aplicación de esta Ley, se hará con respeto absoluto a las atribuciones constitucionales y legales de las autoridades e instituciones que intervienen en el Sistema Nacional.

4. Descripción general de la Zona Metropolitana de Toluca

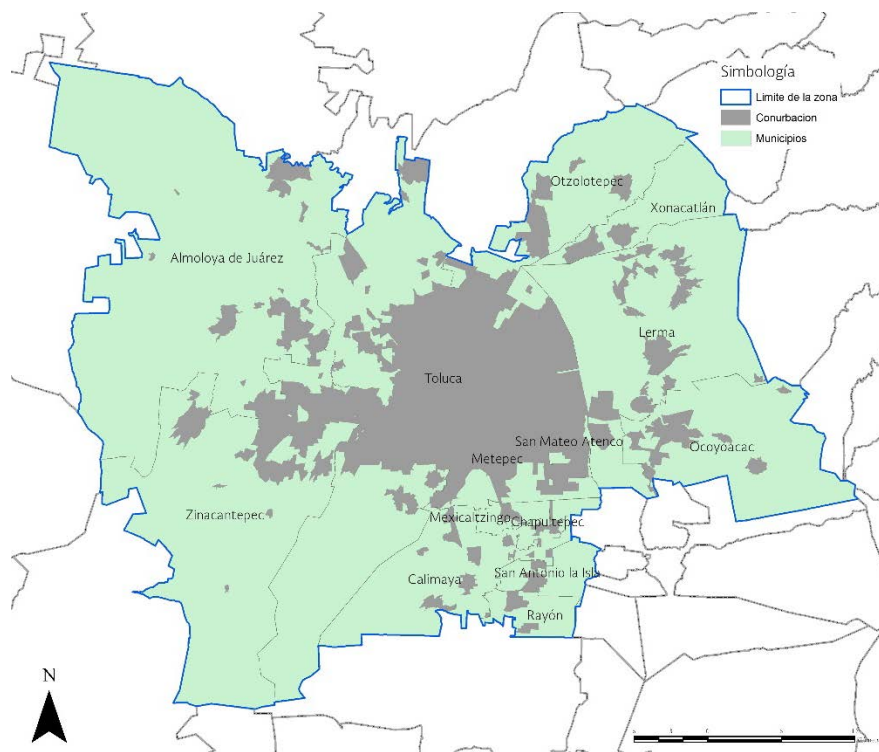
La Zona Metropolitana del Valle de Toluca, es la agrupación de los municipios en torno a la aglomeración urbana de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México, con otras poblaciones de municipios adyacentes, ya sea por conurbación física o interacción de grandes flujos de población. Es la zona metropolitana más cercana a la del Valle de México, con 60 kilómetros de distancia entre ambas. Cabe resaltar que la creciente económica de la ciudad que abarca desde Tenango del Valle, conforma una de las vías más importantes de la ciudad, la Avenida Toluca-Tenango, entre otras vías importantes están la Lerma-Rayón, Avenida Tecnológico, Boulevard Toluca-Metepec, Paseo Tollocan, Avenida Solidaridad las Torres.

La zona metropolitana del Valle de Toluca es la quinta ciudad más grande de México según el INEGI 2010.

4.1 Ubicación geográfica y división política

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) se localiza en la región centro del país, es parte de la megalópolis que se forma alrededor de la Zona Metropolitana del Valle de México, situación que marca una posición privilegiada y estratégica al articular los ejes de desarrollo del corredor Golfo-Pacífico y el denominado eje del Tratado de Libre Comercio con América del Norte, permitiéndole tener una ventaja locacional respecto al resto de metrópolis en la región centro del país. Los municipios que conforman el área metropolitana son: Toluca, Metepec, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Lerma, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Calimaya, Xonacatlán, San Antonio la Isla, Rayón, Mexicaltzingo y Chapultepec. En la Figura 4.1 se muestran los municipios de la ZMVT así como su conurbación.

Figura 4.1. Ubicación geográfica y división política ZM Toluca



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del INEGI.

4.2. Población: Tamaño en últimos censos, tasa crecimiento, tendencias

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca tiene una población al 2010 de 1,846,116 personas distribuidas en 14 municipios del Estado de México. El municipio más poblado de la ZMVT es Toluca con una población de 819,561; a diferencia de Chapultepec que es el municipio menos poblado con 9,676 habitantes.

En la Tabla 4.1 y 4.2 se muestran los datos de población y las tasas de crecimiento para los seis municipios que conforman la ZMV Toluca.

Tabla 4.1.- Población ZMV Toluca

Municipio	Población					Proyección
	1990	1995	2000	2005	2010	2030
Almoloya de Juárez	84 147	99 662	110 591	126 163	147 653	208 359
Calimaya	24 096	31 902	35 196	38 770	47 033	66 987
Chapultepec	3 863	5 163	5 735	6 581	9 676	15 355
Lerma	66 912	81 192	99 870	105 578	134 799	197 032
Metepec	140 268	178 096	194 463	206 005	214 162	271 213
Mexicaltzingo	7 248	8 662	9 225	10 161	11 712	16 389
Ocoyoacac	37 395	43 670	49 643	54 224	61 805	84 011
Otzolotepec	40 407	49 264	57 583	67 611	78 146	110 573
Rayón	7 026	8 300	9 024	10 953	12 748	17 629
San Antonio de la Isla	7 321	9 118	10 321	11 313	22 152	38 047
San Mateo Atenco	41 926	54 089	59 647	66 740	72 579	97 588
Toluca	487 612	564 476	666 596	747 512	819 561	1 096 700
Xonacatlán	28 837	36 141	41 402	45 274	46 331	59 251
Zinacantepec	83 197	105 566	121 850	136 167	167 759	244 894

Fuente: INEGI, 2010; CONAPO (proyecciones 1950-2030)

Tabla 4.2.- Tasa de crecimiento ZMV Toluca

Municipio	Tasa de Crecimiento			
	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
Almoloya de Juárez	15.56761855	9.882359324	12.34276293	14.55439442
Calimaya	24.46868535	9.35901807	9.218467888	17.56851572
Chapultepec	25.1791594	9.973844813	12.85518918	31.986358
Lerma	17.5879397	18.70231301	5.40642937	21.67746052
Metepec	21.24022999	8.41651111	5.602776632	3.808798947
Mexicaltzingo	16.32417456	6.10298103	9.211691763	13.24282787
Ocoyoacac	14.36913213	12.03190782	8.448288581	12.2659979
Otzolotepec	17.97864566	14.4469722	14.83190605	13.48117626
Rayón	15.34939759	8.023049645	17.61161326	14.0806401
San Antonio de la Isla	19.70826936	11.6558473	8.768673208	48.93011918
San Mateo Atenco	22.48701215	9.318155146	10.62780941	8.045026798

Toluca	13.61687654	15.31962388	10.82470917	8.791169907
Xonacatlán	20.2097341	12.7071156	8.552370014	2.281409855
Zinacantepec	21.18958756	13.3639721	10.51429495	18.83177654

Fuente: INEGI, 2010; CONAPO (proyecciones 1950-2030)

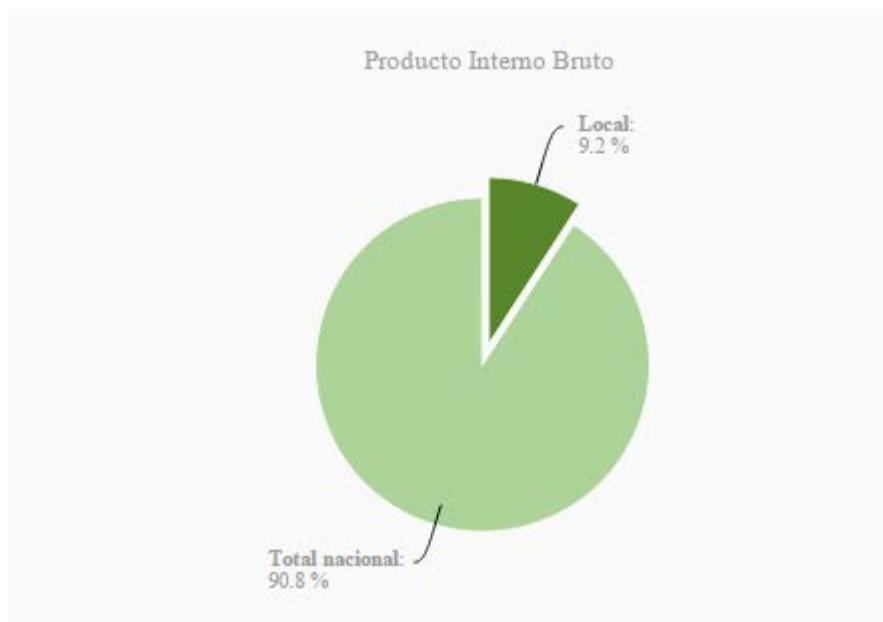
4.3 Principales actividades económicas

En los últimos años, la dinámica económica del país y particularmente en el estado de México ha seguido una tendencia a la disminución de las actividades primarias, aumento recurrente de la productividad de las actividades industriales manufactureras y especialización cada vez mayor en los servicios. A este fenómeno se le ha denominado terciarización de las actividades económicas y su expansión es de naturaleza concentrada, es decir de base metropolitana.

La zona metropolitana de Toluca no ha sido la excepción, ya que en las últimas dos décadas su estructura productiva se ha perfilado como la más importante para la región central del estado de México.

El Producto Interno Bruto (PIB) del Estado de México en 2012p/ representó 9.18% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 3.42%, Figura 4.2.

Figura 4.2. PIB Estado de México



Fuente: INEGI.

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2014, el Estado de México registró un incremento en su índice de actividad económica de 1.0% con respecto al mismo periodo del año anterior, Tabla 1.3.

Tabla 4.3.- Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal

Denominación	Variación % 2do Trimestre 2014* P/	Posición a nivel nacional
Total Nacional	1.6	
Estado de México	1	18
Actividades primarias	3.7	17
Actividades secundarias	-5	28
Actividades terciarias	4	2

Fuente: INEGI.

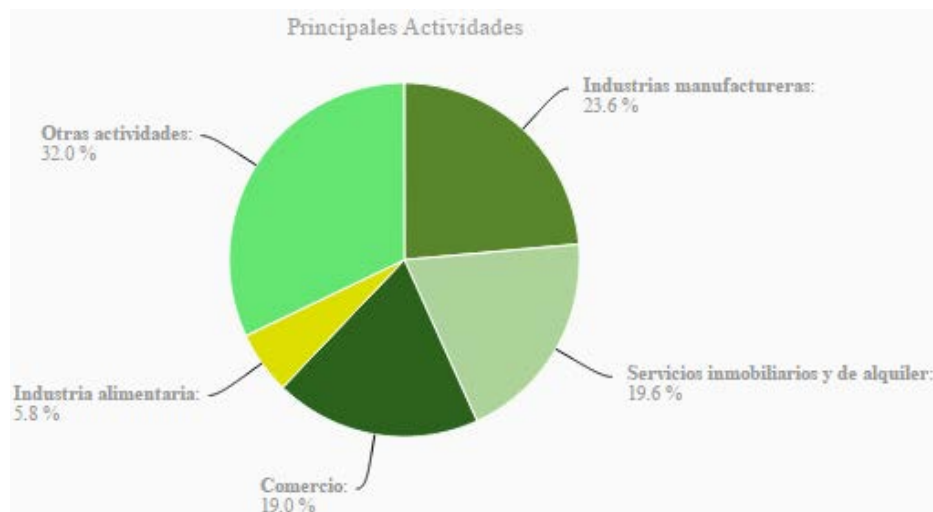
Por grupo de actividad económica, las actividades primarias y terciarias registraron un aumento de 54.8 y 2.3%, respectivamente; mientras que las secundarias disminuyeron 2.6%. Siendo las actividades terciarias las que más contribuyeron al desempeño económico de la entidad.

Según datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, esta entidad federativa cuenta con 535,580 Unidades Económicas, lo que representa el 12.1% del total en nuestro país.

Al segundo trimestre de 2014, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 7,363,283 personas, lo que representó el 58.5% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 93.4% está ocupada y el 6.6% desocupada.

Entre las principales actividades se encuentran: industrias manufactureras (23.60%), servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (19.59%), comercio (19.02%) e industria alimentaria (5.75%). Juntas representan el 67.96% del PIB estatal, Figura 4.3.

Figura 4.3. Principales Actividades Estado de México



Fuente: INEGI.

Los sectores estratégicos son: automotriz, productos químicos, agroindustrial, minería, textil, turismo, logístico, equipo y servicio aeroespacial, y servicios de investigación.

En el rubro de infraestructura productiva el estado cuenta con 14 parques industriales y/o tecnológicos:

- Parque Industrial "Huehuetoca"
- Parque MicroIndustrial "Cuautitlán Izcalli"
- Parque Industrial "Hermandad del Estado de México" Ixtlahuaca
- Parque Industrial "Cerrillo I"
- Parque Industrial "Cerrillo II"
- Parque Industrial "Santa Bárbara" en Atlacomulco
- Parque Industrial "El Coecillo"
- Parque Industrial "San Cayetano"
- Parque Industrial "Jilotepec"
- Parque Industrial "San Antonio Buenavista"
- Parque Industrial "Atlacomulco"
- Parque Industrial "Exportec I"
- Parque Industrial "Exportec II"
- Parque Tecnológico Tecnópolis Esmeralda Bicentenario – ITESM

5. Información climática local

El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando la CONAGUA alerte o determine la existencia de una sequía severa. Por ello, un programa de medidas contingentes contra la sequía requiere conocer los antecedentes climáticos de la localidad y su probabilidad de padecer sequías en el futuro. Además se requiere conocer cuáles son las fuentes de información que nos informan sobre la incidencia de este fenómeno en nuestra localidad o región de referencia.

La recopilación de información climática para el PMPMS urbano deberá incluir la información oficial publicada por el PRONACOSE y el SMN. Además se puede complementar con información producida por otras dependencias de gobierno (CEA, etc.), universidades o institutos, agricultores o ganaderos, o expertos en el tema.

Según los lineamientos de 2012, para que la CONAGUA determine la existencia de una emergencia por sequía, ésta debe analizar y dictaminar los registros climatológicos e hidrométricos de los índices denominados "Índice Estandarizado de Precipitación o Standardized Precipitation Index (SPI) y el Índice de Sequía por Escurrimiento o Streamflow Drought Index" (SDI). Además, los lineamientos establecen que la CONAGUA 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.

El Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) es el valor resultante del análisis de los registros de precipitación, que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. El SPI es un índice de normalización de la precipitación histórica que permite identificar condiciones de déficit y exceso de precipitación a corto y largo plazo. El índice es calculado en base a la suposición de que la distribución probabilística de la precipitación es Gamma, por lo que al utilizar estos índices para ajustarlos a una distribución de probabilidad normal se le nombra como estandarización o normalización de la precipitación. Los valores son representativos de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, en donde los valores negativos indican déficit y los positivos superávit. Los mapas muestran patrones espaciales de 1, 3, 6, 9, 12 y 24 meses, en donde las características para períodos largos o cortos se clasifica como:

- 1 mes. Indica las condiciones de humedad del suelo.
- 3 meses. Una estimación de la precipitación estacional.
- 6/9/12/24 meses. Los impactos en los niveles de reserva de agua.

El Índice de Sequía por Escurrimiento o sequía hidrológica (SDI) es el valor resultante del análisis de los registros de escurrimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. La sequía hidrológica se refiere a las deficiencias en las disponibilidades de agua, tanto superficial como subterránea, y es medida con base en los escurrimientos y los niveles en lagos, embalses y los niveles en acuíferos. Como tal, las mediciones hidrológicas no son los primeros indicadores de sequía, ya que cuando la precipitación es reducida o deficiente durante un período prolongado de tiempo, esta escasez se refleja en la disminución de los niveles de agua en embalses y en los niveles de las aguas subterráneas.

Para la elaboración del PMPMS urbano, ha sido necesario recabar la información de Alertamiento de sequías contenida en las páginas Web del PRONACOSE y en la del SMN. Para conocer las condiciones en las que se encuentra la zona de estudio y evaluar las probabilidades de que ésta se encuentre en alguna etapa de la sequía.

5.1 Información climatológica local de la ZMV Toluca

El Banco Nacional de Datos Climatológicos incluye registros históricos de la red climatológica nacional (5,000 estaciones), red sinóptica de superficie y altura (77 observatorios y 11 estaciones de radio sondeo), con registros en algunos casos desde fines del siglo pasado hasta la fecha.

Las tablas muestran los valores de Temperatura media, Temperatura máxima y Temperatura mínima promedio mensual para las capitales de los estados (periodo 1951-1980); así como la lámina de lluvia media mensual y anual por entidad federativa y Nacional (periodo de 1941-1996).

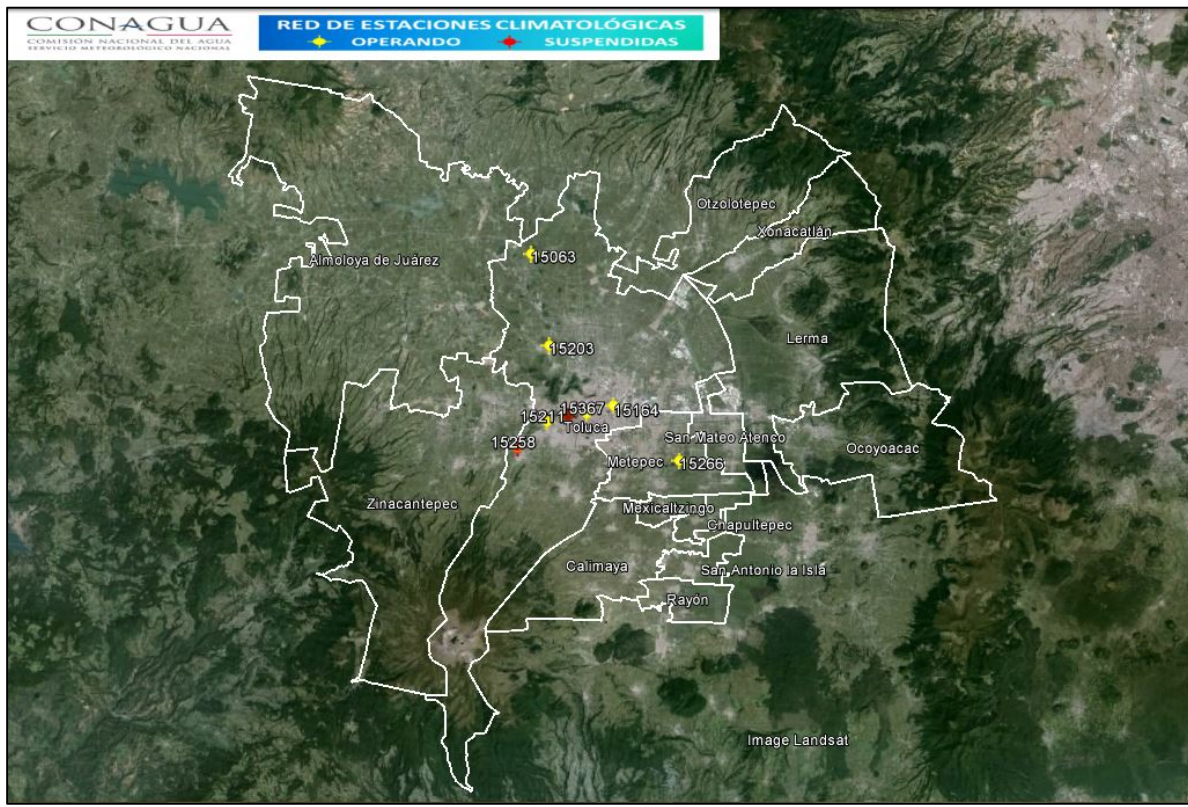
Debido a la gran demanda de resúmenes climáticos actualizados, el Servicio Meteorológico Nacional decidió elaborar las normales climatológicas provisionales del período 1971-2000; este producto es un complemento a las normales climatológicas estándar y provisionales 1961-1990.

Se utilizó el lenguaje procedural DQL de DataEase (manejador de base de datos), para procesar los datos mensuales y los valores normales obtenidos se guardaron en formas del DataEase diseñadas con esta finalidad, de tal manera que quedaron integrados a la base de datos, con lo cual se pueden realizar búsquedas, reportes y reprocesamiento de los datos. A partir de la información anterior, se generó un reporte que guarda en un solo archivo de texto los datos normales de todas las estaciones. Para dar el formato final de presentación a las normales se generó un programa en C#, que lee los datos del archivo de texto antes enunciado y genera un archivo de texto (en codificación UTF8) por cada estación con su formato definitivo; finalmente como resultado de este proceso se obtuvieron 3,758 normales climatológicas.

Al 2012 México cuenta con 3,817 estaciones oficiales en operación. Éstas miden las variables climatológicas e hidrométricas que se registran en el país, 1,064 son estaciones de referencia de donde se obtienen datos que determinan el comportamiento normal del clima nacional. Las estaciones climatológicas miden temperatura, precipitación pluvial, evaporación, velocidad y dirección del viento. Hay dos tipos de estaciones meteorológicas, las automáticas (EMA) y las sinópticas (ESIME) que emiten reportes automáticos por Internet cada tres horas. De estas últimas existen 84 en el país. En la página de la CONAGUA se puede obtener la lista y las claves de las estaciones meteorológicas de cada estado de la república.

Para obtener información climatológica del área metropolitana de la ciudad de Toluca se utilizaron 8 estaciones operadas por el servicio meteorológico nacional, de las cuales 6 están operando y 2 se encuentran suspendidas pero igualmente tienen información disponible, Figura 5.1.

Figura 5.1. Estaciones del SMN para la ZMV Toluca



Fuente: Información de SMN en Google Earth

En las siguientes figuras se muestran las series temporales de temperaturas, precipitación, evaporación y normales para las estaciones de la Zona Metropolitana de Toluca.

La siguiente grafica muestra el registro de temperatura del año 1978 al 2012 de la estación 15203 localizada dentro de la mancha urbana de Toluca.

Figura 5.2. Temperatura registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012

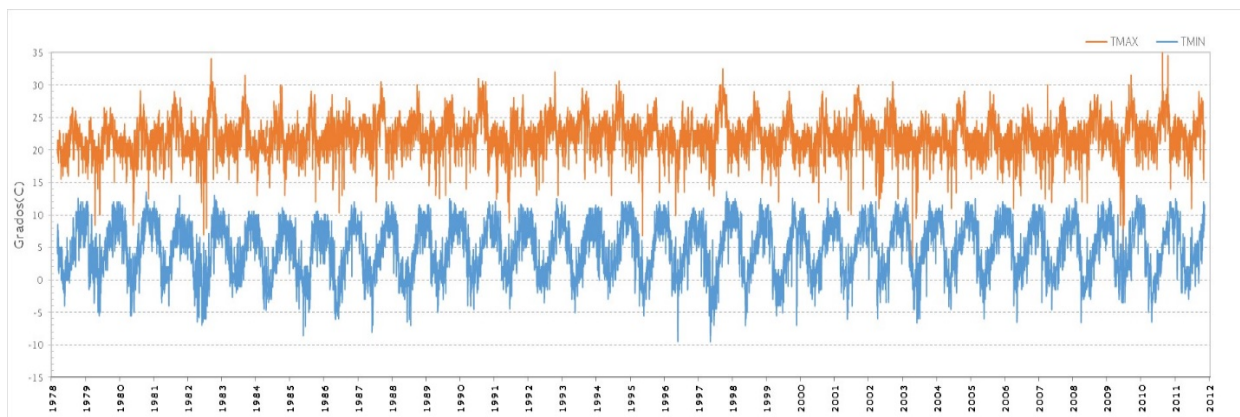


Figura 5.3. Precipitación registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012

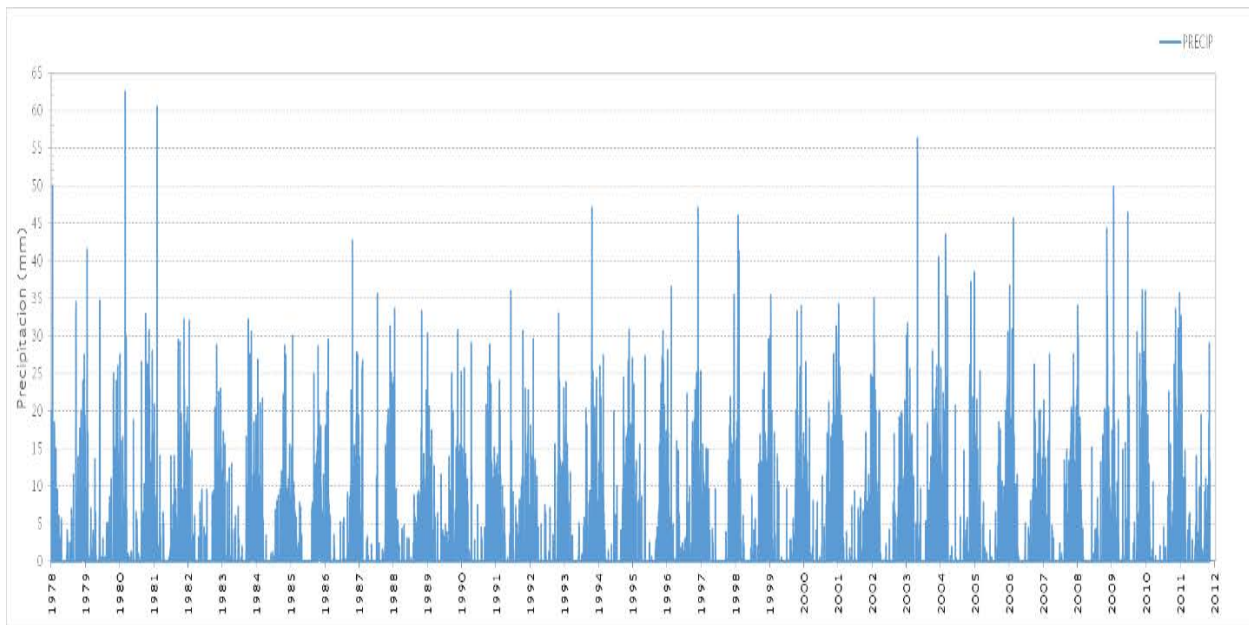
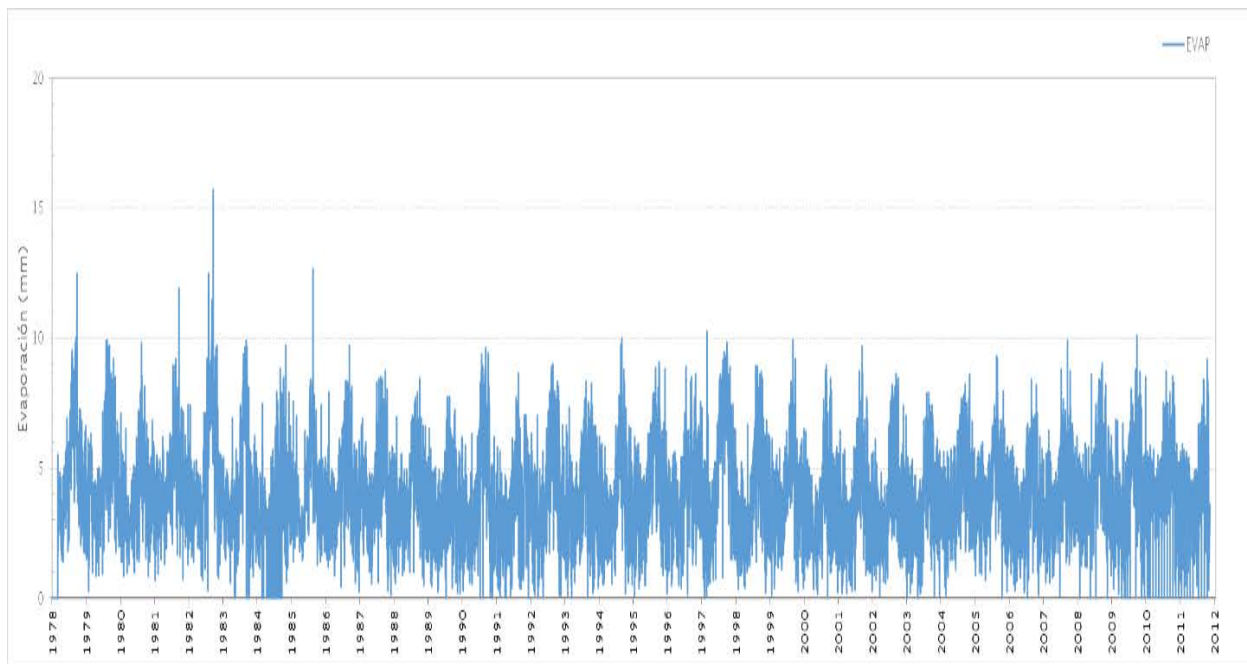


Figura 5.4. Evaporación registrada por la estación 15203 de 1978 a 2012



Por otra parte se presentan las normales mensuales de precipitación y temperatura para los años de 1951 al 2010 para la estación 15203.

Figura 5.5. Normal de temperatura máxima y mínima mensual del 1951 al 2010

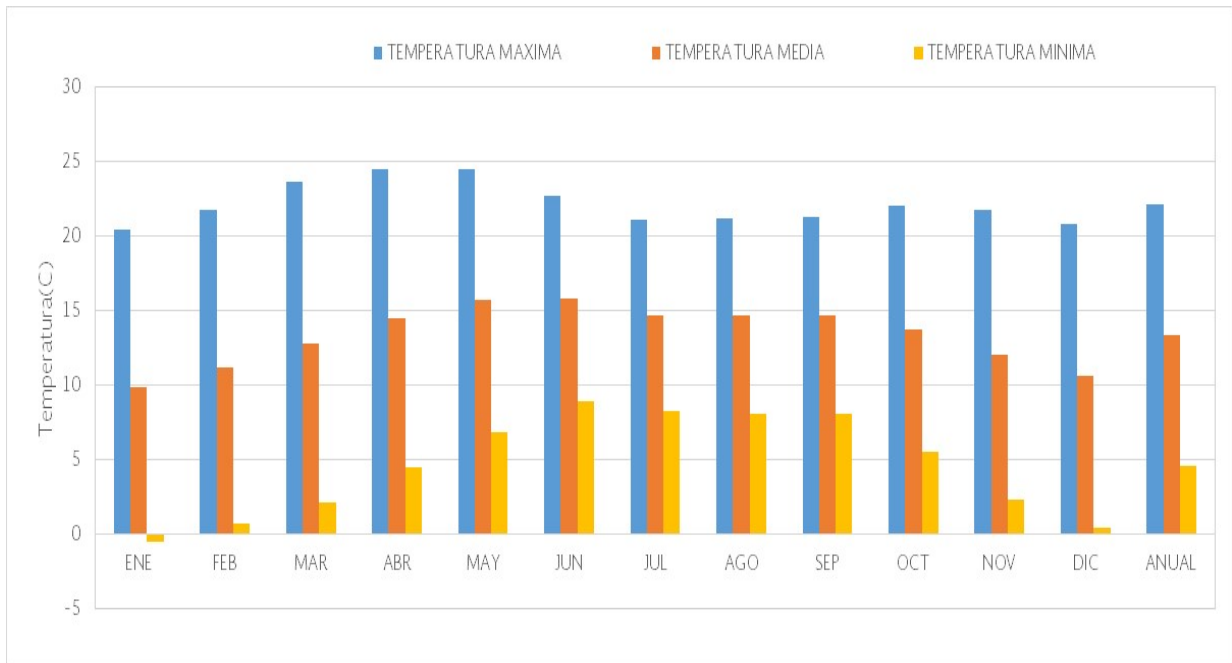


Figura 5.6. Normal de temperatura máxima y mínima mensual del 1951 al 2010

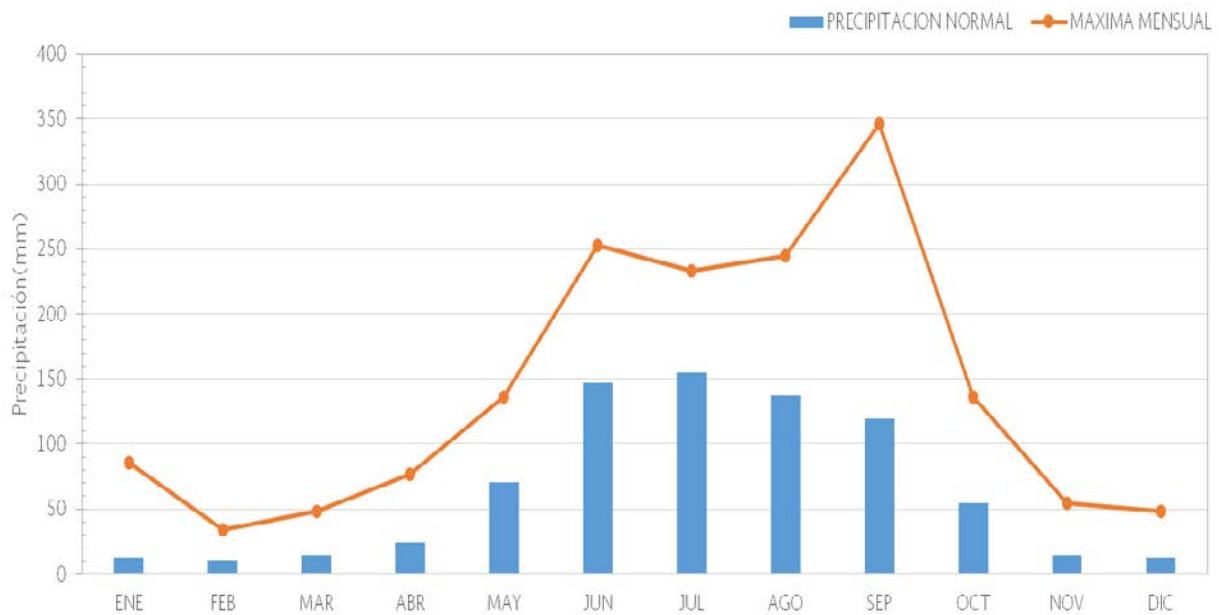
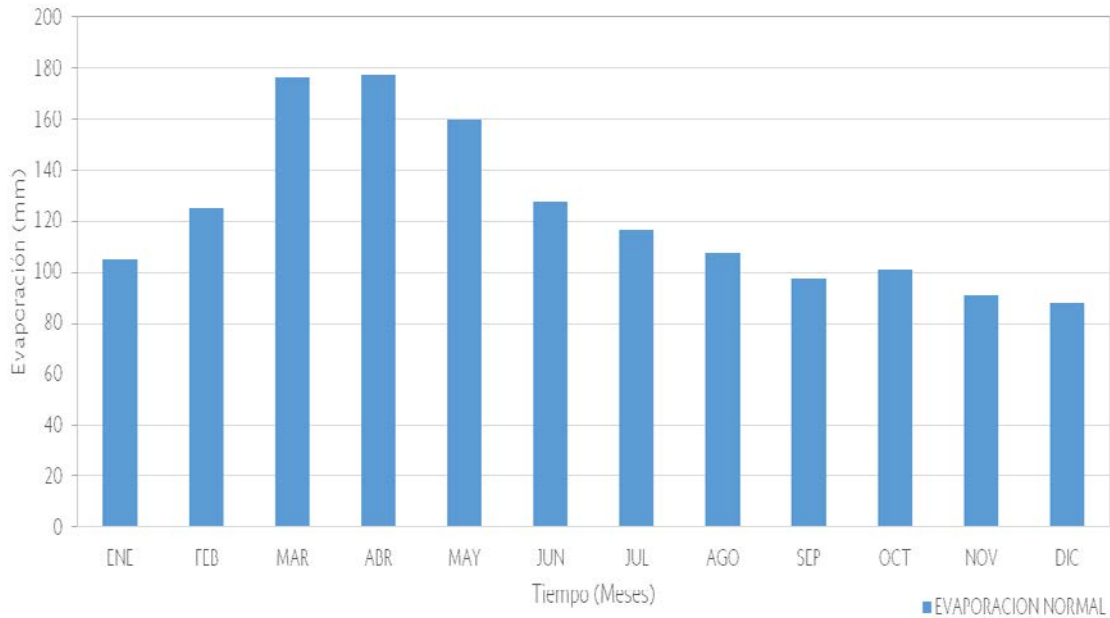


Figura 5.7. Normal de evaporación máxima y mínima mensual del 1951 al 2010



5.2 Indicadores del tipo de sequía por municipio

De manera general la tabla de Indicadores del tipo de Sequía por Municipio mensualmente etiqueta a cada Municipio de la Republica Mexicana de acuerdo a la intensidad de la sequía que presenta.

En la página de PRONACOSE puede encontrarse esta información de la que cada 15 días se tienen registros de los estados más afectados por la sequía. Para el caso del Estado de México la última información de sequía que se tiene publicada es la del 31 de Octubre del 2014, en este registro se tienen 7 municipios afectados por la sequía, entre ellos están Amatepec, Tlatlaya y Luvianos, éstos representan el 5.6% del total de municipios del estado, todos con un estado de DO. A esta fecha, no se cuenta con registros del municipio de Toluca debido a que según la información este municipio no está siendo afectado por la sequía, Tabla 5.1.

Tabla 5.1.- Estados con municipios en sequía

CVE ENT	ESTADO	MUNICIPIOS CON SEQUÍA	PORCENTAJE DE MUNICIPIOS
02	Baja California	5	100.0
04	Campeche	4	36.4
05	Coahuila de Zaragoza	3	7.9
06	Colima	1	10.0
07	Chiapas	2	1.7
08	Chihuahua	26	38.8
10	Durango	4	10.3
11	Guanajuato	15	32.6
12	Guerrero	36	44.4

13	Hidalgo	1	1.2
14	Jalisco	35	28.0
15	México	7	5.6
16	Michoacán de Ocampo	79	69.9
18	Nayarit	7	35.0
20	Oaxaca	38	6.7
21	Puebla	9	4.1
22	Querétaro de Arteaga	1	5.6
24	San Luis Potosí	7	12.1
25	Sinaloa	2	11.1
26	Sonora	22	30.6
27	Tabasco	5	29.4
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	53	25.0
31	Yucatán	7	6.6
Total	23 Entidades	369 municipios	

Otra característica de la información es el hecho de que muestra el estado de la sequía por cada municipio, por lo que las siguientes tablas no solo muestran el número de municipios en sequía si no también la etapa en la que se encuentra, Tabla 5.2

Tabla 5.2.- Intensidad de la sequía en los municipios afectados de cada Estado

CLAVE	ENTIDAD	D0	D1	D2	D3	D4	MUNICIPIOS CON SEQUÍA
02	Baja California		2		3		5
05	Coahuila de Zaragoza	1	2				3
06	Colima	1					1
08	Chihuahua	24	2				26
10	Durango	4					4
11	Guanajuato	15					15
12	Guerrero	28	8				36
13	Hidalgo	1					1
14	Jalisco	29	6				35
15	México	7					7
16	Michoacán de Ocampo	57	22				79
18	Nayarit	7					7
20	Oaxaca	30	8				38
21	Puebla	9					9
22	Querétaro de Arteaga	1					1
24	San Luis Potosí	7					7
25	Sinaloa	2					2
26	Sonora	18	4				22
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	50	3				53
04	Campeche	4					4

07	Chiapas	2					2
27	Tabasco	5					5
31	Yucatán	7					7
Subtotales	23	309	57	0	3	0	369

La Tabla 5.3 muestra los 7 municipios afectados por la sequía en fechas recientes, cabe destacar que el municipio de Toluca no aparece debido a que en su último periodo no mostro alguna intensidad de sequía, por otra parte en años anteriores éste municipio ha sido víctima de sequías severas y extremas (D2 y D3). Por lo que en el archivo de “Concentrado histórico” emitido por PRONACOSE puede encontrarse el registro de la intensidad de sequía de cada municipio desde el año 2008.

Tabla 5.3.- Municipios con sequía del estado de Toluca al 31 de Octubre del 2014

CVE_ENT	15	15	15	15	15	15	15
CVE_CONICA	15008	15064	15066	15078	15085	15116	15123
NOMBRE_MUN	Amatepec	El Oro	Otzoloapan	Santo Tomás	Temascalcingo	Zacazonapan	Luvianos
ENTIDAD	México	México	México	México	México	México	México
ORG_CUENCA	Balsas	Lerma Santiago Pacífico	Balsas	Balsas	Lerma Santiago Pacífico	Balsas	Balsas
CON_CUENCA	Rio Balsas	Lerma - Chapala	Rio Balsas	Rio Balsas	Lerma - Chapala	Rio Balsas	Rio Balsas
SUPERFICIE (km2)	635	137	156	103	360	67	699
Zona Urbana (km2)							
Distritos Riego (km2)					48		
ÁREA EXPUESTA (km2)	635	137	156	103	312	67	699
CVE	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0

En la Tabla 5.4 se muestra la información del municipio de Toluca que aparece en la Tabla “Concentrado histórico de tipos de sequía por municipio” de la página del PRONACOSE.

Tabla 5.4.- Concentrado de tipos de sequía por municipio para Toluca

CVE_CONCATENADA	15106
CVE_CONCA	15106
NOMBRE_MUN	Toluca
ENTIDAD	México
ORG_CUENCA	Lerma Santiago Pacífico
CONSEJO DE CUENCA	Río Balsas
NOMBRE_RH	LERMA SANTIAGO
NOMBRE_CUE	RÍO LERMA 2
NOM_SUBHID	ALTO LERMA
CLV_SUBHID	12A
CRITERIO	PRESA
ESTADOS	México, Querétaro de Arteaga, Michoacán de Ocampo, Guanajuato.
29/02/2008	Anormalmente Seco
31/03/2008	Anormalmente Seco

30/04/2008	Moderada
31/05/2008	Moderada
30/06/2008	Moderada
31/07/2008	Moderada
31/08/2008	Anormalmente Seco
30/09/2008	Anormalmente Seco
31/10/2008	Anormalmente Seco
30/11/2008	Severa
31/12/2008	Severa
31/01/2009	Severa
28/02/2009	Severa
31/03/2009	Severa
30/04/2009	Severa
31/05/2009	Severa
30/06/2009	Severa
31/07/2009	Extrema
31/08/2009	Extrema

30/09/2009	Severa
31/10/2009	Severa
30/11/2009	Severa
31/12/2009	Severa
31/01/2010	Severa
31/03/2011	Anormalmente Seco
30/04/2011	Moderada
31/05/2011	Moderada
30/06/2011	Extrema
31/07/2011	Moderada
31/08/2011	Moderada
30/11/2011	Moderada
31/12/2011	Anormalmente Seco
31/01/2012	Anormalmente Seco
31/03/2013	Anormalmente Seco
30/04/2013	Anormalmente Seco
31/07/2013	Anormalmente Seco

31/03/2014	Anormalmente Seco
15/04/2014	Anormalmente Seco
30/04/2014	Anormalmente Seco

Nota: Se eliminaron los renglones que aparecen en cero o anormalmente seco.

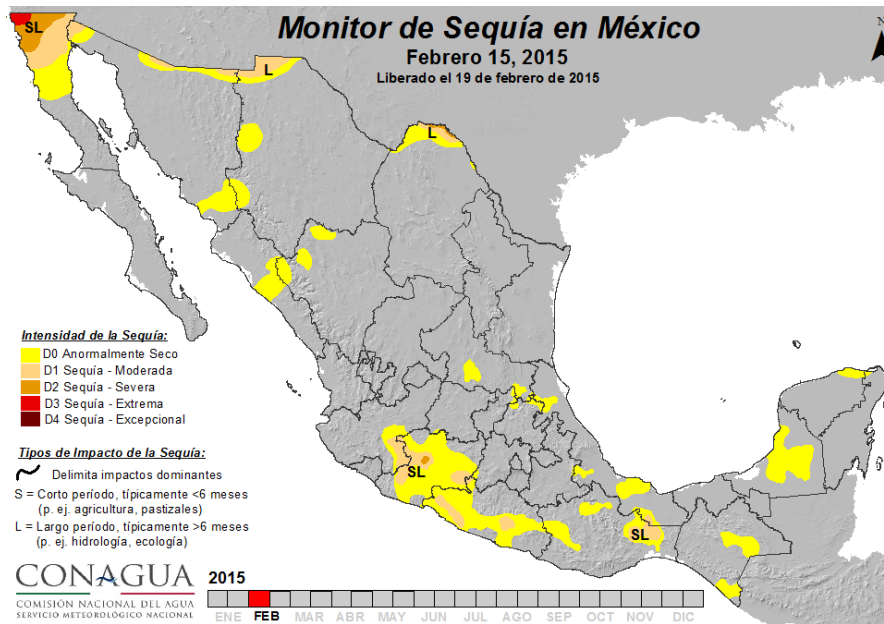
Fuente: Elaborado con base a la información de tabla "Concentrado de tipo de sequía por municipio, de la página del PRONACOSE.

5.3 Monitor de Sequía de México

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es la dependencia oficial del gobierno mexicano encargada de proporcionar información meteorológica (estado del tiempo) y climatológica. Para ello utiliza las redes de observación tales como estaciones automáticas, observatorios sinópticos, radares, estaciones de radiosondeo y estaciones receptoras de imágenes de satélite. Uno de los fenómenos climáticos que más afecta a las actividades económicas del país es la sequía, el SMN se encarga de detectar el estado actual y la evolución de este fenómeno. Para ello se apoya en el Monitor de Sequía en México (MSM) que a su vez forma parte del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM).

El Monitor de Sequía en México se realiza cada quince días. Incluye el análisis de los índices/indicadores de sequía en los últimos 30, 60, 90, 180 y 360 días con corte a la fecha de emisión de los mapas. Estos índices incluyen el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), Porcentaje de Normal de la Lluvia, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), Índice de Salud de la Vegetación (VHI), Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket, entre otros. En el SMN se pueden ver los archivos para las fechas indicadas donde encontrará la información desagregada a nivel nacional, estatal, regional y por consejos de cuenca, Figura 5.8.

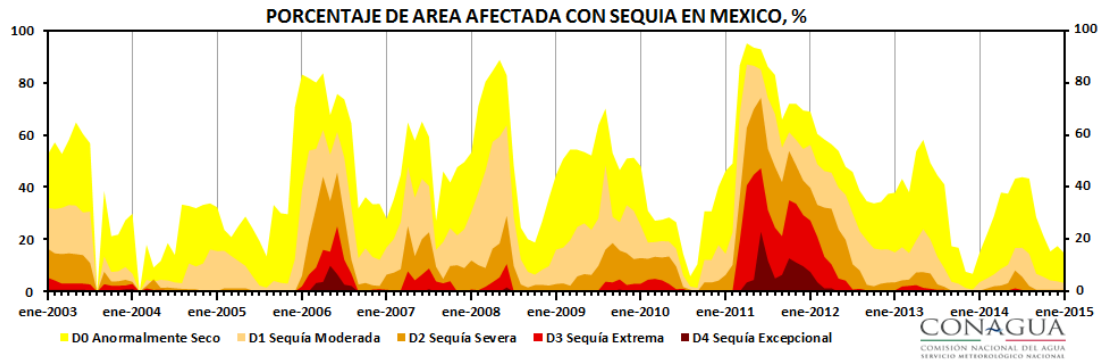
Figura 5.8. Monitor de sequía en México para el mes de Febrero de 2015



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Otro de los productos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional es una gráfica donde se muestra el seguimiento mensual de afectación por sequía, en este caso a nivel nacional, Figura 5.9.

Figura 5.9. Seguimiento mensual de la sequía en México



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

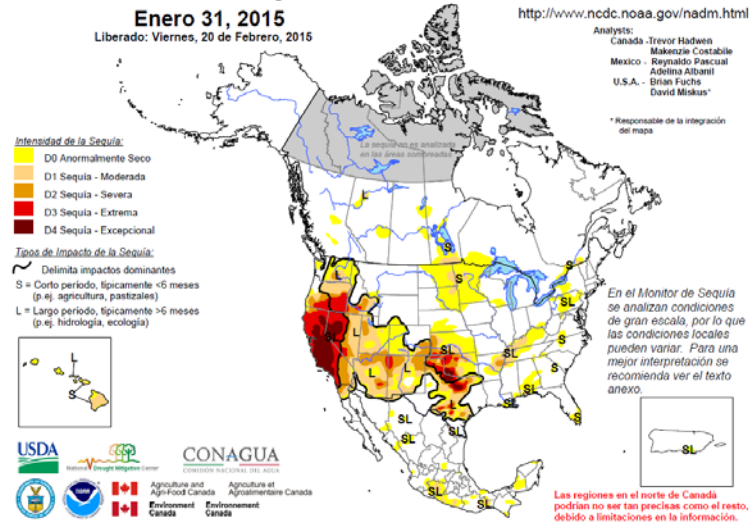
La Figura 5.8 muestra la evolución y el porciento de área del país afectada con una o varias categorías de sequía. Para una mejor interpretación se recomienda consultar el mapa mensual del Monitor de Sequía de América del Norte para el año y mes requerido.

5.4 Monitor de Sequía de América del Norte

México y Estados Unidos y Canadá están enfocados a monitorear la sequía en el sector de América del Norte. El programa se inició en abril de 2002 y forma parte de un amplio proyecto, cuyo principal objetivo es el monitoreo de eventos climáticos extremos sobre el territorio de los tres países, en la Figura 5.10 se muestra el mapa de salida del Monitor de Sequía de América del Norte.

Figura 5.10. Monitor de sequía para América del Norte Enero, 2015

Monitor de Sequía de América del Norte



Fuente: Monitor de Sequía de América del Norte

Según los registros de este monitor, a finales de septiembre de 2014, la intensidad de sequía moderada hasta excepcional (D1-D4) afectó aproximadamente el 13.4% de la superficie y el 16.1% de la población de América del Norte. Estos porcentajes son una disminución del 1.6% para el área y el 0.8% para la población en comparación con los valores para el finales de agosto de 2014.

Esta información ha logrado tener registros en México, un ejemplo de esto son los huracanes Norbert (del 2 al 8 de Septiembre) y Odile (del 10 al 17 de Septiembre) que se formó cerca de la costa del Pacífico mexicano, mientras la tormenta tropical Dolly se mantuvo activa (del 1 al 3 de Septiembre) en el Golfo de México. La lluvia trajo estos sistemas ciclónicos, junto con dos sistemas frontales y ondas tropicales en septiembre 2014, siendo clasificada como la octava lluvia más fuerte desde 1941. La precipitación mensual de 190.9 milímetros a nivel nacional fue de 32.7% para el periodo entre 1941 a 2013. Las anomalías de precipitación que resultaron positivas fueron evidentes en el noroeste (Baja California y Sonora, tercer región más húmedo en septiembre durante los última 73 años), el norte (Chihuahua y Coahuila, tuvieron su sexto y noveno día más lluvioso de septiembre) y noreste (en Tamaulipas, tercero más lluvioso de septiembre). Por debajo de las lluvias normales se observó en las áreas de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y la Península de Yucatán. La ligera recuperación de la sequía continúa con sólo el 28.5% del territorio nacional desde anormalmente seco (D0) a sequía extrema (D3), por debajo del 14.8% del mes pasado. Las principales áreas con sequía se encuentran el norte de Baja California (D1-D3), así como la sequía moderada (D1) en Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Siete ondas tropicales cruzaron el sur del país y dejaron cantidades significativas de lluvias que ayudaron a disminuir el D0 en Quintana Roo, Tabasco, Chiapas y Jalisco. Sin embargo, estas lluvias fueron insuficientes para mejorar la sequía moderada (D1) en Campeche, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Nayarit. También hubo un aumento de la sequía moderada (D1) de Guerrero a Oaxaca y nuevas áreas anormalmente secas (D0) en el Estado de México y el Distrito Federal. Por debajo de la precipitación normal, de Julio a Septiembre en el oeste, sur y sureste de México mantiene el riesgo de incendios forestales. Los diez estados con la mayor superficie afectada por los incendios en orden descendente en cualquier clasificación de sequía fueron Chihuahua (D0-D1), Baja California (D0-D3), Oaxaca (D0-D1), Durango (D0-D1), Jalisco (D0), Guerrero (D0-D1), Baja California Sur (no en la sequía),

Michoacán (D0-D1) y Tabasco (D0); de acuerdo con informes de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) informó el 30 de septiembre, de buenos a excelentes niveles de los principales embalses, con la excepción de los niveles críticos de almacenamiento (<25%) en Baja California.

En septiembre, la temperatura media mensual fue de cerca y por debajo de lo normal en los estados del norte del país; esta condición incluye el norte de Baja California, Nuevo León y Tamaulipas, y la mayor parte de Sonora, Chihuahua y Coahuila; mientras que Sinaloa, Veracruz, Tabasco y Yucatán tenían medios mensuales de temperatura cerca de lo normal. Las principales regiones con temperaturas medias más cálidas que la normal fueron localizadas en Baja California Sur, Durango, San Luis Potosí, la parte centro-oeste (Nayarit, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Guanajuato y Michoacán), Chiapas y Campeche. La temperatura máxima diaria es concentrada en el noroeste, con porciones de Baja California y Sonora que experimentan entre quince y veinte días cerca de 40°C (104°F).

El Ministerio de Gobernación (SEGOB) emitió declaraciones de emergencia por las lluvias extraordinarias ocurridas el 2 y 3 de septiembre en 9 municipios en el norte de Veracruz, del 4 al 6 y 14 de Septiembre en 5 municipios de Baja California Sur, 2 y 3 de Septiembre en 5 municipios del sur de Tamaulipas y dos municipios de Durango los días 3 y 4 de Septiembre.

5.5 Índice de Precipitación Estandarizado

El Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index, SPI): es el valor resultante del análisis de los registros de precipitación, que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía.

Representa el número de desviaciones estándar que cada registro de precipitación se desvía del promedio histórico. Registros de precipitación superiores al promedio histórico del mes correspondiente, darán valores del SPI positivos, esto representa condiciones de humedad; registros de precipitación inferiores al promedio histórico del mes correspondiente, arrojarán valores del SPI negativos, lo cual indica una intensidad en el déficit de humedad.

En la Tabla 5.5 se muestran los rangos de los valores del SPI y su respectiva fase o categoría de sequía.

Tabla 5.5.- Valores y fases del SPI.

Valor del SPI	Fase o categoría de la sequía
2.00 y más	Extremadamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy húmedo
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99	Condiciones normales
-1.00 a -1.49	Sequía moderada
-1.50 a -1.99	Sequía severa
-2.00 y menos	Sequía extrema

Fuente: Marco teórico, programas de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Los mapas muestran patrones espaciales de 1, 3, 6, 9, 12 y 24 meses, en donde las características para períodos largos o cortos se clasifica como:

- 1 mes. Indica las condiciones de humedad del suelo.

- 3 meses. Una estimación de la precipitación estacional.
- 6/9/12/24 meses. Los impactos en los niveles de reserva de agua.

En las siguientes Figuras se muestra el resultado del SPI para la estación con clave 15203 perteneciente al municipio de Toluca, en la cual se enlistan los periodos de agregación de 1, 3, 6, 9, 12 y 24 meses.

Figura 5.11. SPI de la estación 15203 para 1 mes de agregación.

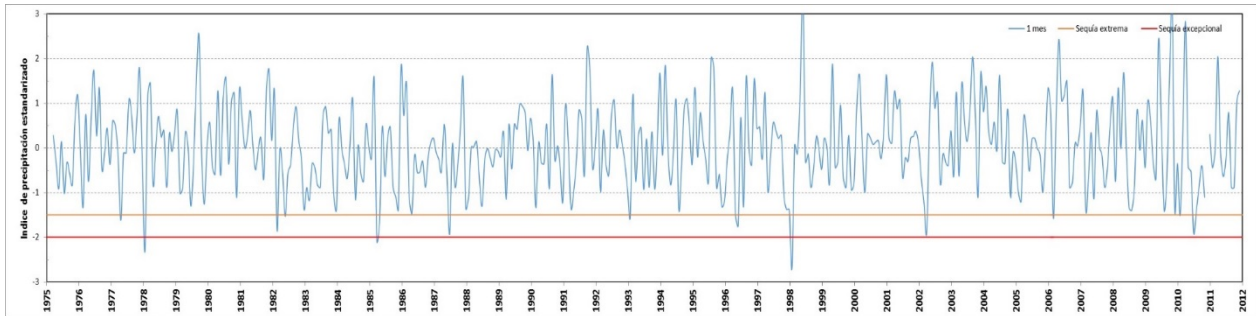


Figura 5.12. SPI de la estación 15203 para 3 meses de agregación.

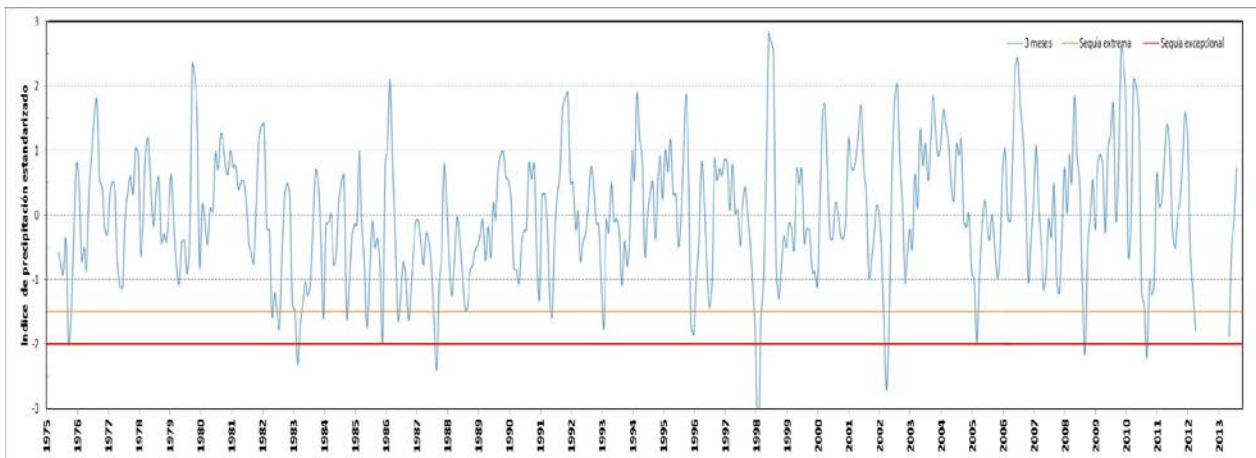


Figura 5.13. SPI de la estación 15203 para 6 meses de agregación.

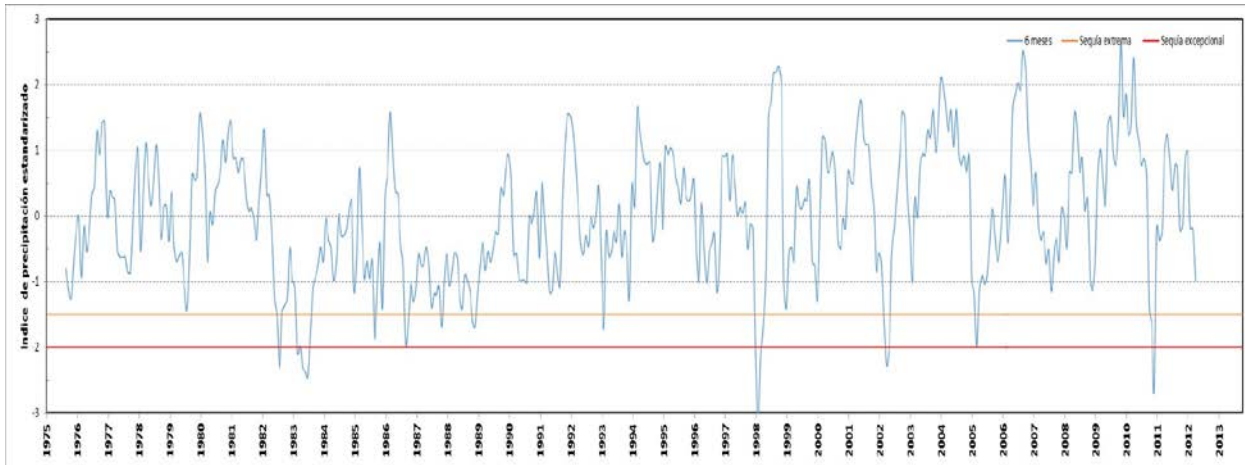


Figura 5.14. SPI de la estación 15203 para 9 meses de agregación.

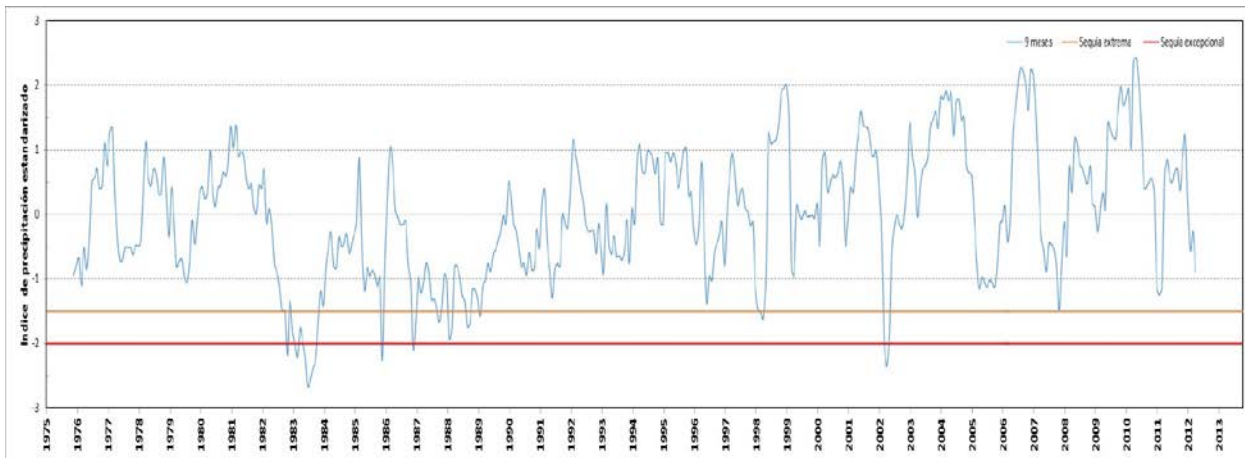


Figura 5.15. SPI de la estación 15203 para 12 meses de agregación.

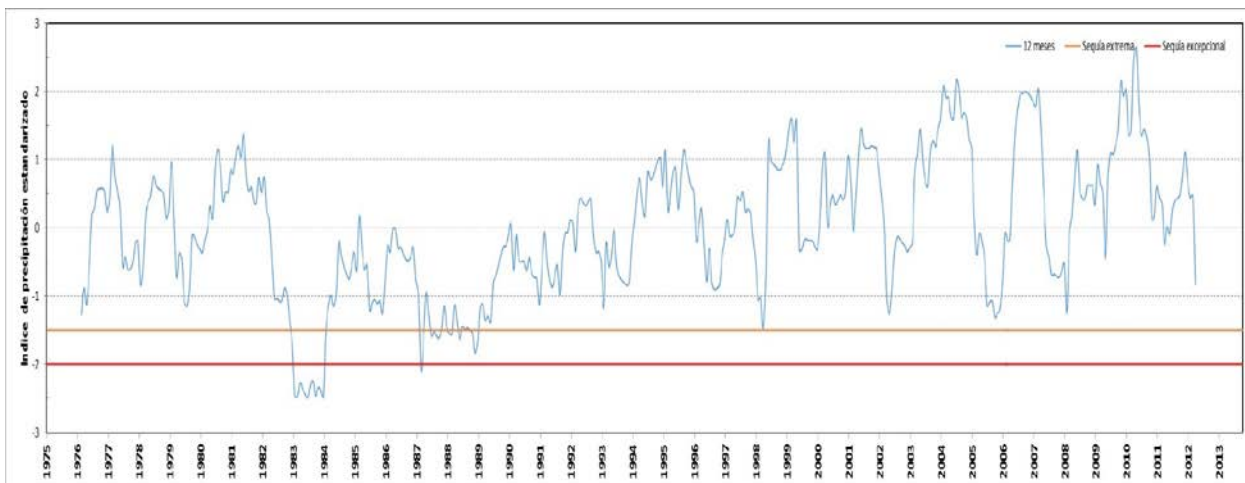
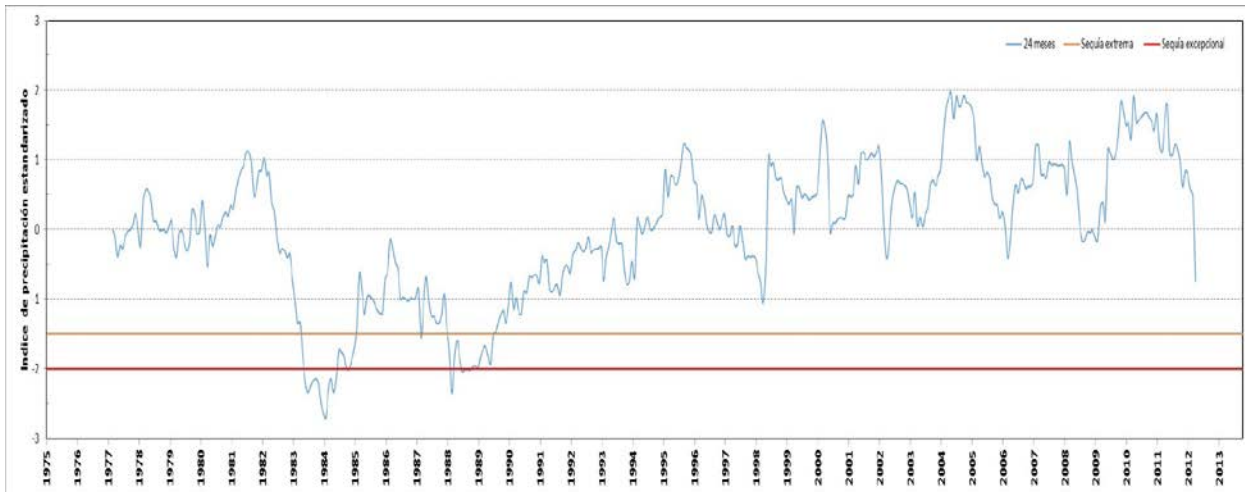
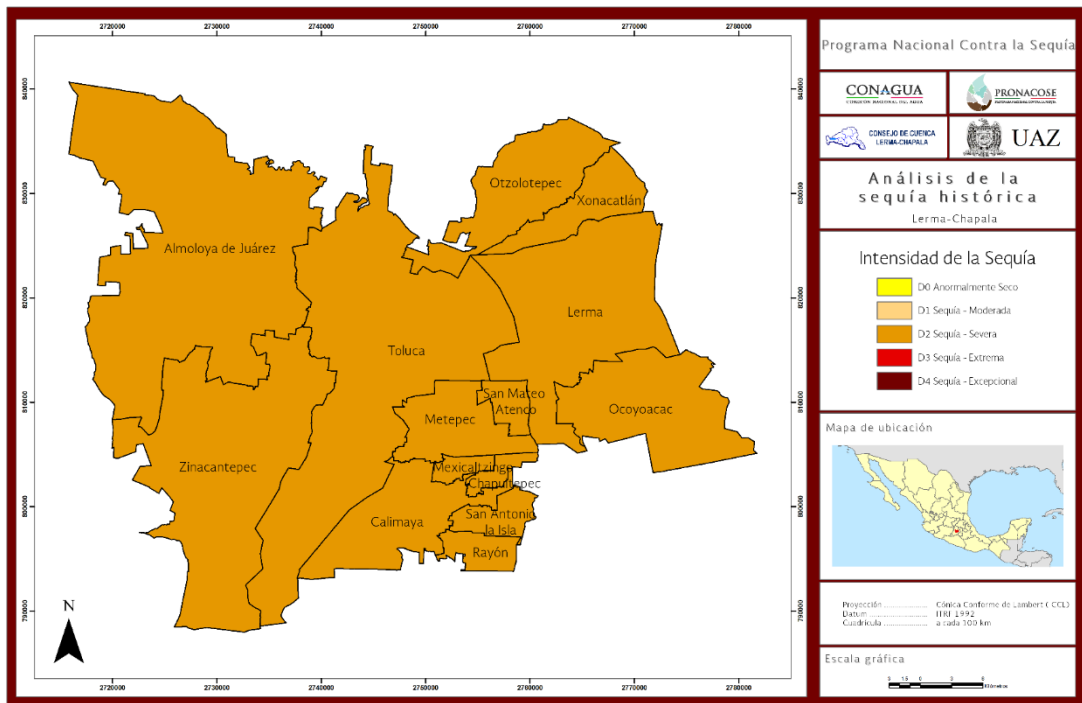


Figura 5.16. SPI de la estación 15203 para 24 meses de agregación.

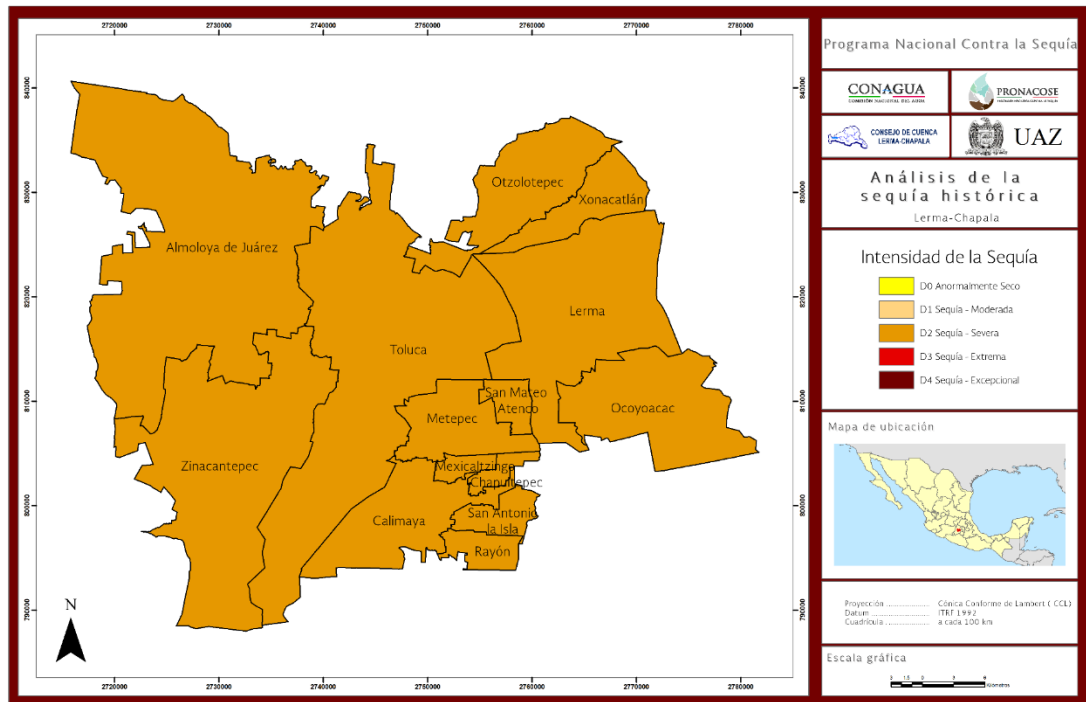


5.6. Análisis de la sequía histórica empleando el SPI para el año 2009 a escala mensual (SMN)

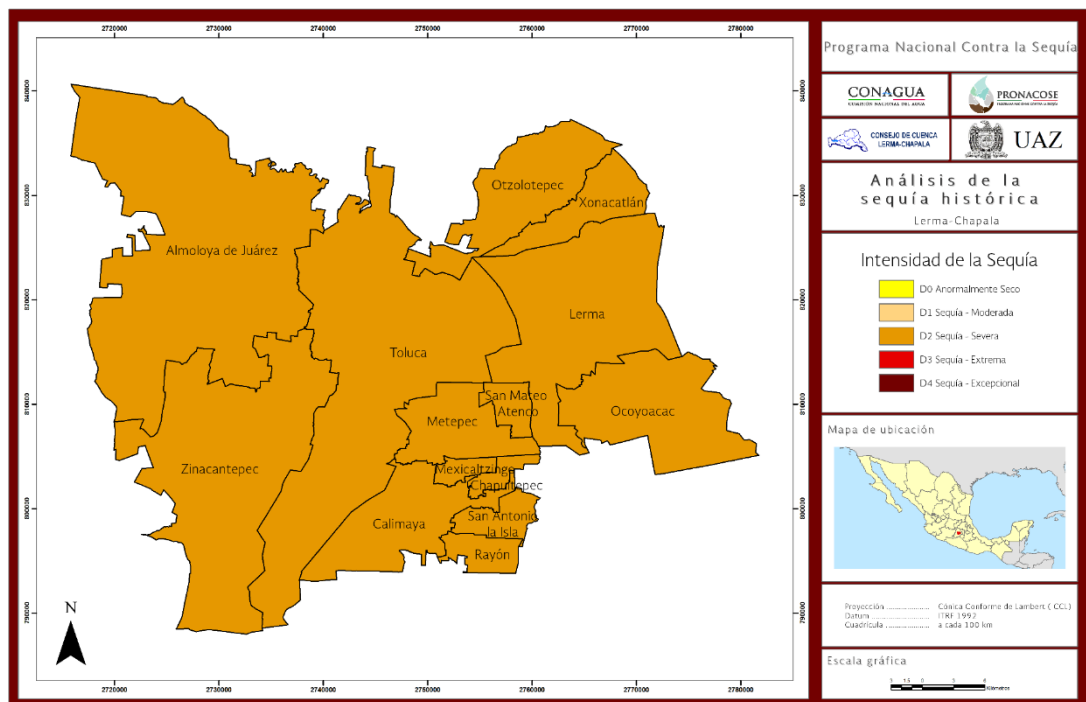
5.6.1. Mapa del SPI para Enero de 2009 y un mes de agregación.



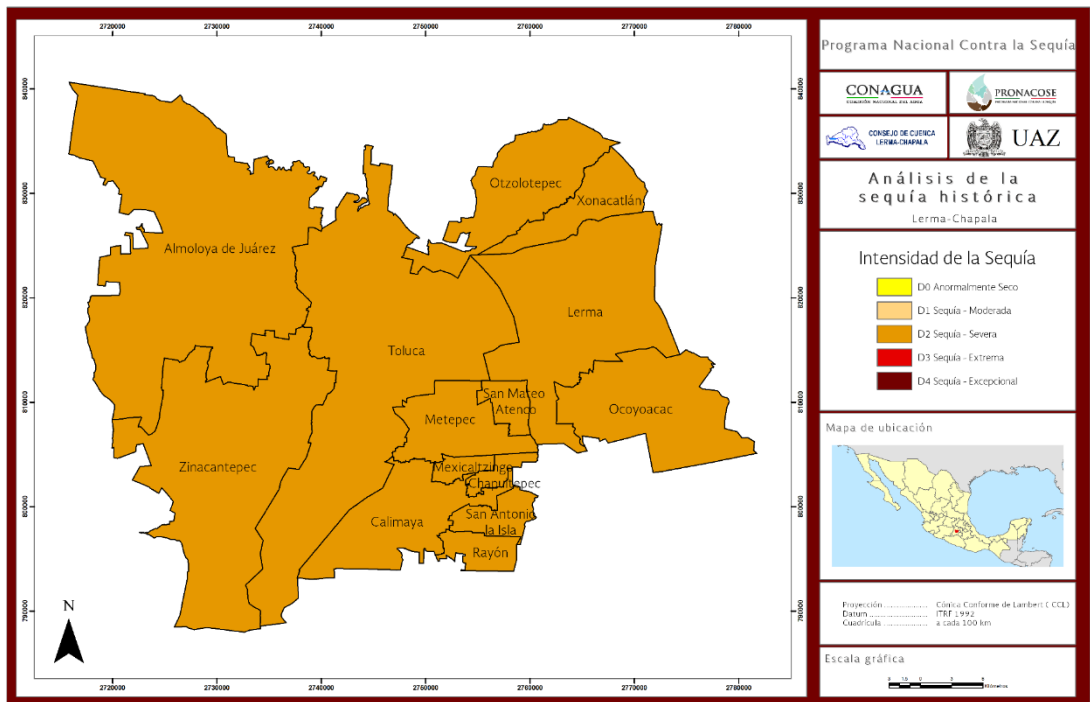
5.6.2. Mapa del SPI para Febrero de 2009 y un mes de agregación.



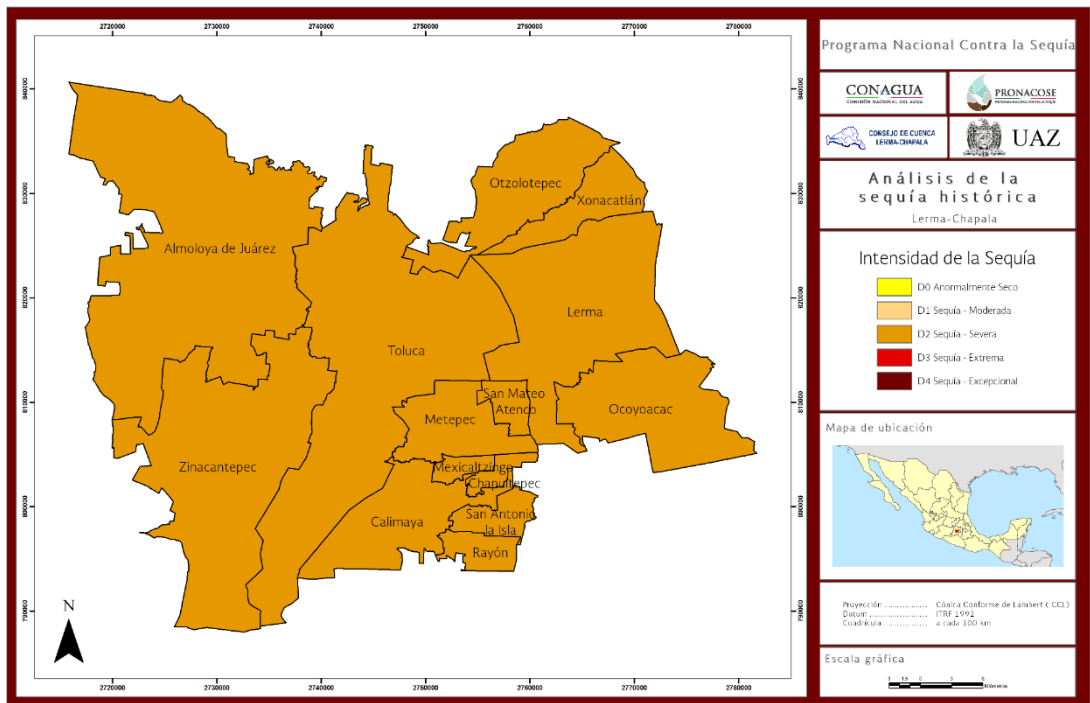
5.6.3. Mapa del SPI para Marzo de 2009 y un mes de agregación.



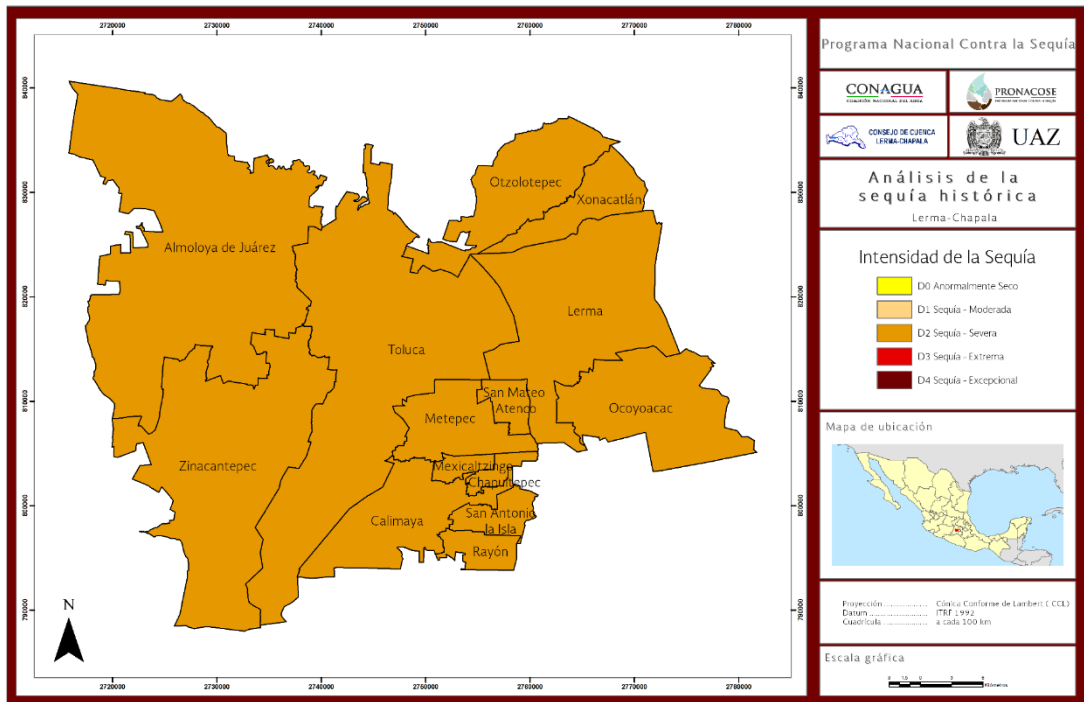
5.6.4. Mapa del SPI para Abril de 2009 y un mes de agregación.



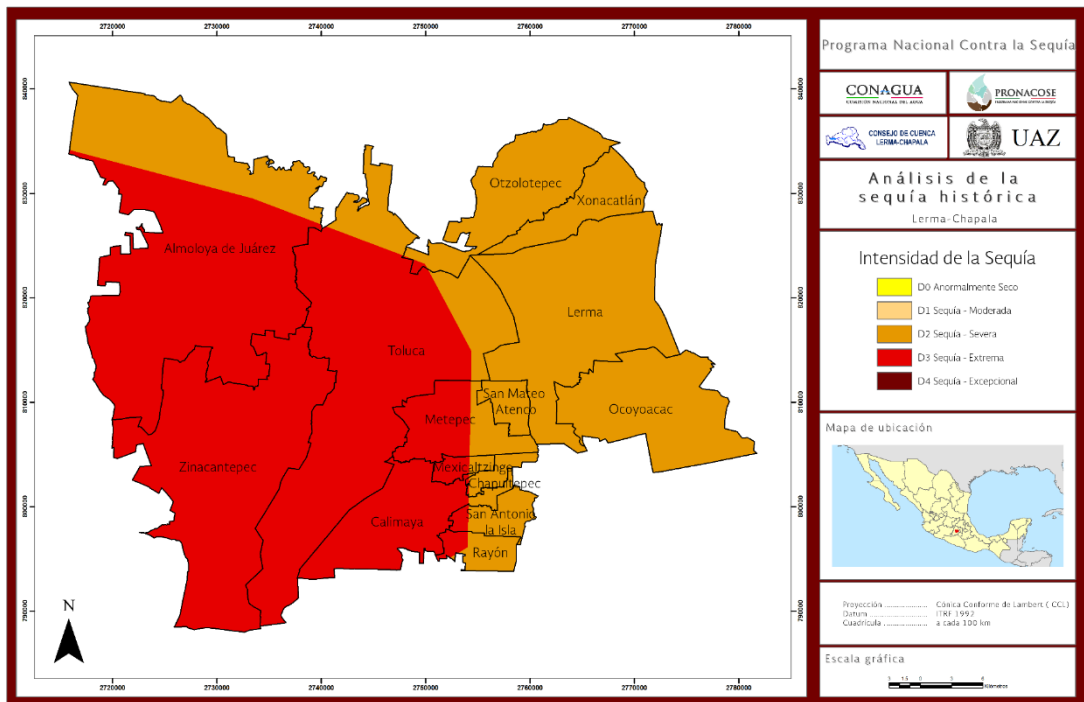
5.6.5. Mapa del SPI para Mayo de 2009 y un mes de agregación.



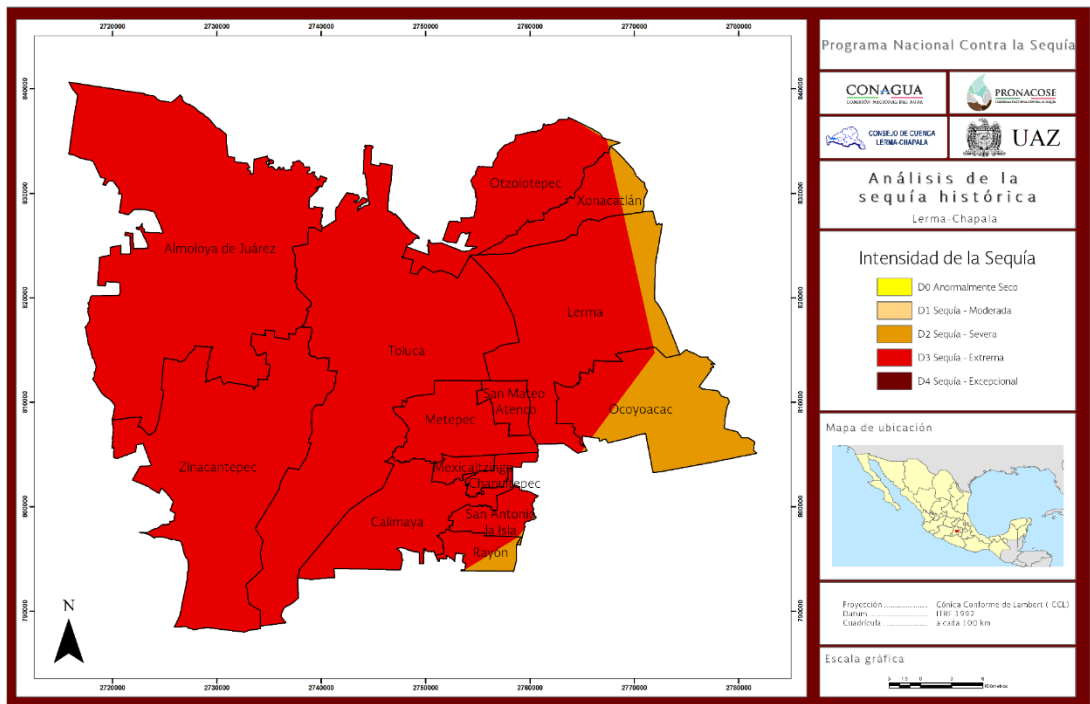
5.6.6. Mapa del SPI para Junio de 2009 y un mes de agregación.



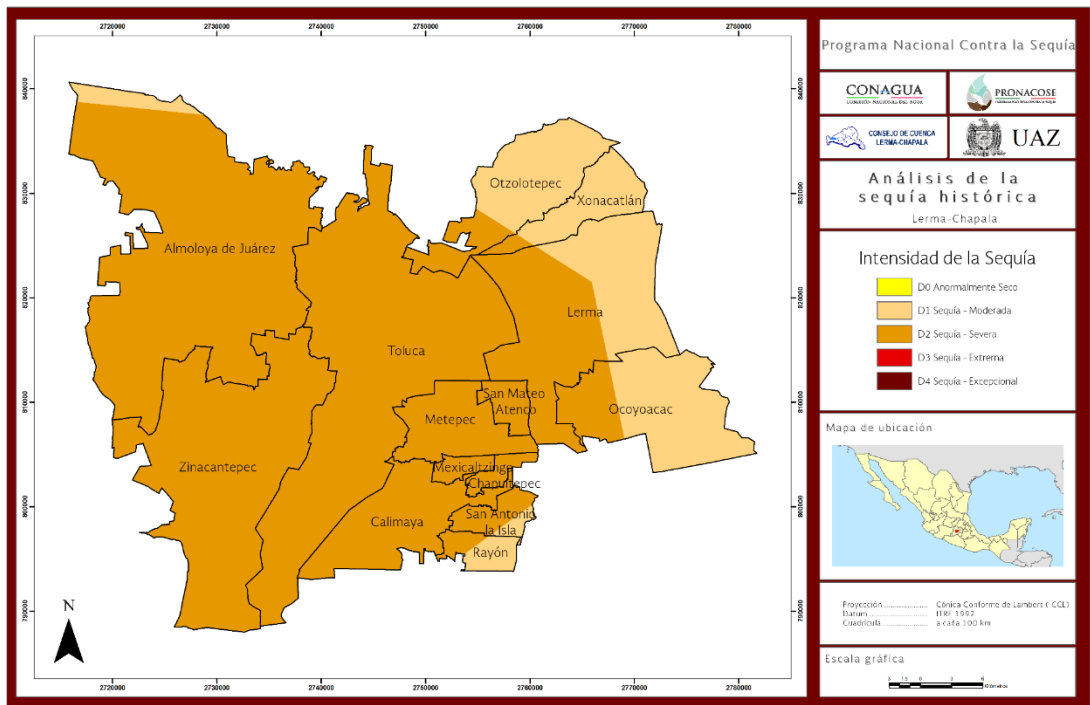
5.6.7. Mapa del SPI para Julio de 2009 y un mes de agregación.



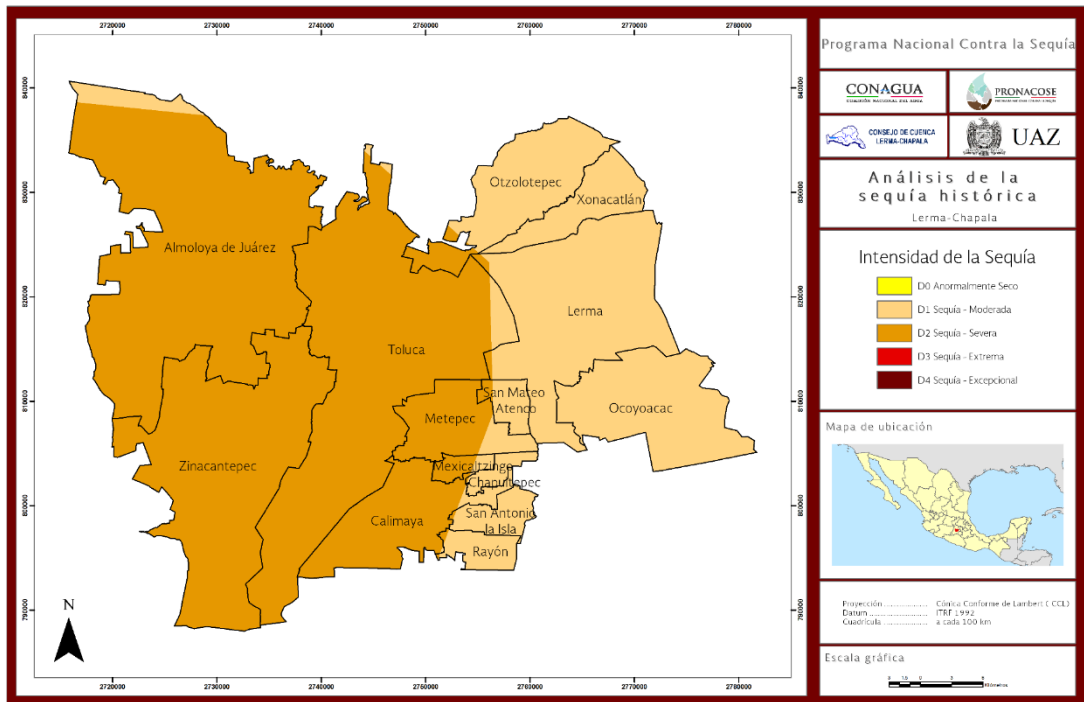
5.6.8. Mapa del SPI para Agosto de 2009 y un mes de agregación.



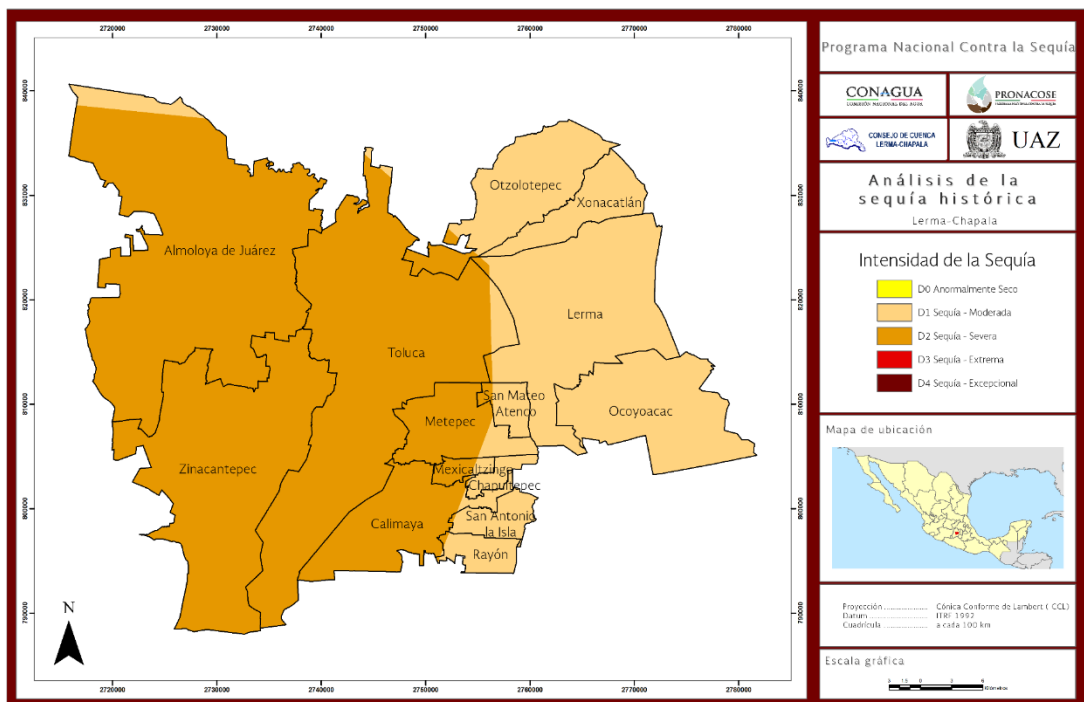
5.6.9. Mapa del SPI para Septiembre de 2009 y un mes de agregación.



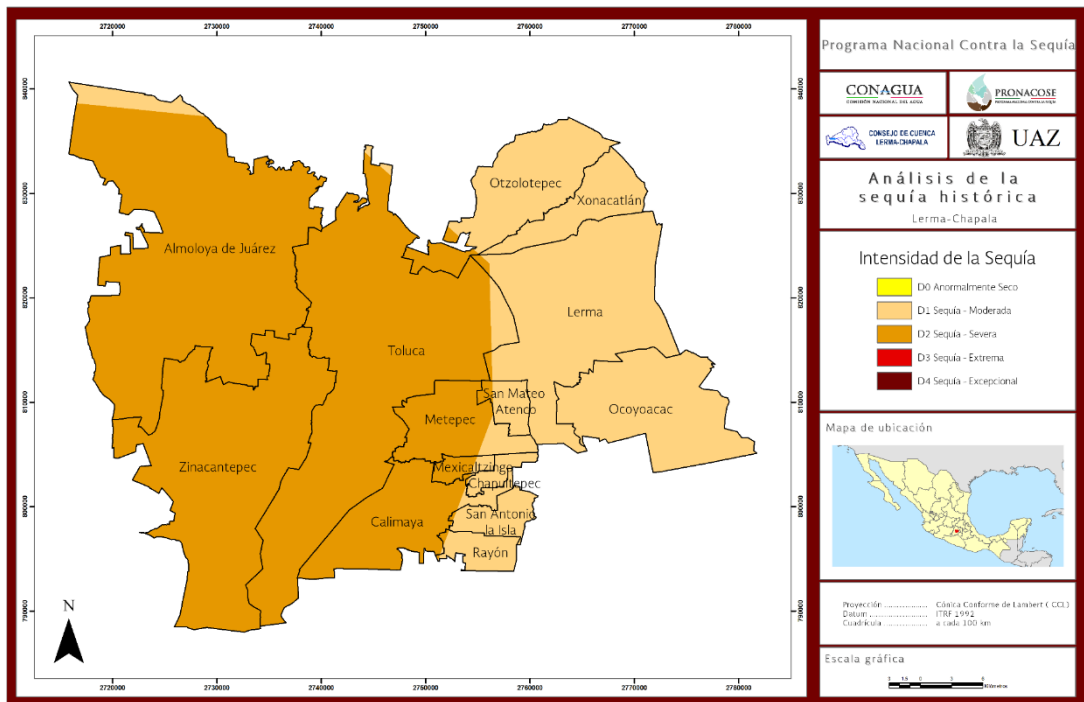
5.6.10. Mapa del SPI para Octubre de 2009 y un mes de agregación.



5.6.11. Mapa del SPI para Noviembre de 2009 y un mes de agregación.



5.6.12. Mapa del SPI para Diciembre de 2009 y un mes de agregación.



6. Evaluación de la oferta/abasto de agua

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) es la quinta ciudad más grande de México según con el INEGI 2010. En un futuro muy cercano se requerirá de nuevas fuentes de abastecimiento de agua debido a la gran problemática y al aumento poblacional.

En este capítulo se enumeraran las fuentes disponibles actuales, potenciales y posibles de agua para suministro de la ZMVT.

Por otro lado, se recopilará la información y datos disponibles sobre la producción de agua que históricamente ha tenido el organismo operador urbano de la ZMVT.

6.1. Uso público-urbano en La Zona Metropolitana del Valle de Toluca

Con la finalidad de rehabilitar y ampliar los sistemas de agua potable y alcantarillado, obras que eran congruentes con el crecimiento y desarrollo de la ciudad capital del Estado de México, durante 1980, el entonces Presidente Municipal José Antonio Muñoz Samayoa, dio a conocer la creación del Organismo Público Descentralizado de carácter Municipal denominado: "Agua y Saneamiento de Toluca", con la autorización del Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, José Guillermo Abel López Portillo y Pacheco, iniciando sus labores el 5 de Julio de 1980 mediante el decreto número 245 de la Cuadragésima Séptima Legislatura del Estado.

Cabe resaltar que la dependencia Agua y Saneamiento de Toluca fue el primer Organismo creado a nivel nacional e inició sus operaciones con el apoyo de un crédito por: mil diez millones seiscientos diez mil pesos, otorgado por el Gobierno Federal a través del programa denominado: "Fondo de Inversiones Financieras para Agua Potable y Alcantarillado" (FIFAPA).

Durante el periodo comprendido de 1982 a 1984 y contando con el apoyo del Gobierno del Estado, el municipio logró perforar y equipar 14 pozos profundos, beneficiando a toda la población de la ciudad. Asimismo, se adquirieron 12 equipos de bombeo para garantizar la operación de los sistemas de agua potable.

6.1.1. Inventario y evaluación de las fuentes de abasto de agua en bloque

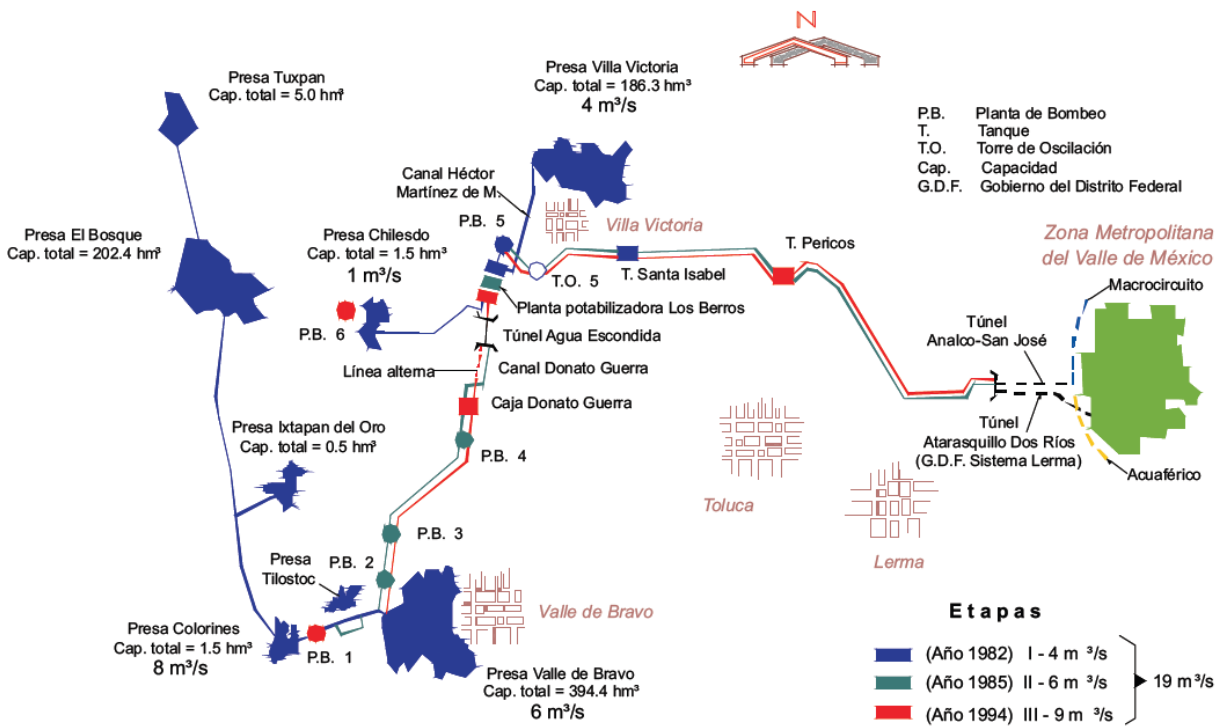
Dentro de las fuentes superficiales de abastecimiento de agua a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se cuenta con el Sistema Cutzamala, el cual inició su operación en 1982. Actualmente el sistema beneficia a la Ciudad de Toluca y a 24 delegaciones y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México.

En el año 2008, el caudal promedio suministrado por el Sistema Cutzamala fue de 15.19 metros cúbicos por segundo, en beneficio de 4.1 millones de habitantes de las Zonas Metropolitanas de los Valle de México y Toluca. La primera derivación del Sistema Cutzamala es hacia la Ciudad de Toluca, en la cual se entrega un promedio de 0.8 metros cúbicos por segundo (25 hectómetros cúbicos al año) y el resto se envía a la Zona Metropolitana del Valle de México, Figura 6.1.

Por otro lado, dentro de las fuentes subterráneas su cuenta con 84 pozos profundos como complemento del suministro de agua a la ZMVT.

En la Tabla 6.1 se presenta un listado de las fuentes de abasto a la ZMVT.

Figura 6.1. Croquis del Sistema Cutzamala.



Fuente: Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Edición 2009

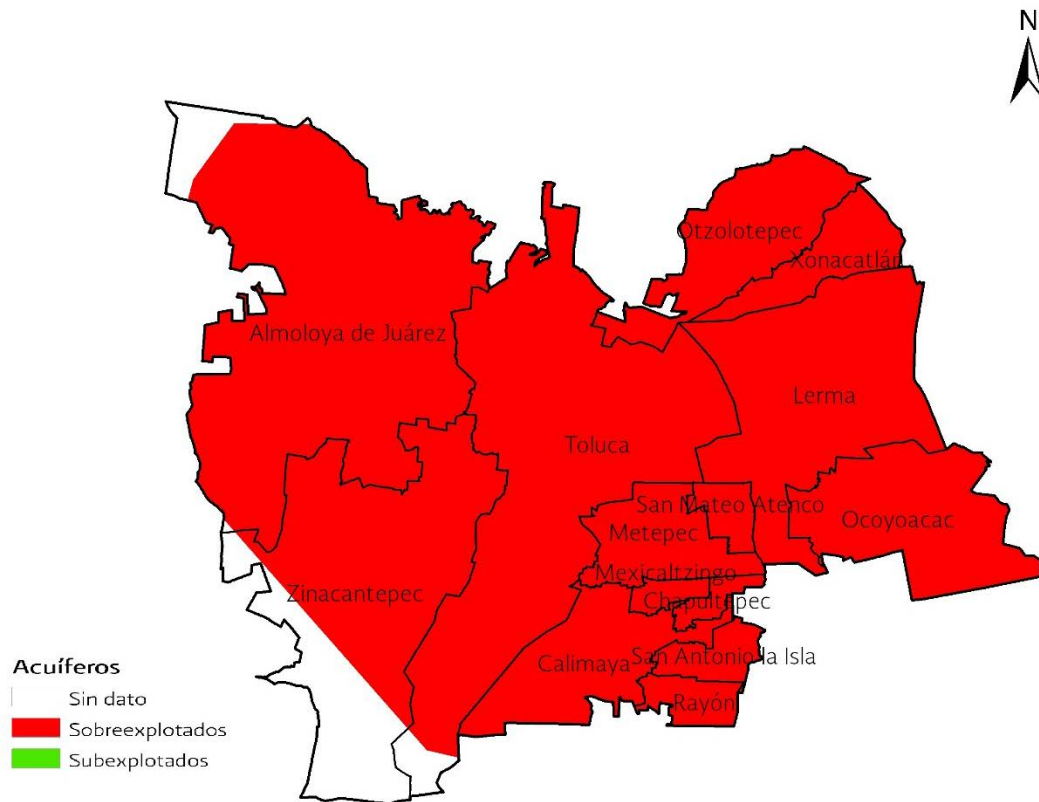
Tabla 6.1.- Fuentes de abasto a la ZMVT

Fuentes	Actuales	De reserva	Posibles o de emergencia
Superficiales:			
-Presas	1	1	1
-Ríos o cuerpos de agua	2	2	2
-Otros	3.- SISTEMA CUTZAMALA	3	3
Subterráneas:			
-Pozos	1. 84 POZOS PROFUNDOS	1	1
Tratamiento y reúso de aguas residuales	1. PLANTAS TOLUCA NORTE Y TOLUCA ORIENTE	1	1
	2	2	2
	3	3	3
Drenaje y cosecha de aguas de lluvia	1. DRENAJE POR SISTEMA COMBINADO	1	1
	2	2	2
Desalación	1.NO APLICA	1	1
	2	2	2
Usuarios autoabastecidos dentro del área urbana (derechos de pozos)	1.COMITES INDEPENDIENTES (29)	1	1
	2	2	2

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Como puede observarse en la Tabla 6.1 la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se abastece del Sistema Cutzamala y de 84 pozos profundos, no se cuenta con fuentes de reserva o de emergencia y, además se tiene un fuerte problema de sobreexplotación en el acuífero del Valle de Toluca de 153 hm³, el cual por sí sólo representa el 9% de la sobreexplotación de la región, (Figura 6.2). Estas condiciones en conjunto con el crecimiento de la población hacen vulnerable a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca ante algún fenómeno meteorológico, como las sequías.

Figura 6.2. Acuífero del Valle de Toluca.



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del PHR.

La evaluación de las fuentes de suministro se hará con base en su tasa de costo beneficio. Esto significa que para cada fuente se estimará lo siguiente:

- Cantidad o volumen de agua que puede abastecer
- Costo de la operación de la fuente
- Tasa de costo por metro cúbico obtenido (o por litro por segundo)

Se deberán de ordenar y priorizar las fuentes de suministro partiendo de las que tienen menor costo por unidad.

En la Tabla 6.2 se presentan el costo de producción de las diferentes fuentes.

Tabla 6.2.- Valoración de costo de producción de fuentes

FUENTES SUBTERRANEAS	ACTUALES, TIPO	MAXIMO A EXPLOTAR L.P.S.	COSTO DE PROD. \$ POR m3	MAXIMO A EXPLOTAR m³ POR AÑO	COSTO DE PRODUCCIÓN \$ POR AÑO	MAXIMO A EXPLOTAR m³ POR DIA	COSTO DE PROD. \$ POR DIA
1	1 LA CHACRA	56.5	3.98	1,781,784	\$7,091,500	4,882	\$19,429
2	2 VIALIDAD METEPEC	60	3.98	1,892,160	\$7,530,797	5,184	\$20,632
3	3 VALLE DON CAMILO	55	3.98	1,734,480	\$6,903,230	4,752	\$18,913
4	4 MERCADO JUAREZ	17	3.98	536,112	\$2,133,726	1,469	\$5,846
5	5 BOMBEROS	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
6	6 PARQUE MUNICIPAL	25.5	3.98	804,168	\$3,200,589	2,203	\$8,769
7	7 COLONIA GUADALUPE	35	3.98	1,103,760	\$4,392,965	3,024	\$12,036
8	8 MAQUINITA	26.5	3.98	835,704	\$3,326,102	2,290	\$9,113
9	9 PANTEÓN MUNICIPAL	26	3.98	819,936	\$3,263,345	2,246	\$8,941
10	10 MODERNA DE LA CRUZ	34	3.98	1,072,224	\$4,267,452	2,938	\$11,692
11	11 STA. MARIA DE LAS ROSAS	35	3.98	1,103,760	\$4,392,965	3,024	\$12,036
12	12 DEPARTAMENTO TECNICO	26	3.98	819,936	\$3,263,345	2,246	\$8,941
13	13 PABLO SIDAR	9	3.98	283,824	\$1,129,620	778	\$3,095
14	14 JUAN RODRIGUEZ	18	3.98	567,648	\$2,259,239	1,555	\$6,190
15	15 SEMINARIO 2	50	3.98	1,576,800	\$6,275,664	4,320	\$17,194
16	16 SEMINARIO 3	30	3.98	946,080	\$3,765,398	2,592	\$10,316
17	17 CAPULTITLAN	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
18	18 TEMASCALTEPEC 1	45	3.98	1,419,120	\$5,648,098	3,888	\$15,474
19	19 TEMASCALTEPEC 2	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
20	20 TEMASCALTEPEC 4	26	3.98	819,936	\$3,263,345	2,246	\$8,941
21	21 LODO PRIETO 2	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
22	22 LODO PRIETO 3	24.5	3.98	772,632	\$3,075,075	2,117	\$8,425

23	23 LODO PRIETO 4	10	3.98	315,360	\$1,255,133	864	\$3,439
24	24 LODO PRIETO 5	35	3.98	1,103,760	\$4,392,965	3,024	\$12,036
25	25 TOLLOCAN 3	16	3.98	504,576	\$2,008,212	1,382	\$5,502
26	26 TOLLOCAN 4	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877
27	27 TORRES 1	19	3.98	599,184	\$2,384,752	1,642	\$6,534
28	28 TORRES 2	16	3.98	504,576	\$2,008,212	1,382	\$5,502
29	29 EL RANCHITO	32	3.98	1,009,152	\$4,016,425	2,765	\$11,004
30	30 CORREDOR INDUSTRIAL	35	3.98	1,103,760	\$4,392,965	3,024	\$12,036
31	31 SAN JUAN DE LA CRUZ	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
32	32 MAGDALENA OCOTITLAN	16	3.98	504,576	\$2,008,212	1,382	\$5,502
33	33 LA PILA	7	3.98	220,752	\$878,593	605	\$2,407
34	34 HACIENDAS DE LA INDEPENDENCIA	17	3.98	536,112	\$2,133,726	1,469	\$5,846
35	35 IZCALLI TOLUCA	5	3.98	157,680	\$627,566	432	\$1,719
36	36 RINCON DE SAN LORENZO	15	3.98	473,040	\$1,882,699	1,296	\$5,158
37	37 SAN TEPALTITLAN ISIDRO	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
38	1 SAN DIEGO DE LOS PADRES CUEXCONTITLAN	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
39	2 BARRIO DE LA " Y " CUEXCONTITLAN	10	3.98	315,360	\$1,255,133	864	\$3,439
40	3 BARRIO PANTEÓN CUEXCONTITLAN	19	3.98	599,184	\$2,384,752	1,642	\$6,534
41	4 SAN CRISTOBAL HUICHOCHITLAN CENTRO	19	3.98	599,184	\$2,384,752	1,642	\$6,534

42	5	BARRIO LA CONCEPCIÓN HUICHOCHITLAN	30	3.98	946,080	\$3,765,398	2,592	\$10,316
43	6	BARRIO LA CANALEJA OTZACATIPAN	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
44	7	BARRIO MAGDALENA OTZACATIPAN	15.5	3.98	488,808	\$1,945,456	1,339	\$5,330
45	8	SAN PEDRO TOTOLTEPEC PONIENTE	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
46	9	CERRILLO PIEDRAS BLANCAS 1	10	3.98	315,360	\$1,255,133	864	\$3,439
47	10	TLACHALOYA SECCIÓN 1er	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
48	11	EX-HACIENDA CANALEJA	8.5	3.98	268,056	\$1,066,863	734	\$2,923
49	12	SAN FRANCISCO TOTOLTEPEC 2	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877
50	13	SANTIAGO TLAXOMULCO	9	3.98	283,824	\$1,129,620	778	\$3,095
51	14	SAN JOSE GUADALUPE OTZACATIPAN 2	24	3.98	756,864	\$3,012,319	2,074	\$8,253
52	15	SAN DIEGO DE LOS PADRES OTZACATIPAN	10	3.98	315,360	\$1,255,133	864	\$3,439
53	16	SANTA CRUZ AZCAPOTZALTONGO 1	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
54	17	SANTA CRUZ AZCAPOTZALTONGO 2	30	3.98	946,080	\$3,765,398	2,592	\$10,316
55	18	SEIEM	30	3.98	946,080	\$3,765,398	2,592	\$10,316

56	19	SAN MARTIN TOLTEPEC	17	3.98	536,112	\$2,133,726	1,469	\$5,846
57	20	LA CONSTITUCION TOTOLTEPEC 2	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
58	21	PALMILLAS AUTOPAN	7	3.98	220,752	\$878,593	605	\$2,407
59	22	SAN JOSE LA COSTA	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
60	23	LOMA DE XICALTEPEC AUTOPAN	16	3.98	504,576	\$2,008,212	1,382	\$5,502
61	24	SOR JUANA INES DE LA CRUZ	32	3.98	1,009,152	\$4,016,425	2,765	\$11,004
62	25	SAN CAYETANO MORELOS 2	18	3.98	567,648	\$2,259,239	1,555	\$6,190
63	26	ARROYO VISTA HERMOSA	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877
64	27	SAN BLAS OTZACATIPAN	12	3.98	378,432	\$1,506,159	1,037	\$4,126
65	28	SAN ANTONIO ABAD	15	3.98	473,040	\$1,882,699	1,296	\$5,158
66	29	LOMA DE LA PROVIDENCIA CUEXCONTITLAN	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877
67	30	SAN NICOLAS TOLENTINO OTZACATIPAN	15	3.98	473,040	\$1,882,699	1,296	\$5,158
68	31	BARRIO SAN SALVADOR HUICHOCHITLÁN	17	3.98	536,112	\$2,133,726	1,469	\$5,846
69	32	BARRIO LA PALMA OTZACATIPAN 2	7	3.98	220,752	\$878,593	605	\$2,407
70	33	LA FLORESTA	17	3.98	536,112	\$2,133,726	1,469	\$5,846
71	34	LA CRUZ COMALCO	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877

PMPMS para usuarios urbanos de agua potable y saneamiento

72	35	INFONAVIT CRESPA	LA	32	3.98	1,009,152	\$4,016,425	2,765	\$11,004
73	36	HACIENDA SAN JOSE		24	3.98	756,864	\$3,012,319	2,074	\$8,253
74	37	SAN TOTOLTEPEC CENTRO	PEDRO	53	3.98	1,671,408	\$6,652,204	4,579	\$18,225
75	38	JESUS LOVERA	GARCIA	27.8	3.98	876,701	\$3,489,269	2,402	\$9,560
76	39	HEROES TOLUCA		42	3.98	1,324,512	\$5,271,558	3,629	\$14,443
77	40	GEOVILLAS MATEO	SAN	20	3.98	630,720	\$2,510,266	1,728	\$6,877
78	41	LAS INDEPENDENCIA	FUENTES	25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
79	42	LA PURISIMA		32	3.98	1,009,152	\$4,016,425	2,765	\$11,004
80	43	JICALTEPEC TEPALTITLAN		25	3.98	788,400	\$3,137,832	2,160	\$8,597
81	44	EL OLIMPO		30	3.98	946,080	\$3,765,398	2,592	\$10,316
82	45	CERRILLO BLANCAS 2	PIEDRAS	F.S.					
83	46	JICALTEPEC AUTOPAN		F.S.					
84	47	LA OTZACATIPAN	CRESPA	F.S.					
				1,855		58,492,973	\$232,802,032	160,255	\$637,814

M³ PRODUCIDOS AL DÍA 160,255

M³ PRODUCIDOS AL AÑO 58,492,973

COSTO DE OPERACIÓN AL DÍA \$ 637,814

COSTO DE OPERACIÓN AL AÑO \$ 232,802,032

TASA DE COSTO POR M³ = (160,255/\$637,814) x 100= 25.1256 m³

Es decir, por cada \$100 invertidos en operación se logra producir 25.1256 m³

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

6.1.2. Inventario y evaluación de la infraestructura disponible

En este apartado se hará un listado de la infraestructura disponible.

6.1.2.1. Infraestructura de almacenamiento

En la Infraestructura de almacenamiento se considera únicamente infraestructura de regulación. En la Tabla 6.3 se presenta la lista de los tanques de almacenamiento con que cuenta el sistema urbano.

Tabla 6.3.- Lista de tanques de regulación con que cuenta el sistema urbano

No.	NOMBRE	CAPACIDAD m ³	TIPO	FUNCIÓN
1	SAN BLAS OTZACATIPAN	40	T E	
2	CONSTITUCION	200	T E	
3	CERRILLO VISTA HERMOSA	1000	T S	
4	CERRILLO VISTA HERMOSA	40	T E	
5	SOR JUANA INEZ DE LA CRUZ	550	C	REBOMBEO
6	SOR JUANA INEZ DE LA CRUZ	120	T E	
7	SAN NICOLAS TOLENTINO	150	T E	
8	SAN JOSE GUADALUPE	150	T E	
9	NUEVA SAN FRANCISCO	90	T E	REBOMBEO
10	NUEVA SAN FRANCISCO	180	T S	
11	TANQUE CALVARIO TLAXOMULCO	170	T S	REBOMBEO
12	TANQUE TLOXOMULCO	1100	T S	
13	SAN MARTIN	140	T S	
14	SANTIAGO MILTEPEC	70	T S	
15	LA MORA	360	T S	
16	LA PILA	70	T E	
17	SAN MATEO OXTOTITLAN	550	T	
18	AGUSTIN MILLAN	1600	T S	
19	AGUSTIN MILLAN	290	T S	
20	VILLA SANTIN I	330	C	REBOMBEO
21	VILLA SANTIN I	100	T E	
22	GEO VILLAS CENTENARIO	550	C	REBOMBEO
23	GEO VILLAS CENTENARIO	100	T E	
24	SAUCES V	200	C	REBOMBEO
25	SAUCES V	120	T E	
26	VILLA SANTIN II (BALCONES)	450	C	REBOMBEO
27	VILLA SANTIN II (BALCONES)	120	T E	
28	VILLA SANTIN II (PASEOS))	350	C	REBOMBEO
29	VILLA SANTIN II (PASEOS)	120	T E	
30	GEO VILLAS INDEPENDENCIA	1750	C	REBOMBEO
31	GEO VILLAS INDEPENDENCIA	120	T E	

32	CALVARIO	4218	T S	
33	GEO VILLAS SAN MATEO	750	C	REBOMBEO
34	GEO VILLAS SAN MATEO	120	T E	
35	ZOPILOCALCO NTE	220	T S	
36	ZOPILOCALCO NTE	200	T S	
37	REAL DEL BOSQUE	280	C	
38	REAL DEL BOSQUE	50	T E	
39	TANQUE STA. CRUZ 1	45	T S	
40	TANQUE STA. CRUZ 1	500	T S	
41	LAS FLORES	30	T E	
42	TANQUE MIL CUMBRES	150	T S	
43	CERRO DE COATEPEC	1000	T S	
44	OLIMPO	300	C	REBOMBEO
45	CERRILLO PIEDRAS BLANCAS	20	TS	
46	OLIMPO	75	T E	
47	SAN MIGUELITO	50	T S	
48	SAN ANDRES CUEXCONTITLAN	100	T E	
49	EL RANCHITO	90	T E	
50	SAN JORGE	250	C	
51	SAN JORGE	30	T E	
52	LOMA DE JICALTEPEC	40	T E	
53	LOMA DE LA PROVIDENCIA	50	T E	
54	HACIENDAS INDEPENDENCIA	60	T E	
55	S D P CUEXCONTITLAN	130	T E	
56	LA VEGA	200	T E	
57	SAN BERNARDINO	300	T S	REBOMBEO
58	SAN MIGUEL APINAHUISCO	1500	T S	REBOMBEO
59	TORRES 1	80	T E	
60	INFONAVIT LA CRESPA	1500	C	REBOMBEO
61	HEROES 1a SECC. REBOMBEO	300	C	REBOMBEO
62	GEO VILLAS INDEPENDENCIA	450	C	REBOMBEO
63	LA FLORESTA	300	C	REBOMBEO
64	LA FLORESTA	60	T E	
65	NEYRA CHAVEZ	190	C	REBOMBEO
66	PASEOS TOLUCA	80	C	REBOMBEO
67	STA. MONICA	90	C	REBOMBEO
68	LOMA DE JICALTEPEC	150	T S	
69	LA CRUZ COMALCO	290	C	REBOMBEO
70	SANTA ISABEL	150	C	REBOMBEO
71	FUENTES INDEPENDENCIA	450	C	REBOMBEO
72	GARCIA LOVERA	300	C	REBOMBEO

73	GARCIA LOVERA	60	T E	
74	NEYRA CHAVEZ	60	T E	
75	INFONAVIT LA CRESPA	70	T E	
76	TANQUE GIGANTES	1100	T S	REBOMBEO
77	TANQUE TERESONA	23500	T S	
78	LA CRUZ COMALCO	130	T E	
79	PASEOS TOLUCA	120	T E	
80	SANTA MONICA	30	T E	
81	FUENTES INDEPENDENCIA	30	T E	
82	HEROES 1 SECCION	60	T E	
83	HEROES 2 SECCION	80	T E	REBOMBEO
84	HEROES 2 SECCION	1350	C	
85	LOMAS ALTAS	5600	T S	REBOMBEO
86	SAN JUAN DE LA CRUZ	80	T E	
87	LAS FLORES	90	C	
88	LAS FLORES	250	C	
89	COLONIA INDEPENDENCIA	350	T E	
90	RINCONADA DEL PILAR	750	C	REBOMBEO
91	SAN CAYETANO	20	TS	
92	LAS HEPERIDES	100	TE	
93	LAS HESPERIDES	400	C	REBOMBEO

TE= TANQUE ELEVADO

TS= TANQUE SUPERFICIAL

C= CISTERNA

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

En la Tabla 6.3 únicamente se presentan tanques de regulación, estos tanques no almacenan ningún volumen de agua, ya que para un volumen de almacenamiento para 24 horas se requiere de un tanque de 160,000 m³ de capacidad.

Para cubrir las necesidades adicionales de almacenamiento a fin de enfrentar restricciones o reducciones de la disponibilidad de agua se requiere de un tanque adicional de 100,000 m³ para un tiempo de almacenamiento de 24 horas, tiempo que no justifica la realización de una obra de esa magnitud.

6.1.2.2. Infraestructura de distribución

En este apartado se describe la longitud de las líneas primarias y secundarias de distribución de agua, en la Tabla 6.4 y 6.5 se presentan dicha información.

Tabla 6.4.- Líneas primarias

Diámetro (Pulgadas)	Longitud (m)
6	201,097
8	74,038
10	40,026
12	27,947
14	9,109
16	17,278
18	10,119
20	497
24	4,100
30	5,899

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Tabla 6.5.- Líneas secundarias

Diámetro (Pulgadas)	Longitud (m)
2	274,298
2.5	480,908
3	529,371
4	270,160

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

- Estado de conservación y mantenimiento en que se encuentran las líneas o red de tuberías

Las líneas de distribución han sido construidas en diferentes tiempos, y con diferentes materiales, debido a lo cual el estado de conservación que presentan, es muy variable. Las condiciones reales de acuerdo a las observaciones obtenidas al realizar el mantenimiento, da como resultado un estado de conservación del orden del 60 al 70 % en general, en cuanto a su conservación física aparente, esto se atribuye principalmente a la calidad del agua y al cuidado que se ha tenido de no elevar las presiones por encima del límite de la presión de trabajo para el cual fueron diseñadas.

Dentro de las actividades para mejorar la eficiencia física de acuerdo a la tasa de costo beneficio (menor costo, más aprovechamiento), se encuentran las siguientes:

- Conformación de distritos hidrométricos.
- Cambio de líneas de tuberías detectadas con daños visibles.
- Monitoreo de presiones de trabajo.
- Programa de mantenimiento a válvulas de seccionamiento.

6.1.2.3. *Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y reúso de aguas residuales*

- Evaluar la capacidad instalada y la operación del tratamiento de las aguas residuales.

Por lo que respecta a el tratamiento de las aguas residuales, es necesario tener en cuenta que en medida del crecimiento de la población, debe regularse el crecimiento de las plantas que proporcionan el servicio de tratamiento a las aguas residuales, esto en razón de la necesidad de contar con cauces más limpios y sobre todo que toda el agua tenga el tratamiento de tal forma que no sea agresiva al medio ambiente que nos rodea, ya que en la mayoría de los casos, la simple conducción permite la generación de problemas de diversa índole que requiere de atención, presentando como problema principal la situación económica para poder resolver este tipo de problemática.

- Posibles aprovechamientos o reúsos posibles de las aguas residuales de acuerdo a la tasa de costo beneficio (menor costo, más aprovechamiento). En este caso el criterio es que se reduzca la necesidad de ampliar las fuentes y no la ampliación de los usos de agua.
 1. Cambiar el uso de aguas industriales a usos público urbano, sustituyendo estos con aguas tratadas.
 2. Sustituir caudales de agua potable en riego agrícola por agua tratada.
 3. Establecer el riego de parques y jardines con líneas directas de la producción de las plantas de tratamiento.
 4. Proporcionar el tratamiento necesario al agua para que esta pueda volverse a reutilizar totalmente potabilizada.

6.1.2.4. *Evaluar la infraestructura de drenaje y cosecha de agua de lluvia*

Para la captación de agua pluvial, es necesario planear la construcción de depósitos en lugares estratégicos donde se pueda almacenar el agua. En la actualidad no se contempla ningún sitio para conservar las aguas producto de lluvia, será necesario legislar al respecto, con el fin básico de contener, almacenar y disponer las instalaciones correspondientes con el fin de utilizar estas aguas que en primera instancia puede disponerse para los usos sanitarios, permitiendo ahorros de agua potable bastante considerables.

La evaluación y prioridades de las fuentes de abasto y de la infraestructura en uso, disponible y requerida, servirá para hacer el diagnóstico general y el plan de contingencia para mitigación de la sequía que se ve más adelante.

6.1.3. La producción anual de agua

Esta tarea implica recopilar la información y datos disponibles sobre la producción de agua que históricamente ha tenido el organismo operador de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Se recomienda que esta base de datos sea en base a millones de metros cúbicos y por períodos de un año.

Esta información fue proporcionada por el organismo operado de la ZMVT, como fuente complementaria se empleó la información publicada por la CONAGUA en el anuario titulado “La situación del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento” que se encuentra disponible entre las publicaciones de la página de la CONAGUA: www.CONAGUA.gob.mx.

6.1.3.1. El indicador de captación per cápita

Con la información de la producción de agua para el sistema urbano de agua potable y con el dato de la población servida, se recomienda calcular el indicador denominado “captación per cápita”. Este indicador se obtiene dividiendo el total anual de producción de agua en millones de metros cúbicos entre la población servida por el sistema urbano de agua potable.

- Captación per cápita = producción anual / población servida

Si la producción está en metros cúbicos por habitante, se recomienda convertir esta cantidad en litros por habitante por día (l.h.d.) para que lo que obtengamos sea en la unidad de litros por habitante por día de agua producida o captada.

Para el caso del organismo operador de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se tiene una captación per cápita de 143.61 l/hab/día en el año 2010. Este indicador sirve para comparar con la captación per cápita de otras ciudades. En general se puede considerar que cualquier captación per cápita superior a 300 litros es alta y el sistema debe de estudiar la manera de mejorar su eficiencia de tal forma que se reduzca la dotación a través de la reducción de pérdidas de agua y sin afectar necesariamente el consumo per cápita que se estima más adelante.

6.1.3.2. Producción histórica de agua

Esta tarea implica recopilar la información y datos disponibles sobre la producción de agua que históricamente ha tenido el organismo operador urbano. Se recomienda que esta base de datos sea en base a millones de metros cúbicos y por períodos de un año. En la Tabla 6.6 se presenta la producción histórica de agua del organismo operador de la ZMVT.

Tabla 6.6.- Producción histórica de agua

Años	Total de agua producida (introducida al sistema)	Total de agua suministrada (micromedida o estimada)	Estimación de pérdida de agua en la red	Captación per cápita (producción/población servida) l/hab./día.
2000	75.39	7.54	22.62	232
2001	76.42	7.6	22.93	
2002	72.31	7.2	21.69	
2003	67.1	6.7	20.13	
2004	65	6.5	19.5	
2005	63.85	6.3	19.16	175.51
2006	65.75	7.89	19.72	
2007	65.22	8.48	19.57	
2008	61.14	7.95	18.34	
2009	60.66	11.53	18.2	
2010	57.28	10.88	17.18	143.61
2011	56.39	10.71	16.92	
2012	57.09	10.85	17.13	
2013	40.95	7.78	12.29	

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

6.1.4. Evaluar la calidad, presión, continuidad

Por último, en el estudio del abasto de agua se podrán hacer las consideraciones pertinentes con respecto a los siguientes aspectos:

- Calidad: Qué tan potable es el agua, qué tanto se utiliza para el consumo humano. ¿Está dentro de las normas en cuanto a los contenidos de suspensiones peligrosas como flúor, manganeso u otras sustancias? ¿Qué tanto la gente recurre a la compra de agua purificada o embotellada para el consumo humano?

El organismo operador Agua y Saneamiento de Toluca, cuenta con un laboratorio que se encarga de monitorear de manera permanente el vital líquido, tomando muestras y analizándolas, con la finalidad de verificar su calidad en los pozos profundos, tanques de regulación y diversos puntos de las redes de distribución, así como revisión permanente en las tomas domiciliarias.

Se considera que el 99 % del agua es apta para uso y consumo humano, ya que se cuenta adicionalmente con sistemas de cloración como prevención ante cualquier eventualidad que pueda presentarse, el agua que se produce en Toluca se encuentra dentro de los límites permisibles de acuerdo a la norma NOM-127-SSA 1-1994, salud ambiental para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Se puede decir que el agua que se produce en Toluca es una de las mejores y que no es necesario incluso la compra de aguas purificadas, ya que se puede consumir sin ningún tratamiento adicional, solo que la mercadotecnia de ciertas empresas opinan lo contrario.

- Presión: ¿Cuenta el agua con la presión suficiente ya sea en las partes altas de la ciudad o bien en los edificios que no cuentan con bombas? ¿Las regaderas de baño tienen la presión suficiente?

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca la presión en las zonas altas es de 1.0 a 1.5 kg/cm² y en los edificios, se suministra a las cisternas, la mayoría cuenta con bomba, la cual sube el agua a los tinacos, de los cuales se distribuye a los diferentes servicios de la casa o edificio, considerando que existe presión suficiente para estos.

- Continuidad: ¿Qué tan continuo es el servicio? ¿24 horas diarias, 365 días del año? ¿Con qué frecuencia hay cortes de servicio y qué duración tienen?

Los volúmenes con este tipo de problemática, se reciben en el caso del sistema Cutzamala y únicamente se suspenden parcial o totalmente cuando se proporciona mantenimiento al sistema y regularmente son de dos a tres veces en el año, su duración varía entre uno y tres días, para lo cual se efectúan movimientos del sistema, tratando de normalizar y repartir agua de los pozos a las zonas que quedan sin servicio, de tal forma que no se quedan totalmente sin agua, estableciéndose previamente los movimientos que hay que realizar en las diferentes zonas de presión.

6.2. Lineamientos y medidas preventivas para las ciudades

De acuerdo a los Lineamientos del 22 de noviembre de 2012, hay una serie de medidas preventivas y de mitigación que deben tomarse. Unas están dirigidas a los usuarios y concesionarios en general y otras son específicas para los usos doméstico y urbano. Aquí presentamos solamente las que se proponen para usuarios urbanos.

Los Lineamientos de 2012 proponen que las medidas preventivas para el uso doméstico y público urbano señalen entre otras:

1. El área de influencia para su aplicación.
2. Las fuentes de abastecimiento, demandas y eficiencias por usos y la manera en que se distribuirá el agua.
3. La proporción en que serán compartidas las aguas nacionales de las fuentes de abastecimiento con otras cuencas.
4. La descripción de la infraestructura que detalle la capacidad de potabilización y tratamiento del agua, pudiendo incluir la información de cotas topográficas que permita identificar si se requiere de bombeo o si la conducción es por gravedad.
5. El equipo de trabajo dentro del área de influencia que durante la sequía tomaría el encargo de los trabajos de coordinación de acciones.
6. Que se definan las actividades prioritarias que requieran de una continuidad en su servicio de abastecimiento de agua durante la contingencia. Sirve a manera de ejemplo: la continuidad del uso doméstico, las actividades de salubridad y de combate contra incendios, entre otras.
7. Que se detallen las proyecciones de demanda y de abastecimiento, cuando menos hacia los siguientes cinco años y suponiendo la ocurrencia de la peor sequía hallado en los registros históricos e incluso la repetición de sequías severas con muy corto tiempo de recuperación por lluvia entre ellas.
8. Las posibilidades que llegaren a existir para almacenar volúmenes de agua de reserva, a fin de que éstos puedan cubrir cuando menos las actividades prioritarias.
9. Las fuentes alternas de agua que pudieren estar disponibles en caso de sequía. Así mismo, podrán ser incluidas fuentes diferentes de las más próximas para el caso de que las primeras estén también expuestas a sequía. De igual modo, que se defina la forma en que se podrían conducir o transportar dichos volúmenes. Incluir, en lo posible, un detalle de las interconexiones existentes con otras cuencas, y también los costos y tiempos requeridos para el caso de tener que desarrollar dichas interconexiones, si no existieren. Finalmente, especificar el detalle de costos y volúmenes disponibles a partir de la perforación emergente de pozos.
10. La relación entre la severidad y duración de una sequía, con las metas de ahorro y el carácter de las acciones que en cada caso se puedan definir, a efecto de buscar el equilibrio entre abastecimiento y demanda, por ejemplo:

Tabla 6.7.- Metas de reducción de la demanda

Etapa	Reducción de Agua	Meta de Reducción de Demanda	Carácter de las acciones
1	Mínima	10 al 15%	Voluntarias
2	Moderada	15 al 25%	Algunas medidas de racionamiento obligatorias
3	Severa	25 al 40%	Medidas de racionamiento obligatorias
4	Crítica	Superior a 40%	Medidas de racionamiento obligatorias

Fuente: Lineamientos del 22 de noviembre de 2012.

11. Los niveles de las diferentes etapas de una sequía. Para esto, se recomienda que se hagan de tres a cinco etapas, no menos de tres ya que los cambios entre etapas serían muy drásticos y no más de cinco en virtud de que las transiciones serían muy frecuentes y las acciones se volverían menos efectivas. Los criterios para delimitar esos niveles pueden ser una o la combinación de estas características: lluvia, almacenamiento (superficial y subterráneo), flujo en ríos, índices como el Streamflow Drought Index (SDI) y el Standardized Precipitation Index (SPI) y otros.

12. Esos niveles se podrán definir calculando en cada posible nivel, cuánto podría resistir y cuánta debería ser la reducción a los usuarios, en cuánto tiempo se generarían resultados suficientes de las reducciones propuestas de cada etapa y qué tan severas serían las acciones para los usos distintos. Por señalar un ejemplo, si el criterio fuera el nivel de almacenamiento, resultaría de la siguiente manera:

Tabla 6.8.- Niveles de almacenamiento y metas de reducción

Nivel de almacenamiento menor a	Etapa	Meta de reducción de demanda
80%	1	10 al 15%
65%	2	15 al 25%
40%	3	25 al 40%
25%	4	Superior a 40%

Fuente: Lineamientos del 22 de noviembre de 2012.

13. Un detalle de reducciones de demanda por uso y por etapa. Se podrá calcular, de conformidad con los volúmenes de consumo para los diferentes usos que existan en el ámbito territorial, los porcentajes de reducción para cada uso que totalicen la meta de ahorro esperada para cada etapa.

14. Posteriormente, es posible extender el cálculo con un mayor detalle, hasta que se puedan definir los porcentajes de reducción para los grupos que en su caso conformen a cada uso.

15. Al final, se sugiere que para cada uno de los usuarios de las aguas nacionales se defina el porcentaje de reducción que corresponderá a la severidad y duración de la sequía. Cabe aclarar que se podrá contar con una combinación de criterios para establecer los grupos, como son: consumos históricos, censos de número de habitantes por vivienda y zonas económicas, además de otros que se desarrollen con base en estudios regionales sobre hábitos de consumo y posibilidades de reducción.

16. La estimación de los costos que significará la ejecución de estas medidas preventivas, especificando los diversos rubros que lo compongan como pueden ser: comunicación, medición, atención a los usuarios, adquisición de agua fuera de la zona afectada por la sequía, sobreuso temporal de fuentes propias, adaptación o construcción de infraestructura por emergencia, etc.

17. Un diseño del fondo de reserva financiera, para poder hacer frente durante una sequía a los costos. En promedio se recomienda que sea por dos años consecutivos de una situación de abastecimiento debajo de lo normal, a efecto de garantizar los servicios básicos en todo el ámbito territorial que corresponde.

18. Para el caso de los usuarios de las aguas nacionales para uso público urbano, un proyecto de estructura tarifaria en sequía que permita enfrentar los costos de la ejecución y definir las fuentes de financiamiento.

- Es de esperar que durante la sequía, como consecuencia de tener menores volúmenes consumidos por los usuarios, la recaudación disminuya, reduciendo con ello la disponibilidad de los recursos indispensables para complementar los costos por la ejecución de acciones. En este sentido, sería recomendable que los usuarios acordaran contar con mecanismos que, exclusivamente durante la ocurrencia de la sequía, les permitan hacer frente a dichas circunstancias, tales como el establecimiento de una tarifa mayor, para lo cual y, en el caso de que los usuarios lo consideren conveniente, podrían gestionar su implementación ante las autoridades competentes, de acuerdo con la normatividad aplicable.
- En la medida de lo posible, es recomendable que la estructura tarifaria en sequía no sea la misma que la utilizada durante épocas en que no hay este fenómeno, para ello se expone un ejemplo de estructura con escalones inclinados. Estos consisten en dividir el consumo en rangos a los cuales les corresponden diferentes tarifas, por ejemplo:
- Un primer rango de consumo sería para cubrir necesidades básicas calculado para cada uso, al que se le asignaría la tarifa más baja posible (que también se calcularía); el segundo rango (superior al básico) no tendría una tarifa única sino que ésta incrementaría progresivamente en el rango (lo cual constituiría el primer escalón inclinado); entre el segundo y el tercer rango se ubicaría un súbito y brusco incremento tarifario para continuar con un tercer escalón inclinado, después tantos escalones como se considere convenientes. La finalidad que se busca conseguir es atender las necesidades de los usuarios, dentro de lo que la propia situación de sequía lo permita; pero además, despertar una conciencia de reducción en los usuarios, desalentar los posibles excesos, y fomentar hábitos de cuidado a la propia infraestructura de los usuarios para que eviten y resuelvan fugas o sustituyan por otra de mejor eficiencia, y finalmente recuperar los costos. Para que esto pueda generar beneficios, se considera indispensable hacer del conocimiento no sólo la estructura tarifaria en sequía, sino los costos de ejecución estimados y también los criterios que delimitan temporalmente la aplicación temporal de esta estructura tarifaria en sequía.

19. Una descripción sucinta de la manera en que se llevarían a cabo las reducciones de demanda o los incrementos de abastecimiento, en busca de restablecer un equilibrio entre abastecimiento y demanda. Esta descripción puede incluir los aspectos siguientes:

1. Una lista de acciones que serán evaluadas mediante criterios de costo-beneficio para ahorro de agua. Después se considera oportuno priorizar cuáles acciones son las que se impulsarán para llevarlas a cabo.
2. La medición de los avances de la efectividad de las acciones, así como de los niveles de los volúmenes usados, y de la calidad de agua.
3. Un esquema de comunicación social preciso, transparente y accesible, con un vocero único, promoviendo los ejemplos de experiencias exitosas durante la sequía actual y mostrando los incentivos o reconocimientos que estos ejemplos merecen.
4. Un plan de coordinación y concertación con los tres niveles de gobierno para mejorar el manejo. Esto resultaría indispensable para poder enfrentar los retos de abastecimiento, calidad de agua y financiamiento que emergen con la sequía. Hay que considerar la posibilidad de lograr convenios de coordinación para lograr interconexiones con otras fuentes o para compartir acciones con otras cuencas también afectadas por el mismo fenómeno en lo relativo a comunicaciones hacia los usuarios, costos, medición, etc.
5. Una canasta de acciones que pueda reducir demandas sugeridas a los diversos tipos de usuarios, para que ellos puedan elegir entre una variedad de acciones de corto y largo plazos.
6. La manifestación de avances, metas y evolución del fenómeno de la sequía. Será útil mostrar las demandas y los abastecimientos actuales junto a los proyectados, para ello se pueden utilizar los portales de exhibición idóneos para que los usuarios puedan consultarlos; por ejemplo en televisión o internet, radio u otros.
7. Las acciones técnicas como por ejemplo: el control de fugas; apoyo a los usuarios en aclaraciones u orientación o para reducir consumos; la medición y vigilancia; así como las diversas conexiones de emergencia con otras fuentes, o perforación de pozos nuevos, de conformidad con la Ley de Aguas Nacionales. Así mismo, las modificaciones en los sistemas y bases de datos electrónicos de los usuarios de las aguas nacionales para uso público urbano, de manera que durante la sequía, los reportes y facturación a los usuarios se puedan realizar de manera mensual. De ser necesario llevar a cabo la contratación de personal de apoyo, para brindar servicio durante más horas al día a las diversas solicitudes tanto dentro de las oficinas, como en los domicilios de los usuarios.

20. Un proyecto financiero, con el propósito de obtener los recursos para hacer frente a la sequía.

7. Evaluación de la demanda/consumo de agua

En este capítulo, se indica qué información se requiere para hacer un diagnóstico de la situación de la demanda y consumo de agua en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Se abordan los temas de cobertura, tipos de usuarios y eficiencias.

7.1. Cobertura

A partir de información de los censos y conteos del INEGI (www.inegi.org.mx), se puede obtener la cobertura agua potable en la Zona Metropolitana. En la Tabla 7.1 se presenta la información proporcionada por el Organismo Operador de la ZMVT, cabe destacar que únicamente se tiene información para el año 2010.

Tabla 7.1.- Cobertura del servicio de agua

Año	Viviendas totales	Volumen Facturado(m3)	% de Viviendas con toma de agua potable en la vivienda
2005	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE	NO DISPONIBLE
2010	132,421	3'247,188	93.77

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

En la Tabla 7.2 se presenta la información de la cobertura de agua potable para los 14 municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, destacando los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec con el mayor porcentaje de viviendas sin agua potable.

Tabla 7.2.- Cobertura del servicio de agua potable en los municipios de la ZMVT

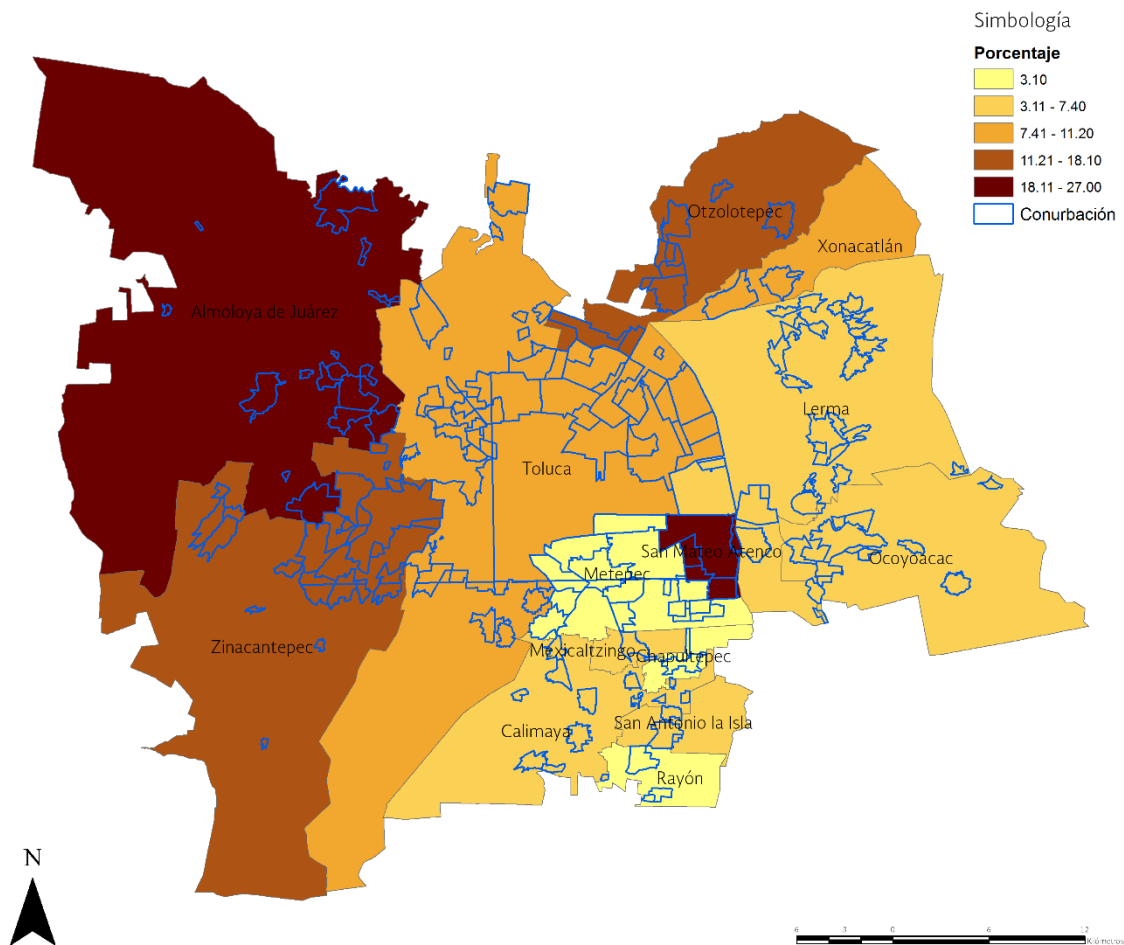
Municipio	No. viviendas con agua potable	No. viviendas sin agua potable	% de viviendas con agua potable	% viviendas sin agua potable
Almoloya de Juárez	24790	7797	75.7	24.3
Calimaya	10017	526	94.6	5.4
Chapultepec	2315	67	96.9	3.1
Lerma	28357	2056	92.6	7.4
Metepec	51855	1418	96.9	3.1
Mexicaltzingo	2441	142	94	6
Ocoyoacac	12898	913	93.2	6.8
Otzolotepec	14710	1212	84.3	15.7
Rayón	2740	86	96.9	3.1
San Antonio la Isla	5076	307	93.9	6.1
San Mateo Atenco	11504	4157	73	27
Toluca	172912	20969	88.8	11.2
Xonacatlán	9060	842	91.1	8.9
Zinacantepec	30477	6536	81.9	18.1

Fuente: SCINCE, INEGI

Es importante señalar que la distribución de la cobertura generalmente no es uniforme en los municipios que comprenden la ZMVT, por lo que resulta importante identificar los puntos con menor cobertura. La información fue obtenida del portal SCINCE de INEGI (<http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>), luego se procesó en ArcGIS y se obtuvo el mapa de la cobertura de agua potable de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

También se puede identificar a la población más vulnerable y su ubicación dentro de la ciudad. La Figura 7.1 nos muestra los municipios de la ZMVT, en donde las zonas con menor cobertura de agua aparecen en color más oscuro. De acuerdo con la leyenda del mapa, las zonas en color más claro tienen un porcentaje de viviendas sin servicio menor al 6%, mientras que las zonas de color más oscuro tienen entre el 18 y 27% de sus viviendas sin conexión de agua en el ámbito de la vivienda. Es importante identificar los medios por los cuales se abastecen en estas viviendas para evitar que en los periodos de sequía este abasto se vea afectado. En el mediano y largo plazo se debe dar prioridad al incremento de la cobertura de agua en estas zonas de manera regular.

Figura 7.1. Porcentaje de viviendas sin servicio de agua potable en el ámbito de la vivienda



Fuente: elaboración propia, con base en la cartografía del INEGI.

7.2. Tipos de usuarios

Es necesario llevar a cabo la recopilación de una base de datos con número de usuarios, tipos de usuarios, agua medida, agua facturada y agua cobrada. El número de usuarios se refiere al número de tomas. Los usuarios generalmente se dividen en cuatro grandes tipos: Residencial o doméstico, público/gubernamental, comercial e industrial.

Residencial o doméstico: Se refiere al usuario en casa habitación. La gran mayoría de los usuarios pertenecen a este grupo, por lo general son aproximadamente el 95% de las tomas. El agua en el interior de las viviendas se gasta en los siguientes rubros:

Tabla 7.3.- Principales usos

Excusados	26%
Lavar Ropa	21.70%
Regaderas	16.80%
Lavabos	15.70%
Fugas	13.70%
Otros	5.30%

Fuente: AWWA, 1999

Dos de los principales usos son el agua para excusados y regaderas, los cuales pueden reducir su consumo mediante la instalación de dispositivos ahorradores. Sin embargo, la instalación de estos dispositivos requiere de dos condiciones: primero, que la presión y continuidad del servicio sean adecuados, ya que solo así se obtiene el funcionamiento óptimo de los dispositivos; y segundo, que existan incentivos para que los usuarios lleven a cabo la instalación, los cuales no se podrán aplicar si previamente no existe un monitoreo y cobranza adecuados. También existe un potencial importante en la reducción de consumos mediante la detección y reparación de fugas, peso esto requiere que se tenga una medición efectiva en las viviendas.

Público/Gubernamental: Se refiere a las oficinas de gobierno y a las dependencias gubernamentales. Generalmente a estos usuarios no se les mide ni se les cobra por el uso del agua, lo que hace difícil la cuantificación de su consumo y no genera incentivos para el ahorro. Sin embargo en algunas ciudades se han establecido convenio para el pago del servicio. En este rubro se encuentran varios tipos de usuarios a los cuales hay que tener muy en cuenta, hospitales, las escuelas del sector público y las estaciones de bomberos, los cuales no pueden carecer de agua ya que esto podría generar problemas de salud y seguridad pública. Una opción para la conservación de agua en estos usuarios es la instalación de dispositivos ahorradores. En la Tabla 7.4 se presentan algunos consumos típicos de usuarios de este sector:

Tabla 7.4.- Consumos de agua para usuarios del sector público

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Salud: Hospitales, Clínicas y centros de salud	800 l/cama/día (a,b)
Orfanatorios y asilos	300 l/huésped/día (a)
Educación y cultura: Educación elemental	20 l/alumno/turno (a,b)
Educación media y superior	25 l/alumno/turno (a,b)
Recreación: Alimentos y bebidas	12 l/comida (a,b)
Entrenamiento (Teatros públicos)	6 l/asiento/día (a,b)
Recreación social (Deportivos municipales)	25 l/asistente/día (a)
Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 l/asistente/día (a)
Estadios	10 l/asiento/día (a)
Seguridad: Cuarteles	150 l/persona/día (a)
Reclusorios	150 l/interno/día (a)
Comunicaciones y transporte: Estaciones de transporte	10 l/pasajero/día
Estacionamientos	2 l/m ² /día
Espacios abiertos: Jardines y parques	5 l/m ² /día

Nota: a) Las necesidades de riego se consideran por separado a razón de 5l/m²/día

b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 l/trabajador/día

Fuente: CONAGUA (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Comercial: Se refiere a los usuarios que se dedican a actividades del sector secundario. En este rubro es importante poner atención al abasto de hospitales y escuelas del sector privado, ya que la falta de agua en estos establecimientos, al igual que en los del sector público, pueden ocasionar problemas a la salud pública. Es importante identificar el tipo de empresas comerciales establecidas en la localidad. En zonas turísticas, por ejemplo, las empresas hoteleras representan una fuente de ingresos importante y utilizan agua como un insumo importante para el desarrollo de su actividad. La Tabla 7.5 presenta algunos consumos típicos de usuarios de este sector.

Tabla 7.5.- Consumo de agua de usuarios comerciales

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Oficinas(cualquier tipo)	20 l/m ² /día (a)
Locales comerciales	6 l/m ² /día (a)
Mercados	100 l/local/día
Baños públicos	300 l/bañista/regadera/día (b)
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día (a,b)
Cines y teatros	6 l/asistente/día (b)

Fuente: CONAGUA (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

En la Tabla 7.6 se presentan los consumos típicos del subsector hotelero.

Tabla 7.6.- Consumo de agua en hoteles

Clasificación	Consumos en hoteles(l/cuarto/día)	
	Zona turística	Zona urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

Fuente: CONAGUA (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Industrial: Son los usuarios que utilizan el agua como insumo para actividades del sector terciario. En este caso es importante identificar el tipo de industria que existe en la localidad, ya que el consumo de estas es muy variable según el ramo de la actividad al que pertenezca. En la Tabla 7.7 se presentan algunos consumos típicos de usuarios de este sector, según el área de actividad económica.

Tabla 7.7.- Consumos típicos para algunas industrias

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m ³ /día)
Azucarera	4.5 - 6.5
Química (c)	5.0 - 25.0
Papel y celulosa(d)	40.0 - 70.0
Bebidas(e)	6.0 - 17.0
Textil	62.0 - 97.0
Siderúrgica	5.0 - 9.0
Alimentos (f)	4.0 - 5.0

Fuente: CONAGUA (2007) Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Notas: a) Variable de acuerdo al producto.

b) Se indican solo los índices de celulosa.

c) Se tomó como representativa la cerveza

d) Se tomó como representativos los alimentos lácteos

Es importante conocer la distribución por tipo de usuario ya que esto permitirá tener un mejor control para el manejo de la demanda. Los usuarios de tipo comercial e industrial representan una proporción mucho menor que los usuarios domésticos, pero en general tienen consumos más elevados. Esto representa dos ventajas: primero, al ser un número menor, sus consumos son más fáciles de monitorear y medir que los de los usuarios domésticos y segundo, al consumir una cantidad mayor de agua, su impacto sobre la reducción en los consumos mediante la aplicación de medidas para la conservación de agua (por ejemplo, a través de tarifas más altas para determinados consumos) puede ser significativa.

En la Tabla 7.8 se presenta una condición más o menos típica de una ciudad mexicana.

Tabla 7.8.- Ejemplo de la distribución de los consumidores de agua

TIPO DE SERVICIO	NUMERO DE TOMAS	PORCENTAJE DE TOMAS	TOMAS SIN MEDIDOR	TOMAS CON MEDIDOR	CONSUMO ANUAL MEDIO(m ³)
Domestico	47,336	95.01	40,795	6,541	1,624,470
Comercial	1,807	3.63	131	1,676	467,000
Industrial(*)	114	0.23	100	14	7,745
Público	564	1.13	74	490	136,000
TOTAL	49,821	100	41,100	8,721	2,435,215

(*) Incluye hoteles

Fuente: Estadísticas de consumo del organismo operador

7.3. Recopilación de información sobre tipo de usuarios

La información de consumo y tipos de usuarios fue proporcionada por el organismo operador de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Además se consultaron diversas fuentes con la finalidad de complementar la información proporcionada.

7.3.1. Tipos de usuarios

En la Tabla 7.9 se presenta la información de los usuarios y consumos, dicha información fue proporcionada por el organismo operador.

Tabla 7.9.- Tipos de usuario y consumos

	Tipo de usuario			
	Residencial	Comercial	Industrial	Público/ Gubernamental
Total de tomas (A)	138,772	12,152		1,373
Tomas con medidor instalado (B)	29,529			
Tomas con medidor funcionando (C)	29,529			
Consumo total (m3) (D)	24'500,000	4'300,000		15'000,000
Cobertura de micromedición instalada (B/A × 100)	21.28			
Cobertura de micromedición funcionando (C/A × 100)	21.28			
Consumo por toma (D/A)	176.55			

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Principales Usuarios: Identificar a los principales usuarios (5 o más) de cada sector. Por ejemplo, empresas con gran número de empleados y que utilicen volúmenes importantes de agua. Para identificar los sectores productivos más demandantes de agua, revisar las tablas del capítulo 7. Para los usuarios del sector público, identificar principalmente aquellos que requieren de agua para su funcionamiento (bomberos, hospitales). En la Tabla 7.10 se desglosa la información necesaria para estos usuarios.

Tabla 7.10.- Principales usuarios

Razón social del usuario	¿Está conectado a la red del organismo o autoabastecido?	Consumo anual de agua (m ³)	¿El suministro de agua es confiable?	¿Reutiliza o trata el agua?	¿Cuenta con fuentes alternas de agua en caso de restricciones?
Comercial	12,152	4'300,000	SI	NO	NO
Industrial	NO SE MANEJA				
Público/Gobierno	1373	15'000,000	SI	NO	NO

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Consumo y dotación per cápita

La dotación es la producción total dividida entre el número de habitantes, mientras que el consumo es una estimación que considera las pérdidas de agua, pues considera solamente el consumo facturado. El cálculo de estos indicadores se presenta en la Tabla 7.11.

Tabla 7.11.- Consumo y dotación per cápita

Año	Volumen Producido (m ³)	Volumen Facturado (m ³)	Población (habitantes)	Dotación per cápita	Consumo per cápita
	(A)	(B)	(C)	(A/C)	(B/C)
2012	62,739,261	37,767,369	604,046	103.87	62.52
2013	60,446,312	37,767,369	648,351	93.23	58.25

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

El Volumen producido es el relativo a las Fuentes Subterráneas (Pozos de Abastecimiento) más las Fuentes Superficiales (Sistema Cutzamala).

Se desconoce el Volumen Facturado y el Consumo Per Cápita, en virtud de que sólo el 16% del Padrón General de Usuarios tiene servicio medido, el 84% es cuota fija.

El estimado para cálculo del volumen facturado se hace tomando en cuenta la porción de servicio medido que en nuestro caso es del 16%, de igual manera se estiman volúmenes de cuota fija.

Eficiencia del organismo operador de agua

Los datos proporcionados por el organismo operador ayudaran a determinar el nivel de eficiencia de dicho organismo.

Tabla 7.12.- Eficiencia

Año	Volumen Producido(m ³)	Volumen Facturado(m ³)	Volumen Recaudado	Eficiencia Física	Eficiencia Comercial	Eficiencia Global
	(A)	(B)	(C)	(B/A)×100	(C/B)×100	(C/A)×100
2012	62,739,261	37,767,369	23,396,885	60	62	37
2013	60,446,313	37,767,369	23,396,885	62	62	39

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Cabe mencionar que la eficiencia comercial no se puede medir en Volúmenes (m³), porque se desconoce el Volumen Facturado y el Recaudado; el 84% de las tomas están bajo la modalidad de cuota fija.

Sin embargo otra forma de medir la eficiencia comercial, se muestra en las Tablas 7.13 y 7.14.

Tabla 7.13.- Eficiencia comercial en 2012

	Total Facturación	Total Recaudación	Eficiencia Comercial
USO DOMÉSTICO C.F.	474,024,027.79	307,304,494.81	
USO NO DOMÉSTICO C.F.	68,381,364.80	44,149,616.01	
USO DOMÉSTICO S.M.	33,898,279.43	22,026,207.57	
USO NO DOMÉSTICO S.M.	69,388,480.73	45,086,803.97	
TOTAL	645,692,152.75	418,567,122.37	65%

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Tabla 7.14.- Eficiencia comercial en 2013

	Total Facturación	Total Recaudación	Eficiencia Comercial
USO DOMÉSTICO C.F.	500,524,198.80	310,123,343.13	
USO NO DOMÉSTICO C.F.	75,528,993.50	46,635,451.80	
USO DOMÉSTICO S.M.	38,762,249.99	24,061,352.94	
USO NO DOMÉSTICO S.M.	54,479,359.66	33,817,621.56	
USO MIXTO S.M.	9,436,401.18	5,857,569.66	
TOTAL	678,731,203.14	420,495,339.09	62%

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

8. Balance de agua y evaluación de la capacidad instalada

En este capítulo se requiere de la información recopilada, ordenada y evaluada de los dos capítulos anteriores, así como de alguna información adicional. Con el balance se comienza a hacer la evaluación general de las medidas de prevención para la sequía.

8.1. ¿Qué es el balance de agua?

Las cantidades de agua potable que intervienen en los abastecimientos de una ciudad pueden clasificarse en tres grandes grupos: (1) El agua captada, es decir la que se deriva de las fuentes aprovechadas para el servicio, (2) el agua suministrada, o sea la parte del volumen captado que ingresa al sistema de distribución de la ciudad y (3) el agua consumida que es la recibida por los usuarios para satisfacer sus necesidades. Aparentemente los tres grandes bloques deberían ser iguales. Sin embargo en la práctica, debido al proceso mismo de tratamiento, el agua suministrada es normalmente menor que la captada y a causa de diversos factores, el agua consumida por los usuarios es solamente una fracción de la que se suministra al sistema. La magnitud de esas diferencias mide el rendimiento de los procesos correspondientes y la expresión de la forma como los factores que las originan se combinan para hacer que la suma de las aguas que entran sea igual a la de las que salen, constituye lo que se llama “el balance de las aguas”.

Siempre se extrae de las fuentes naturales una cantidad mayor de agua la que finalmente se consume en las ciudades, debido a que existen pérdidas a lo largo del proceso, tanto físicas como comerciales. Sin embargo, estas pérdidas deben reducirse al mínimo posible. En Singapur por ejemplo, estas son cercanas al 5% del total del agua producida, mientras que en México, casi la mitad del agua no se contabiliza. Para reducir las pérdidas es de vital importancia identificar en que parte del proceso se están presentando para poder proporcionar alternativas de solución al problema. Esta identificación de las pérdidas se conoce como “Balance de agua”. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo:

Tabla 8.1.- Ejemplo de Balance de agua (m³)

Volúmenes	Captación	Conducción	Producción (desinfección)	Distribución	Facturación	Cobranza
Procesados	100,000,000	85,000,000	82,000,000	60,000,000	42,000,000	35,000,00
Perdidos	0	15,000,000	3,000,000	22,000,000	18,000,000	7,000,000

Fuente: Elaboración propia.

En la primera columna se muestra la cantidad total extraída. En este caso para simplificar el análisis, se parte del supuesto de que esta ciudad extrae 100 millones de metros cúbicos al año de sus fuentes de agua. Posteriormente, en el proceso de conducción pueden ocurrir extracciones ilegales de agua (muchas veces toleradas por el propio organismo y las autoridades) que merman la cantidad de agua que se suministra a la ciudad. En este ejemplo, se supone una extracción de 15 millones de m³ en la conducción, lo cual deja con solo 85 millones de m³ disponibles para su potabilización. Los procesos de desinfección, en caso de no ser eficientes pueden perder cantidades importantes de agua por procesos de retrolavado. En este caso se supone una pérdida de 3 millones de m³, lo cual deja 82 millones de m³ que se introducen en la red de la ciudad. En las redes de agua urbanas existen fugas que se producen por el deterioro de las tuberías, las cuales pueden llegar a representar una proporción muy importante del agua de la ciudad. En el ejemplo, se supone una pérdida de 22 millones de m³ por fugas, lo cual deja solo 60 millones de m³ para el consumo de los habitantes de la ciudad.

Las deficiencias en la medición facturación del agua pueden ocasionar pérdidas importantes para el organismo. Una vez en las redes y descontando las pérdidas por fugas, pueden existir tomas clandestinas y tomas sin medición que reducen el volumen total facturable. A las tomas sin medidor se les suele cobrar una cantidad fija por el uso del agua, y en la contabilidad volumétrica se suele apuntar una cantidad estimada, la cual muy probablemente será menor a la cantidad realmente consumida. A las tomas con medidor por otro lado, muchas veces no se lleva a cabo la lectura de la cantidad consumida, y en otros casos los medidores están descompuestos y la lectura es errónea. Todas estas fallas llevan a los organismos a no contabilizar una gran cantidad de agua. En el ejemplo, se tiene una pérdida de 18 millones de m³, lo que deja un total de 42 millones de m³ facturados. Una vez que se factura el agua, esta debe ser cobrada. Sin embargo, muchos organismos en México tienen deficiencias en recaudación (aproximadamente 30% de pérdidas comerciales en promedio).

8.2. Recopilación de información sobre balance de agua

La información de este capítulo fue obtenida de la base de datos elaborada por el IMTA “Agua Potable en México”, que describen las características del servicio de agua potable y saneamiento en las principales ciudades del país, se sistematizó la información disponible sobre el desempeño de los organismos operadores de agua y las características del servicio.

En la base de datos se centró la atención en la parte de “Publicaciones a nivel municipal” que está dividida en dos partes: a) Publicaciones 1991-2003, y b) Publicaciones 2004-2014. En el caso de ésta última se tomaron los datos de Alcantarillado y saneamiento, Cobertura, Costos, Eficiencia, Macromedición, Micromedición, Potabilización, Desinfección y Tomas registradas.

A continuación, se presenta la Tabla 8.2 que muestra los datos de eficiencia y sus respectivos indicadores con que cuenta el organismo operador de Toluca para el año 2010, que es el último registro.

Tabla 8.2.- Variables o campos incluidos en las tablas “CNA(2004-2010)Eficie”

Eficiencia		
Nombre de la variable	Descripción	Datos
Municipio	Nom. Del municipio	Toluca
Id	Clave	151,060,000.00
Año	Año de medicion	2,010.00
Prodm3año	Produccion en m ³ /año	64,680,336.00
Volfm3año	Volumen facturado en m ³ /año	-
Effisica	Eficiencia física	-
Fact\$año	Monto facturado al año en pesos nominales	299,359,689.00
Reca\$año	Monto recaudado al año en pesos nominales	201,156,128.00
Reca\$mcfac	Recaudación por m ³	-
Efcobranza	Eficiencia de cobranza	67.20
Recam3año	Recaudación en m ³ al año	-
Efcomercial	Eficiencia comercial	-
Efglobal	Eficiencia global	-

Fuente: Base de datos Agua Potable en México, 2010.

Para llevar a cabo el balance de agua de la ciudad de Toluca se requiere llenar la Tabla 8.3 tomando como guía el ejemplo de la Tabla 8.1, la información fue proporcionada por el organismo operador.

Tabla 8.3.- Balance de agua

Volúmenes	Captación	Conducción	Producción (desinfección)	Distribución	Facturación	Cobranza
Procesados	59,158,809	59,158,809	59,158,809	38,453,225	38,453,225	23,840,999
Perdidos				20,705,584	14,612,226	

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

8.3. Capacidad de abasto/ capacidad instalada

En esta sección se busca comparar la dotación y consumo contra la capacidad instalada del sistema para cuantificar un margen de maniobra potencial en la producción de agua ante una eventual sequía. Para obtener la capacidad instalada en las mismas unidades que el Volumen Producido y el Volumen consumido se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad instalada (m}^3\text{)} = \text{Capacidad instalada (lps)} \times 31,536,000$$

Esto bajo el supuesto de que se pueden operar todas las fuentes las 24 horas, durante los 365 días del año.

La información presentada en la Tabla 8.4 fue proporcionada por el organismo operador.

Tabla 8.4.- Dotación y consumo anual vs. Capacidad instalada

Año	Volumen Producido (m ³) A	Volumen Consumido (m ³) B	Capacidad Instalada (m ³) C	Razón de producción sobre capacidad (A/C)	Razón de Consumo sobre capacidad (B/C)
2012	57,916,826	37,645,936	62,502,814	0.93	0.60
2013	59,158,809	38,453,225	62,502,814	0.95	0.62

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

8.4. Variaciones estacionales de oferta y demanda

El consumo, y por tanto la dotación de agua varía de acuerdo con la época del año. Un factor importante en el consumo de agua es la temperatura, ya que generalmente el consumo de agua se eleva en los meses más calurosos del año.

La infraestructura disponible debe por tanto ser suficiente para proporcionar la cantidad de agua que se requiere en los periodos de mayor consumo. La información disponible con respecto a la dotación es la presentada en las siguientes tablas.

En la Tabla 8.5 se presenta el registro mensual de la temperatura, la información fue obtenida de las normales climatológicas del "Servicio Meteorológico Nacional". En las normales climatológicas se presenta una temperatura media calculada con registros desde el año 1951 al 2010. Los datos corresponden a la Estación: 00015164 Toluca (DGE).

Tabla 8.5.- Temperatura media mensual

Año/Mes	Días	Temperatura media 51-10 (°C)
Enero	31	10.2
Febrero	28	11.4
Marzo	31	13.5
Abril	30	15.2
Mayo	31	16
Junio	30	15.7
Julio	31	14.7
Agosto	31	14.6
Septiembre	30	14.6
Octubre	31	13.6
Noviembre	30	11.8
Diciembre	31	10.7
anual		13.5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Por otro lado, la base de datos “AGUA POTABLE MÉXICO” incluye a los datos obtenidos del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO), desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). El periodo de las publicaciones disponibles es a partir del año 2002 hasta el 2010. De acuerdo con la página oficial del PIGOO, se solicitó a los organismos operadores participantes que proporcionaran información sobre 34 variables relacionadas con el funcionamiento y características de sus servicios. De esta base de datos se obtuvo la información de dotación para la ciudad de Toluca, Tabla 8.6.

Tabla 8.6.- Dotación anual

Años	Dotación (lhd)
2004	232.59
2005	227.39
2006	219.51
2007	211.91
2008	207.58
2009	203.43
2010	206

Fuente: Base de datos Agua Potable en México, 2010.

En la Tabla 8.6 la dotación está dada en litros/habitante/día correspondiente a cada año, el siguiente paso fue hacer el cambio de unidades a metros cúbicos mensuales, dando el valor correspondiente para cada mes, Tabla 8.7.

Tabla 8.7.- Dotación mensual (Volumen producido mensual/Habitantes)

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	8.42	8.08	8.09	8.01	8.15	7.96	7.71	7.45	7.25	7.99	7.76	8.40
2013	8.20	7.16	7.70	7.82	8.30	8.31	8.48	8.10	7.86	8.14	7.77	8.07

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

Para esta tabla fue necesario tomar el valor anual de dotación y dividirlo por mil y multiplicarlo por los días que corresponden a cada mes, obteniendo la dotación en metros cúbicos mensuales para cada mes correspondiente a cada año.

8.5. Dotación mensual / capacidad instalada

Esta Tabla se completa dividiendo la información de dotación para cada mes (Tabla 8.7) entre la capacidad instalada del año correspondiente (Tabla 8.4, columna 4). Aquí el interés consiste en determinar si el coeficiente calculado se acerca a 1 y si existe una tendencia en el tiempo. Si es así significa que existe una capacidad de maniobra reducida para manejar una situación de sequía. Esto bajo el supuesto de que se pueden operar todas las fuentes las 24 horas, durante los 30 días del mes.

Para la Tabla 8.8 fue necesario transformar las unidades de “litros por segundo” a m³/mes, por lo que la capacidad instalada de la Tabla 8.4 obtenida de los indicadores de “Eficiencia” se multiplica por el factor 2,592. Ahora la dotación mensual obtenida se divide por la nueva capacidad instalada (m³/mes), generando la siguiente tabla:

Tabla 8.8.- Dotación mensual y capacidad instalada

Año/Mes		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	Dotación mensual / Capacidad instalada en 2012	0.980	0.940	0.942	0.932	0.949	0.941	0.897	0.867	0.843	0.945	0.904	0.978
2013	Consumo mensual / Capacidad instalada en 2013	0.631	0.550	0.593	0.602	0.639	0.640	0.653	0.623	0.605	0.626	0.598	0.621

Fuente: Agua y Saneamiento de Toluca

9. Escenarios futuros de la producción y consumo

9.1 Escenarios futuros del sector agua en México bajo la influencia de climas extremos

El fuerte crecimiento demográfico y el aumento de consumo de agua, lleva a construir escenarios preocupantes para gran parte del mundo. Las tendencias socioeconómicas del planeta sugieren condiciones medioambientales, sociales y económicas futuras poco optimistas, como resultado de las muchas presiones que se ejercen sobre los recursos naturales. Durante el último siglo, la población mundial se ha triplicado, mientras que el consumo de agua se ha sextuplicado. Estos cambios han tenido un alto costo para la naturaleza: la mitad de los humedales han desaparecido durante el siglo XX, algunos ríos ya no llegan al mar y el 20% del agua dulce del mundo está en peligro.

Mientras la agricultura utiliza más agua cada año para satisfacer la demanda de alimentos, otros usuarios compiten por el mismo recurso. La industrialización, también ha tenido serios efectos sobre la calidad del agua; actualmente, los mercados globales trasladan las industrias más contaminantes a ciudades en países en desarrollo propiciando el crecimiento demográfico, muchas veces desordenado, lo cual propicia asentamientos irregulares y una fuerte presión sobre los recursos hídricos.

Para el 2020, el 60% de la población mundial vivirá en ciudades generando un reto mayúsculo para el abastecimiento de agua. Para el 2050, es probable que al menos una de cada cuatro personas viva en países afectados por la escasez crónica o recurrente de agua dulce. Se han creado varios escenarios basados en los últimos estudios de agencias de la ONU sobre población y según la proyección más pesimista: casi 7,000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua en el 2050. Según la proyección más optimista: menos de 2,000 millones de personas en 48 países sufrirán escasez de agua para esta década.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), así como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), han establecido que el aumento continuo de gases de efecto invernadero provocará un incremento de la temperatura media global de 1.4 a 5.8 °C y el nivel del mar subirá de 9 (nivel en 1990) a 88 centímetros a finales de siglo. El cambio climático resultará en un 20% de aumento global de la escasez de agua.

Los países que ya padecen escasez de agua serán los más afectados. Por ejemplo, en aspectos climáticos se espera que:

- Se incremente la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos: las sequías e inundaciones aumentarán en intensidad. Los llamados aguaceros o tormentas severas causarán más daños por derrumbes, avalanchas y deslizamientos más frecuentes.
- En el ámbito de la salud humana, se encontrarán enfermedades tropicales en latitudes cada vez más altas. Los vectores de la enfermedad, como los mosquitos y los patógenos transmitidos por el agua (pobre calidad del agua, disponibilidad y calidad de los alimentos) estarán sujetos a cambios.
- Para los ecosistemas se espera que mientras algunas especies puedan crecer en abundancia o variedad, el cambio climático aumentará los riesgos existentes de extinción de las especies más vulnerables, provocando como consecuencia una pérdida de la biodiversidad.

No solo es necesario conocer los efectos venideros del cambio climático y sus consecuencias, sino tomar acciones urgentes para invertir estas tendencias negativas. Entre las prioridades se encuentran el acceso al suministro y a la sanidad del agua, necesidades humanas básicas, requisitos para avanzar hacia un consumo sostenible de los recursos hídricos y controlar los impactos negativos de los seres humanos sobre el medio ambiente.

9.1.1 Impactos del clima extremo

El ciclo hidrológico continuamente renueva los recursos hídricos del planeta constituyéndose en fuente de vida. Hoy se sabe que la combinación de variabilidad natural del sistema Tierra y las actividades humanas están alterando el ciclo del agua. Los patrones cambiantes del clima hacen que la recuperación del recurso hídrico tienda a ocurrir bajo eventos extremos, un ejemplo son las sequías que constituyen una gran parte de amenaza para el planeta. Aunque forman parte de la variabilidad natural del clima, la demanda creciente por agua las lleva a constituirse en un serio peligro para la sociedad, principalmente la sequía agrícola e hidrológica en los países en desarrollo. El distinguir entre variabilidad climática natural y cambio climático de origen antrópico es de gran importancia para entender la importancia de la mitigación o de la adaptación en el sector agua.

Sumado a la sequía todos los eventos climatológicos extremos, los administradores del agua tienen hoy en día un reto mayúsculo, al tener que analizar un conjunto de elementos para proyectar la disponibilidad de agua a futuro. Así, la oferta, calidad, disposición, distribución, equidad con respecto de las actuales y futuras generaciones, vulnerabilidad del sector, diversidad biológica, tarifas y costos son algunos de los elementos a considerar día con día en el manejo del recurso. A lo anterior, se agrega hoy el reto del cambio climático, que tendrá impactos directos en la disponibilidad de agua en el país. Hace treinta años la disponibilidad de agua en el mundo era de 13,000 metros cúbicos por persona al año, cifra que en la actualidad ha disminuido hasta 6,000 metros cúbicos principalmente por aumento de la población.

Para muchos administradores de agua en México y el mundo, el manejo de este recurso debiera concentrarse básicamente en presiones relacionadas con el crecimiento demográfico, la falta de inversión en infraestructura hidráulica y en los problemas de demanda de sectores, más que en cambio climático, pues consideran que siempre han trabajado con variabilidad del clima y condiciones climáticas de amenaza año tras año. Por ello, piensan que no es necesaria ninguna estrategia particular para trabajar con cambio climático diferente a lo que han utilizado hasta hoy. Sin embargo, lo que se tiene que reconocer es que la variabilidad natural del clima cambiará, con condiciones extremas apareciendo más frecuentemente, lo que hace al factor clima tan importante como el crecimiento en la demanda. Lo anterior es cierto incluso bajo el supuesto de que actualmente se tienen buenas prácticas para aprovechar la información climática, lo cual dista de ser la condición dominante en México.

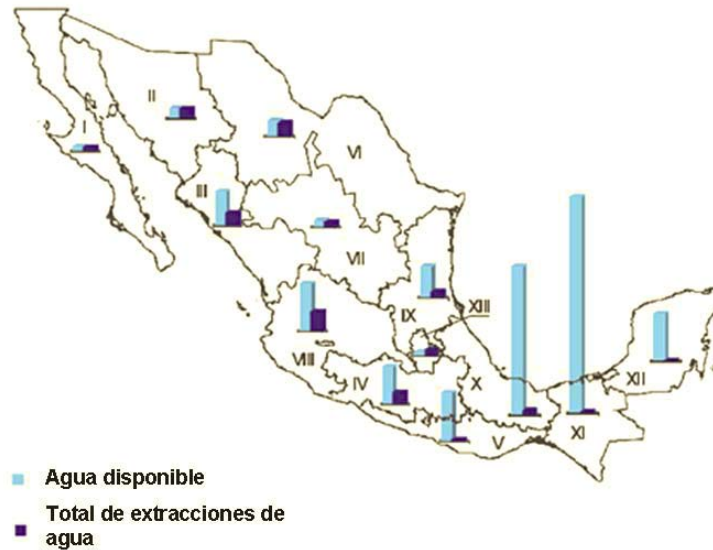
Por ello, el sector agua mexicano necesita replantear sus estrategias de desarrollo tratando de alcanzar un equilibrio entre consumo, requerimientos ambientales, control de inundaciones así como costos y beneficios de la variabilidad climática en sectores dependientes del agua, turismo, salud y recreación. Esta no es una tarea fácil pero es necesario un análisis conjunto de la problemática para proyectar y reducir las consecuencias del clima extremo.

9.1.2 Relaciones clima – agua

La mayor parte de México presenta un clima de tipo monzónico con lluvias en verano, que resulta en condiciones esencialmente semiáridas. Las componentes del ciclo hidrológico indican que casi el 25% de la precipitación se evapotranspira, y que cuando mucho el 5% recarga los acuíferos, fuente principal de abastecimiento de agua en México.

El escenario actual indica una disponibilidad media de agua en el país de aproximadamente 4 km³/hab/año. Esta cifra es sumamente engañosa como medida de la disponibilidad real de agua para la mayoría de los mexicanos, pues existen diferencias de región a región. Aunque este valor está por encima de los 1,000 m³/hab/año, considerado como umbral que define la escasez del recurso, la disponibilidad de agua varía enormemente de una región hidrológica administrativa a otra (Figura 9.1): contrastan los más de 28 mil m³/hab/año, disponibles en la región de la frontera sur, con los 227 m³/hab/año en el Valle de México.

Figura 9.1. Proporción entre agua disponible y extracción por región hidrológica



En varias regiones del centro y norte se tienen ya niveles inferiores a los 2,500 km³/hab/año. En particular, en las regiones de la Península de Baja California, del Río Bravo y de las cuencas del norte, se proyecta que la disponibilidad para el año 2020 será menor a los 1,000 m³/hab/año.

Gran parte de los contrastes en la disponibilidad de agua en la República Mexicana son evidentemente resultado de las características climáticas regionales, pues las lluvias anuales en la zona sur son de casi un orden de magnitud mayores a las de la zona norte. Se debe tomar en cuenta sin embargo, que las extracciones de agua también terminan definiendo la presión sobre el recurso, pues en un contexto de disponibilidad baja y grandes extracciones la situación en el sector hidrológico se puede volver de alto riesgo.

Bajo las condiciones actuales en el sector agua, el manejo del recurso se ha convertido en un asunto de seguridad nacional. En particular, en los estados del norte del país, el crecimiento económico ha llevado a que las demandas de agua vayan en aumento, condición que no siempre puede ser satisfecha debido a limitaciones naturales del sistema (Figura 9.1). Dicha situación se ha traducido en años recientes en conflictos interestatales e incluso internacionales.

Es difícil estimar la cantidad de agua necesaria para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. Además, las diferentes fuentes de información emplean diversas cifras para el consumo total de agua y para el uso del agua por sector de la economía. En general se considera que un volumen de 20 a 40 litros de agua dulce por persona por día es el mínimo necesario para satisfacer las necesidades de beber y saneamiento solamente. Si también se incluye el agua para bañarse y cocinar, esta cifra varía entre 27 y 200 litros per cápita por día. Se han propuesto varias cantidades como estándares mínimos.

Por ejemplo, se propone que las organizaciones internacionales y los proveedores de agua adopten "un requerimiento general básico de 50 litros por persona y día" como estándar mínimo para satisfacer cuatro necesidades básicas: beber, saneamiento, bañarse y cocinar. Otros consideran que la cifra de 100 litros de agua dulce per cápita por día para uso personal es una estimación aproximada de la cantidad necesaria para un estándar de vida mínimamente aceptable en los países en desarrollo, sin incluir los usos para la agricultura y la industria.

9.1.3 Disponibilidad y usos del agua

Se estima que en México la disponibilidad de agua ya es baja, aunque como se dijo con anterioridad esta condición varía de región a región. Contrasta la oferta (disponibilidad de recursos hidráulicos) entre las demandas. En el norte de México se analizan algunas propuestas para aumentar la oferta, sin considerar en que en algunos sectores debieran iniciarse acciones para reducir la demanda.

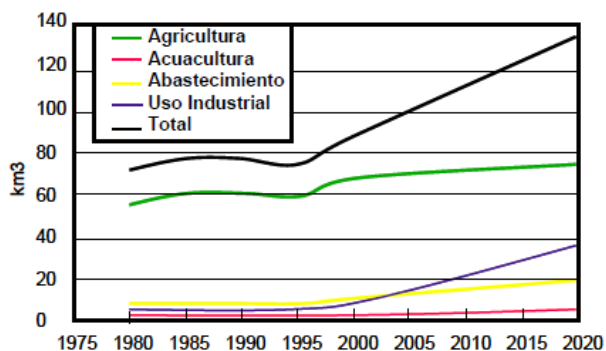
La cantidad de agua que las personas realmente utilizan en un país depende no sólo de las necesidades mínimas y de cuánta agua se dispone para el uso, sino también del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización. A nivel mundial, de las tres categorías corrientes del uso de agua dulce — para la agricultura, la industria y el uso doméstico (personal, familiar y municipal) — la agricultura es la que domina. En el plano mundial, la agricultura representa un 69% de todas las extracciones anuales de agua; la industria, un 23%, y el uso doméstico, un 8%.

De acuerdo a cifras de la SEMARNAT-CNA, casi el 75% del agua que se consume en México es para fines agrícolas. El uso doméstico consume el 14% y el restante 11% es para uso industrial, es decir, la industria en México consume relativamente poco conforme a los estándares internacionales.

A medida que el mundo se vuelve predominantemente urbano y la agricultura depende cada vez más del riego, será difícil para los países satisfacer la demanda creciente de agua. En aquellos en desarrollo, el rápido crecimiento de las ciudades suele ejercer tremenda presión en los sistemas de abastecimiento de agua.

Algunas proyecciones de demanda de agua para los próximos veinte años (FAO, 1996), sugieren que la demanda total crecerá, siendo los sectores urbano e industrial los que mayormente aumentarán el uso de agua, y no tanto los sectores de agricultura y acuicultura, principalmente por factores de orden socioeconómico (Figura 9.2).

Figura 9.2. Usos del agua en México entre 1980 y 2000, con proyecciones al 2020



Fuente: FAO, 1996

9.1.4 El efecto del clima en las proyecciones de disponibilidad del agua en México

México obtiene el agua que consume de fuentes superficiales y acuíferos. Estos últimos se recargan de forma natural en época de lluvias. Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cuatro meses lo que propicia una escasa captación.

El ciclo hidrológico para México muestra que del total de agua de precipitación, aproximadamente el 70% evapotranspira. Sólo el 30% restante llega a ser agua natural disponible. La desproporción que existe entre la cantidad de agua que se capta por escurrimiento y las extensiones territoriales que comprenden, aunado a la corta temporada de lluvias hace que la disponibilidad del agua sea considerada como baja en nuestro país.

La distribución de disponibilidad de agua depende en gran medida de factores climáticos y geológicos. La precipitación y la temperatura, en combinación con las características del terreno determinan las zonas de mayor evapotranspiración, escurrimiento y recarga de acuíferos.

Cuando se analiza el balance hídrico para la República Mexicana, es posible identificar aquellas regiones en donde la evaporación es alta o donde la humedad del suelo es baja. Utilizando datos de la climatología de precipitación y temperatura, y siguiendo el esquema propuesto por Willmott et al., (1985) a través del *WebWimp* se pueden estimar los cambios del ciclo hidrológico punto a punto bajo diversos escenarios de cambio climático. Tal ha sido el procedimiento seguido para estimar cómo afectarán el ciclo hidrológico los aumentos de temperatura y cambios en la precipitación, aprovechando la información de los escenarios A2 y B2 en México, para el 2020, 2050 o 2080. El *WebWimp* es una herramienta basada en un esquema de balance hídrico tipo Thornthwaite capaz de estimar evapotranspiración, humedad del suelo, déficit o superávit de humedad, y otros parámetros para medias mensuales (Willmott et al., 1985).

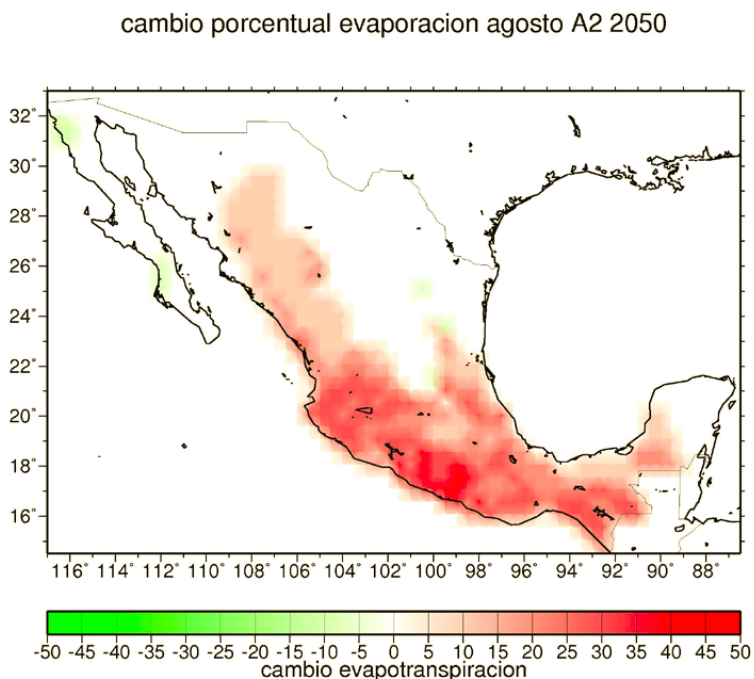
Una de las regiones en México con mayores niveles de escurrimiento es la parte sur de Veracruz, en la zona conocida como los Tuxtlas. Las altas temperaturas y grandes niveles de temperatura producen también, una alta evapotranspiración. Utilizando las proyecciones de cambio climático para la región es posible ver cómo aumenta la evapotranspiración bajo cambio climático. Aplicando los aumentos en temperatura y los cambios en precipitación mes a mes, se encuentra que para el 2050 la evaporación en la región podría aumentar hasta en casi un 15%. Dado que los cambios en precipitación son relativamente pequeños, las componentes del ciclo hidrológico que resultan en disponibilidad natural de agua (por escurrimiento e infiltración) se verían reducidas en esta proporción y con ello la disponibilidad de agua de la región.

Es claro que los meses de mayor precipitación son los que mayor evaporación generarán, de ahí la importancia de conocer con mayor detalle los contrastes entre meses secos y meses de verano en términos no sólo de cambios en la humedad de suelo o precipitación, sino también en la disponibilidad de agua.

Quizá uno de los factores que mayormente afecte el ciclo hidrológico sea el cambio en la evapotranspiración, pues es muy probable que dados los escenarios futuros de aumento en temperatura, la proporción de evapotranspiración aumente (Figura 9.3) con respecto del agua que precipite. Al aumentar la evapotranspiración, disminuye la cantidad de agua que escurre y que infiltra, es decir la disponibilidad natural media de agua. Tal condición llevará a que en ciertos sectores se trate de aumentar la extracción haciendo aún más complicado el panorama futuro del agua en México.

Los escenarios de verano para el 2020 y 2050 indican aumentos de entre 1 y 3° y disminuciones en la precipitación media anual de entre 5 y 10%. Tal condición llevará a disminuciones en la disponibilidad natural media del agua por aumento en la evapotranspiración de entre 5 y 15%, dependiendo de la región, Figura 9.3.

Figura 9.3. Cambios en evaporación bajo el escenario A2 al 2050



La distribución espacial de la lluvia, los escurrimientos y los niveles de explotación de los acuíferos conducen a grados de presión sobre el recurso agua. Es claro que el factor manejo del agua contribuye también a la condición del sector agua a nivel regional, pero el factor climático, principalmente bajo cambio climático requiere de consideración especial cuando se consideran soluciones en el sector.

9.1.5 Escenarios de demanda de agua para las próximas tres décadas

Los escenarios futuros de cualquier variable tienen intrínseca una incertidumbre asociada a la naturaleza misma del problema de proyectar. Los escenarios no son pronósticos sino una descripción de un estado futuro del mundo, coherente, ver el mundo en el futuro. Por ello, es necesario considerar que cada valor proyectado incluye un rango en el que éste podría variar. Así por ejemplo, las proyecciones de población a 20 o 30 años dependerán de tal cantidad de factores que necesariamente se tendrá una incertidumbre. Es claro, que entre menor sea la dispersión de los posibles escenarios, mayor será la confianza en éstos, o dicho de otra forma, menor será la incertidumbre en los escenarios de la variable o el sector en consideración.

El futuro del agua dependerá en gran medida de las decisiones que se tomen desde ahora, pero en gran medida y desafortunadamente, dependerá también de factores externos que alterarán el ciclo hidrológico sobre nuestro país. Específicamente, el cambio climático será un elemento de suma importancia a considerar.

De entre las numerosas variables que afectarán la disponibilidad de agua en el país y que dependen totalmente de nuestras decisiones están:

- La población
- El crecimiento del PIB por sector y por región
- La eficiencia del uso del agua
- El consumo de agua per capital
- La demanda de alimentos
- La eficiencia de la agricultura, tanto de temporal como de riego
- Las importaciones de alimentos
- Las extracciones regionales de agua
- Controles tarifarios

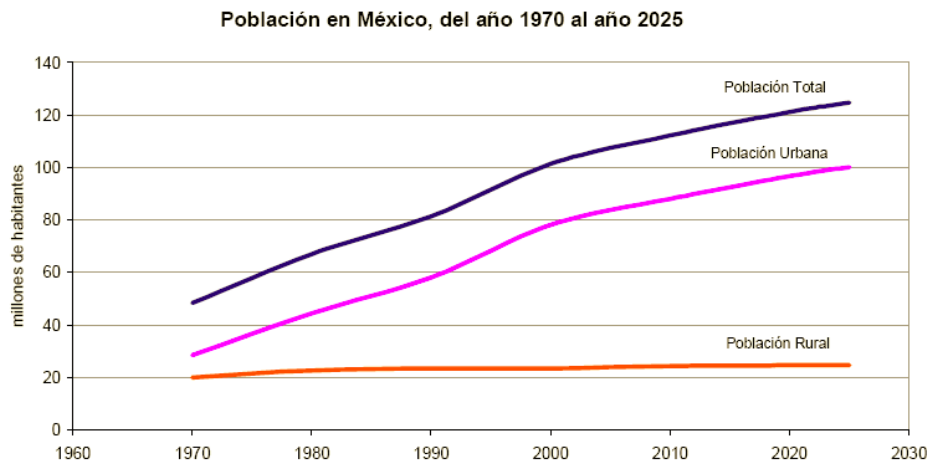
Entre las variables que están más allá de nuestro alcance pero que afectarán nuestra disponibilidad de agua se tienen:

- Los cambios en temperatura y precipitación
- Los accidentes geológicos
- Otros factores naturales

En el ámbito de la disponibilidad de agua se ha utilizado como medida de la condición del sector, el grado de presión sobre el recurso hídrico, que consiste en estimar:

$$\text{Grado de presión sobre el recurso hídrico} = \frac{\text{Volumen total de agua concesionado}}{\text{Disponibilidad natural media de agua}}$$

Figura 9.4. Tendencias de crecimiento de población a nivel nacional



Fuente: CONAPO

Así, las condiciones actuales sugieren un grado de muy fuerte presión sobre el recurso agua en la región noroeste del país y crítico (aumentado) en la cuenca del Valle de México (Figura 9.5). En este último caso, el volumen concesionado excede incluso la disponibilidad natural media del recurso por lo que hay que traer agua de otras regiones hidrológicas. El grado de presión es fuerte en la parte norte del país, media-fuerte en la región del Lerma Chapala y es moderada o escasa en la parte sur del país donde el recurso es abundante.

Los escenarios marcados como “de seguir como vamos” o “business as usual” indican que en ciertas regiones el grado de presión en el recurso agua aumentará por los factores de población, PIB y agricultura. Los mayores aumentos en el grado de presión se experimentarán en Baja California donde se pasará de muy fuerte a crítico, y en los estados del norte, donde se alcanzarán grados de presión sobre el agua muy fuertes. La Región Hidrológica VII del Lerma Santiago comenzará a experimentar grados de fuerte presión ante las proyecciones de crecimiento del sector agrícola.

Dichas proyecciones se ven modificadas cuando se incluye el cambio en la disponibilidad natural media del recurso agua, bajo el efecto del cambio climático. Tomando los escenarios para la climatología del 2020, se considera que la disponibilidad natural disminuye por el aumento en la temperatura y evapotranspiración, además de una ligera disminución en la precipitación anual, lo que lleva a una reducción anual de aproximadamente un 10% la disponibilidad natural de agua con respecto del 2000. En dicho escenario se aumenta adicionalmente la demanda de agua en el sector agrícola en un 10%, pues al disminuir la humedad en el suelo (como se proyecta) se tendrá que extraer más agua para riego.

Figura 9.5. Escenario de grado de presión (máxima) sobre el recurso agua al 2030



La Figura 9.5 considera sólo las tendencias en población, PIB y agricultura (adaptado de FGRA – FBS).

9.1.6 Otras proyecciones del Recurso Agua para México

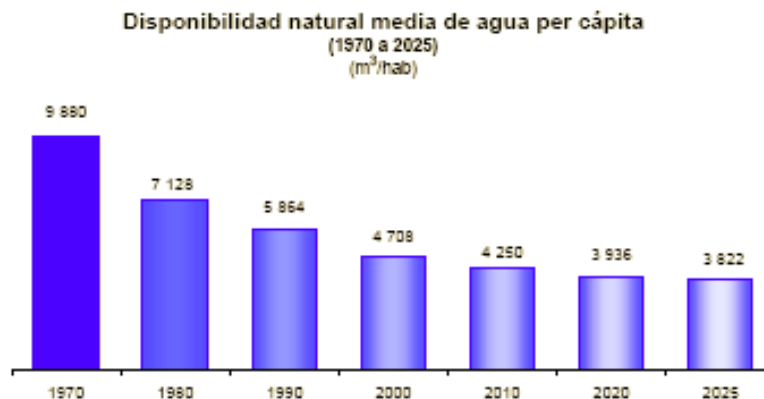
Por otro lado, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha proyectado dos escenarios básicos al 2025 para el sector agua, que podríamos llamar pesimista y optimista. Dichos escenarios son aproximadamente comparables a los generados en la sección anterior. En el primero simplemente se proyectan las tendencias del sector al 2025 llevando a condiciones de crisis, mientras que en el segundo se propone una política sustentable en el sector que revierte las tendencias de los últimos años y garantiza el abasto para el desarrollo del país.

En ambos caso, los escenarios de tendencia de la población sugieren que las tasas de crecimiento disminuirán y se comenzarán a estabilizar alrededor del 2025, aumentando significativamente más la población urbana. Sin embargo, ciertas regiones hidrológico administrativas como la como la Península de Baja California (I) y Río Bravo (VI) en el norte, Lerma Santiago (VIII), así como Frontera Sur (XI) y Península

de Yucatán en el sur experimentarán mayor crecimiento poblacional. Así, el crecimiento esperado es de casi 20 millones para los próximos 25 años.

El incremento de población hará que la disponibilidad natural media de agua por habitante a nivel nacional disminuya de 4,547 m³/hab/año en el 2003 a 3,822 m³/hab/año en el 2025 (Figura 9.6).

Figura 9.6. Disponibilidad natural media de agua per cápita proyectada al 2025



Fuente: CONAGUA, 2004

En algunas de las regiones del país la disponibilidad natural media de agua alcanzará niveles cercanos e incluso inferiores a los 1,000 m³/hab/año. De cualquier forma, el panorama general para el país para las próximas dos décadas indica una disminución en la disponibilidad de agua.

Tabla 9.1.- Proyecciones de disponibilidad natural media de agua

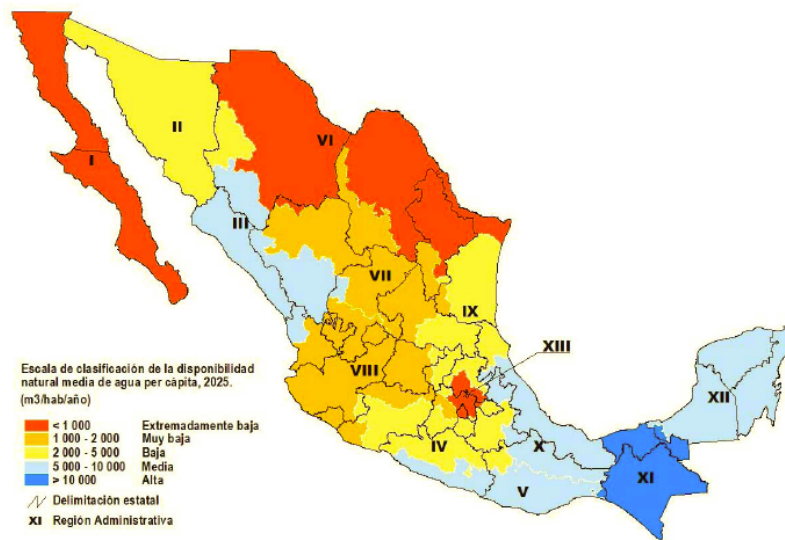
Región Administrativa		Disponibilidad natural media per cápita 2003 (m ³ /hab/año)	Clasificación	Disponibilidad natural media per cápita 2025 (m ³ /hab/año)	Clasificación
I	Península de Baja California	1 336	Muy baja	833	Extremadamente baja
II	Noroeste	3 236	Baja	2 491	Baja
III	Pacífico Norte	6 035	Media	5 496	Media
IV	Balsas	2 713	Baja	2 402	Baja
V	Pacífico Sur	7 963	Media	7 529	Media
VI	Río Bravo	1 324	Muy baja	974	Extremadamente baja
VII	Cuencas Centrales del Norte	1 729	Muy baja	1 605	Muy baja
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	1 962	Muy baja	1 699	Muy baja
IX	Golfo Norte	4 685	Baja	4 200	Baja
X	Golfo Centro	10 604	Alta	9 853	Media
XI	Frontera Sur	24 674	Muy alta	19 758	Alta
XII	Península de Yucatán	8 178	Media	5 671	Media
XIII	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	182	Extremadamente baja	156	Extremadamente baja
Total Nacional		4 547	Baja	3 822	Baja

Fuente: CONAPO; CONAGUA.

En el escenario sustentable (optimista de la CONAGUA) se considera que se duplica el nivel de inversiones actual, se logra contener el crecimiento de la demanda de agua, se logra revertir la sobreexplotación de los acuíferos y se reducen los rezagos en materia de agua potable, alcantarillado y saneamiento. La consideración sobre inversión para el escenario sustentable requiere ser revisada cuando se consideran escenarios de cambio climático que muy probablemente harán la situación más complicada de lo que se proyecta por factores socioeconómicos únicamente.

Como en otros escenarios o proyecciones hechas por analistas del sector agua, en las proyecciones de la CONAGUA parece no haberse tomado en cuenta el factor Cambio Climático explícitamente. Al incluirse tal consideración, regiones como la de Sonora o la Región Hidrológica VII y VIII disminuirían su disponibilidad natural media de agua por efecto del aumento en la temperatura de superficie.

Figura 9.7. Disponibilidad natural media de agua per cápita proyectada al 2025



Fuente: CONAGUA, 2004.

NOTA: La disponibilidad natural media del agua per cápita en México proyectada al 2025, de acuerdo a la CONAGUA (2004), no considero el Cambio Climático.

Usando la presión sobre el recurso agua como la razón de las extracciones de agua a la disponibilidad del recurso, en forma similar al grado de presión, analizan la condición actual y proyectan escenarios al 2032. La condición del sector se analiza de acuerdo a cuatro criterios básicos:

- Criterio 1: Las cuencas ya experimentan una condición de estrés severo y dicha condición se agravará bajo cambio global.
- Criterio 2: Las cuencas están bajo estrés severo y dicha condición se agravará al 1% anual por efecto del cambio global.
- Criterio 3: Las cuencas están bajo estrés medio y éste crecerá al menos al 1% anual debido al cambio global.
- Criterio 4: Las cuencas están bajo estrés medio y éste crecerá al menos al 1% anual debido al cambio global y las cuencas se encuentran en una región altamente sensible a tal cambio.

Los escenarios de cambio climático obtenidos corresponden a los del IPCC en su Tercer Informe de Evaluación. Los escenarios socioeconómicos se dividen en:

- Escenario: “Mercados Primero” en el que el mundo está controlado por los mercados mundiales cuyos objetivos son definidos principalmente por los países industrializados. En este escenario, las extracciones de agua aumentan aun y cuando se presentan avances tecnológicos (A1).
- Escenario “La Política Primero” en el que se llevan al cabo acciones por los gobiernos con la finalidad de alcanzar objetivos específicos en materia ambiental y social (tipo B2)” que conllevan a reducciones en las extracciones de agua.
- Escenario: “La Seguridad Primero” que supone un mundo de grandes disparidades, donde la desigualdad y el conflicto prevalecen, resultado de una tensión socioeconómica y ambiental. Este escenario lleva a un aumento en las extracciones de agua.
- Escenario “La sustentabilidad Primero” en un mundo en el que aparece un Nuevo paradigma del desarrollo en respuesta a los retos de sustentabilidad, apoyado por nuevos valores con valores e instituciones con principios de equidad.

Los resultados de su análisis muestran que en México el grado de presión sobre el recurso agua es alto, principalmente en la zona norte y central del país, tal y como acontece en la mayor parte de las regiones áridas y semiáridas del mundo.

Las proyecciones para las próximas décadas indican que bajo los cuatro escenarios socioeconómicos, y de acuerdo a los cuatro criterios para definir regiones con condiciones críticas en el sector agua, México será una de las regiones que requerirá de especial atención, principalmente hacia la zona oeste, noroeste y norte. Quizá los únicos escenarios socioeconómicos que podrían disminuir el deterioro del sector agua futuro son aquellos en que las políticas o la sustentabilidad son priorizados, y en donde el trabajo comienza desde ahora.

Los eventos extremos como ciclones tropicales, tormentas severas o sequías constituyen los grandes peligros de origen natural en el sector agua. Un mejor manejo de la información hidrometeorológica será necesario para poder avanzar en la reducción de la vulnerabilidad del sector.

La vulnerabilidad del sector agua está en función directa de la capacidad para responder a una amenaza, sea ésta de origen natural o antropogénico. La sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación de las fuentes de agua superficial o las variaciones y cambios del clima que resultan en condiciones extremas se traducen en disminución en disponibilidad del agua. El crecimiento de la población ha reducido la disponibilidad del agua por habitante, y aunque se han observado algunos signos de aumento en la precipitación en los últimos años, éstos no compensan ni cercanamente la demanda por agua. Los escenarios de cambio climático sugieren que en un plazo de veinte años, la mayor parte de los distritos de riego vivirán cambios importantes en la disponibilidad natural de agua, lo cual aumentará el grado de presión sobre el recurso. Considerando que ya varios de los acuíferos que mantienen esas zonas de riego están ya sobreexplotados, es de esperarse que el futuro de la agricultura se vea bajo riesgo alto.

El problema actual de disponibilidad de agua se agravará en mayor o menor medida con el tiempo por efecto del aumento en la temperatura. Es por ello que es necesario que las soluciones que en la actualidad plantean las autoridades de gobierno, se le añada el elemento cambio climático, pocas veces considerado en las soluciones encaminadas a reducir la vulnerabilidad presente.

9.2 Cálculos estimados para escenarios futuros de la producción y consumo

La prospección provee información sobre los futuros cambios en las políticas y sus consecuencias. Con ella se busca planear y establecer políticas que permitan tomar las acciones más adecuadas entre las posibilidades que presenta el futuro, pues si bien no sabemos con exactitud lo que va a suceder, si tenemos cierto conocimiento de la probabilidad con la pueden ocurrir determinados sucesos. Por ejemplo, en una ciudad localizada en una región árida, se puede conocer cuál ha sido el comportamiento de la precipitación en años anteriores, y se puede esperar que en promedio, se mantenga en los mismos niveles en el futuro, mientras que resulta altamente improbable tener en el futuro niveles de precipitación similares a los de zonas de selva tropical, y por lo tanto se buscará establecer políticas de manejo de recursos hídricos en función de los registros históricos. Así mismo, si el crecimiento de la población y de la economía han tenido un comportamiento más o menos estable, se puede esperar que en el futuro, las condiciones se mantengan dentro de un rango similar al que se ha venido observado.

La prospección permite un mejor manejo de la administración pública a través del entendimiento de las políticas pasadas y sus consecuencias. Así, si observamos que políticas han tenido un efecto positivo, podemos anticipar que esas mismas políticas producirán un efecto similar en el futuro. Además, la prospección permite decidir en qué momento se debe llevar a cabo una determinada acción. Por ejemplo, se puede anticipar la cantidad de servicios públicos que requerirá una ciudad en función de la tasa de crecimiento de la población y de esta manera se pueden programar los recursos necesarios para satisfacer esta demanda. En el caso de servicios públicos, por ejemplo, es deseable conocer qué cantidad de agua se espera que la gente demande en el futuro, de tal manera que puedan planearse las inversiones en infraestructura necesarias, y también que tarifas pueden aplicarse para poder administrar de manera más eficiente los recursos escasos de las entidades prestadoras de estos servicios.

Los requisitos para poder llevar a cabo una prospección son los siguientes (Makridakis, 1983):

- Que la información sobre el pasado esté disponible.
- Que la información puede cuantificarse en forma de datos numéricos.
- Que se pueda suponer que algunos aspectos del comportamiento anterior continuarán en el futuro. A este le llama “supuesto de continuidad”, y se encuentra implícito en todos los métodos de prospección cuantitativa, sin importar que tan sofisticados sean.

Los escenarios son visiones alternativas del futuro, y son contruidos para tomar en consideración los efectos de diferentes decisiones de política.

9.2.1 Relaciones causales

Para poder modelar el curso del comportamiento futuro de los individuos en una población, debemos conocer cómo se comporta actualmente y trabajar bajo el supuesto de que en el futuro el comportamiento no será muy diferente del actual. Resulta muy importante definir líneas de acción sobre determinados bienes o servicios que consume la población, por ejemplo, la cantidad de agua que será demandada en un futuro. La cantidad demandada de agua aumentará en la medida en que aumente el ingreso de la población.

Si el uso del agua fuera gratis, el uso de la misma dependerá sólo del ingreso, sin embargo si se cobra una cuota en función de la cantidad consumida, entonces la cantidad demandada estará también en función del precio cobrado. Entre más alto sea el precio, menor será la cantidad demandada. Así, el cobro de los servicios permite a la administración pública manejar la demanda de recursos escasos por un lado, y por el otro, hacerse de recursos para financiar la prestación de servicios.

La relación entre la cantidad demandada de un bien y el ingreso de las personas se mide a través de la elasticidad. Como hemos señalado, uno de los factores que afectan la cantidad demandada de un bien es el ingreso. El desarrollo económico permite que los habitantes de un país o una ciudad dispongan de mayores recursos y con ello puedan adquirir una mayor cantidad de bienes. La relación que existe entre el ingreso y la cantidad demandada no es la misma para todos los bienes. Habrá algunos bienes que al aumentar el ingreso de los individuos, son demandados en una proporción mayor que otros. Esta relación se puede medir mediante la Elasticidad ingreso de la demanda y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Elasticidad Ingreso} = \frac{\text{Cambio Porcentual en Cantidad}}{\text{Cambio Porcentual en Ingreso}}$$

La elasticidad puede tener signo positivo o negativo. Si el signo es positivo, el bien en cuestión se conoce como bien normal, ya que la cantidad demandada aumenta cuando aumenta el ingreso. Si el signo es negativo, se trata de un bien inferior. La mayoría de los bienes son normales. Los alimentos baratos, como la tortilla, son bienes inferiores, ya que al aumentar el ingreso, las personas pueden comprar otros alimentos de mayor precio. El agua en cambio, es un bien normal, ya que se ha observado que la gente aumenta su consumo de agua a medida que aumenta su ingreso.

Como hemos señalado, otro factor que afecta a la cantidad demandada de un bien, es el precio. En este caso, la relación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Elasticidad Precio} = \frac{\text{Cambio Porcentual en Cantidad}}{\text{Cambio Porcentual en Precio}}$$

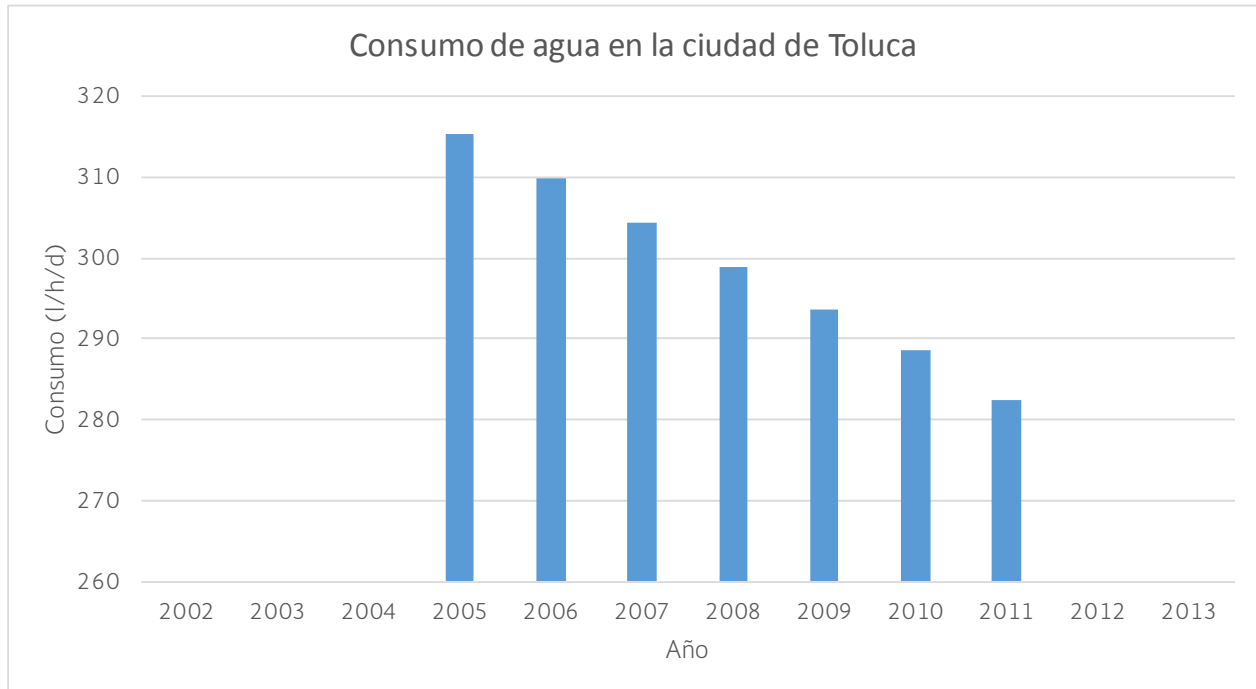
Las elasticidades precio de la demanda tienen signo negativo: si aumenta el precio de un bien disminuirá la cantidad demandada del mismo. De manera contraria, si el precio de un bien disminuye, aumentará la cantidad demandada.

9.2.2 Prospección para la ZMVT

A continuación se presenta la prospección para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. La información presentada se obtuvo de diversas bases de datos: CONAPO, INEGI, PIGOO, entre otras. Para comenzar con la prospección de la demanda de agua tenemos que comenzar por identificar cual es la situación actual, esto es, cuánto se está consumiendo actualmente. En la ciudad de "Toluca" en 2010, el consumo fue de 288.51 l/h/d, por lo tanto al multiplicar ese valor por los 365 días que trae un año y al dividirlo entre mil con la finalidad de transformarlo a m³, se obtiene el consumo de agua por habitante en la ciudad, el cual fue de 105.31 metros cúbicos anuales. Como puede observarse en la Figura 9.8, únicamente se dispone de información para el periodo 2005 a 2011, además esta información difiere de la presentada en la base de datos "AGUA POTABLE MÉXICO".

En el año 2010 la Zona Metropolitana del Valle de Toluca tenía una población estimada de 1,846,116 habitantes. Por lo tanto, al multiplicar el consumo per cápita anual por la población obtenemos que el consumo de agua de toda la población en la ciudad fue de 194 millones de metros cúbicos.

Figura 9.8. Consumo per cápita de la ciudad de Toluca



Fuente: PIGOO.

Sabemos que la cantidad demandada de agua crecerá según aumente el ingreso, mientras que se verá reducida en proporción al aumento del precio o tarifa que se le aplique. Por lo tanto necesitamos conocer cómo afectan el ingreso y el precio del agua a la demanda de la misma. Podemos utilizar datos existentes para llevar a cabo una regresión e identificar las elasticidades precio e ingreso, además de otros factores que podamos considerar importantes. En caso de que no estén disponibles datos para estimar las elasticidades, podemos recurrir a datos publicados por otros estudios.

Algunos estudios indican que la elasticidad precio de la demanda de agua en México es de aproximadamente de -0.30, y que la elasticidad ingreso de la demanda de agua es de alrededor de 0.30. Entonces, sabemos que si aumentamos el precio en 10%, observaremos una disminución de aproximadamente 3% en la demanda de agua. De la misma manera, un aumento de 10% en el ingreso generará un aumento aproximado de 3% en la demanda de agua.

En tercer lugar, es necesario conocer cómo se van a comportar la población y el ingreso de los habitantes. El CONAPO lleva a cabo proyecciones de población que podemos utilizar para llevar a cabo nuestras proyecciones de demanda, los datos de la población y proyecciones para la ZMVT fueron obtenidos de la página http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos en la sección “Proyecciones de la población por municipios y localidades”. Para el caso del ingreso, podemos estimarlo considerando el crecimiento de largo plazo del PIB per cápita en México, el cual ha sido de alrededor de un 2%.

La siguiente expresión nos sirve para calcular el PIB per cápita para cada año proyectado, en la Tabla 9.2, el año base sería 2010, en ese año el PIB per cápita se iguala a 100 para facilitar la proyección.

$$C_{\text{año base}} = C_{\text{año } n} \times (1 + \text{Tasa de crecimiento anual del PIB})^{(\text{año } n - \text{año base})}$$

Para la elasticidad ingreso de la demanda (B) se recomienda usar el valor de 0.3 constante para todos los años. Sin embargo, si se cuenta con la información necesaria, se puede estimar para el municipio en cuestión. También se pueden utilizar otras elasticidades publicadas. Igualmente, para la tasa de crecimiento anual el PIB se recomienda usar 2%, pero el usuario puede utilizar sus propias estimaciones.

Por consiguiente, postulamos que en 2010 el PIB per cápita de la ciudad igual a 100 para 2015, tendremos que calcular:

$$PIB_{2015} = 100 \times (1 + 0.02)^{(2015-2010)} = 110.4$$

Esto nos indica que para el año 2015 el PIB per cápita será 10.4% mayor al del año base (2010).

Para estimar el consumo per cápita de agua anual (D en la Tabla 9.2), se emplea la siguiente formula:

$$D_{año n} = D_{año base} \times \left(1 + \frac{(C - 100)}{100} \times B \right)$$

Aplicando la ecuación con los resultados que se vienen desarrollando, se obtiene lo siguiente:

$$D_{2015} = 105.3 \times \left(1 + \frac{(110.4 - 100)}{100} \times 0.3 \right) = 108.6$$

Así, si se mantiene el ritmo de crecimiento del PIB per cápita y se mantiene las tarifas actuales de agua, para 2015 se consumirán 108.6 metros cúbicos de agua por persona anualmente.

Dado que la población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca al año 2015 se estima que será de 2,087,565 habitantes, el consumo de agua de la ciudad (que resulta de multiplicar el consumo per cápita por el número de habitantes) será de 226.7 millones de metros cúbicos, 32.29 millones más de lo que se consumió en el año 2010. En la Tabla 9.2 se presentan estos resultados, y también las proyecciones para 2015, 2020, 2025 y 2030, que se calculan de manera similar.

La Tabla 9.2 muestra también los efectos de las pérdidas de agua. En México mucha del agua que se produce no llega a las viviendas por lo que se tiene que suministrar a la red una cantidad superior a la que se consume. Entonces, si suponemos un porcentaje del 40% de pérdidas de agua, para el año 2010 se necesita suministrar a la ciudad un total de 272.18 millones de metros cúbicos, ya que:

$$\text{Consumo con pérdidas} = \text{Consumo} + \text{Consumo} * \% \text{ de pérdidas}$$

$$\text{Consumo con pérdidas} = 194.41 + (194.41 * 0.4) = 272.18$$

Si se reducen las pérdidas de agua a niveles del 30%, la cantidad necesaria para suministrar a la ZMVT en 2010 sería de 252.74 millones de metros cúbicos, con lo que se reduciría la necesidad de bombear 19.44 millones de metros cúbicos adicionales. Estas estimaciones se pueden llevar a cabo para los demás años y se puede ver como potencialmente esta medida puede reducir los requerimientos totales de agua en la ciudad. Por lo tanto, una de las maneras de preparar a una ciudad para la sequía en el largo plazo consiste en reducir las pérdidas de agua, lo cual además redundará en una reducción de costos de producción y con ello un ahorro de recursos que pueden ser dirigidos a otras acciones para reducir la vulnerabilidad ante la sequía y la posibilidad de una reducción de la cantidad de agua disponible en el futuro como efecto del cambio climático.

Tabla 9.2.- Prospección de la demanda de agua en la ciudad de Toluca

Año	2010	2015	2020	2025	2030
Población(A)	1,846,116	2,087,565	2,249,021	2,393,728	2,524,028
Elasticidad ingreso de la demanda (B)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
PIB per cápita (índice 2014=100) (C)	100	110.4	121.9	134.6	148.6
Consumo per cápita de agua (m ³) (D)	105.3	108.6	115.7	127.7	146.4
Consumo de agua de la ciudad (m ³) (AxD)	194,414,476.0	226,705,821.3	260,285,815.3	305,778,284.7	369,427,183.8
Consumo de agua de la ciudad con 40% pérdidas (m ³)	272,180,266.3	317,388,149.9	364,400,141.4	428,089,598.6	517,198,057.4
Consumo de agua de la ciudad con 30% de pérdidas (m ³)	252,738,818.7	294,717,567.7	338,371,559.8	397,511,770.1	480,255,339.0

Fuente: Base de datos Agua Potable en México, 2010.

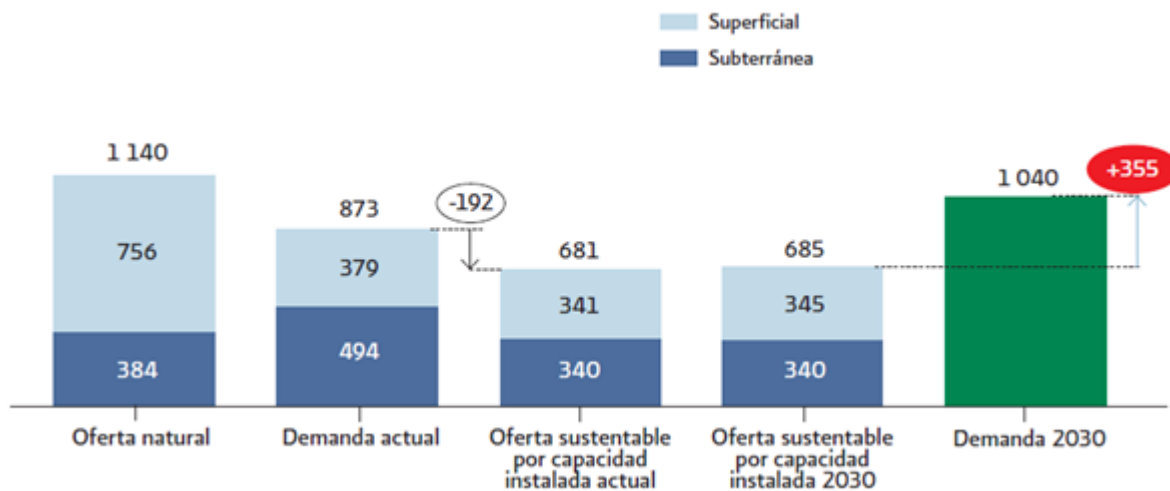
9.3 Brecha Hídrica Alto Lerma México

El cálculo de la brecha hídrica permitirá determinar los volúmenes para equilibrar la demanda y el abasto en el futuro. La brecha hídrica eficiente, por otro lado, permitirá considerar la opción de mejoramiento de la eficiencia en la reducción del posible déficit futuro.

En la célula del Alto Lerma México se estima una oferta natural de mil 140 hm³. Actualmente son aprovechados con infraestructura instalada de manera sustentable 681 hm³. Sin embargo, para satisfacer la demanda actual, que asciende a 873 hm³, se estima es utilizado un volumen de agua de 192 hm³ proveniente prácticamente de la sobreexplotación de los acuíferos de la zona. Esta situación se presenta porque no se puede disponer de las aguas superficiales por estar comprometidas aguas abajo, principalmente para los distritos de riego de Medio Lerma Guanajuato.

Al año 2030, se estima que la demanda de agua será de mil 040 hm³ y se contempla un incremento en la oferta instalada en la zona de 685 hm³. De aquí que la brecha por satisfacer al 2030 será de 355 hectómetros cúbicos.

Figura 9.9. Situación al año 2030 del Alto Lerma México



La brecha hídrica al año 2030 estará integrada por:

- El volumen no sustentable de 188 hm³.
- El volumen de agua para cubrir el crecimiento de la demanda derivado del crecimiento público-urbano e industria de 165 hm³.
- El volumen de agua para cubrir el crecimiento de la demanda derivado del crecimiento agrícola de 2 hm³.

De acuerdo con las estrategias de solución para el logro del objetivo de asegurar el equilibrio de cuencas y acuíferos, mediante la reducción del consumo, del desperdicio y de las pérdidas de agua en todos los usos, y con el fin de subsanar la sobreexplotación que existe en los acuíferos en Alto Lerma México, se identifican alrededor de 29 proyectos y programas que podrían, con su aplicación y puesta en marcha, reducir la brecha futura en 205 hm³ con una inversión de 12 mil 085 millones de pesos en esta zona. De este volumen, el 76% puede recuperarse estratégicamente a través de promover y aplicar tecnologías de bajo consumo y reducir pérdidas en los sistemas hidráulicos de todos los usos utilizando una inversión de 9 mil 506 millones de pesos. El volumen recuperado mediante la aplicación de estos proyectos representa el 58% del volumen a satisfacer en la célula al 2030, restando satisfacer 150 hectómetros cúbicos.

Para satisfacer la demanda al 2030, será necesario realizar las siguientes acciones:

- Negociar el intercambio de aguas de primer uso por aguas residuales tratadas con los usuarios agrícolas aguas abajo, así se podrá disponer de las aguas superficiales de la cuenca alta ampliando la infraestructura.
- Ampliar los programas de reúso en todos los usos.
- Mantener en condiciones óptimas de operación la infraestructura actual y la nueva.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de mejora de eficiencia en el uso público urbano y en riego.
- Ampliar las metas de la zona en la implementación de programas de uso eficiente del agua a nivel domiciliario, comercial e industrial.
- Incrementar la tarifa de agua para reducir el consumo.

- Cancelar derechos de agua, donde la productividad del recurso sea muy baja o las actividades donde se use sean las menos prioritarias.

A diferencia de las tres células anteriores, el Alto Lerma México considera principalmente la ampliación de su capacidad instalada, sin que por ello se pueda considerar la posibilidad de transferencias.

En estas cuatro zonas prioritarias de la RHA VIII Lerma-Santiago-Pacífico es necesario identificar nuevos proyectos estratégicos de infraestructura para satisfacer la demanda, pero antes se deberán llevar a cabo las acciones de mejora de la eficiencia en el uso y manejo del agua que se proponen en este programa hídrico. La participación de la sociedad es decisiva para la ejecución de todas las acciones.

10. Análisis de medidas para la gestión de la sequía

Ésta es la parte más propositiva y creativa del documento. A continuación se plantean y propone una lista de posibles medidas de prevención y mitigación de la sequía, las cuales pueden ser ajustadas y complementadas según casos muy particulares de cada ciudad. El fin es orientar todas las partes de los capítulos anteriores.

10.1. Identificación de deficiencias/debilidades y áreas de oportunidad para mejora del servicio

La Tabla 10.1 es una guía para identificar problemas existentes que generan vulnerabilidad a la sequía. El cuadro permite identificar posibles líneas de acción para reforzar al organismo y generar acciones para prevención de efectos adversos de la sequía.

La información que se muestra en la siguiente tabla fue obtenida del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (PIGOO), aquí se obtiene información por parte de los organismo operadores, donde se reporta la información para el año 2013 y en caso de no contar con información actual se especifica el año de reporte de la última información del indicador.

Tabla 10.1.- Análisis de problemáticas para guiar acciones de prevención para Toluca

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Cobertura (%)	93.77	a)Alta (90% o más)	Asentamientos irregulares	Ordenamiento urbano
			No hay recursos para infraestructura	Gestión de recursos para incrementar cobertura
				Identificar las fuentes de agua de la población actualmente sin servicio y asegurar el abasto mientras se hacen las conexiones a la red
Continuidad del servicio (horas)	10	c)Baja (menos de 12 horas y/o 5 o menos días por semana)	Fugas	Reparación de fugas
			No hay recursos para el bombeo	Revisión de las finanzas
			No hay suficiente agua en las fuentes	Prospección de nuevas fuentes y/o reúso de agua
				Revisar si el consumo es alto o no hay una cobranza efectiva (Ver eficiencia Comercial)
Eficiencia Física (%)	62 (En 2013)	b) Mediana (50% a 69%)	No hay sectorización o no se controlan presiones	Llevar a cabo sectorización
			No se reparan las fugas	Reparación de fugas
			Existen problemas de medición	Revisar micromedición efectiva

			*Identificar otras causas con base en el cuadro 8.1.1	Instalar medidores
Eficiencia comercial (%)	62 (En 2013)	c) Baja (menos de 70%)	No hay suficientes micromedidores instalados	Revisar micromedición efectiva
			Existen fallas en el área de cobranza	Identificar fallas en sistema de cobranza
			No se están leyendo y/o facturando los consumos	
			*Identificar otras causas con base en el cuadro 8.1.1	
Consumo (l/h/d)	58.25 (En 2013)	Alto: más de 70 m3 anuales per cápita (lhd)	Tarifa Baja	Revisión y ajuste de tarifas
			Baja micromedición	Revisión de procedimientos de medición y cobranza
			Problemas de cobranza	

Fuente: Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores

10.2. Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía

Las Tablas 10.2 a 10.4 indican una lista de acciones que se pueden llevar a cabo en la etapa de mitigación de la sequía para cada tipo de usuario. Las acciones específicas a llevar a cabo en cada nivel de sequía serán decididas por el equipo de elaboración y planeación del PMPMS municipal.

Las acciones indicadas con asterisco, indican que se requiere tener un nivel de eficiencia alto y de contar con una cobertura amplia de infraestructura de tratamiento de aguas para poder implementarlas y monitorear su desempeño y resultados.

Tabla 10.2.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Gubernamental

Nivel de sequía Medidas para el sector Gubernamental	D0: Anormalmente seco	D1: Moderada	D2: Severa	D3: Extraordinaria	D4: Excepcional
Desarrollar campañas públicas de educación con estrategias manejo de la demanda a corto y largo plazo *	x				
Identificar usuarios de alto consumo de agua y desarrollar metas de ahorro *	x				
Implementar medidas de conservación que también provean beneficios de ahorro de agua durante periodos de sequía		x			

Restringir la autorización de nuevas tomas				x	
Implementar recargos en la época de sequías *		x			
Implementar una tasa modificada para periodos de sequía *			x		
Conducir auditorías de irrigación en los administradores municipales de parques y espacios abiertos *			x		
Educar al personal de los administradores o municipio sobre cómo ahorrar agua*		x			
Proveer instrucciones a negocios u oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas *		x			
Eliminar o reducir la irrigación en jardines y parques			x		
Limitar el riego de exteriores a tiempos específicos del día			x		
Limitar el número de días de riego a la semana				x	
Establecer tiempos límite para el riego				x	
Prohibir el riego durante el otoño, el invierno y los primeros meses de primavera					x
Convertir aspersores a irrigación de bajo volumen donde sea apropiado *				x	
Restringir dispositivos de rocío en exteriores				x	
Limitar o prevenir lavado de las flotas de vehículos de la ciudad o el municipio			x		
Limitar el lavado con hidrantes			x		
Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios			x		
Eliminar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública				x	
Apagar fuentes ornamentales en los edificios y los parques				x	
Instalar dispositivos ahorradores de agua en los baños de los edificios municipales *				x	
Conducir auditorías de agua en instalaciones interiores *					x

Tabla 10.3.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Residencial

Nivel de sequía Medidas para el sector Residencial	D0: Anormal- mente seco	D1: Moderad a	D2: Severa	D3: Extraor- dinaria	D4: Excepciona l
Aplicar restricciones de riego en jardines	x				
Limitar riego exterior a tiempos específicos del día		x			
Limitar el número de días de riego por semana		x			
Establecer tiempo límite para el riego	x				
Prohibir riego de los jardines durante el otoño, el invierno y la primavera temprana					x
Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores	x				
Promover auditorías de agua en zonas exteriores			x		
Convertir aspersores a irrigación de bajo consumo, donde sea apropiado		x			
Limitar o restringir los dispositivos de rocío en exteriores				x	
Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles o vegetación paisajística				x	
Aplicar guías de política para la instalación de nueva vegetación paisajística	x				
Aplicar restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables			x		
Prohibir o limitar el lavado de autos			x		
Prohibir o limitar las fuentes sin recirculación de agua*	x				
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas			x		
Aplicar restricciones de agua en los interiores				x	
Promover auditorías de agua en interiores			x		
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua *		x			
Promover el uso de las aguas grises*		x			
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores en identificar fugas *	x				

Requerir el uso de dispositivos eficientes de agua en la reventa de casas o en remodelaciones *	x				
---	---	--	--	--	--

Tabla 10.4.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Comercial

Nivel de sequía Medidas sector Comercial	D0: Anormal- mente seco	D1: Moderad a	D2: Severa	D3: Extraor- dinaria	D4: Excepciona l
Prohibir o limitar el uso de agua para la construcción					x
Aplicar guías de política o limitaciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas	x				
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores				x	
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable				x	
Apagar la operación de fuentes ornamentales			x		
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas				x	
Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes de agua		x			
Apagar los surtidores de agua para los bebederos públicos			x		
Promover la reducción del uso de aire acondicionado *	x				
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente *			x		
Prohibir el lavado de autos					x
Aplicar restricciones del uso de agua en el lavado de autos comerciales			x		
Promover que los autolavados comerciales usen agua reciclada	x				
Promover el servicio de agua en restaurantes únicamente bajo pedido		x			
Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de toallas en hoteles *		x			
Proveer recursos para el desarrollo de planes de conservación específicos en oficinas y negocios	x				

Tabla 10.5.- Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Industrial

Nivel de sequía Medidas sector Industrial	D0: Anormal- mente seco	D1: Moderad a	D2: Severa	D3: Extrao r- dinaria	D4: Excepcional
Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción					x
Aplicar guías de política para la instalación de nuevas plantas y otras aplicaciones paisajísticas	x				
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores		x			
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable			x		
Promover la reducción del uso de aire acondicionado con agua *			x		
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente *			x		
Promover la conversión al uso de torres de enfriamiento *				x	

11. Procedimiento internacional para elaboración de planes de sequía

11.1. Introducción

La aplicación de una política sobre la sequía basada en la filosofía de la reducción de los riesgos puede modificar el enfoque de la gestión de la sequía por los países mediante la reducción de los efectos conexos (riesgo). Esta es la idea que motivó a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en colaboración con diversos organismos de las Naciones Unidas, organizaciones internacionales y regionales y organismos nacionales clave, a organizar la Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía, que se celebró en Ginebra del 11 al 15 de marzo de 2013. El tema de la reunión fue “Reducir la vulnerabilidad social: ayudar a la sociedad (comunidades y sectores)”.

El aumento vertiginoso de los efectos de la sequía en un número cada vez mayor de sectores es motivo de gran preocupación. La sequía ya no se asocia principalmente con la pérdida o reducción de la producción agrícola. Hoy, los casos de sequía también se asocian con un impacto considerable en los sectores de la energía, el transporte, la salud, el ocio, el turismo y otros sectores. Igualmente importante es el impacto directo de la escasez de agua en el sector hidrológico, la energía y la seguridad alimentaria. Con los aumentos actuales y previstos en la frecuencia, gravedad y duración de las sequías como resultado del cambio climático, ha llegado el momento de fomentar un cambio de paradigma, pasando de la gestión de crisis a la gestión del riesgo. Este enfoque tiene por objeto aumentar la resiliencia o la capacidad de reacción de los países a la sequía.

Los resultados y las recomendaciones dimanantes de la Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía atraen cada vez más la atención en torno a esta cuestión de los gobiernos, las organizaciones internacionales y regionales y las organizaciones no gubernamentales. Uno de los resultados concretos de la Reunión fue la puesta en marcha del Programa de gestión integrada de sequías por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Asociación Mundial para el Agua (GWP). El Programa está examinando estas cuestiones con varios asociados con el objetivo de apoyar a los interesados a todos los niveles ofreciéndoles orientación en materia de políticas y gestión mediante la generación coordinada global de información científica e intercambiando mejores prácticas y conocimientos para lograr una gestión integrada de la sequía. En particular, el Programa trata de apoyar a las regiones y los países en la formulación de políticas más proactivas sobre la sequía y el desarrollo de mejores mecanismos de predicción, y las presentes directrices contribuyen a tal fin.

11.2. Política y prevención de la sequía: sentando las bases

La sequía es un riesgo natural complejo y los efectos asociados a ella son el resultado de numerosos factores climáticos y una amplia gama de factores sociales que determinan el nivel de resiliencia social. El crecimiento y la redistribución demográfica y la evolución de las modalidades de consumo y producción son dos de los factores que determinan la vulnerabilidad de una región, sector económico o grupo de la población. Otros muchos factores, como la pobreza y la vulnerabilidad de las zonas rurales, la gobernanza deficiente o ineficaz, los cambios en el uso de la tierra, la degradación del medio ambiente, la concienciación y los reglamentos ambientales, y las políticas gubernamentales obsoletas o ineficaces, son algunos de los factores que también contribuyen a los cambios en la vulnerabilidad.

Si bien la elaboración de políticas sobre la sequía y planes de prevención conexos puede resultar una tarea difícil, el resultado de este proceso puede aumentar considerablemente la resiliencia de la sociedad a esas perturbaciones climáticas.

Uno de los principales objetivos de las directrices que se presentan aquí es servir de modelo para que resulte menos abrumadora la elaboración de las políticas nacionales sobre la sequía y los planes de prevención conexos a nivel subnacional.

En pocas palabras, una política nacional sobre la sequía debería establecer un conjunto claro de principios o directrices operativas que rijan la gestión de la sequía y de sus efectos. El principio fundamental de las políticas sobre la sequía debería ser hacer hincapié en la gestión de los riesgos mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación (Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía, 2013). Estas políticas deben ir encaminadas a la reducción de los riesgos mediante la creación de una mayor conciencia y comprensión de los peligros de la sequía y las causas subyacentes de la vulnerabilidad social, junto con el desarrollo de una mayor comprensión de cómo las medidas proactivas y la adopción de una amplia gama de medidas de prevención pueden aumentar la resiliencia social. La gestión de riesgos puede promoverse:

- Alentando la mejora y la aplicación de predicciones estacionales y a más corto plazo
- Desarrollando sistemas integrados de vigilancia y de alerta temprana de la sequía y sistemas conexos de información
- Desarrollando planes de prevención a distintos niveles gubernamentales
- Adoptando medidas y programas de mitigación
- Creando una red de seguridad de programas de respuesta de emergencia que asegure la prestación oportuna de socorro específico
- Proporcionando una estructura orgánica que mejore la coordinación en los distintos niveles gubernamentales, entre ellos y con las partes interesadas.

La política debe ser coherente y equitativa para todas las regiones, grupos de población y sectores económicos, y con los objetivos de desarrollo sostenible.

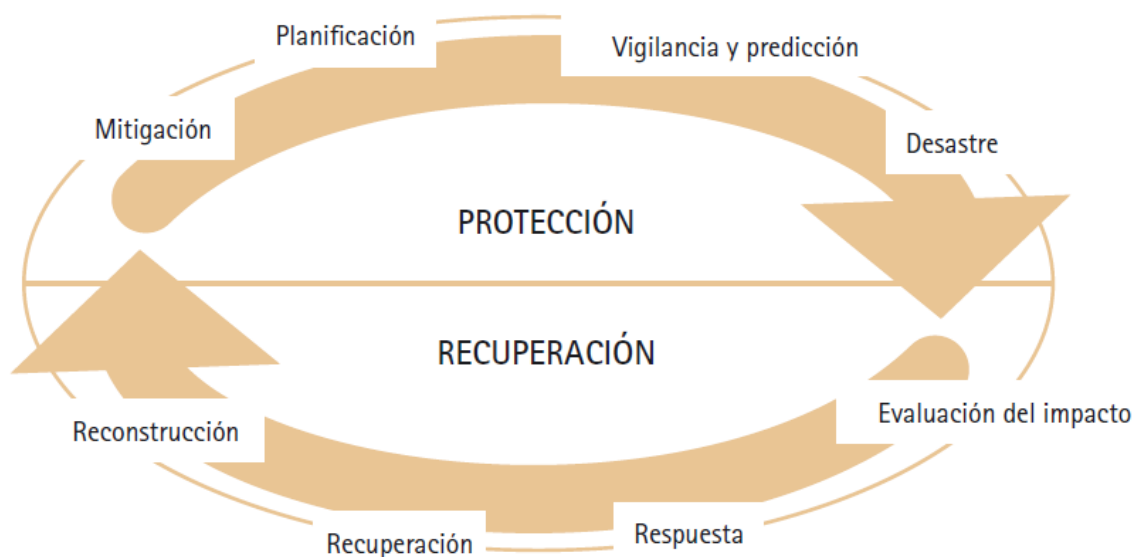
Al aumentar en todo el mundo la vulnerabilidad a la sequía y la incidencia de sequías, se ha prestado mayor atención a la reducción de los riesgos vinculados con su ocurrencia mediante una mejor planificación para aumentar la capacidad operacional (por ejemplo, la vigilancia del clima y el abastecimiento de agua, el fomento de capacidad institucional), y medidas de mitigación destinadas a reducir los efectos de la sequía. Este cambio de orientación estaba pendiente desde hacía mucho tiempo. La mitigación de los efectos de la sequía exige el uso de todos los componentes del ciclo de la gestión de desastres (Figura 11.1), en vez de limitarse a la parte correspondiente a la gestión de crisis de este ciclo. Por lo general, cuando se produce una sequía, los gobiernos y los donantes hacen una evaluación del impacto y realizan actividades de respuesta, recuperación y reconstrucción para que la región o localidad vuelva al estado en que se encontraba antes del desastre. Históricamente, se ha prestado poca atención a las medidas de prevención, mitigación o predicción y alerta temprana (es decir, gestión del riesgo) y a la elaboración de políticas nacionales de gestión de la sequía basadas en los riesgos que podrían evitar o reducir los efectos futuros y reducir la necesidad de intervenciones del gobierno y los donantes en el futuro. La gestión de crisis solo aborda los síntomas de la sequía, tal como se manifiestan en los efectos que se producen como consecuencia directa o indirecta de la sequía.

La gestión de riesgos, por otra parte, se centra en determinar dónde existen vulnerabilidades (determinados sectores, regiones, comunidades o grupos de población) y aborda esos riesgos mediante la aplicación sistemática de medidas de mitigación y adaptación que reducirán el riesgo asociado con futuros casos de sequía.

Puesto que las sociedades han hecho hincapié en la gestión de crisis en los anteriores intentos de gestión de la sequía, por lo general los países han pasado de un episodio de sequía a otro con poca o ninguna reducción de los riesgos. Además, en muchas regiones propensas a la sequía, es probable que se produzca otro episodio de sequía antes de que la región se haya recuperado plenamente del episodio anterior. Si la frecuencia de las sequías aumenta en el futuro, conforme a lo previsto para muchas regiones, habrá menos tiempo de recuperación entre esos episodios.

Figura 11.1. Ciclo de gestión de desastres

Gestión del riesgo



Gestión de crisis

Fuente: Centro Nacional de Mitigación de la Sequía, Universidad de Nebraska-Lincoln

Los progresos en la prevención de la sequía y la elaboración de políticas han sido lentos por varias razones. Ello está claramente relacionado con la aparición lenta de las sequías y la falta de una definición universal. La sequía comparte con el cambio climático la distinción de ser un fenómeno de aparición lenta; la cuestión es lograr que las personas reconozcan los cambios que se producen lentamente o de manera gradual durante un largo período de tiempo. Estas características de la sequía dificultan la alerta temprana, la evaluación de los efectos y la respuesta por parte de los científicos, administradores de recursos naturales y las instancias normativas. La falta de una definición universal a menudo da lugar a confusión e inacción por parte de las instancias decisorias, ya que los científicos tal vez discrepen sobre la existencia y la gravedad de las condiciones de sequía (es decir, las diferencias en el momento de aparición y recuperación entre la sequía meteorológica, agrícola e hidrológica). La gravedad es también difícil de calificar ya que la mejor manera de evaluarla es sobre la base de múltiples indicadores e índices, en lugar de hacerlo sobre la base de una sola variable. Además, los efectos de la sequía son en gran medida no estructurales y están muy extendidos. Estas características hacen que sea difícil evaluar los efectos de la sequía y responder de manera oportuna y eficaz.

Los efectos de la sequía no son tan visibles como los efectos de otros peligros naturales, lo que dificulta a los medios de difusión comunicar al público la importancia del fenómeno y sus efectos. La respuesta del público suele ser escasa en comparación con otros peligros naturales que provocan pérdidas de vidas y bienes.

Asociada al enfoque centrado en la gestión de crisis está la falta de reconocimiento de que la sequía es una parte normal del clima. Es probable que el cambio climático y los cambios previstos conexos en la variabilidad del clima aumenten la frecuencia y gravedad de la sequía y otros fenómenos climáticos extremos. En el caso de la sequía, es posible que la duración de estos fenómenos también aumente. Por lo tanto, es imperativo que todos los países propensos a la sequía adopten un enfoque centrado en la gestión de la sequía encaminado a la reducción de los riesgos. Este enfoque incrementará la resiliencia ante futuros episodios de sequía.

Es importante señalar que cada caso de sequía ofrece la oportunidad de avanzar hacia una política de gestión del riesgo más proactiva. Inmediatamente después de un episodio grave de sequía, las instancias normativas, los administradores de recursos y todos los sectores afectados son conscientes de los efectos que se han producido y, en ese momento, es más fácil reconocer los factores causales asociados a esos efectos (es decir, las causas profundas de la vulnerabilidad). También se podrían identificar más fácilmente las deficiencias en la respuesta de los gobiernos o las organizaciones de donantes. No hay mejor momento que ese para dirigirse a las instancias normativas con la idea de elaborar una política nacional sobre la sequía y planes de prevención con el fin de aumentar la resiliencia de la sociedad.

Para proporcionar orientación relativa a la preparación de políticas nacionales sobre la sequía y técnicas de planificación, es importante definir los principales componentes de una política sobre la sequía, sus objetivos y medidas en el proceso de aplicación. Un componente importante de la política nacional sobre la sequía es una mayor atención a la prevención de la sequía con el fin de desarrollar capacidad institucional para hacer frente con más eficacia a este riesgo natural generalizado. La experiencia adquirida por algunos países que han experimentado con este enfoque será útil en la determinación de vías para lograr sociedades más resistentes a la sequía. Por esta razón, se incluyen en el presente documento varios estudios de casos. Este es un documento “vivo”, que se irá modificando a raíz de la experiencia adquirida en otros estudios de casos.

Una limitación con respecto a la prevención de la sequía ha sido la falta de metodologías a disposición de las instancias normativas y los planificadores para orientarles a lo largo del proceso de planificación. La sequía difiere en sus características físicas entre los regímenes climáticos, y los efectos están determinados a nivel local por características económicas, sociales y ambientales concretas. Una metodología elaborada por Wilhite (1991), y modificada para incorporar un mayor énfasis en la gestión de los riesgos (Wilhite y otros, 2000; 2005), ofrece un conjunto de medidas generales que pueden adaptarse a cualquier nivel de gobierno (es decir, de nacional a subnacional) o ubicación geográfica para elaborar un plan de prevención de la sequía.

El Programa de gestión integrada de sequías, una iniciativa de la OMM y la Asociación Mundial para el Agua, reconoce la urgente necesidad de proporcionar a los países directrices para la elaboración de políticas nacionales de gestión de la sequía. Para alcanzar ese objetivo, la metodología de planificación de la prevención de la sequía a que se hace referencia más arriba se ha modificado para definir un proceso genérico mediante el cual los gobiernos puedan elaborar una política nacional sobre la sequía y planes de prevención de la sequía a nivel nacional y subnacional que respalden los principios de esa política.

A continuación se describe este proceso con el fin de proporcionar un modelo que los gobiernos u organizaciones puedan adaptar a sus necesidades para reducir la vulnerabilidad de la sociedad a la sequía, y crear así una mayor resiliencia a sequías futuras en todos los sectores. Una política nacional sobre la sequía puede ser una política aparte o estar integrada en planes ya existentes de reducción de los riesgos de desastres naturales, desarrollo sostenible, recursos hídricos integrados o adaptación al cambio climático.

11.3. Política sobre la sequía: características y camino a seguir

Como punto de partida en el debate relativo a la política sobre la sequía, es importante identificar los diversos tipos de políticas sobre la sequía de que se dispone y que se han empleado para la gestión de la sequía. El enfoque inicial y más común adoptado por los países en desarrollo y los países desarrollados son las intervenciones gubernamentales (o no gubernamentales) después del impacto. Esas intervenciones suelen ser medidas de socorro en forma de programas de asistencia de emergencia destinados a proporcionar dinero u otro tipo concreto de asistencia (por ejemplo, alimentación para el ganado, agua, alimentos) a las víctimas (o a quienes sufren los efectos más graves) de la sequía. Este enfoque reactivo, que se caracteriza por el ciclo hidro-ilógico (Figura 11.2), adolece de graves defectos desde el punto de vista de la reducción de la vulnerabilidad, ya que no se prevé que los beneficiarios de esta asistencia modifiquen su comportamiento o prácticas de gestión de los recursos como requisito de la asistencia.

Figura 11.2. El ciclo hidro-ilógico



Fuente: Centro Nacional de Mitigación de la Sequía, Universidad de Nebraska-Lincoln

Brasil, país que ha seguido típicamente el enfoque centrado en la gestión de crisis, está reevaluando ese enfoque y estudiando firmemente la posibilidad de formular una política nacional sobre la sequía que se centre en la reducción del riesgo.

Si bien la asistencia en caso de sequía prestada en el marco de las respuestas de emergencia puede atender una necesidad a corto plazo, es posible que a más largo plazo reduzca la capacidad de adaptación de las personas y las comunidades al fomentar una mayor dependencia respecto de estas intervenciones, en lugar de aumentar la autosuficiencia. Por ejemplo, los ganaderos que no mantengan una reserva suficiente de forraje en la granja para el ganado como estrategia de gestión de la sequía serán los primeros en sufrir los efectos de la escasez prolongada de las precipitaciones, y serán los primeros que acudan al gobierno u otras organizaciones en busca de asistencia a fin de mantener los rebaños hasta que termine la sequía y los suministros de forraje vuelvan a niveles adecuados. Del mismo modo, las comunidades urbanas que no han aumentado la capacidad de abastecimiento de agua en respuesta al crecimiento de la población, o que no han mantenido o actualizado los sistemas de abastecimiento, tal vez acudan al gobierno en busca de asistencia durante períodos de escasez de agua provocada por la sequía. La escasez resultante se debe más a una mala planificación que al efecto directo de la sequía. Esta dependencia del socorro del gobierno es contraria a la filosofía de alentar la prevención del riesgo mediante una inversión por parte de los productores, los administradores de recursos hídricos y otros a fin de mejorar su capacidad de respuesta a la sequía. Una asistencia o incentivos gubernamentales que alienten esas inversiones constituirían un cambio conceptual en la respuesta de los gobiernos y promoverían un cambio en las expectativas de los ganaderos en cuanto a la función del gobierno en esas respuestas. El enfoque más tradicional del socorro también es inadecuado en lo que respecta al momento en que se presta la asistencia. A menudo pasan semanas o meses hasta que se recibe la asistencia, a veces mucho más tarde del período de tiempo en que el socorro sería de mayor valor para hacer frente a los efectos de la sequía. Además, es probable que los ganaderos que emplearon técnicas adecuadas de reducción de riesgos no tengan derecho a recibir asistencia, ya que los efectos que sufrieron eran reducidos y, por lo tanto, no cumplían los requisitos necesarios. Este enfoque recompensa a los que no han adoptado prácticas adecuadas de gestión de los recursos.

Aunque a veces es necesario proporcionar una respuesta de emergencia a diversos sectores (es decir, intervenciones de evaluación después del impacto), con el fin de avanzar hacia un enfoque más proactivo de la gestión de los riesgos es sumamente importante que los dos enfoques de las políticas sobre la sequía que se describen a continuación se conviertan en la piedra angular del proceso normativo.

El segundo tipo de enfoque de las políticas sobre la sequía es la elaboración y aplicación de políticas y planes de prevención, que incluyen marcos de organización y arreglos operacionales desarrollados antes de la sequía y mantenidos entre los episodios de sequía por el gobierno u otras entidades. Este enfoque trata de crear una mayor capacidad institucional centrada en mejorar la coordinación y colaboración dentro y entre los distintos niveles de gobierno; los interesados en los principales sectores del impacto; y las numerosas organizaciones privadas con un interés particular en la gestión de la sequía (a saber, comunidades, administradores o distritos de riego o recursos naturales, servicios básicos, agroindustria, organizaciones de agricultores y otros).

El tercer tipo de enfoque normativo hace hincapié en el desarrollo de programas o medidas gubernamentales antes del impacto que tienen por objeto reducir la vulnerabilidad y los efectos. Este enfoque podría considerarse un subconjunto del segundo enfoque mencionado anteriormente. En el ámbito de los riesgos naturales, este tipo de programas o medidas suelen denominarse medidas de mitigación.

11.4. Mitigación de los efectos de la sequía

Como se señaló anteriormente, la mitigación en el contexto de los riesgos naturales es diferente de la mitigación en el contexto del cambio climático, donde la atención se centra en la reducción de los gases de efecto invernadero. La mitigación en el contexto de los riesgos naturales se refiere a las medidas adoptadas antes de una sequía para reducir sus efectos en el futuro.

Las medidas de mitigación de la sequía son numerosas, pero tal vez sean menos claras para el público en general en comparación con las medidas de mitigación para terremotos, inundaciones y otros riesgos naturales en que los impactos son en gran medida estructurales. Los efectos asociados a la sequía son generalmente no estructurales y, por lo tanto, son menos visibles, más difíciles de evaluar (por ejemplo, reducciones en el rendimiento de los cultivos) y no incluyen la reconstrucción como parte del proceso de recuperación. Las medidas de mitigación de la sequía incluirían el establecimiento de sistemas integrales de alerta temprana y distribución, la mejora de las predicciones estacionales, un mayor énfasis en la conservación del agua (reducción de la demanda), el aumento o la ampliación del suministro de agua a través de una mayor utilización de los recursos de aguas subterráneas, la reutilización y el reciclaje del agua, la construcción de embalses, la interconexión de los sistemas de abastecimiento de agua entre comunidades vecinas, planes de prevención de la sequía con el fin de crear una mayor capacidad institucional y la creación de conciencia y la educación.

En algunos casos, la mejor manera de formular medidas de aumento de recursos hídricos de ese tipo es junto con un Estado (o país) vecino, o como mínimo esas medidas deberían coordinarse si pueden tener un efecto sobre el otro Estado ribereño (o el uso en la cuenca inferior, en general). Los programas de seguros, disponibles en la actualidad en muchos países, también se incluirían en esta categoría de tipos de políticas.

11.5. Política nacional de gestión de la sequía: proceso

Los desafíos a que se enfrentan los países en la formulación de una política nacional de gestión de la sequía basada en el riesgo son complejos. El proceso requiere una voluntad política al más alto nivel posible y un enfoque coordinado en los distintos niveles de gobierno y entre estos, así como con los diversos interesados con los que se debe colaborar en el proceso de formulación de políticas.

La política nacional sobre la sequía podría ser una política aparte, o podría contribuir a, o ser parte de, una política nacional para la reducción del riesgo de desastres con enfoques holísticos y multirriesgos que se centre en los principios de la gestión de riesgos (Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres, 2009).

La política debe servir de marco para pasar de un paradigma centrado tradicionalmente en la gestión reactiva de las crisis a uno centrado en un enfoque proactivo basado en el riesgo que tenga por objeto aumentar la capacidad de adaptación del país y, de ese modo, crear una mayor resiliencia ante futuros episodios de sequía.

La formulación de una política nacional de la sequía, si bien proporciona un marco para un cambio de paradigma, es solo el primer paso en la reducción de la vulnerabilidad. La formulación de una política nacional de la sequía debe estar vinculada intrínsecamente a la formulación y aplicación de planes de prevención y mitigación a nivel subnacional. Estos planes serán los instrumentos mediante los cuales se ejecutará la política nacional sobre la sequía.

Los 10 pasos que se describen a continuación perfilan el proceso de planificación de políticas y de la prevención. El proceso tiene por objeto servir de modelo o guía; en otras palabras, para aplicar esta metodología es preciso adaptarla a la capacidad institucional, la infraestructura política y la capacidad técnica existentes en el país en cuestión. Se trata de una versión modificada de un proceso o metodología de planificación para la sequía que incluye 10 pasos y que se ha desarrollado en Estados Unidos para su aplicación a nivel estatal. En la actualidad, 47 de los 50 estados de Estados Unidos han elaborado planes de sequía, y la mayoría de esos estados han seguido estas directrices en la preparación o modificación de planes sobre la sequía. Esta metodología de planificación de la sequía también se ha seguido en otros países en la formulación de estrategias nacionales sobre la sequía. Por ejemplo, Marruecos la aplicó a partir del año 2000 como parte de un proceso para elaborar una estrategia nacional de la sequía. Su estrategia ha seguido evolucionando durante la última década.

El proceso, desarrollado originalmente a principios de la década de 1990, se ha revisado varias veces, haciendo mayor hincapié en la planificación de la mitigación con cada revisión. Ahora se ha vuelto a modificar para hacer hincapié en la elaboración de una política nacional de gestión de la sequía, incluida la formulación de planes de prevención de la sequía a nivel subnacional que apoyen los objetivos de una política nacional.

11.6. Los 10 pasos en el proceso de formulación de políticas sobre la sequía

Paso 1: Designar una comisión sobre una política nacional de gestión de la sequía.

Paso 2: Exponer o definir las metas y los objetivos de una política nacional de gestión de la sequía basada en los riesgos.

Paso 3: Recabar la participación de los interesados; definir y solucionar conflictos entre los principales sectores de usuarios de recursos hídricos, teniendo en cuenta las consecuencias transfronterizas.

Paso 4: Hacer un inventario de los datos y los recursos financieros disponibles y determinar grupos de riesgo.

Paso 5: Preparar/redactar los postulados clave de una política nacional para la gestión de la sequía y los planes de prevención conexos, que incluyan los siguientes elementos: la vigilancia; la alerta temprana y la predicción; la evaluación de riesgos y repercusiones; y la mitigación y respuesta.

Paso 6: Determinar las necesidades de investigación y subsanar las deficiencias institucionales.

Paso 7: Integrar la ciencia con los aspectos normativos de la gestión de la sequía.

Paso 8: Difundir la política nacional para la gestión de la sequía y los planes de prevención conexos y fomentar la sensibilización y el consenso de la población.

Paso 9: Desarrollar programas de educación para todas las edades y todos los grupos de interesados.

Paso 10: Evaluar y modificar la política nacional de gestión de la sequía y los planes de prevención conexos.

Paso 1: Designar una comisión sobre una política nacional de gestión de la sequía

El proceso para crear una política nacional de gestión de la sequía debe empezar por el establecimiento de una comisión nacional que supervise y facilite la formulación de la política. Habida cuenta de la complejidad de los riesgos que plantean las sequías y la naturaleza intersectorial de la gestión de todos los aspectos relativos a la vigilancia, la alerta temprana, la evaluación de las repercusiones, la respuesta, la mitigación y la planificación, es fundamental coordinar e integrar las actividades de los distintos organismos y ministerios gubernamentales a todos los niveles; el sector privado, incluidos los principales grupos de interesados; y la sociedad civil. Para asegurar un proceso coordinado, el presidente o primer ministro u otro dirigente político clave debe liderar el establecimiento de una comisión sobre una política nacional de la sequía. De no ser así, es posible que esta no recabe el pleno apoyo y participación de todas las partes pertinentes.

El objetivo de la comisión es doble. En primer lugar, la comisión supervisará y coordinará el proceso de formulación de la política. Ello incluye aunar todos los recursos necesarios del gobierno nacional e integrar los recursos de los distintos ministerios y niveles de gobierno con el fin de formular la política y apoyar los planes de prevención. Al aunar los recursos gubernamentales, es probable que esta etapa inicial solo requiera un mínimo de recursos nuevos junto con un reencauzamiento de los recursos existentes (por ejemplo, datos financieros, recursos humanos) en apoyo del proceso. En segundo lugar, una vez formulada la política, la comisión será la autoridad responsable de la aplicación de la política a todos los niveles de gobierno. Los principios de esta política servirán de base para la formulación y aplicación de planes de prevención y mitigación a nivel subnacional. Además, la comisión se encargará de activar los distintos elementos de la política en época de sequía. La comisión coordinará medidas y aplicará programas de mitigación y respuesta o delegará esa medida en los gobiernos a nivel subnacional. También iniciará recomendaciones normativas para el dirigente político o el órgano legislativo competente y aplicará recomendaciones concretas en el marco de competencia de la comisión y los ministerios que represente.

La comisión debe reflejar la naturaleza multidisciplinar de la sequía y sus efectos y debe incluir a todos los ministerios gubernamentales nacionales competentes. También conviene estudiar la posibilidad de incluir a los principales expertos de las universidades en materia de sequía para que ejerzan como asesores de la comisión o como miembros oficiales de esta. También se debería incluir a un representante de la oficina presidencial a fin de facilitar la comunicación y la concienciación sobre el estado y los efectos de la sequía y las medidas adoptadas para hacerle frente.

Tal vez convenga también estudiar la posibilidad de incluir a representantes de sectores clave, asociaciones profesionales y grupos ambientales y de interés público. Si no se incluye a miembros de esos grupos, otra opción sería la creación de un comité consultivo ciudadano compuesto por esos representantes para que esos grupos tengan voz en el proceso de formulación de políticas y en la identificación y aplicación de medidas adecuadas de respuesta y mitigación. Dicho esto, los representantes de esos grupos también participarán en el proceso de desarrollo de los planes de prevención de la sequía a nivel estatal o provincial, por lo que su inclusión en la comisión o como comité consultivo ciudadano podría ser redundante.

También es importante que la comisión incluya a un especialista en información pública en calidad de experto en estrategias de comunicación. Esa persona puede formular mensajes de comunicación eficaces a todos los medios de comunicación. Es imprescindible que la comisión se comunique con los medios de comunicación con una sola voz para que el mensaje al público sea claro y conciso. Debido a la complejidad científica, regional y sectorial de la sequía, la gravedad de la sequía y sus efectos conexos, y la amplitud de programas y medidas de respuesta y mitigación, el público puede sentirse confundido fácilmente si la información procede de diversas fuentes.

Habida cuenta de la amplia gama de grupos interesados que participarán en la formulación, aplicación y activación de las políticas, se debe contar con un profesional en participación pública. Esa persona sería un observador o miembro ex officio de la comisión y asistiría periódicamente a las reuniones de la comisión. Esa persona también ayudaría en la organización de muchos aspectos del proceso de formulación de políticas a fin de solicitar la contribución de los múltiples grupos de interesados. Esa persona también puede velar por que se incluya en el proceso a todos los grupos, tanto los grupos de interesados que estén bien financiados como los desfavorecidos.

La composición de las comisiones nacionales sobre la sequía que han participado en el proceso de formulación de políticas en algunos países puede proporcionar información útil. Por ejemplo, el Presidente de México, Enrique Peña Nieto, anunció un programa nacional sobre la sequía el 10 de enero de 2013. Los objetivos de este programa son la alerta temprana y la acción temprana para determinar medidas preventivas que conduzcan a la adopción oportuna de decisiones con el fin de prevenir o mitigar los efectos de la sequía.

Programa Nacional de México contra la Sequía

A raíz de la prolongada sequía en la mayor parte del país durante 2010-2013, el Presidente de México anunció en enero de 2013 el Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE), que sería coordinado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El Programa de gestión integrada de sequías de la OMM y la Asociación Mundial para el Agua prestó apoyo técnico al Gobierno de México.

El objetivo del PRONACOSE es el desarrollo de instrumentos con un nuevo enfoque proactivo y preventivo para lograr una gestión integrada de la sequía a nivel de los consejos de cuenca. Los objetivos pueden resumirse de la siguiente manera:

- Poner en marcha un programa de capacitación sobre los conceptos básicos de la sequía y las mejores prácticas para desarrollar la capacidad local a fin de asegurar la sostenibilidad de la gestión integrada de la sequía en México.
- Crear conciencia a nivel de las cuencas y desarrollar una serie de medidas de prevención y mitigación de las sequías.
- Establecer un comité interinstitucional para coordinar y dirigir los programas actuales sobre la sequía, orientar y asesorar al PRONACOSE, y financiar las medidas propuestas por los interesados a nivel de las cuencas.
- Colaborar con expertos e investigadores para responder a las necesidades detectadas en la gestión de la sequía.
- Elaborar un programa de comunicación y divulgación que ponga de relieve la vulnerabilidad, la participación, la prevención y la evolución de la sequía.

Además de los cinco puntos mencionados, un elemento importante que debe tenerse en cuenta en el marco del PRONACOSE es un mecanismo de evaluación que evalúe la eficacia de las distintas actividades y estrategias aplicadas y asegure la sostenibilidad, incluyendo de forma continua las observaciones recibidas y la experiencia adquirida en las diversas fases de ejecución.

Las actividades del PRONACOSE se estructuran en torno a tres grandes ejes de actividad:

- Formulación y aplicación de medidas para prevenir y mitigar los efectos de la sequía, incluidas la vigilancia y la alerta temprana.

- Establecimiento de un marco jurídico para garantizar la continuidad del suministro de agua potable durante las sequías.
- Coordinación de la respuesta institucional a las medidas de mitigación de la sequía.

En el marco del PRONACOSE, CONAGUA vigila mensualmente las sequías en las cuencas y a nivel estatal y municipal, conforme a la norma acordada con el Programa de Vigilancia de la Sequía de América del Norte en 2013.

Se realizan mediciones semanales del índice normalizado de precipitación y el índice de densidad de lodos en las principales presas y estaciones de medición, que se publican en el sitio web de CONAGUA.

PRONACOSE funcionará durante seis años. Como punto de partida, CONAGUA ha desarrollado 26 Programas de Medidas preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) para los consejos de cuenca, basándose en la experiencia de otros países, especialmente la del Centro Nacional de Mitigación de la Sequía de Estados Unidos. Estos programas abordan las características de la sequía y la vulnerabilidad de cada cuenca. Se desarrolló una guía y se capacitó al personal de CONAGUA y a investigadores de 12 instituciones nacionales para estandarizar las actividades y los contenidos de los PMPMS. Los programas se aplicarán durante el segundo y tercer año de PRONACOSE, se evaluarán durante el cuarto y quinto año, y se mejorarán y aplicarán nuevamente a partir del sexto año. El objetivo es asegurar la identificación de los programas por parte de los consejos de cuenca y una implementación gradual continuada más allá del sexto año.

El 5 de abril del 2013 se creó la Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones para evaluar los 26 programas en los consejos de cuenca, así como para articular y orientar los programas de las instituciones federales con respecto a la financiación de las medidas propuestas por los consejos. Se ha creado un comité de expertos para desarrollar y proponer estrategias y líneas de investigación, así como para evaluar, orientar y apoyar al PRONACOSE.

Desde el comienzo del programa, ha sido fundamental una amplia campaña de divulgación centrada en la comunicación y la educación. A pesar de que la sequía es un fenómeno recurrente en México, existe una falta de documentación en cuanto a sus elementos impulsores, así como de sus impactos económicos y sociales. La organización y difusión de información histórica es parte de la estrategia, y tiene el fin de concienciar a los usuarios del agua y a la sociedad en general.

También ha sido crucial la capacitación de todos los interesados y funcionarios de los consejos de cuenca en la evolución y mitigación de la sequía. La participación de expertos nacionales e internacionales para apoyar el desarrollo de capacidad local es una premisa básica del PRONACOSE.

Paso 2: Exponer o definir las metas y los objetivos de una política nacional de gestión de la sequía basada en los riesgos

La sequía es una parte normal del clima, pero hay abundantes pruebas y una preocupación creciente con respecto al hecho de que la frecuencia, la gravedad y la duración de las sequías van en aumento en muchas partes del mundo, o aumentarán en el futuro, como resultado del cambio climático antropógeno. La Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía, celebrada en marzo de 2013, se organizó principalmente a raíz de esta preocupación y de la ineficacia del enfoque o respuesta tradicionales de gestión de crisis para los casos de sequía. La Reunión sirvió de foro y puso en marcha el Programa de gestión integrada de sequías.

Los elementos esenciales de una política nacional de gestión de la sequía, determinados en la Reunión de alto nivel, son los siguientes:

- Desarrollo de medidas proactivas de mitigación y planificación, enfoques de gestión del riesgo, actividades de divulgación pública y administración de recursos.
- Aumentar la colaboración entre las redes nacionales, regionales y globales de observación, desarrollar sistemas de difusión de información que mejoren la comprensión pública de la sequía y la preparación ante esta.
- Crear estrategias financieras y de seguros gubernamentales y privados que sean integrales.
- Reconocer la necesidad de disponer de una red de seguridad de socorro de emergencia basada en una sólida gestión de los recursos naturales y la autoayuda en diversos niveles de gobernanza.
- Coordinación eficaz, eficiente y orientada al cliente de los programas de sequía y las medidas de respuesta.

Tras la formación de la comisión, su primera medida oficial deberá ser establecer objetivos concretos y alcanzables para la política nacional de sequía, un calendario para la implementación de los diversos aspectos de la política y un cronograma para la consecución de los objetivos. Se deberán considerar varios principios rectores cuando la comisión formule una estrategia para pasar de una gestión de crisis a un enfoque de reducción del riesgo de sequía. En primer lugar, si se emplean medidas de asistencia, estas no deberán disuadir a los productores agrícolas, a los municipios ni a otros sectores o grupos de adoptar prácticas adecuadas y eficientes de gestión que ayuden a paliar los efectos de la sequía (es decir, las medidas de asistencia deberán reforzar el objetivo de aumentar la resiliencia o la capacidad de adaptación ante casos de sequía). Las medidas de asistencia empleadas deberán ayudar a desarrollar la autosuficiencia frente a futuros episodios de sequía. En segundo lugar, la asistencia deberá prestarse de manera equitativa (es decir, a los más afectados), coherente y predecible para todos, independientemente de las circunstancias económicas, sector o región geográfica. Es importante destacar que la asistencia prestada no sea contraproducente o un desincentivo a la autosuficiencia. En tercer lugar, es primordial proteger la base de los recursos naturales y agrícolas, así que cualquier medida de ayuda o de mitigación adoptada no deberá ir en contra de las metas y los objetivos de la política nacional de sequía ni de los objetivos a largo plazo de desarrollo sostenible.

Al comenzar su trabajo, es importante que la comisión haga un inventario de todos los programas de respuesta a emergencias y de mitigación disponibles a través de los distintos ministerios a nivel nacional. También es importante evaluar la eficacia de esos programas y los desembolsos de fondos hechos anteriormente a través de estos programas. Se deberá realizar un ejercicio similar a nivel estatal o provincial junto con el desarrollo de planes de prevención de la sequía y mitigación de sus efectos.

Al orientar la elaboración de las políticas nacionales de sequía y de las técnicas de planificación es importante definir los componentes clave de la política de sequía, sus objetivos y los pasos en el proceso de implementación. Los miembros de la comisión, los expertos y los interesados deberán considerar numerosas cuestiones al definir los objetivos de la política:

- ¿Cuál es el propósito y el papel del gobierno en las medidas de respuesta y de mitigación de la sequía?
- ¿Cuál es el alcance de la política?
- ¿Cuáles son las regiones y sectores económicos y sociales más vulnerables del país?
- Históricamente, ¿cuáles han sido los impactos más destacados de la sequía?
- Históricamente, ¿cuál ha sido la respuesta del gobierno a la sequía y cuál ha sido su nivel de eficacia?
- ¿Cuál es el papel de la política en el trato y la resolución de los conflictos entre los usuarios del agua y otros grupos vulnerables durante los períodos de escasez?

- ¿Qué tendencias actuales (por ejemplo, clima, incidencia de sequía, uso de tierras y agua, crecimiento de la población) podrían aumentar la vulnerabilidad y los conflictos en el futuro?
- ¿Qué recursos (humanos y financieros) puede asignar el gobierno al proceso de planificación?
- ¿Qué otros recursos humanos y financieros tiene a su disposición el gobierno (por ejemplo, fondos para la adaptación al cambio climático)?
- ¿Cuáles son las implicaciones legales y sociales del plan en distintos niveles jurisdiccionales, incluidos los que trascienden las fronteras del Estado?
- ¿Cuáles son las principales preocupaciones ambientales que se ven exacerbadas por la sequía?

Una declaración genérica del propósito de la política de sequía y los planes de prevención es reducir los impactos de la sequía mediante la identificación de las principales actividades, grupos o regiones más expuestos a riesgo, y el desarrollo de medidas y programas de mitigación que reduzcan esas vulnerabilidades. La política deberá tener por objeto proporcionar al gobierno un medio eficaz y sistemático para evaluar las condiciones de sequía, desarrollar medidas y programas de mitigación para reducir el riesgo antes de la sequía, y desarrollar respuestas que minimicen el estrés económico, las pérdidas ambientales y las penurias sociales durante la sequía.

Paso 3: Recabar la participación de los interesados; definir y solucionar conflictos entre los principales sectores de usuarios de recursos hídricos, teniendo en cuenta las consecuencias transfronterizas

Como se señaló en el Paso 1, un especialista en participación ciudadana contribuirá de manera importante al proceso de formulación de la política debido a las complejidades de la sequía y el modo en que esta se entrecruza con los sectores sociales, económicos y ambientales de la sociedad, y la dependencia de estos sectores con respecto al acceso a un suministro adecuado de agua en apoyo a los diversos medios de subsistencia. A medida que se intensifican las condiciones de sequía, aumenta la competencia por los escasos recursos hídricos y a menudo surgen conflictos.

Estos conflictos no pueden abordarse durante una crisis y por lo tanto es imperativo abordar los posibles conflictos durante períodos en que no hay sequía, cuando la tensión entre estos grupos es mínima. Como parte del proceso de formulación de la política, es esencial identificar a todos los grupos de ciudadanos (es decir, los interesados), incluido el sector privado, que tienen un interés particular en el proceso, y sus intereses.

Esos grupos deberán participar desde el principio y de manera continua para que estén representados debidamente con el fin de asegurar un proceso eficaz de formulación de la política de sequía a nivel nacional y subnacional. En el caso de los ríos transfronterizos, se deben tener en cuenta las obligaciones internacionales en el marco de los acuerdos en que el Estado sea parte. El debate de las preocupaciones al principio del proceso brinda a los participantes la oportunidad de desarrollar una comprensión de los diversos puntos de vista, las necesidades y las preocupaciones de las distintas partes, lo que da lugar a soluciones colaborativas. A pesar de que el nivel de participación de estos grupos variará notablemente de país a país, e incluso dentro de los países, en muchos contextos el poder que ejercen los grupos de interés público en la formulación de políticas es considerable. De hecho, estos grupos podrían impedir los avances en el proceso de formulación de la política si no se les incluye en dicho proceso. La comisión también deberá proteger los intereses de quienes carezcan de recursos financieros para defender sus intereses. Una manera de facilitar la participación ciudadana es establecer un consejo consultivo ciudadano (como se indica en el Paso 1) como elemento permanente de la estructura orgánica de la comisión, para que la información circule y para abordar o resolver conflictos entre los interesados.

El proceso de formulación de una política nacional de sequía deberá tener múltiples niveles y dimensiones, como se indica en el ejemplo de México. En el caso de México, se están desarrollando 26 planes distritales de cuenca con arreglo a la iniciativa del programa nacional de sequía. Por lo tanto, los objetivos de los planes de cuenca deberán imitar o reflejar los objetivos de la política nacional. Los gobiernos estatales o provinciales deberán estudiar la posibilidad de establecer consejos consultivos regionales o distritales y su composición. Los consejos podrían reunir a los grupos de interesados para discutir sus cuestiones y problemas de uso de agua y buscar soluciones colaborativas antes de la siguiente sequía.

Paso 4: Hacer un inventario de los datos y los recursos financieros disponibles y determinar grupos de riesgo

Tal vez sea necesario que la comisión inicie un inventario de los recursos naturales, biológicos, humanos y financieros, incluida la identificación de los obstáculos que podrían impedir la formulación de la política. En muchos casos, ya existe abundante información acerca de los recursos naturales y biológicos a través de distintos organismos y ministerios provinciales y nacionales. Es importante determinar la vulnerabilidad de estos recursos ante períodos de escasez de agua provocados por la sequía. El recurso natural con una importancia más obvia es el agua (es decir, ubicación, accesibilidad, cantidad, calidad), pero también conviene tener una comprensión clara de otros recursos naturales, como el clima y los suelos. Los recursos biológicos y ecológicos se refieren a la cantidad y calidad de pastizales o praderas, bosques, vida silvestre, humedales, etc. Los recursos humanos incluyen la mano de obra necesaria para desarrollar los recursos hídricos, instalar tuberías, acarrear agua y alimento para ganado, procesar y dar respuesta a las quejas de los ciudadanos, brindar asistencia técnica, prestar orientación, y remitir a los ciudadanos a los servicios disponibles.

También será imprescindible identificar las limitaciones en el proceso de formulación de la política y en la activación de los distintos elementos de la política y de los planes de prevención a medida que evolucionen las condiciones de sequía. Estas limitaciones podrían ser físicas, financieras, jurídicas o políticas. Los costos asociados con la formulación de la política deberán ser sopesados contra las pérdidas que se podrían generar si no se estableciera ningún plan (es decir, el costo de la inacción). Como se indicó anteriormente, el objetivo de una política nacional de sequía es reducir el riesgo asociado a la sequía y sus impactos económicos, sociales y ambientales.

Las restricciones jurídicas podrían incluir derechos de agua, leyes existentes de fideicomiso público, requisitos para los servicios públicos de abastecimiento de agua, acuerdos transfronterizos (por ejemplo, especificando la necesidad de garantizar un cierto volumen o parte del caudal del río al otro lado de la frontera) y cuestiones de responsabilidad jurídica.

La transición de la gestión de crisis a la gestión de riesgos es difícil porque, históricamente, se ha hecho poco por entender y abordar los riesgos asociados a la sequía. Para solucionar este problema se deberán identificar las zonas de alto riesgo, así como las medidas que pueden tomarse antes de que ocurra una sequía para reducir esos riesgos. El riesgo se define por lo expuesto que pueda estar un lugar al riesgo de sequía y por la vulnerabilidad de ese lugar a períodos de escasez de agua provocada por la sequía (Blaikie y otros, 1994). La sequía es un fenómeno natural; es importante definir la exposición (es decir, la frecuencia de sequías de diferentes intensidades y duraciones) de las distintas partes de un país, provincia o cuenca al riesgo de sequía. Algunas áreas podrían estar más en riesgo debido a una mayor exposición a ese peligro, lo cual inhibe o acorta el tiempo de recuperación entre sequías sucesivas. Como resultado de los cambios actuales y previstos en el clima y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos, como las sequías, es importante evaluar tanto la exposición histórica a las sequías como la exposición futura prevista.

La vulnerabilidad, por otro lado, se ve afectada por factores sociales como el crecimiento demográfico y las tendencias migratorias, la urbanización, los cambios en el uso de las tierras, las políticas gubernamentales, las tendencias en el uso del agua, la diversidad de la base económica y la composición cultural. La comisión podría abordar esas cuestiones en una fase inicial del proceso de formulación de la política, pero el trabajo más detallado asociado a este proceso relativo al riesgo o la vulnerabilidad tendrá que ser remitido a grupos específicos de trabajo a nivel provincial o estatal al emprender el proceso de planificación de la prevención de la sequía. Estos grupos tendrán un conocimiento local más preciso y tendrán más posibilidades de recabar la opinión de los grupos de interesados locales.

Paso 5: Preparar/redactar los postulados clave de una política nacional para la gestión de la sequía y los planes de prevención conexos, que incluyan los siguientes elementos: la vigilancia; la alerta temprana y la predicción; la evaluación de riesgos y repercusiones; y la mitigación y respuesta

Los planes de prevención y mitigación de la sequía, como se indica anteriormente, son los instrumentos a través de los cuales se lleva a cabo una política nacional de sequía. Es esencial que estos planes reflejen los principios de la política nacional de sequía, la cual está centrada en el concepto de reducción de riesgos. Lo que se define a continuación es la creación de capacidades institucionales que deberán replicarse dentro de cada estado o provincia de un país, con vínculos oficiales de comunicación y presentación de informes a una comisión nacional de sequía.

Desde un principio es importante señalar que la planificación de la prevención puede adoptar dos formas. La primera, la planificación de la respuesta, está orientada a la creación de un plan que se activa solo durante los episodios de sequía, y por lo general con el fin de responder a los impactos. Este tipo de planificación es reactiva y las respuestas, ya sean del gobierno nacional o estatal o de las organizaciones donantes, están destinadas a hacer frente a impactos concretos en sectores, comunidades y grupos de la población y, por lo tanto, reflejan las áreas clave de vulnerabilidad de la sociedad.

En esencia, responder a los impactos a través de medidas de emergencia únicamente aborda los síntomas de la sequía (impactos) y estas respuestas generalmente llegan a destiempo, están mal coordinadas y con frecuencia no están bien orientadas hacia los más afectados.

Como se señaló anteriormente, este enfoque, en gran medida reactivo, conduce en realidad a un aumento en la vulnerabilidad social, ya que los destinatarios de la ayuda o de los programas de asistencia por la sequía se vuelven dependientes del gobierno y de otros programas a través de la asistencia prestada para sobrevivir a la crisis. Este enfoque desalienta el desarrollo de la autosuficiencia y la implementación de mejores prácticas de gestión de recursos que reduzcan el riesgo a largo plazo.

En otras palabras, ¿por qué querrían los posibles receptores de la asistencia de emergencia instituir medidas de mitigación más proactivas si el gobierno u otras partes están dispuestos a sacarlos de apuros en situaciones de crisis? En algunos casos las medidas de emergencia son adecuadas, particularmente en lo que se refiere a la prestación de ayuda humanitaria, pero estas deben ser utilizadas con moderación y ser compatibles con los objetivos a más largo plazo de una política nacional de sequía que se centre en aumentar la resiliencia ante futuros episodios.

La segunda forma de planificación de la prevención es la planificación de la mitigación. Con este enfoque se identifican las vulnerabilidades a la sequía como parte del proceso de planificación, a través del análisis tanto de los impactos de las sequías históricas como de las sequías más recientes. Estos impactos representan a los sectores, regiones y grupos de población con un mayor riesgo. El proceso de planificación puede entonces centrarse en identificar las medidas y las autoridades gubernamentales o no gubernamentales que pueden ayudar a proporcionar los recursos necesarios para reducir la vulnerabilidad.

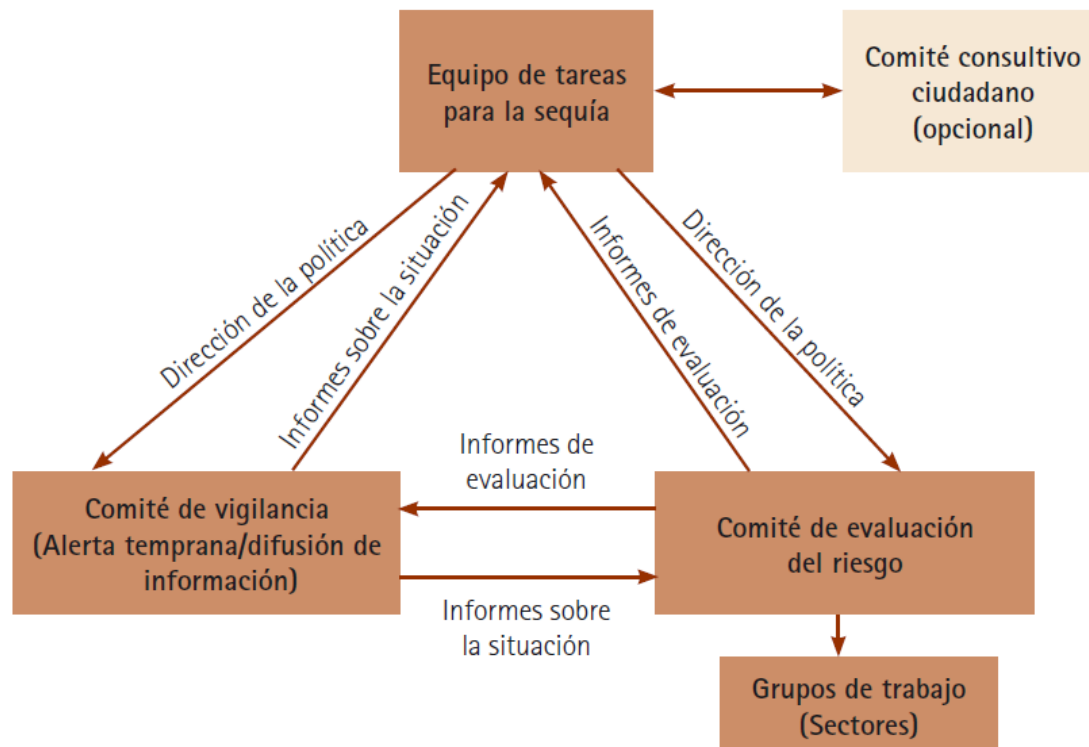
Si el objetivo del proceso de planificación es la reducción del riesgo, la planificación de la mitigación es la mejor opción para apoyar una política nacional de sequía basada en el riesgo. A continuación se muestra cómo los estados o provincias podrían crear un plan que haga hincapié en la mitigación.

Cada equipo de tareas para la sequía a nivel subnacional deberá identificar objetivos concretos que apoyen los objetivos del plan. Los objetivos que deberán considerarse incluyen los siguientes:

- Recopilar y analizar información relacionada con la sequía de manera oportuna y sistemática.
- Establecer criterios para declarar emergencias por sequía y para activar diversas actividades de respuesta y mitigación.
- Proporcionar una estructura orgánica y un sistema de distribución que asegure el flujo de información entre y dentro de los niveles de gobierno y hacia las instancias decisorias a todos los niveles.
- Definir los deberes y responsabilidades de todos los organismos o ministerios con respecto a la sequía.
- Mantener un inventario actualizado de los programas de gobierno utilizados para la evaluación y la respuesta a las emergencias por sequía y para la mitigación de los impactos a más largo plazo, si existen.
- Identificar las áreas propensas a la sequía en el estado y los sectores económicos, personas o entornos vulnerables.
- Identificar las medidas de mitigación que pueden adoptarse para abordar las vulnerabilidades y reducir los impactos de la sequía.
- Proporcionar un mecanismo para garantizar una evaluación oportuna y precisa de los impactos de la sequía en la agricultura, la industria, los municipios, la fauna, el turismo y el ocio, la salud y otras áreas.
- Mantener informado al público acerca de las condiciones actuales y las medidas de respuesta, proporcionando información precisa y oportuna a los medios de comunicación, tanto en forma impresa como electrónica (por ejemplo, a través de la televisión, la radio e Internet).
- Establecer y aplicar una estrategia para eliminar los obstáculos a la asignación equitativa de agua durante períodos de escasez y establecer requisitos o proporcionar incentivos para fomentar la conservación del agua.
- Establecer un conjunto de procedimientos para evaluar y probar el plan continuamente, además de actualizar periódicamente el plan para que este siga teniendo en cuenta las necesidades locales y refuerce la política nacional de sequía.

El desarrollo de un plan de prevención de la sequía que haga hincapié en la mitigación comienza por el establecimiento de una serie de comités para supervisar el desarrollo de la capacidad institucional necesaria para el plan, así como su implementación y aplicación durante épocas de sequía cuando se activan los distintos elementos del plan. Una parte esencial del plan de mitigación es la formación de un equipo de tareas para la sequía a nivel subnacional (por ejemplo, estado o provincia, comunidad) que refleje en gran medida la composición de la comisión nacional de sequía (es decir, representantes de varias agencias o ministerios, grupos de interesados clave). La estructura orgánica del plan de sequía (Figura 11.3) refleja los tres elementos principales del plan: la vigilancia, la alerta temprana y la difusión de información; la evaluación del riesgo y del impacto; y la mitigación, la prevención y la respuesta. Se recomienda establecer un comité que se centre en los dos primeros requisitos; en la mayoría de los casos, el equipo de tareas podrá realizar las funciones de mitigación y de respuesta, puesto que estas tienen una orientación normativa muy marcada.

Figura 11.3. Estructura orgánica del plan de prevención de la sequía y mitigación de sus efectos



Fuente: Centro Nacional de Mitigación de la Sequía, Universidad de Nebraska-Lincoln

Estos comités tendrán sus propias tareas y objetivos, pero será indispensable que haya una comunicación y un flujo de información sólidos entre los comités y el equipo de tareas para asegurar una planificación eficaz.

Comité de vigilancia, alerta temprana y difusión de información

Es sumamente valioso contar con una evaluación fiable de la disponibilidad de agua y de sus perspectivas a corto y largo plazo, tanto en los períodos secos como en los lluviosos. Durante la sequía, el valor de esta información aumenta notablemente. Cada comité estatal o provincial deberá tener un comité de vigilancia, ya que es importante interpretar las condiciones y los impactos locales y comunicar esa información a la comisión de política nacional de sequía y a su representante del servicio meteorológico nacional. En algunos casos, podría establecerse un comité de vigilancia para ciertas regiones con condiciones climáticas y exposición a la sequía similares, en lugar de establecer uno en cada estado o provincia. Sin embargo, la composición de este comité deberá incluir a representantes de todos los organismos responsables de la vigilancia del clima y el suministro de agua. Se recomienda que los datos y la información sobre cada uno de los indicadores aplicables (por ejemplo, precipitación, temperatura, evapotranspiración, pronósticos climáticos estacionales, humedad del suelo, caudales, niveles de agua subterránea, niveles de embalses y lagos, y manto de nieve) se tengan en cuenta en la evaluación del comité sobre la situación del agua y las perspectivas futuras. Los organismos que estarán encargados de recopilar, analizar y diseminar los datos y la información variarán considerablemente de país a país y de provincia a provincia. Además, los datos incluidos en las evaluaciones sistemáticas de la disponibilidad de agua y de las perspectivas futuras tendrán que ajustarse para que cada ámbito incluya las variables de mayor importancia para la vigilancia local de la sequía.

El comité de vigilancia deberá reunirse periódicamente, especialmente antes de la temporada de mayor demanda o el comienzo del período o períodos de lluvias. Después de cada reunión, se deberán preparar informes que luego serán distribuidos a los equipos de tareas para la sequía a nivel provincial, a la comisión nacional de política de sequía y a los medios de comunicación. El presidente del comité de vigilancia deberá ser un miembro permanente del equipo de tareas provincial. En muchos países, esta persona será el representante del servicio meteorológico nacional. Si las condiciones lo justifican, el jefe del equipo de tareas deberá informar al gobernador provincial o al funcionario gubernamental correspondiente sobre el contenido del informe, incluida cualquier recomendación para adoptar medidas concretas. La difusión pública de información deberá ser revisada por un especialista en información pública para evitar informaciones confusas o contradictorias sobre las condiciones existentes.

Los principales objetivos del comité de vigilancia son:

- Adoptar una definición práctica de la sequía que pueda ser utilizada en los niveles de inicio y suspensión de medidas nacionales y estatales de mitigación y en las medidas de emergencia asociadas a las condiciones de sequía. Podría ser necesario adoptar más de una definición de sequía para identificar los impactos en distintos sectores económicos, sociales y ambientales, puesto que no existe una definición única de sequía que se pueda aplicar en todos los casos.

El comité deberá tener en cuenta indicadores (por ejemplo, precipitación, temperatura, humedad del suelo, caudales) e índices adecuados como parte esencial del proceso de evaluación del suministro de agua.

Existen muchos índices, por lo que deberán estudiarse cuidadosamente las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. La tendencia es contar con múltiples índices de sequía para activar las medidas de respuesta y de mitigación, los cuales están calibrados a distintas intensidades de sequía o impacto. Actualmente se considera que no existe un único índice de sequía que sea adecuado para medir las complejas interrelaciones entre los distintos elementos del ciclo hidrológico y los impactos.

Es útil establecer una secuencia de términos descriptivos para los niveles de alerta para la sequía y el suministro de agua, como 'advertencia', 'alerta', 'emergencia' y 'racionamiento' (en lugar de términos más genéricos como "fase 1" y "fase 2", o términos sensacionalistas como 'desastre'). Sería útil examinar la terminología utilizada por otras entidades (es decir, servicios públicos locales, distritos de riego, autoridades de cuenca de río) y elegir términos que sean coherentes para no confundir al público con términos distintos en zonas donde pueda haber autoridades con competencias regionales superpuestas. La coherencia de la terminología entre los planes de prevención estatales es fundamental. Estos niveles de alerta deberán definirse en los debates con el comité de evaluación de riesgos y con el equipo de tareas provincial.

Al considerar medidas de emergencia como el racionamiento, es importante recordar que los impactos de la sequía pueden variar significativamente de una zona a otra, dependiendo de las fuentes, los usos del agua y el nivel de planificación previamente implementado. Por ejemplo, algunas ciudades podrían haber ampliado su capacidad de suministro de agua, mientras que otras comunidades adyacentes podrían tener una capacidad insuficiente de suministro de agua durante los períodos de sequía. La imposición de medidas de emergencia generales a la población o a las comunidades sin tener en cuenta su vulnerabilidad podría conllevar repercusiones políticas y una pérdida de credibilidad.

Una consideración relacionada es que algunos sistemas municipales de abastecimiento de agua podrían estar obsoletos o en mal estado de funcionamiento, de modo que incluso una sequía moderada podría comprometer la capacidad de una comunidad para abastecer de agua a sus clientes. La identificación de los sistemas de suministro de agua inadecuados (es decir, vulnerables) y el establecimiento de programas para modernizar estos sistemas deberán ser parte de una estrategia de mitigación de la sequía a largo plazo.

- Establecer zonas de gestión de sequía (es decir, subdividir la provincia o región en distritos de un tamaño más conveniente, por fronteras políticas, características hidrológicas compartidas, características climatológicas u otros medios como probabilidad o riesgo de sequía). Estas subdivisiones podrían ser útiles en la gestión de la sequía, ya que esto permitiría regionalizar las etapas de la sequía y las opciones de mitigación y de respuesta a medida que evolucione la gravedad de la sequía.
- Desarrollar un sistema de vigilancia de la sequía. La calidad de las redes meteorológicas e hidrológicas varía mucho de país a país y de región a región dentro de un mismo país (por ejemplo, número de estaciones, antigüedad de registro, cantidad de datos incompletos).

La responsabilidad de la recolección, análisis y diseminación de datos está repartida entre muchas autoridades de gobierno. El reto del comité de vigilancia será coordinar e integrar el análisis para que las instancias decisorias y el público reciban una advertencia temprana sobre las condiciones emergentes de sequía.

Se ha acumulado una considerable experiencia en los últimos años gracias a las redes automatizadas de datos meteorológicos que proporcionan un acceso rápido a datos sobre el clima. Estas redes pueden ser sumamente valiosas en la vigilancia de condiciones actuales y emergentes de la sequía. Se deberán investigar las experiencias de las regiones con las redes meteorológicas e hidrológicas automatizadas integrales y, donde corresponda, aplicar las lecciones extraídas. Es esencial establecer e interconectar las redes meteorológicas automatizadas con el fin de acceder a los datos de manera oportuna.

- Hacer un inventario de la cantidad y la calidad de los datos de las redes actuales de observación. Muchas redes vigilan elementos clave del sistema hidrológico. La mayoría de estas redes son gestionadas por agencias nacionales o provinciales, pero también podrían existir otras redes que podrían aportar información importante de una parte de una provincia o región. Los datos meteorológicos son importantes, pero representan solo una parte de un sistema integral de vigilancia. También deberán vigilarse estos indicadores físicos (humedad del suelo, caudales, niveles de embalses y de aguas subterráneas, etc.) para reflejar los efectos de la sequía en la agricultura, los hogares, la industria, la producción de energía, el transporte, el ocio y el turismo, y otros sectores de usuarios de agua.

También es imprescindible establecer una red de observadores para poder recopilar información sobre el impacto desde todos los sectores clave afectados por la sequía, y para crear un archivo de esta información. Es importante tanto la información cuantitativa como la cualitativa. El valor de esta información es doble. En primer lugar, la identificación de vínculos o correlaciones entre los umbrales de los distintos índices e indicadores de sequía y la aparición de impactos específicos es de inmensa ayuda para los investigadores y administradores. Esas correlaciones entre índices e indicadores y los impactos pueden utilizarse para activar una amplia gama de medidas de mitigación como componentes clave del plan de prevención, el cual se basa en los principios de la reducción de riesgos. En segundo lugar, el establecimiento de un archivo de impactos de las sequías mostrará las tendencias de los impactos a lo largo del tiempo en sectores concretos.

Esta información será sumamente importante para las instancias normativas, que deberán demostrar cómo esas inversiones iniciales en medidas de mitigación resultan rentables a más largo plazo a través de una reducción de la vulnerabilidad, sobre la base de la disminución de los impactos y la reducción del gasto del gobierno en medidas de ayuda por la sequía.

- Determinar la necesidad de datos de los principales usuarios para herramientas de información y de apoyo a la toma de decisiones. El desarrollo de nuevos sistemas de reunión de datos, o la modificación de los existentes, será mucho más eficaz si se consulta previamente y con frecuencia a las personas que utilizarán los datos, para poder determinar sus necesidades o preferencias específicas y los plazos de los puntos fundamentales de decisión. Solicitar información sobre herramientas que apoyan la toma de decisiones o los nuevos productos previstos, o recabar observaciones sobre productos existentes, será fundamental para poder garantizar que los productos atiendan las necesidades de los usuarios principales y, por tanto, se utilicen en la toma de decisiones. También será indispensable una formación sobre cómo utilizar o aplicar los productos en la toma habitual de decisiones.
- Desarrollar o modificar los sistemas actuales de difusión de datos y de información. Se debe advertir de una sequía a la población en cuanto se detecte, pero a menudo esto no sucede. La información deberá llegar a la población en el momento oportuno para que la pueda utilizar en la toma de decisiones. Al establecer los canales de información, el comité de vigilancia deberá considerar qué tipo de información necesitarán las personas y cuándo la necesitarán. El conocimiento de estos puntos de decisión determinará si la información proporcionada se utiliza o se ignora.

Comité de evaluación del riesgo

El riesgo es el producto de la exposición al peligro de sequía (es decir, la probabilidad de que ocurra) y la vulnerabilidad de la sociedad, representada por una combinación de factores económicos, ambientales y sociales. Por lo tanto, para reducir la vulnerabilidad a la sequía, es esencial identificar los impactos más significativos y evaluar sus causas subyacentes. Los impactos de la sequía afectan a muchos sectores y trascienden divisiones normales de competencia gubernamental.

El comité de evaluación del riesgo deberá incluir a representantes o expertos técnicos de los sectores económicos, los grupos sociales y los ecosistemas con mayor riesgo de sequía. El presidente del comité deberá ser miembro del equipo de tareas para la sequía para garantizar la presentación ininterrumpida de informes. La experiencia ha demostrado que el enfoque más eficaz para determinar la vulnerabilidad a la sequía y sus impactos es crear varios grupos de trabajo bajo la égida del comité de evaluación del riesgo. La responsabilidad del comité y de los grupos de trabajo será evaluar los sectores, los grupos de población, las comunidades y los ecosistemas con mayor riesgo e identificar medidas apropiadas y razonables de mitigación para hacer frente a esos riesgos.

Los grupos de trabajo estarán formados por especialistas técnicos que representen los ámbitos mencionados anteriormente. El jefe de cada grupo de trabajo, como miembro del comité de evaluación del riesgo, rendirá cuentas directamente ante el comité. Siguiendo este modelo, el comité de evaluación del riesgo se encargará de dirigir las actividades de los distintos grupos de trabajo. A su vez, los grupos de trabajo harán recomendaciones sobre medidas de mitigación al equipo de tareas para la sequía para su posible inclusión en el plan de mitigación. Las medidas de mitigación se identifican con anticipación y se aplican con el fin de reducir los impactos de la sequía cuando esta ocurre. Algunas de estas medidas representarán programas a largo plazo, mientras que otras podrían activarse cuando se produzca la sequía.

El momento oportuno para activar estas medidas lo determinarán los factores activadores (es decir, los indicadores e índices) identificados por el comité de vigilancia, en colaboración con el comité de evaluación del riesgo, en relación con los impactos clave (es decir, las vulnerabilidades) asociados a la sequía.

La cantidad de grupos de trabajo del comité de evaluación del riesgo variará considerablemente entre provincias, estados o cuencas hidrográficas, reflejará los principales sectores de impacto de la región y sus respectivas vulnerabilidades a la sequía debido a las diferencias en la exposición a la sequía (frecuencia y gravedad), y los sectores económicos, sociales y ambientales más importantes. Las economías y sociedades con mayor complejidad requerirán un mayor número de grupos de trabajo que reflejen esos sectores. Es habitual que los grupos de trabajo se centren en una combinación de los siguientes sectores: agricultura, ocio y turismo, industria, comercio, abastecimiento de agua potable, energía, medio ambiente, protección contra incendios forestales y salud.

Para ayudar en el proceso de prevención y mitigación de la sequía, se propone una metodología para identificar y clasificar (priorizar) los impactos de la sequía a través de un examen de las causas ambientales, económicas y sociales subyacentes de esos impactos, seguida de una serie de medidas que abordarán esas causas subyacentes. Lo que hace que esta metodología sea diferente y más útil que las metodologías anteriores es que esta aborda las causas que se encuentran detrás de los impactos de la sequía. Anteriormente, las respuestas a la sequía han sido de naturaleza reactiva y se han centrado en abordar un impacto concreto, el cual es un síntoma de la vulnerabilidad que existe. Entender por qué se producen impactos concretos ofrece la oportunidad de disminuir esos impactos en el futuro abordando las vulnerabilidades a través de la determinación y adopción de medidas de mitigación concretas. Existen otras metodologías de evaluación del riesgo y de la vulnerabilidad y se alienta a los países a que evalúen la posibilidad de aplicarlas en sus entornos concretos (Wilhelmi y Wilhite, 2002; Iglesias y otros, 2009; Sonmez y otros, 2005).

La metodología que aquí se propone se divide en seis tareas concretas. Una vez que el comité de evaluación del riesgo haya establecido los grupos de trabajo, cada uno de esos grupos seguirá esta metodología en el proceso de evaluación del riesgo.

Tarea 1. Formar el equipo

Es esencial reunir a gente idónea y proporcionarles los datos adecuados para que puedan tomar decisiones justas, eficientes y fundamentadas respecto al riesgo de sequía. Los miembros de este grupo deberán tener capacidad técnica en los ámbitos concretos abarcados por cada grupo de trabajo. También es importante la necesidad de incluir la contribución y consideraciones del público al tratar cuestiones de idoneidad, urgencia, equidad y conciencia cultural en el análisis del riesgo de sequía. Se podría justificar la participación del público en cada paso, pero el tiempo y el dinero podrían limitar su participación a las etapas clave del proceso de análisis de riesgos y de planificación. El nivel de participación pública quedará a discreción del equipo de tareas para la sequía y de otros miembros del equipo de planificación. La ventaja de discutir públicamente las cuestiones y opciones es que se comprenderán mejor los procedimientos utilizados en la toma de cualquier decisión, y también demostrará el compromiso con una gestión participativa. Como mínimo, deberán documentarse públicamente las decisiones y los razonamientos para fomentar la confianza y la comprensión del público.

La elección de las medidas específicas para abordar las causas subyacentes de los impactos de la sequía dependerá de los recursos económicos disponibles y de los valores sociales conexos. Las preocupaciones suelen estar asociadas a la viabilidad técnica y el costo, la eficacia, la equidad y las perspectivas culturales.

Este proceso podría contribuir a la identificación de actividades eficaces y adecuadas de reducción del riesgo de sequía que permitirían reducir el impacto de las sequías a largo plazo, en lugar de respuestas ad hoc o medidas de mitigación no comprobadas que podrían ser ineficaces para reducir el impacto de futuras sequías.

Tarea 2. Evaluación del impacto de la sequía

La evaluación del impacto examina las consecuencias de un determinado hecho o cambio. Por ejemplo, la sequía suele asociarse con una serie de resultados que se derivan de la escasez de agua, ya sea directa o indirectamente. Las evaluaciones del impacto de la sequía comienzan con la identificación de las consecuencias directas de la sequía, por ejemplo, un menor rendimiento de los cultivos, pérdidas de ganado y la reducción en los niveles de los embalses.

Estos resultados directos pueden vincularse, a su vez, con consecuencias secundarias (que suelen ser efectos sociales), como la venta forzada de activos de los hogares, la seguridad alimentaria, una menor producción de energía, desplazamientos involuntarios, o estrés físico y emocional. Esta evaluación inicial identifica los impactos de la sequía, pero no identifica las causas subyacentes de esos impactos.

Los impactos de la sequía pueden clasificarse como económicos, medioambientales o sociales, aunque muchos impactos podrían abarcar más de un sector. La lista deberá ampliarse para incluir otros impactos que puedan ser importantes para la región. Los impactos de sequías recientes, especialmente si están asociados a sequías graves o extremas, deberán tener más peso que los impactos de sequías históricas (en la mayoría de los casos), ya que los primeros reflejan mejor las vulnerabilidades actuales, siendo ese el propósito de esta práctica. También deberá prestarse atención a los impactos concretos que se prevé que aparezcan o que aumenten en magnitud debido a nuevas vulnerabilidades derivadas de cambios recientes o previstos en la sociedad o de cambios en la incidencia de la sequía.

En este momento sería conveniente clasificar los tipos de impactos según la gravedad de la sequía, observando que, en el futuro, las sequías de menor magnitud tal vez produzcan impactos más graves a medida que aumente la vulnerabilidad. Cabe esperar que las intervenciones que se realicen ahora reduzcan esas vulnerabilidades en el futuro. También es importante identificar la “peor sequía registrada” para cada región. Las sequías se diferencian según la intensidad, duración y extensión espacial. Por lo tanto, podría haber varias ‘peores sequías registradas’ dependiendo de los criterios empleados (es decir, la sequía más grave de una temporada o a lo largo de 12 meses frente a las sequías plurianuales más graves). Esos análisis generarían una serie de impactos relacionados con la gravedad de la sequía. Además, al destacar los impactos pasados, presentes y potenciales, tal vez se hagan evidentes tendencias que también serán útiles para fines de planificación. Esos impactos ponen de relieve los sectores, las poblaciones o las actividades que son vulnerables a la sequía y, cuando se evalúan con la probabilidad de aparición de sequía, ayudan a identificar diferentes niveles de riesgo de sequía.

Tarea 3. Clasificación de los impactos

Después de que cada grupo de trabajo haya completado la lista, los impactos que no se hayan seleccionado podrán omitirse en análisis posteriores. Esta nueva lista incluirá los impactos de la sequía pertinentes para cada lugar o actividad. Basándose en esta lista, los miembros de los grupos de trabajo deberán clasificar o priorizar los impactos.

Para que sea eficaz y equitativa, la clasificación deberá tener en cuenta cuestiones como el costo de las medidas de mitigación, la zona o el grado de impacto, las tendencias a lo largo del tiempo, la opinión pública y la equidad.

Se deberá tener en cuenta que los impactos sociales y ambientales suelen ser difíciles de cuantificar. Se recomienda que cada grupo de trabajo realice una clasificación preliminar de los impactos.

El equipo de tareas para la sequía y otros grupos de trabajo pueden participar en un debate plenario sobre esas clasificaciones después de las versiones iniciales de clasificación. Se recomienda crear una matriz para ayudar con la clasificación o priorización de los impactos. De esa lista de priorización de impactos, cada grupo de trabajo deberá decidir qué impactos deberán abordarse y cuáles podrían posponerse a una etapa o período posterior del proceso de planificación.

Tarea 4. Evaluación de la vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad proporciona un marco para identificar las causas sociales, económicas y ambientales de los impactos de la sequía. Esta sirve de puente entre la evaluación del impacto y la formulación de políticas, enfocando las políticas hacia las causas subyacentes de la vulnerabilidad, en vez de hacia su resultado, los impactos negativos, que surgen después de fenómenos desencadenantes como la sequía. Por ejemplo, el impacto directo de la deficiencia de la precipitación podría ser una reducción en el rendimiento de las cosechas. La causa subyacente de esa vulnerabilidad, sin embargo, podría ser que algunos agricultores no utilizaron semillas resistentes a la sequía u otras prácticas de gestión, ya sea por cuestiones de rentabilidad o alto costo, o por algún apego a las creencias culturales. Otro ejemplo podría estar relacionado con la vulnerabilidad del abastecimiento de agua de una comunidad. La vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua podría deberse en gran medida a una falta de ampliación del sistema para adaptarlo al ritmo de crecimiento de la población, al envejecimiento de la infraestructura, o a ambos motivos. La solución para reducir la vulnerabilidad sería el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento o la renovación de la infraestructura. Por lo tanto, los miembros del grupo de trabajo deberán preguntarse por qué se produjeron cada uno de los impactos identificados. Es importante saber que un impacto determinado puede ser producto de una combinación de factores. Podría resultar beneficioso visualizar esas relaciones causales mediante algún tipo de diagrama de árbol.

Tarea 5. Identificación de medidas

La mitigación se define como las medidas adoptadas con anticipación o en las primeras etapas de la sequía para reducir los impactos del fenómeno.

Una vez que se hayan clasificado los impactos de la sequía y se hayan establecido las correspondientes causas subyacentes de la vulnerabilidad, se podrán identificar las medidas adecuadas para reducir el riesgo de sequía. La matriz muestra tanto el impacto como las causas básicas descritas. A partir de este punto, el grupo de trabajo deberá investigar qué medidas podrían tomarse para abordar cada una de estas causas básicas. La siguiente secuencia de preguntas podría ser útil en la identificación de posibles medidas:

- ¿Puede mitigarse la causa básica (puede modificarse antes de una sequía)? En caso afirmativo, ¿cómo?
- ¿Se puede responder a la causa básica (puede modificarse durante o después de una sequía)? En caso afirmativo, ¿cómo?
- ¿Existe alguna causa básica, o algún aspecto de esta, que no pueda modificarse y que deba aceptarse como riesgo de sequía para esta actividad o área?

Tal como se expone en la Tarea 6, no todas las medidas de mitigación son adecuadas en todos los casos. Muchas de las medidas pertenecen más al ámbito de la respuesta de emergencia o la gestión de crisis a corto plazo que a la mitigación o gestión de riesgos a largo plazo. La respuesta de emergencia es un componente importante de la planificación para la sequía, pero debe ser solamente una parte de una estrategia más amplia de mitigación.

Tarea 6. Elaboración de la lista de tareas

Después de haber identificado los impactos, las causas y las posibles medidas pertinentes, el siguiente paso es determinar la secuencia de medidas necesarias como parte del ejercicio de planificación de reducción de riesgos. Esta selección deberá basarse en cuestiones como la viabilidad, la eficacia, el costo y la equidad.

Además, convendrá revisar los diagramas de árbol de los impactos al sopesar qué grupos de medidas deberán examinarse de forma conjunta. Por ejemplo, si se quisiera reducir las pérdidas en los cultivos mediante la promoción de la siembra de cultivos más resistentes a la sequía, no sería eficaz educar a los agricultores sobre las ventajas de los nuevos cultivos si no existe un mercado para ellos o si existen incentivos del gobierno para seguir sembrando el cultivo actual. Es posible que las políticas gubernamentales a menudo no sean acordes con las medidas de reducción de la vulnerabilidad.

Al elegir las medidas adecuadas, podría ser útil formular algunas de las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la relación costo/beneficio de las medidas identificadas?
- ¿Qué medidas considera el público en general que son viables y adecuadas?
- ¿Qué medidas tienen en cuenta el entorno local (es decir, prácticas sostenibles)?
- ¿Abordan las medidas una combinación correcta de causas para reducir adecuadamente el impacto pertinente?
- ¿Abordan las medidas soluciones a corto y a largo plazo?
- ¿Qué medidas representarían equitativamente las necesidades de las personas y los grupos afectados?

Este proceso ofrece la posibilidad de identificar actividades eficaces y adecuadas de reducción del riesgo de sequía que permitan reducir los impactos de sequías futuras.

Finalización del análisis de riesgos

Después de la Tarea 6, el análisis de riesgos finaliza en este punto del proceso de planificación. Cabe recordar que este es un proceso de planificación, por lo que será necesario reevaluar periódicamente el riesgo de sequía y las diferentes medidas de mitigación identificadas. El Paso 10 del proceso de planificación de la mitigación está asociado a la evaluación, la comprobación y la modificación del plan de sequía. El período posterior a un episodio grave de sequía sería un buen momento para revisar las medidas de mitigación con el fin de evaluar su eficacia y realizar un análisis de las lecciones extraídas.

Comité de mitigación y de respuesta

Se recomienda que las medidas de mitigación y de respuesta se coloquen bajo la competencia del equipo de tareas para la sequía. El equipo de tareas, en colaboración con los comités de evaluación del riesgo y de vigilancia, posee el conocimiento y la experiencia para entender las técnicas de mitigación de sequías, los análisis de riesgo (aspectos económicos, ambientales y sociales) y los procesos de adopción de decisiones relacionadas con la sequía. El equipo de tareas, tal y como se definió originalmente, se compone de oficiales superiores encargados de formular políticas procedentes de diversas agencias gubernamentales y, posiblemente, grupos de interesados clave. Por lo tanto, este se encuentra en una posición óptima para recomendar o aplicar medidas de mitigación, solicitar asistencia a través de diversos programas nacionales, o hacer recomendaciones de política a un órgano legislativo o líder político.

Como parte del proceso de planificación para la sequía, la comisión de política nacional de la sequía deberá hacer un inventario de todos los programas de asistencia facilitados por fuentes nacionales para mitigar fenómenos de sequía o responder a estos. Cada equipo de tareas de provincia deberá revisar cuán completo es este inventario de programas facilitados por las autoridades gubernamentales y no gubernamentales, e informar a la comisión sobre maneras de mejorar esos programas para atender situaciones de emergencia a corto plazo y con respecto a programas de mitigación a largo plazo que podrían ser útiles para abordar la reducción de riesgos. En algunos casos, podría haber programas adicionales desde las provincias o estados que complementan programas disponibles a nivel nacional. La asistencia deberá definirse de manera muy amplia para incluir todos los tipos de programas técnicos, de ayuda y de mitigación disponibles. Como se indicó anteriormente, la comisión nacional para la sequía deberá realizar un ejercicio similar con los programas nacionales y evaluar su eficacia a la hora de responder a sequías anteriores y mitigar sus efectos.

Redacción del plan de mitigación

El equipo de tareas para la sequía redactará el plan de mitigación de la sequía con las contribuciones de los distintos comités y grupos de trabajo y con la asistencia de profesionales especialistas en redacción. Una vez terminado el borrador de trabajo, se recomienda que se celebren audiencias o reuniones públicas en varias localidades para explicar el propósito, alcance y características operativas del plan y su funcionamiento en relación con los objetivos de la política nacional de sequía. También se deberán presentar para discusión las medidas de respuesta y las medidas de mitigación concretas recomendadas en el plan. El especialista en información pública del equipo de tareas para la sequía podrá facilitar la planificación de las audiencias y preparar notas de prensa anunciando las reuniones y proporcionando una visión general del plan.

Después de que el proyecto de plan haya sido validado a nivel provincial o estatal, deberá enviarse a la comisión nacional de sequía para su revisión, a fin de determinar si el plan cumple los requisitos establecidos por la comisión. Aunque cada plan a nivel estatal contendrá procedimientos y elementos diferentes, la estructura básica deberá ajustarse a las normas de política proporcionadas a los estados al inicio del proceso de planificación por la comisión nacional de sequía.

Paso 6: Determinar las necesidades de investigación y subsanar las deficiencias institucionales

La comisión nacional de política de la sequía deberá identificar las necesidades de investigación específicas que contribuyan a una mejor comprensión de la sequía, sus impactos, opciones de mitigación e instrumentos de política necesarios, lo que contribuirá a reducir el riesgo. Estas necesidades probablemente serán formuladas por los equipos de tareas para la sequía a nivel estatal que se han implementado para desarrollar los planes de mitigación. La comisión deberá convertir esas necesidades en un conjunto de prioridades para futuras acciones y financiación.

Podrían citarse muchos ejemplos de posibles necesidades de investigación. En primer lugar, el poder tener una mejor comprensión de cómo el cambio climático podría afectar la incidencia de los fenómenos de sequía y su gravedad, especialmente a escala regional, proporcionaría información esencial que podría facilitar la medida relativa a la reducción del riesgo.

A medida que mejora la ciencia del cambio climático y aumenta la resolución de los modelos informáticos, esta información será muy valiosa para las instancias normativas, administradores y otras instancias decisorias. También de importancia fundamental son las técnicas mejoradas de alerta temprana y los sistemas de difusión; una mejor comprensión de los vínculos entre los indicadores, los índices y los impactos a fin de proporcionar umbrales o puntos de decisión clave para la implementación de medidas de mitigación, y el desarrollo de herramientas que apoyen la toma de decisiones para los administradores.

También será evidente durante el proceso de formulación de la política y de planificación de la prevención que existen brechas institucionales que obstaculizarán el proceso normativo y de planificación. Por ejemplo, podrían existir brechas importantes en las redes de estaciones de vigilancia, o tal vez convendrá automatizar e interconectar las redes meteorológicas, hidrológicas y ecológicas existentes para obtener datos de manera oportuna en apoyo de un sistema de alerta temprana. Mantener un archivo de los impactos de las sequías también es un componente esencial del proceso para ayudar a identificar y a cuantificar las pérdidas y discernir tendencias en la reducción del impacto. Está previsto que el Paso 6 se realice al mismo tiempo que los Pasos 4 y 5 del proceso de formulación de la política y del plan.

Paso 7: Integrar la ciencia con los aspectos normativos de la gestión de la sequía

Un aspecto esencial del proceso de política y de planificación es la integración de los aspectos científicos y normativos de la gestión de la sequía. Las instancias normativas suelen tener una comprensión limitada de las cuestiones científicas y de las limitaciones técnicas a la hora de abordar los problemas asociados con la sequía. Asimismo, los científicos y los administradores podrían tener una escasa comprensión de las restricciones normativas existentes para responder a los impactos de la sequía. En muchos casos, será necesario mejorar la comunicación y la comprensión entre las comunidades normativas y científicas para que el proceso de planificación se desarrolle sin tropiezos. Este es un paso esencial en la formulación de una política nacional de la sequía. Los miembros de la comisión nacional de la política de sequía tienen una buena comprensión del proceso de formulación de políticas y de las restricciones políticas y financieras asociadas a los cambios propuestos en las políticas públicas.

También son conscientes de las dificultades inherentes al cambio de paradigma para los destinatarios de la ayuda de emergencia por sequía, que deben adoptar un nuevo enfoque centrado en la reducción del riesgo de sequía. Sin embargo, las personas a nivel estatal o de la comunidad que están sumidas en el proceso de planificación de la prevención son menos conscientes de esas limitaciones, pero tienen una excelente comprensión de las medidas de gestión de las sequías, de las condiciones locales, y de los sectores clave afectados y de sus necesidades operativas. Vincular el proceso normativo con las principales necesidades requiere una vía de comunicación excelente por parte de los equipos de tareas para la sequía a nivel estatal y la comisión.

En esencia, esta vía de comunicación es necesaria para poder distinguir lo que es factible de lo que es deseable entre una amplia gama de opciones científicas y normativas. La integración de la ciencia y la política durante el proceso de planificación también será útil para establecer las prioridades de investigación y sintetizar los conocimientos actuales. El equipo de tareas para la sequía deberá tener en cuenta una amplia gama de opciones para la reducción del riesgo de sequía y evaluar los pros y los contras de cada una en lo que respecta a su viabilidad y posibles resultados.

Paso 8: Difundir la política nacional para la gestión de la sequía y los planes de prevención conexos y fomentar la sensibilización y el consenso de la población

Si ha habido buena comunicación con el público durante todo el proceso de establecimiento del plan y de la política de sequía, es posible que ya se tenga un mejor conocimiento de los objetivos de la política de sequía, de la justificación para la implementación de la misma y del proceso de planificación para la sequía cuando la política esté lista para su aplicación. Los especialistas en información pública involucrados en este proceso a nivel estatal y de la comisión son fundamentales en ese sentido. A lo largo de todo el proceso de desarrollo de la política y de la planificación, es imperativo que los medios de comunicación locales y nacionales se utilicen de manera eficaz para difundir información sobre el proceso. Los temas que se pueden destacar en las notas de prensa durante el proceso de la política y de planificación para la sequía podrían incluir:

- Cómo se espera que la política y el plan para la sequía reduzcan los impactos de la sequía a corto y largo plazo. Los artículos podrían centrarse en la dimensión social de la sequía, por ejemplo, cómo esta afecta a las economías locales y a las familias; las consecuencias ambientales, tales como la reducción del hábitat de la vida silvestre; la salud humana; y los impactos en la economía regional y nacional y el proceso de desarrollo.
- Cambios en el comportamiento que serán necesarios para reducir los impactos de la sequía; diversos aspectos de los planes estatales de prevención de sequías; nuevas políticas asociadas a las asignaciones de agua y a la gestión del agua durante las diferentes etapas de gravedad de la sequía.

En años posteriores, podría ser útil difundir noticias actualizadas sobre la política y la planificación para la sequía al inicio de la temporada más proclive a la sequía, informando a las personas acerca de la situación del abastecimiento de agua y los pronósticos sobre la disponibilidad del agua. Los comunicados de prensa también podrían centrarse en los diversos aspectos de la política y del plan de sequía. Las historias de éxito relacionadas con la implementación del plan en distintos sectores o comunidades contribuirán a reforzar los objetivos de la política nacional y del plan de mitigación. Podría ser útil refrescar la memoria de las personas de manera anticipada con respecto a las circunstancias que podrían dar lugar a restricciones en el uso del agua.

La difusión de esos comunicados de prensa coincidiría con las reuniones ordinarias del comité de vigilancia a nivel local y nacional, indicando regiones o sectores de especial preocupación.

Durante la sequía, la comisión y los equipos de tareas estatales para la sequía deberán colaborar con los profesionales en información pública para mantener al público bien informado sobre la situación del abastecimiento de agua, sobre si las condiciones se aproximan a los “puntos de activación” que darán lugar a solicitudes de restricciones voluntarias u obligatorias en el uso del agua, y sobre cómo las víctimas de la sequía podrán acceder a información y a la asistencia. Deberán crearse y actualizarse periódicamente sitios web para que el público y los administradores puedan obtener información directamente del equipo de tareas sin tener que depender de los medios de comunicación. Será necesario disponer de productos o estrategias y herramientas de difusión que puedan transmitir eficazmente la información a la comunidad de usuarios.

Paso 9: Desarrollar programas de educación para todas las edades y todos los grupos de interesados

Será necesario un programa de educación de base amplia dirigido a todos los grupos de edad para concienciar sobre la nueva estrategia de gestión de sequías, la importancia de la prevención y de la reducción del riesgo, los problemas de suministro de agua a corto y largo plazo, y otros requisitos que son cruciales para su aceptación por parte del público y para la consecución de los objetivos de la política y de la prevención de la sequía. Este programa de educación contribuirá a que la población sepa cómo gestionar la sequía cuando esta ocurra y a que la prevención de la sequía no pierda terreno durante los años sin sequía. Sería útil adaptar la información a las necesidades de grupos concretos (por ejemplo, la enseñanza primaria y secundaria, la pequeña empresa, la industria, los administradores de recursos hídricos, los productores agrícolas, los propietarios de viviendas, los servicios públicos). El equipo de tareas para la sequía en cada estado o provincia y los organismos participantes deberán estudiar la posibilidad de elaborar presentaciones y materiales educativos para actividades como la celebración de una semana de concienciación sobre el agua; actividades comunitarias para celebrar el Día de la Tierra y otros actos centrados en torno a la concienciación sobre el medio ambiente; ferias comerciales pertinentes; talleres especializados; y otras reuniones centradas en la administración o gestión de los recursos naturales.

Paso 10: Evaluar y modificar la política nacional de gestión de la sequía y los planes de prevención conexos

Los principios de una política nacional de sequía, y cada uno de los planes de prevención o de mitigación que sirven como instrumentos de aplicación de la política, deberán ser evaluados y actualizados periódicamente con el fin de incorporar nuevas tecnologías, las lecciones extraídas de las sequías recientes, los cambios en la vulnerabilidad, etc. El último paso en el proceso de formulación de la política y de prevención es crear un conjunto detallado de procedimientos para asegurar una evaluación adecuada de los éxitos y los fracasos de la política y de los planes de prevención a todos los niveles. La comisión nacional de la política de sequía supervisará el proceso de evaluación, pero las medidas concretas que se adopten y los resultados obtenidos en las provincias o estados afectados por la sequía requerirán la participación activa de los equipos de tareas pertinentes. El proceso normativo y de prevención deberá ser dinámico, de lo contrario, las políticas y los planes se volverán obsoletos rápidamente. Son necesarias la comprobación, la evaluación y la actualización periódicas de la política de sequía para que el plan pueda seguir dando respuesta a las necesidades del país, de los estados y de los sectores clave. Para maximizar la eficacia del sistema, se deberá contar con dos modalidades de evaluación: una continua y una posterior a la sequía.

Evaluación continua

Una evaluación operacional o continua realiza un seguimiento de cómo los cambios en la sociedad, como las nuevas tecnologías, nuevas investigaciones, nuevas leyes y cambios en el liderazgo político, pueden influir en el riesgo de sequía y los aspectos operativos de la política de sequía y los planes de prevención correspondientes. El riesgo asociado a la sequía en diversos sectores (económico, social y ambiental) deberá ser evaluado con frecuencia, mientras que la política de sequía y los planes de prevención en general podrían evaluarse con menor frecuencia. Se recomienda realizar una evaluación en condiciones simuladas de sequía (es decir, ejercicios de sequía computarizados) antes de implementar la política de sequía y los planes a nivel estatal, y posteriormente de forma periódica. Es importante recordar que el proceso relativo a la política de sequía y a la planificación de la prevención es dinámico, y no una actividad aparte.

Otro aspecto importante del proceso de evaluación y del concepto de ejercicios de sequía está ligado a los cambios de personal del gobierno, algo que, en la mayoría de los ámbitos, ocurre con frecuencia. Si los objetivos y elementos de la política nacional de sequía no son evaluados periódicamente, así como las responsabilidades de todos los organismos, ya sea a nivel nacional o estatal, las autoridades gubernamentales no serán plenamente conscientes de sus funciones y responsabilidades cuando vuelva a haber sequía. Desarrollar y mantener una memoria institucional es un aspecto importante del proceso normativo y de prevención de sequías.

Evaluación después de la sequía

Una evaluación o auditoría posterior a la sequía documenta y analiza la evaluación y las medidas de respuesta del gobierno, de las organizaciones no gubernamentales y de otras partes, y proporciona un mecanismo para implementar recomendaciones encaminadas a mejorar el sistema. Sin evaluaciones posteriores a la sequía, tanto de la política de sequía como de los planes de prevención a nivel local, es difícil aprender de los éxitos logrados y de los errores cometidos, ya que la memoria institucional se desvanece.

Las evaluaciones posteriores a las sequías deberán incluir un análisis de los aspectos climáticos, sociales y medioambientales de la sequía, es decir, sus consecuencias económicas, sociales y ambientales; la medida en que la planificación antes de la sequía sirvió para mitigar los impactos, para facilitar la ayuda o la asistencia a las zonas afectadas y en la recuperación después de la sequía; y cualquier otra deficiencia o problema causado o no cubierto por la política y por los planes de los estados. También se deberá prestar atención a las situaciones donde funcionaron los mecanismos para hacer frente a la sequía y en que las sociedades demostraron resiliencia. Las evaluaciones no deberán centrarse únicamente en situaciones en que fallaron los mecanismos de adaptación. Las evaluaciones de respuestas anteriores a sequías graves, de haberse realizado, también son de gran ayuda en la planificación. Esas evaluaciones sirven de referencia para comparaciones posteriores y permiten documentar tendencias en materia de resiliencia.

Para asegurar una evaluación imparcial, los gobiernos tal vez deseen depositar la responsabilidad de evaluar la eficacia de la política de sequía, y de los distintos planes de prevención, en manos de organizaciones no gubernamentales, como universidades o institutos especializados de investigación.

11.7. Casos internacionales de gestión de la sequía

11.7.1. Gestión, política y prevención de la sequía por los Estados Unidos

La sequía forma parte normal del clima en prácticamente todas las zonas de los Estados Unidos; es una característica recurrente e inevitable del clima que se traduce en graves impactos económicos, ambientales y sociales. En 1995, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) estimó que el promedio de pérdidas anuales atribuibles a la sequía en los Estados Unidos se situaba entre los 6,000 y 8,000 millones de dólares, lo que suponía una cifra superior a la de cualquier otro desastre natural. Los impactos de la reciente sequía de 2012 se estimaban entre 35,000 y 70,000 millones de dólares. Sin embargo, Estados Unidos ha estado históricamente mal preparado para la repetición de sequías graves y, como la mayoría de los países, responde con un enfoque reactivo de gestión de crisis, centrándose en responder a los síntomas (impactos) de la sequía a través de una amplia variedad de programas de respuesta o ayuda de emergencia. Estos programas se caracterizan por ofrecer demasiado poco y por hacerlo demasiado tarde.

Más importante aún, la ayuda a la sequía hace poco o nada por reducir la vulnerabilidad de la zona afectada a futuras sequías. Hoy en día, el país tiene una mejor comprensión del camino necesario para mejorar la gestión de la sequía, lo cual requerirá un nuevo paradigma que promueva la prevención y la mitigación mediante la aplicación de los principios de la gestión de riesgos.

Desde principios de la década de 1980, un número creciente de estados ha desarrollado planes de sequía. Hasta la fecha, 47 de los 50 estados han desarrollado planes de ese tipo y, de estos, 11 son más proactivos, destacando la importancia de la mitigación en el proceso de prevención. La mayoría de los estados se han basado en el proceso de planificación de 10 pasos para la sequía como guía en el proceso de preparación del plan, ya sea aplicando directamente el proceso o replicando los planes de otros estados que han seguido este proceso de 10 pasos.

Los avances más significativos en la prevención de la sequía a nivel estatal se han producido desde mediados de la década de 1990 y, especialmente, desde el año 2000. En estos últimos años se ha hecho mayor hincapié en la mitigación. Estos avances se pueden atribuir en gran medida a varios factores clave. En primer lugar, desde 1996, una serie de sequías importantes ha afectado a casi todas las zonas del país, en muchos casos a lo largo de entre cinco y siete años. Estos hechos han generado conciencia acerca de la sequía dentro de la comunidad política y científica, así como en el público en general.

El Mapa de Vigilancia de la Sequía de los Estados Unidos, producto elaborado semanalmente desde 1999 a través de una alianza entre el Centro Nacional de Mitigación de la Sequía de la Universidad de Nebraska, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica y el Departamento de Agricultura, ha ayudado a generar conciencia en todo el país sobre las condiciones de sequía y sus impactos. Tanto el Gobierno federal como el estatal lo consideran un excelente enfoque integrado para describir la gravedad de la sequía y sus dimensiones espaciales en todo el país. El Mapa de Vigilancia de la Sequía no solo es utilizado eficazmente a nivel federal, sino también por los estados para la evaluación de la sequía y como factor activador de los programas de respuesta y mitigación de la sequía. En segundo lugar, los impactos de la sequía y el creciente número de sectores clave afectados, así como los conflictos entre los sectores, ha elevado la importancia de la prevención de la sequía en la comunidad normativa en todos los niveles. En tercer lugar, a raíz de la creación del Centro Nacional de Mitigación de la Sequía (NDCM) en la Universidad de Nebraska en 1995 se ha prestado más atención a cuestiones de vigilancia, evaluación del impacto, mitigación y prevención. Muchos estados se han beneficiado de la existencia de esta pericia para guiar el proceso de planificación para la sequía. Esto se puede apreciar especialmente en el número de estados que al formular o actualizar planes hacen hincapié en la mitigación. Ya que los estados han ido pasando de una planificación de respuesta a una de mitigación, hay una creciente necesidad de información de mayor calidad y más oportuna sobre la situación de la sequía y la alerta temprana, incluidos mejores pronósticos estacionales y la distribución de esa información a las instancias decisorias y a otros usuarios de la información. También es importante que estos usuarios o interesados participen en el desarrollo de productos o herramientas de apoyo a las decisiones para atender sus inquietudes y necesidades.

Aunque Estados Unidos no ha desarrollado una política nacional de sequía, ha habido una considerable presión por parte de los estados para que el Gobierno federal avance hacia una política nacional de sequía basada en el riesgo. Esta presión ha sido bastante eficaz y ha llevado a la introducción de legislación en el Congreso de Estados Unidos dirigida a mejorar la prevención y la alerta temprana. La Ley Nacional de Política de Sequía de 1998 creó una Comisión Nacional de Política de Sequía (NDPC) encargada de hacer recomendaciones al Congreso sobre futuros enfoques para la gestión de la sequía.

El informe final de la Comisión fue presentado al Congreso en el año 2000 e incluyó la recomendación de que Estados Unidos siguiera adelante con la formulación de una política nacional de la sequía basada en los principios de la gestión de riesgos (NDPC, 2000). La Ley Nacional de Prevención de Sequías, que en gran medida incorporaba las recomendaciones más importantes de la Comisión Nacional, fue introducida en el Congreso en 2001 y reintroducida en 2003 y 2005. Aunque la ley no se aprobó, sí generó otro proyecto de ley, la Ley del Sistema nacional integrado de información sobre la sequía (NIDIS), aprobada por el Congreso en 2006 y firmada por el Presidente ese mismo año. Este sistema (NIDIS) ha sido implementado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) con asociados de otras agencias federales, organizaciones regionales, estatales y universidades. El Congreso estadounidense volvió a autorizar recientemente el sistema NIDIS por un período de cinco años.

En gran medida como respuesta a la grave sequía de 2012 en Estados Unidos, que en su punto álgido afectó al 65% de los estados contiguos, la administración de Obama autorizó la creación de una Alianza Nacional de Resiliencia a la Sequía mediante orden ejecutiva en noviembre de 2013. Esta asociación incluye a siete agencias federales con el objetivo de ayudar a las comunidades a prepararse mejor y a reducir el impacto de episodios de sequía en las comunidades, familias y empresas. Esta medida por parte del Presidente podría seguir impulsando a Estados Unidos hacia una política nacional de sequía basada en el riesgo, como parte del Plan de Acción ante el Cambio Climático de su administración.

11.7.2. Gestión de sequías en Brasil

Brasil tiene una gran experiencia a la hora de hacer frente a las sequías y gestionarlas, particularmente en el noreste semiárido. La extrema sequía que aqueja a la región desde 2012 ha causado pérdidas importantes en el ganado y los cultivos y ha dejado muchos embalses a niveles extremadamente bajos. Esta sequía ha acaparado la atención de la población brasileña en general, los medios de comunicación, las instancias decisorias y los expertos internacionales. Brasil está tomando medidas progresivas para reformar la gestión y la planificación de la sequía, particularmente para pasar de una gestión de crisis reactiva a una gestión de sequías proactiva basada en riesgos.

Brasil jugó un papel activo en la Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía celebrada en Ginebra en marzo de 2013. El Gobierno de Brasil (bajo el liderazgo del Ministerio de Integración Nacional) dio seguimiento a las medidas adoptadas en la reunión. Se asoció con las organizaciones de las Naciones Unidas que participaron en la Reunión para planificar y organizar un taller regional en América Latina para desarrollar las capacidades en política y gestión de sequías. El taller, celebrado en diciembre de 2013 en Fortaleza, Ceará, involucró a los gobiernos de la región de América Latina y el Caribe para que ayudaran a emprender un proceso de planificación de 10 pasos con el fin de desarrollar una política nacional de sequía.

Mientras tanto, el próximo año se realizarán varias actividades en Brasil a nivel nacional, regional, estatal y local que seguirán poniendo de relieve el problema de la sequía. Estas incluyen la organización de un proceso oficial para que los gobiernos federales y estatales examinen la formulación de una política nacional de sequía y el diseño e implementación de un sistema de vigilancia de la sequía en el noreste. La convergencia de estos esfuerzos brinda una oportunidad única para que Brasil logre avanzar significativamente hacia una mejor prevención y una mayor resiliencia ante la sequía en los próximos años.

11.7.3. Sistema de Gestión Integrada de la Sequía de Marruecos

La sequía es un fenómeno natural recurrente del clima de Marruecos. Un estudio dendrocronológico emprendido a principios de la década de 1980 ayudó a reconstruir la historia de la sequía a lo largo del último milenio (del año 1000 a 1984). El estudio mostró más de 89 sequías con una duración de entre uno y seis años, con un intervalo medio de ocurrencia de unos 11 años. La duración media de una sequía es aproximadamente 1.6 años, siendo el siglo XX uno de los más secos en los últimos nueve siglos.

La experiencia de Marruecos a lo largo de los años ha permitido al país establecer gradualmente un sistema de gestión integrada de la sequía que se estructura en torno a tres elementos esenciales:

1. Un sistema de vigilancia y alerta temprana: Marruecos ha desarrollado capacidades institucionales y técnicas a nivel nacional, particularmente en las áreas de modelización del clima, teledetección y previsión de la cosecha. En el año 2000 se estableció un Observatorio Nacional de la Sequía para mejorar la predicción, evaluar los impactos y desarrollar estrategias y herramientas para apoyar decisiones y para la prevención de sequías.

2. Planes operacionales de emergencia para paliar los efectos de la sequía: Marruecos tiene una larga experiencia en el desarrollo e implementación de programas destinados a atenuar los efectos de las sequías. Estos programas se basan en intervenciones encaminadas a:

- Garantizar agua potable, en particular para las poblaciones rurales.
- Preservar el ganado a través de la distribución de forraje.
- Implementar actividades generadoras de ingresos y de empleo (mantenimiento de caminos rurales y de infraestructuras de riego).
- Conservar los bosques y los recursos naturales.

3. Una estrategia a largo plazo para reducir la vulnerabilidad a la sequía: esta estrategia se basa en un enfoque de gestión de riesgos que reduce la vulnerabilidad a la sequía de la economía nacional en su conjunto, y de la agricultura y la economía rural en particular. Se trata de políticas multidimensionales y diversas que tienen en cuenta el riesgo de sequía en su diversidad geográfica y en las implicaciones económicas y sociales, así como en su recurrencia a largo plazo. Los tres pilares de la estrategia son:

- Un enfoque integrado para la gestión de los recursos hídricos a través de reformas institucionales y de políticas que se refuerzan mutuamente, así como el desarrollo de un programa de inversiones a largo plazo que tiene por objeto capturar la mayor parte del potencial de escorrentía remanente y desarrollar la infraestructura de energía hidroeléctrica correspondiente para reducir las importaciones de energía.
- Mejorar el acceso al suministro de agua y el saneamiento e incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales, a través de estrategias financieras optimizadas y un mayor apoyo presupuestario a infraestructuras para el bien común (suministro rural de agua, saneamiento y control de la contaminación, ampliación de servicios a las zonas periurbanas pobres). Se ha establecido un Plan Nacional de Saneamiento para 2006-2030 con un objetivo de reducción de la contaminación del 60%.

Para que prosiga el crecimiento económico de Marruecos, cada vez se hace más necesario conservar el agua y mejorar la eficiencia, la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la agricultura de riego. En este contexto, se ha adoptado un enfoque integrado, junto con las inversiones de expansión, para impulsar mejoras en tres grandes áreas interrelacionadas: i) mejorar la eficiencia hidráulica de los sistemas de riego; ii) fortalecer las capacidades de gestión de los organismos de riego; y iii) aumentar la productividad. Se ha desarrollado un Plan Nacional para la Conservación del Agua de Riego que tiene por objeto incrementar la eficiencia del uso del agua de riego en las explotaciones agrícolas, mejorar la recuperación del costo del agua y la gestión de activos en los perímetros públicos de riego, y promover las alianzas público-privadas para el desarrollo y la gestión del riego.

11.7.4. Planes de emergencia por sequía en sistemas de abastecimiento urbano, España

En seguida se presenta un plan especial para la actuación en situación de sequía para usuarios urbanos redactado en España, elaborados bajo el Ministerio de Medio Ambiente, de la dirección general de Agua de ese país en el año 2007.

El objetivo principal de este documento es servir de guía para la elaboración de los Planes de Emergencia que habrán de preparar todos los sistemas de abastecimiento urbano que sirvan a poblaciones superiores a los 20,000 habitantes, de acuerdo a lo establecido en el Art. 27 de la Ley de Plan Hidrológico Nacional.

11.7.4.1. Fundamentos de los planes especiales

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional estableció en su art. 27 sobre gestión de sequías la obligación de elaborar Planes Especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en el ámbito de sus marcos territoriales:

El Ministerio de Medio Ambiente, para las cuencas intercomunitarias, con el fin de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía, establecerá un sistema global de indicadores hidrológicos que permita prever estas situaciones y que sirva de referencia general a los Organismos de cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía, siempre sin perjuicio de lo establecido en los artículos 12.2 y 16.2 de la presente Ley.

Dicha declaración implicará la entrada en vigor del Plan especial a la que se refiere el apartado siguiente.

Los Organismos de cuenca elaborarán en los ámbitos de los Planes Hidrológicos de cuenca correspondientes, planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, incluyendo las reglas de explotación de los sistemas y las medidas a aplicar en relación con el uso del dominio público hidráulico. Los citados planes, previo informe del Consejo de Agua de cada cuenca, se remitirán al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación.

Las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20,000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía. Dichos Planes, que serán informados por el Organismo de cuenca o Administración hidráulica correspondiente, deberán tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los Planes especiales.

Algunas Confederaciones Hidrográficas han iniciado la redacción de los Planes Especiales correspondientes a sus ámbitos territoriales, por lo que, a la vista de los resultados preliminares obtenidos y de los avances realizados por el propio Ministerio de Medio Ambiente para el establecimiento de un sistema de indicadores de sequía, es necesario unificar un procedimiento metodológico común de caracterización de la sequía hidrológica en España y de elaboración de los Planes Especiales con el fin seguir criterios homogéneos de declaración e intervención en este tipo de coyunturas.

Además, es necesario definir las reglas y medidas a incluir en los Planes de Especiales para su coordinación con los Planes de Emergencia de las poblaciones de más de 20,000 habitantes.

11.7.4.2. Alcance y contenido del plan especial

Las situaciones extremas y en particular las sequías se producen usualmente en un marco donde las predicciones tienen un alto grado de incertidumbre y consecuentemente la toma de decisiones comporta un riesgo evidente.

Una sequía puede finalizar de forma más o menos brusca, con la aparición de un periodo lluvioso, o continuar durante meses e incluso años.

La sequía es una típica situación extrema que provoca estrés hídrico. Durante estas situaciones se producen importantes reducciones en la disponibilidad de recursos que dan lugar a que los ríos se sequen, los acuíferos se agoten, los embalses se vacíen y la calidad del agua se vea deteriorada.

En las regiones más meridionales de la Europa mediterránea las sequías constituyen un serio problema ambiental, económico y social.

Como ejemplo de la importancia que tiene la consideración de las sequías en la gestión de las aguas, conviene mencionar como la Directiva Marco del Agua promueve un uso sostenible de las aguas, basado en la protección a largo plazo de los recursos disponibles, que sirva para paliar los efectos de las sequías.

A pesar de la elevada incertidumbre actual en la evaluación de los factores causantes de la sequía y la dificultad de predecir los eventos de sequía, existen sin embargo medios y métodos para luchar contra los daños que ésta produce, entre los que cabe mencionar: el establecimiento de distintos tipos de indicadores que detecten niveles de sequía; los métodos de prevención, orientados al suministro, a la demanda o a la minimización de los impactos; los instrumentos de reducción de daños, como la mejora de los suelos o los cambios en los cultivos buscando variedades más tolerantes a las sequías; la consciencia del riesgo, lo que conlleva la determinación de niveles tolerables y grados de pérdidas; la organización y coordinación de los agentes implicados; o la cooperación internacional.

Así pues, en línea con estos principios, el objetivo básico del Plan Especial de Sequías es la articulación de las medidas de control, evaluación de riesgos, organización de la toma de decisiones e implantación de medidas mitigadoras necesarias para minimizar la frecuencia e intensidad de las situaciones de escasez de recursos, así como reducir los efectos de estas situaciones extremas en los sistemas de explotación y abastecimiento público de aguas.

El Plan Especial de Sequía debe de resolver tres cuestiones fundamentales:

- ¿Cuándo actuar?
- ¿Cómo actuar?
- ¿Quiénes son los responsables de la gestión?

La decisión de cuándo actuar es de gran importancia, pues si el objetivo del Plan es mitigar los efectos de las futuras sequías, no cabe duda que anticiparse a ellas es el modo más eficiente de amortiguarlas.

Respecto al cómo actuar, el Plan debe establecerla secuencia de activación de las medidas de mitigación, según el estado en el que se encuentren los recursos en la cuenca y las previsiones sobre su evolución.

Por otra parte, es necesario atribuir responsabilidades de acción, es decir, quienes han de ser los responsables de implantación y seguimiento de tales medidas, para garantizar su adopción y la coordinación entre instituciones y entidades públicas o privadas vinculadas al problema.

Desde el punto de vista operativo, el plan de sequía se basa en:

- a) Indicadores que permitan poner de manifiesto la situación de sequía con anticipación suficiente para actuar según las previsiones del Plan.
- b) Conocimiento del sistema de recursos y la capacidad de sus elementos para ser forzados en situación de escasez.
- c) Conocimiento del sistema de demandas y de su vulnerabilidad frente a la sequía, ordenado por grados de prioridad.
- d) Alternativas para reducir el impacto de la sequía, de carácter estructural y no estructural (operativas, administrativas, fiscales, de comunicación...)
- e) Dotación de medios económico-financieros para su implantación.
- f) Adecuación de la estructura administrativa para su seguimiento y coordinación entre las distintas administraciones implicadas.
- g) Plan de información pública y a los responsables de los sistemas de abastecimiento.

Así pues, el objeto fundamental de los trabajos a desarrollar es el diseño de un sistema de gestión de sequías que analice el estado del subsistema de oferta de las principales zonas de demanda del ámbito territorial de la cuenca, proponiendo las posibles actuaciones a realizar en cada caso para evitar o mitigar efectos adversos.

Para ello, el Plan debe clasificar la severidad de las sequías en tres niveles de intensidad: leve, severa y extrema, cuando se rebase el umbral que define la normalidad. Estos niveles de sequía vendrán identificados, respectivamente, por señales de prealerta, alerta y emergencia en los indicadores de estado de sequía a desarrollar para la cuenca y sus sistemas de explotación.

El estado de normalidad implica que los indicadores de sequía están por encima de los valores medios registrados en las series históricas, tanto en lo referente a precipitaciones, niveles de embalse, niveles piezométricos en acuíferos y aportaciones en estaciones de aforo. El estado de prealerta se activa cuando los indicadores descienden por debajo de los valores medios históricos, por lo que es conveniente extremar el control. La situación de alerta se activa cuando es necesario poner en marcha medidas de conservación del recurso y de gestión de la demanda que permitan su mantenimiento con aplicación de las medidas de ahorro pertinentes.

El estado de emergencia se activa cuando es ineludible la aplicación de medidas excepcionales para garantizar el abastecimiento urbano; caudales, volúmenes y niveles ecológicos; abastecimiento a centrales nucleares y, en la medida de lo posible, mantenimiento del arbolado en cultivos agrícolas.

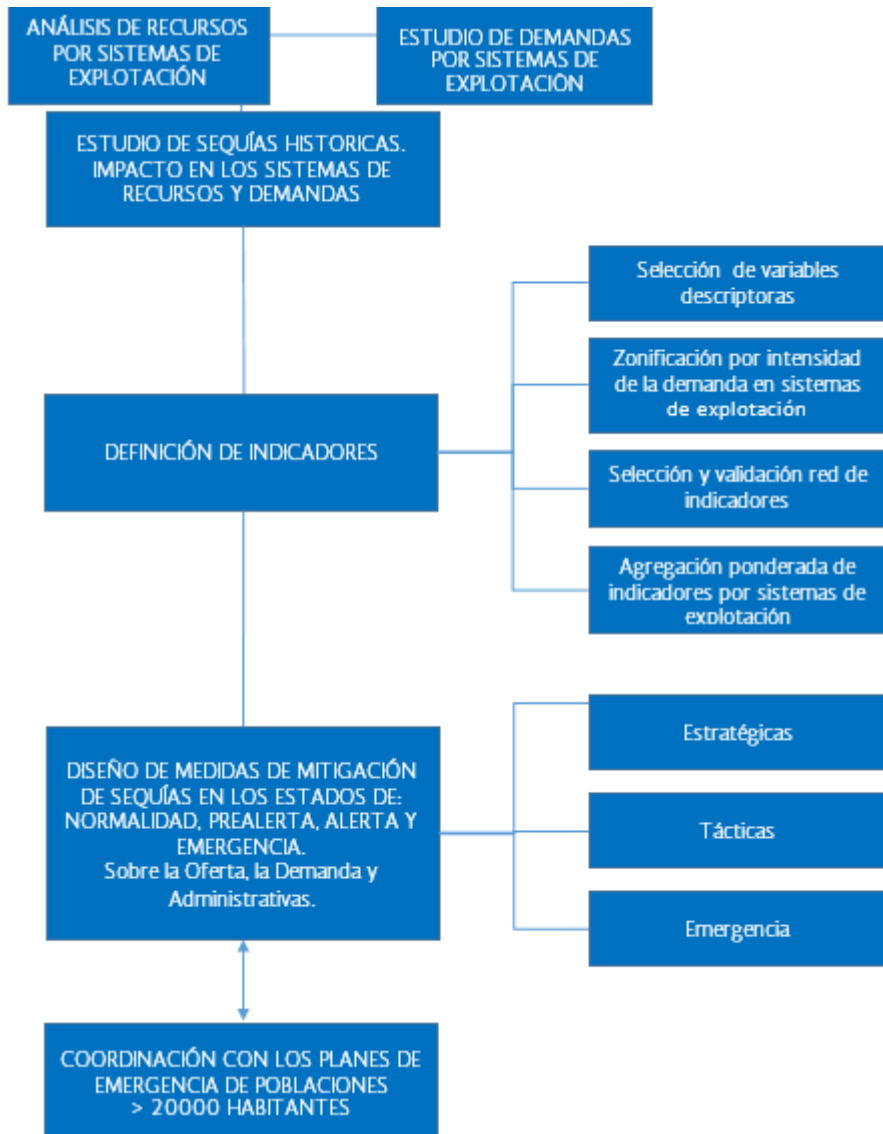
Cada nivel de estado llevará aparejada la activación de un conjunto de medidas de actuación para prevenir o mitigar los efectos de la sequía, de importancia y repercusión creciente sobre los sistemas de demanda conforme avance la gravedad de la sequía. Estas medidas serán de carácter estratégico, táctico y de emergencia, actuando sobre los recursos, las demandas y a través de resoluciones administrativas.

A efectos de coordinar el alcance y contenido de los Planes de Sequía en las distintas cuencas, se propone que en la redacción de los mismos el documento básico se ajuste al índice de contenido que se exponen a continuación:

1. Análisis de los recursos hídricos
2. Análisis de los usos y demandas de agua.
3. Caracterización y análisis de sequías históricas.
4. Propuesta de Indicadores de Sequía.
 - a. Variables hidrometeorológicas a considerar.
 - b. Zonificación y red de observación.
 - c. Definición Indicadores Hidrológicos.
 - d. Establecimiento valores umbrales.
5. Determinaciones del Plan Especial en situación de Alerta y Eventual Sequía:
 - a. Propuesta de medidas de mitigación a adoptar.
 - b. Umbrales de activación de las medidas de mitigación del Plan.
 - c. Conexión con el Plan de Emergencia de los Sistemas de Abastecimiento Urbano de más de 20,000 habitantes.
6. Tramitación de los Planes de Especiales
 - d. Propuesta de Plan al Consejo del Agua de la cuenca.
 - e. Revisión de la propuesta con las observaciones del Consejo de Agua

En la Figura 11.1 se sintetizan los elementos destacables del proceso de redacción de los Planes Especiales en situaciones de sequía.

Figura 11.4. Proceso de redacción del plan especial de alerta temprana y eventual sequía



11.7.4.3. Análisis de recursos hídricos

Este conjunto de trabajos tiene por finalidad sintetizar una imagen actualizada de los sistemas de recursos hídricos de la cuenca a partir de la información de seguimiento del plan hidrológico de cuenca, orientada a determinar la fragilidad de los sistemas y su capacidad de ser forzados en situación de sequía.

Se considerarán los recursos naturales renovables; los recursos disponibles (teniendo en cuenta los retornos de las diferentes demandas, reutilización, desalación, etc.) y la capacidad de almacenamiento superficial y subterránea (reservas de los acuíferos), conforme a lo establecido en los Planes Hidrológicos de cuenca o posteriores estudios de actualización. Se determinará la capacidad de movilización de aguas subterráneas en base al estado de las unidades hidrogeológicas y acuíferos. Los aspectos cualitativos serán objeto de estudio para determinar el posible deterioro resultante de la situación de sequía, tanto por el efecto de la disminución de recursos, como por las posibles modificaciones en el régimen de funcionamiento o explotación de los recursos.

En particular, se analizará la situación del sistema de recursos en años secos, la capacidad de sus reservas y su posible utilización en sequía, centrando la atención en los sistemas de recursos que abastecen a núcleos urbanos de más de 20,000 habitantes y a las principales unidades de demanda agraria.

Se concluirá con una valoración de la vulnerabilidad o fragilidad de los sistemas de recursos a los episodios de sequía, así como sobre su capacidad para ser forzados en situación de sequía. Las conclusiones se expresarán en un documento de síntesis ilustrado con imágenes representativas, tablas, cuadros y gráficos resumen para su mejor comprensión.

11.7.4.4. Estudio de los usos y demandas de agua

El objeto de este estudio es sintetizar una imagen actualizada de los usos y demandas a partir de la información de seguimiento del plan hidrológico de cuenca y de los usuarios más significativos, orientada a determinar la fragilidad de los sistemas de demandas e identificar los usos y usuarios más vulnerables. Se prestará especial atención a los sistemas de demanda vinculados a la gestión de explotación del Organismo de cuenca.

Se estudiará la situación del sistema de demandas en años secos, centrando la atención en la fragilidad de suministros a núcleos urbanos de más de 20.000 habitantes y a las principales unidades de demanda agraria.

Se concluirá con una valoración de los impactos económicos, sociales y ambientales de las sequías derivados de la situación de escasez y de las necesarias modificaciones a introducir en los suministros en los distintos sistemas de explotación y unidades de demanda.

Las conclusiones se expresarán en un documento de síntesis ilustrado con imágenes representativas, tablas, cuadros y gráficos resumen para su mejor comprensión.

El análisis se extenderá tanto a los aspectos cuantitativos como a los cualitativos, determinando los requerimientos de calidad para los distintos usos en situación de sequía y en los embalses. Se valorará igualmente la posibilidad de relajación de las restricciones medio ambientales en caudales ecológicos, niveles en humedales y calidad de aguas en cauces, embalses y humedales.

11.7.4.5. Caracterización y análisis de sequías históricas

Caracterización de sequías meteorológicas e hidrológicas

La sequía es un fenómeno hidrológico extremo, generalmente impredecible, que supone una disminución coyuntural significativa de los recursos hídricos durante un periodo temporal suficientemente prolongado, que afecta a un área extensa, puede impedir cubrir las demandas al cien por cien y tiene consecuencias económicas adversas.

La sequía meteorológica es la 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 no se puede extrapolar de unas regiones a otras.

El estudio de la sequía meteorológica tiene por finalidad determinar las pautas de comportamiento de las sequías (duración, intensidad, recurrencia, distribución, modo de aparición y finalización, fenómenos meteorológicos ligados) través del estudio de la evolución temporal y espacial de las series de precipitación y eventualmente de temperatura y evapotranspiración potencial, en la medida en que puedan ser significativas de relaciones causa-efecto.

Para una mejor comprensión del estudio de caracterización se utilizarán gráficos de evolución temporal de las series, gráficos de desviaciones acumuladas, mapas de distribución territorial, gráficos de índices de caracterización de sequías, etc. En la caracterización de las sequías se emplearán los índices de identificación más apropiados, debidamente justificados (Deciles, SPI, Palmer, RDI, SWS).

Como resultado del estudio se dispondrá de una visión global y detallada de las características básicas de las sequías, de modo que puedan ser clasificadas en función de:

- Duración de los episodios de sequía.
- Frecuencia de repetición o probabilidad de recurrencia.
- Intensidad según tres categorías (leve, severa y extrema).

El análisis se efectuará con carácter global para toda la cuenca y por sistemas de explotación.

Al respecto deberá tenerse en cuenta que la clasificación de la severidad de la sequía en las tres categorías señaladas deberá estar en consonancia con la escala y criterios de clasificación empleados en los indicadores de sequía a desarrollar, por lo que los indicadores deberán calibrarse con la evolución de las sequías históricas.

Una vez determinadas las características básicas de las sequías meteorológica e hidrológica en la cuenca, se auditará el funcionamiento de los sistemas de gestión (recursos, demandas, infraestructuras, decisiones adoptadas) en los últimos periodos de sequía con el fin de valorar la vulnerabilidad del sistema de gestión, el impacto de las sequías y la bondad de las medidas adoptadas, así como identificar posibles medidas de mitigación.

Para ello se recopilará y tratará la información documental necesaria para auditar el efecto de las sequías históricas, cuyos resultados deberán expresarse de forma clara y concisa, apoyada en fichas, cuadros y gráficos.

En particular, se determinará tanto a nivel de cuenca como de sistema de explotación las cuestiones siguientes:

- Evolución de recursos y de la calidad de los recursos.
- Evolución de las demandas.
- Reglas de explotación adoptadas en los distintos sistemas de explotación.
- Grado de satisfacción de las demandas por unidades de demanda y déficit de suministro.
- Evolución de reservas en sistemas de regulación superficial y subterráneo.
- Actuaciones acometidas para mitigar los efectos de la sequía y valoración de sus efectos.
- Valoración de los efectos medioambientales de las sequías. Caudales y volúmenes medioambientales establecidos en la planificación hidrológica y grado de satisfacción en sequías históricas. Impactos sobre la calidad de las aguas.
- Estimación económica del impacto de las sequías históricas.

Diagnóstico del problema de las sequías

En este apartado se sintetizará las conclusiones más relevantes en orden a determinar la vulnerabilidad del ámbito territorial inscrito en la cuenca a los episodios de sequías.

Este diagnóstico se hará extensivo a los extremos siguientes:

- Recurrencia y severidad de las sequías.
- Fragilidad de los sistemas de explotación.
- Identificación de abastecimientos de agua problemáticos.
- Identificación de unidades de demanda agrícola sensibles.
- Medidas de conservación de recursos y gestión de la demanda.
- Infraestructuras de sequía, disponibles y propuestas.
- Identificación de medidas para incrementar las disponibilidades.
- Capacidad temporal máxima de resistencia a la sequía.

11.7.4.6. Clasificación de las medidas: estratégicas, tácticas y de emergencia

Existen dos maneras de enfrentarse a una situación de sequía: haciendo un análisis del riesgo existente, e introduciendo la sequía en la planificación general como un escenario distinto, o bien considerando que es una situación de crisis, a la que hay que hacer frente movilizándolo recursos de carácter extraordinario o reduciendo temporalmente los suministros de agua.

Las sequías en España se han gestionado en general como una situación de crisis o emergencia. La de 1991 a 1995 no constituyó una excepción, aunque en la última fase, a partir de finales de 1994 -lo que se conoció como "metasequía"-, a la vista de la magnitud de los problemas, y al haberse agotado las soluciones más inmediatas, fue necesario preparar un plan, lo que en el caso de actuaciones en acuíferos implicaba la necesidad de definir las características sobre los que se deseaba actuar- con el fin de activarlo o no, de acuerdo con la evolución de la primavera en el siguiente periodo de lluvias.

La finalidad de los planes de sequía es precisamente anticiparse a las mismas, previendo soluciones para satisfacer las demandas, evitando situaciones de desabastecimiento. El riesgo no puede eliminarse por completo pero estos planes sirven para mitigar considerablemente sus efectos.

Entre las alternativas de actuación cabe distinguir entre medidas estratégicas, tácticas y de emergencia.

Las medidas estratégicas son actuaciones a largo plazo de carácter institucional e infraestructural, que forman parte de la planificación hidrológica (estructuras de almacenamiento y regulación, normativa y ordenación de usos). Entre ellas cabe considerar:

- Alternativas de suministro.

- Nuevas estructuras de almacenamiento.
- Nuevas captaciones de recursos.
- Estudio de rehabilitación de captaciones fuera de uso.
- Reordenación de captaciones.
- Nuevo sistema de interconexión de elementos.
- Desalinización.
- Reutilización de aguas residuales.

- Cambios en el sistema de gestión.

- Uso conjunto.
- Articular el funcionamiento de los Centros de Intercambio de Derechos de Uso del Agua
- Planificar la sobreexplotación temporal de reservas en acuíferos.
- Planificar y calibrar la modificación de reglas de explotación de embalses.
- Prever los cambios necesarios en la normativa.
- Coordinación interadministrativa.

- Modificaciones en la demanda.

- Restricciones de uso voluntarias y obligatorias.
- Modificación tarifas coyuntural.
- Cambios en el sistema de irrigación.
- Minimización y reutilización industrial.
- Fomento de actividades alternativas a usos de gran consumo de agua.
- Modificaciones en relación con el uso del dominio público hidráulico.

- Mayor laxitud en requisitos ambientales.

- Estudio efectos de reducción coyuntural de los caudales ecológicos.
- Estudio de medidas alternativas para garantizar los estándares de calidad.

Requieren largo plazo de implantación, grandes presupuestos, negociación política, aceptación social y eventualmente modificaciones legislativas.

Las medidas tácticas son actuaciones a corto plazo planificadas y validadas con anticipación en el marco del plan de sequía. Se activan en las fases de prealerta y alerta. Entre ellas cabe destacar:

- Alternativas de suministro.

- Activación de nuevas captaciones de recursos o rehabilitación de captaciones abandonadas.
- Reordenación de extracciones.
- Nuevo sistema de interconexión de elementos.
- Explotación de desaladoras.

- Cambios en el sistema de gestión.

- Incremento de explotación de aguas subterráneas en esquemas de uso conjunto.
- Modificación de reglas de explotación embalses.
- Activar el funcionamiento de los Centros de Intercambio de Derechos de Uso del Agua
- Activación coordinación interadministrativa.

- Modificaciones en la demanda.

- Campañas de ahorro.
- Restricciones de uso voluntarias y obligatorias.
- Modificación coyuntural de tarifas.
- Penalización del despilfarro.

- Mayor laxitud en requisitos ambientales.

- Validación de la reducción coyuntural de caudales ecológicos.
- Selección de medidas alternativas para garantizar los estándares de calidad.

Este tipo de medidas han sido estudiadas sobre situaciones históricas y se adoptan una vez constatada la situación de prealerta de sequía mediante el sistema de indicadores.

Las medidas de emergencia se adoptan bien avanzada la sequía y varían en función de la gravedad de la misma y su extensión o grado de afección a la cuenca. Entre las medidas de actuación en situación de emergencia cabe destacar:

- Alternativas de suministro.

- Explotación de reservas en captaciones de recursos subterráneos.
- Desaladoras.
- Importación de agua en barcos.

- Cambios en el sistema de gestión.
 - Sobreexplotación temporal de reservas en acuíferos.
 - Modificación reglas explotación embalses.
 - Normas coyunturales.
 - Coordinación interadministrativa.
- Modificaciones en la demanda.
 - Restricciones de uso obligatorias.
 - Activar el funcionamiento de los Centros de Intercambio de Derechos de Uso del Agua
 - Modificación coyuntural de tarifas.
 - Penalización del despilfarro.
- Mayor laxitud en requisitos ambientales.
 - Reducción coyuntural de caudales ecológicos.
 - Aplicación de medidas alternativas para garantizar los estándares de calidad.

El Plan debe evaluar la adecuación de los distintos tipos de medidas en los sistemas de explotación de la cuenca y verificar su grado de éxito en la satisfacción de las principales unidades de demanda.

Por último, la implantación de las medidas requiere la asignación de los medios económico financieros, por lo que es necesario culminar el Plan con una estimación del coste de las mismas.

Los criterios para la selección de las medidas deben establecerse en función de:

- Viabilidad y eficacia.
- Coste de establecimiento.
- Compatibilidad con otras acciones.
- Plazo para alcanzar su plena operatividad.
- Marco legal.

11.7.4.7. Contenido mínimo del plan especial en situación de sequía para usuarios urbanos

Cabe mencionar que los Planes de emergencia en situación de sequía para usuarios urbanos deben contener al menos los siguientes apartados:

- a. Marco normativo e institucional aplicable al sistema de abastecimiento objeto del Plan.
- b. Identificación de los subsistemas que hacen posible el suministro de agua al núcleo o núcleos urbanos objeto del Plan. Se entiende por subsistema el conjunto de infraestructuras interconectadas que abastecen exclusivamente a una zona.
- c. Descripción de las infraestructuras principales que conforman cada sistema o subsistema.
- d. Descripción y evaluación de los recursos disponibles. Se enumerarán todos los volúmenes y caudales con concesión de uso para el suministro urbano y la relación de los puntos e infraestructuras de captación. Se clasificarán los recursos en función de su origen y grado de autonomía de uso, así como una valoración estadística de su disponibilidad en condiciones de sequía.
- e. Descripción de las demandas. Se clasificarán y cuantificarán por tipos de actividad, uso y estacionalidad. Se evaluará la elasticidad de cada uno de los grupos de demanda según se apliquen diferentes medidas orientadas a su reducción. Se destacarán en un apartado independiente los usos no controlados, de operación y las pérdidas en las infraestructuras del sistema de suministro.
- f. Condicionantes ambientales, si procede, resaltando los referentes a los escenarios de sequía operacional.
- g. Reglas de operación y ámbitos de suministro del sistema en condiciones normales.
- h. Descripción de los escenarios de sequía operacional considerados. Se incluirán tanto los de prevención como los de mitigación y resolución de episodios extremos.
- i. Identificación de condiciones desencadenantes del inicio de cada uno de los escenarios de sequía operacional.
- j. Enumeración de las actuaciones previstas en cada uno de los escenarios de sequía operacional y atribución de responsabilidades.
- k. Identificación de las zonas y circunstancias de mayor riesgo para cada escenario de sequía operacional, prestando especial atención a los problemas vinculados con la salud de la población y a actividades con gran repercusión social o importancia estratégica para la actividad económica de la zona.
- l. Relación de organismos y entidades relacionadas con la resolución de los posibles escenarios de sequía operacional.
- m. Identificación de responsabilidades generales y frecuencia de actualización del Plan.
- n. Identificación de los principales vínculos y condicionantes para la integración con el Plan Especial de Sequía en que se encuadre.

Recomendaciones para la difusión del PMPMS urbano

Tanto la Guía para los PMPMS para Consejos de Cuenca, como varias guías internacionales ponen mucho énfasis en la difusión del documento y en la participación ciudadana. Por ello, como recomendación final se sugiere verificar el procedimiento que propone la Guía del IMTA para consejos de cuenca a fin de revisar qué pasos o aspectos son aplicables al caso de las ciudades.

Mínimamente se recomienda seguir el siguiente procedimiento.

1. Primero, que un comité técnico interinstitucional que pueden ser los consultores contratados por los OC, pero con la participación y cooperación de los organismos operadores de agua potable, así como de las entidades pertinentes del gobierno del Estado, integren un borrador del PMPMS de la ciudad que contenga principalmente los siguientes temas:
 - a) Información climática de la ciudad o municipio.
 - b) Información histórica la infraestructura y el abasto y producción agua para el sistema urbano.
 - c) Información histórica sobre los patrones de demanda y consumo de agua en la ciudad.
 - d) Balance hídrico y propuesta de mejoras y medidas de mitigación de sequía.
2. Segundo, se publicaría este documento de trabajo o versión preliminar del PMPMS de la ciudad o municipio y se pondría a la discusión de la comunidad. Para ello se recomienda definir un período de deliberación con sesiones de preguntas y respuestas, para recibir propuestas, comentarios y cuestionamientos sobre el documento.
3. Tercero, elaboración de un nuevo PMPMS oficial que integre los cambios y propuestas y la integración de un Comité encargado de la aplicación e implementación del Programa. Este comité deberá incluir a los diversos sectores de la sociedad o bien podrá coincidir con alguno de los comités ya existentes en materia de agua.

Con la elaboración de este documento y con la difusión de esta información, se habrá dado un paso adelante en el conocimiento y diagnóstico de la situación de los sistemas urbanos de agua potable y se contará con un documento base para la propuesta de medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Bibliografía

- Agthe, D. y Billings, B. Elasticity of demand for water resource managers.
- American Water Works Association (AWWA). (1999) End uses of wáter.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED. (2007) Sequías.
- Colorado Water Conservation Board. (2010) Municipal Drought Management Plan Guidance Document. Denver.
- Colorado Water Conservation Board. (2010) Colorado drought mitigation and response plan. Denver.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2014) Atlas del Agua en México 2014. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2013) Estadísticas del agua en México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2007) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Programa hídrico regional visión 2030, región hidrológico-administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Estudios de investigación para caracterizar a las regiones del país en función del cambio climático, incluyendo los mapas asociados.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2012) Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2010) Compendio Estadístico de Administración del Agua. México.
- Consejo Nacional de Población, CONAPO. (2007) Proyecciones de la Población de México 2005-2050.
- Department of Agriculture and Cooperation. (2009) Manual for drought management. India.
- Estela Monreal, Teodoro (s.f.) Gestión de Sequías en España.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. (2010) Censo de Población y Vivienda 2010.
- Makridakis, Wheelwright y Mcgee (1983) Forecasting Methods and Applications. Wiley
- Marcos Valiente, Oscar (2001) Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. Investigaciones geográficas No.26.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de alerta y eventual sequía en la Confederación Hidrográfica del Júcar. España.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en la Cuenca Hidrográfica del Ebro. España.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2007) Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. España.
- Nalbantis, I; Tsakiris, G. (2008) Assessment of Hydrological Drought Revisited. Water Resour Manage, p. 881-897.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2003) Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas

Villalobos, A. (2007) Análisis y seguimiento de distintos tipos de sequía en la cuenca del río Júcar. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

Wilhite, D. (2000) Drought Preparedness Planning.

Páginas de Internet básicas consultadas

Arizona Department of Water Resources Drought Program.
<http://www.azwater.gov/azdwr/StatewidePlanning/Drought/DroughtStatus2.htm>

Base de datos "Agua Potable en México" <https://sites.google.com/site/aguapotablemexico/>

California Drought. <http://ca.gov/drought/>

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2011) Agenda del Agua 2030. <http://www.CONAGUA.gob.mx>.

Diario Oficial de la Federación. www.dof.gob.mx

Información estadística y geográfica del INEGI: <http://www.inegi.org.mx/>

La enciclopedia de los municipios de México: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/>

Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores: <http://www.pigoo.gob.mx/>.

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California. <http://peac-bc.cicese.mx/>

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

Servicio Meteorológico Nacional. smn.CONAGUA.gob.mx.

Sistema municipal de bases de datos (Simbad).

Sistema para la consulta de información Censal 2010: <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>.

http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/simbad/default.asp?c=73

United States Drought Monitor. <http://droughtmonitor.unl.edu/Home.aspx>

Universidad de Arizona. Climate Assessment for the Southwest CLIMAS.
<http://www.climas.arizona.edu/sw-climate/drought-monitoring>

Lista de abreviaturas

AGEB	Área Geo Estadística Básica
BDAPM	Base de datos Agua Potable en México
CEA	Comisión Estatal de Agua
SCINCE	Sistema para la Consulta de Información Censal (de INEGI)
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DOF	Diario Oficial de la Federación
EMA	Estación Meteorológica Automática
ESIME	Estación Sinóptica Meteorológica
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
l.h.d.	Litros por habitante por día
lps	Litros por segundo
m ³	Metros cúbicos
Mm ³	Millones de metros cúbicos
NA-DM	Monitor de Sequía de América del Norte (North America Drought Monitor)
OOA	Organismo operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento
PEACC	Programa Estatal de Atención al Cambio Climático
PIGOO	Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (del IMTA)
PNH	Programa Nacional Hídrico
PRONACOSE	Programa Nacional contra la Sequía
PMPMS	Programa de Medidas para la Prevención y Mitigación de la Sequía
SIMBAD	Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (INEGI)
SMN	Servicio Meteorológico Nacional (de CONAGUA)
SDI	Streamflow Drought Index o Índice de Sequía por Escurrimiento (también denominado Índice de Sequía Hidrológica)
SPI	Standardized Precipitation Index o Índice Estandarizado de Precipitación
SSAPAS	Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Publicación anual de CONAGUA)
ZMVT	Zona Metropolitana del Valle del Toluca