

Public Disclosure Authorized  
Public Disclosure Authorized  
Public Disclosure Authorized  
Public Disclosure Authorized

# Cutzamala

Diagnóstico integral

Diagnóstico para el manejo integral de las subcuencas Tuxpan, El Bosque, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Colorines-Chilesdo y Villa Victoria pertenecientes al Sistema Cutzamala

Copyright © 2015 por Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433, U.S.A.  
www.bancomundial.org.mx  
Todos los derechos reservados  
Primera edición en español: Mayo 2015

El Banco Mundial y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) no aceptan responsabilidad alguna por cualquier consecuencia derivada de su uso o interpretación. El Banco Mundial y la CONAGUA no garantizan la exactitud de la información incluida en esta publicación y no acepta responsabilidad alguna por cualquier consecuencia derivada de su uso o interpretación.

Los límites, los colores, las denominaciones y demás información contenida en los mapas de este libro no presuponen, por parte del Grupo del Banco Mundial y la CONAGUA, juicio alguno sobre la situación legal de cualquier territorio, ni el reconocimiento o aceptación de dichos límites.

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresadas en este libro son en su totalidad del autor y no deben ser atribuidas en forma alguna al Banco Mundial, a sus organizaciones afiliadas o a los miembros de su Directorio Ejecutivo ni a los países que representan y a la CONAGUA.

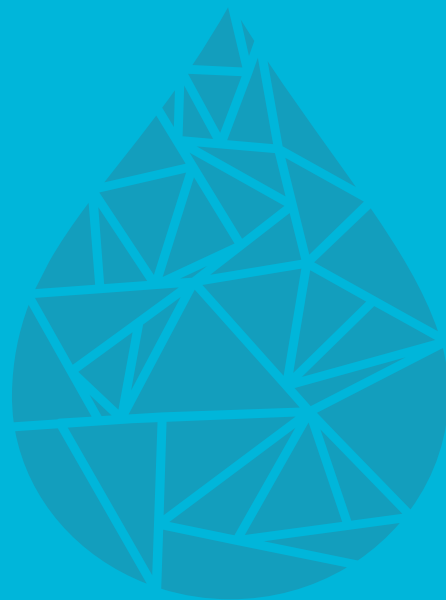
#### Derechos y Permisos

El material de esta publicación está protegido por el derecho de propiedad intelectual. Las solicitudes de autorización para reproducir partes de esta publicación deberán enviarse a el Oficial Sénior de Comunicaciones de la Oficina del Banco Mundial para Colombia y México al Fax (55) 5480-4222. Cualquier otra pregunta sobre los derechos y licencias debe ser dirigida al Banco Mundial en México en el número de fax referido.

Banco Mundial  
Impreso y hecho en México / 2015  
Edición y corrección de estilo: María Isabel López Santibáñez  
Diseño de Interiores y Portada: Alejandro Espinosa/sonideas  
Fotografía de la portada e interiores: Adalberto Ríos Szalay/Adalberto Ríos Lanz

Diagnóstico para el manejo integral de las subcuencas Tuxpan, El Bosque, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Colorines-Chilesdo y Villa Victoria pertenecientes al Sistema Cutzamala. – México : Banco Mundial, 2015.  
xxx p. : il.; maps.

1. Agua potable – Manejo de Subcuencas – Río Tuxpan – Michoacán, Mexico. – 2. Agua potable – Manejo de Subcuencas – El Bosque - Michoacán, Mexico. – 3. Agua potable – Manejo de Subcuencas – Ixtapan del Oro, México, Estado de – 4. Agua potable – Manejo de Subcuencas - Agua potable – Manejo de Subcuencas – Valle de Bravo – Mexico, Estado de. – 5. Agua potable – Manejo de Subcuencas –Colorines-Chilesdo - México, Estado de. – 6. Agua potable – Manejo de Subcuencas – Villa Victoria, México, Estado de.  
628.1/4/09725/D43



# Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| Reconocimientos .....  | 7         |
| Presentación .....   | 9         |
| Introducción .....   | 11        |
| Plan del Informe .....   | 15        |
| <b>I. El sistema Cutzamala y el abastecimiento de agua a los Valles de México y Toluca .....</b> | <b>19</b> |
| 1. Balance hídrico en el Valle de México .....   | 19        |
| 2. Los orígenes del sistema .....  | 22        |
| 3. El sistema Cutzamala .....  | 23        |
| <b>II. Medio biofísico .....</b>   | <b>31</b> |
| 1. Geología .....  | 31        |
| 2. Suelos .....  | 34        |
| 3. Clima .....   | 34        |
| 4. Precipitación .....   | 34        |
| 5. Hidrografía .....   | 36        |
| 6. Vegetación y usos del suelo .....   | 40        |
| 7. Cambios en el paisaje por el crecimiento urbano .....   | 46        |
| 8. Deterioro de la calidad de los recursos .....   | 46        |
| 9. Hipótesis sobre las consecuencias del cambio climático .....                                  | 51        |
| 10. Conclusiones .....   | 52        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>III. Panorama socioeconómico y de comunicación</b> .....         | <b>55</b>  |
| 1. Transformaciones y contrastes en el paisaje social.....          | 55         |
| 2. Una población creciente, con rápidos cambios.....                | 56         |
| 3. Persistente pobreza, con alta marginación.....                   | 58         |
| 4. Actividades económicas.....                                      | 60         |
| 5. Tenencia de la tierra.....                                       | 61         |
| 6. Actores y conflictividad.....                                    | 62         |
| 7. Comunicación y compromiso con la comunidad.....                  | 63         |
| 8. Conclusiones.....  | 63         |
| <b>IV. Infraestructura</b> .....                                    | <b>67</b>  |
| 1. Componentes.....   | 67         |
| 2. Comentarios y recomendaciones.....                               | 72         |
| 3. Inversiones propuestas.....                                      | 78         |
| 4. Conclusiones.....  | 78         |
| <b>V. Usos del agua en las subcuencas</b> .....                     | <b>81</b>  |
| 1. Administración del agua.....                                     | 81         |
| 2. Usos del agua.....   | 82         |
| 3. Transferencias de agua a las zonas metropolitanas.....           | 85         |
| 4. Conflictividad.....  | 85         |
| 5. Conclusiones.....  | 86         |
| <b>VI. Aspectos Hidroagrícolas</b> .....                            | <b>89</b>  |
| 1. Áreas de riego.....  | 89         |
| 2. Consumo de agua en la agricultura de riego.....                  | 98         |
| 3. Situación y perspectivas de la irrigación en las subcuencas..... | 98         |
| 4. Conclusiones.....  | 100        |
| <b>VII. Balances hídricos</b> .....                                 | <b>103</b> |
| 1. Aspectos generales.....  | 103        |
| 2. Metodología.....   | 104        |
| 3. Resultados.....  | 105        |
| 4. Conclusiones.....  | 109        |
| <b>VIII. Calidad del agua en las subcuencas</b> .....               | <b>111</b> |
| 1. El proceso de deterioro.....                                     | 111        |
| 2. Presencia de algas en los embalses.....                          | 112        |
| 3. La calidad del agua en el sistema Cutzamala.....                 | 113        |
| 4. Escenarios futuros.....  | 118        |
| 5. Medidas.....   | 120        |
| 6. Conclusiones.....  | 123        |
| <b>IX. Aspectos económicos y financieros</b> .....                  | <b>127</b> |
| 1. Costo total del agua en el sistema Cutzamala.....                | 127        |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| 2.           | Balance financiero .....  | 134        |
| 3.           | Balance económico .....   | 135        |
| 4.           | Costos y subsidios adicionales en el suministro de agua .....                         | 136        |
| 5.           | Complejidad institucional del esquema de financiamiento .....                         | 138        |
| 6.           | Conclusiones y recomendaciones .....  | 138        |
| <b>X.</b>    | <b>Aspectos institucionales y de planeación .....</b>                                 | <b>141</b> |
| 1.           | Complejidad institucional-territorial .....   | 141        |
| 2.           | El OCAVM: desafíos institucionales .....  | 142        |
| 3.           | El OCB: desafíos institucionales .....  | 143        |
| 4.           | Desafíos de coordinación intersectorial .....   | 143        |
| 5.           | Planeación y coordinación de la acción pública .....                                  | 146        |
| 6.           | Consejos de cuenca y órganos auxiliares: los desafíos en la gobernanza del agua ..... | 148        |
| 7.           | Conclusiones .....  | 149        |
| <b>XI.</b>   | <b>Aspectos legales .....</b>   | <b>151</b> |
| 1.           | Antecedentes .....  | 151        |
| 2.           | Marco legal del sistema Cutzamala .....   | 152        |
| 3.           | Actos de autoridad .....  | 153        |
| 4.           | Regulación de las subcuencas de aportación en relación con el sistema Cutzamala ..... | 154        |
| 5.           | Normas aplicables e instrumentos de fomento .....                                     | 156        |
| 6.           | Conclusiones .....  | 157        |
| <b>XII.</b>  | <b>Realidades en las subcuencas .....</b>   | <b>161</b> |
| 1.           | Subcuenca Tuxpan .....  | 162        |
| 2.           | Subcuenca El Bosque .....   | 163        |
| 3.           | Subcuenca Ixtapan del Oro .....   | 166        |
| 4.           | Subcuenca Valle de Bravo .....  | 167        |
| 5.           | Subcuenca Villa Victoria .....  | 171        |
| 6.           | Subcuenca Chilesdo-Colorines .....  | 173        |
| 7.           | Conclusiones .....  | 177        |
| <b>XIII.</b> | <b>Conclusiones y desafíos .....</b>  | <b>181</b> |
| 1.           | Los hallazgos que confortan .....   | 182        |
| 2.           | Las circunstancias que preocupan .....  | 182        |
| 3.           | Los desafíos hacia la sustentabilidad .....   | 186        |
| 4.           | Una visión aglutinante y un pacto social para la sustentabilidad .....                | 187        |
| 5.           | Próximos pasos .....  | 188        |
|              | <b>Bibliografía .....</b>   | <b>191</b> |
|              | <b>Índice de Figuras .....</b>  | <b>195</b> |
|              | <b>Índice de tablas .....</b>   | <b>198</b> |



# Reconocimientos

El equipo de trabajo desea agradecer a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a su Subdirector General de Planeación, al Organismo de Cuenca Aguas Valle de México (OCAVM) y al Organismo de Cuenca Balsas (OCB) por el liderazgo y el apoyo otorgado durante la elaboración de este *Diagnóstico Integral del Sistema Cutzamala y sus Subcuencas de Aportación*. Las sesiones del Comité Directivo de la Cooperación Técnica CONAGUA-Banco Mundial proporcionaron una invaluable orientación general en relación con las políticas públicas y los objetivos de desarrollo. El equipo de trabajo también le extiende un agradecimiento especial al MI Fernando González Cáñez por su dirección en la realización de los trabajos. Se destaca la coordinación continua de la Gerencia de Cooperación Internacional de la CONAGUA y de la Dirección de Planeación del OCAVM en la realización de este estudio.

Deseamos también agradecer la colaboración y las aportaciones recibidas de cada uno de los miembros de los grupos de trabajo.

El grupo “Aspectos Legales, Institucionales y de Planeación” trabajó bajo la coordinación de Arsenio E. González Reynoso, Luis Enrique Ramos Bustillos y Gustavo A. Ortiz Rendón, consultores del Banco Mundial, y contó con el apoyo de Itzkuauhtli Zamora Sáenz y María Guadalupe Díaz Santos, consultores. Apreciamos las contribuciones de sus integrantes, en particular: Francisco Villarreal Snyder (OCAVM), Jesús Manuel Ham Chi (CONAGUA), Emma Mercado Molina (CONAGUA), Aniceto Ortega Caballero (OCAVM), Miguel Ángel Córdova Rodríguez (IMTA), Suraya Padua Díaz (CONAGUA), Beatriz Castillo (UNAM), Héctor García Martínez (OCAVM), Jorge Reyes Gaytán (OCB), Juan Manuel García Varela (OCAVM), Prudencio Alfredo Mora Fonseca (OCAVM), Adolfo Caso Lara (OCAVM), Sonia Prado (OCB), Wendy Marisol Ayala Cortés (UNAM), Zaira Hernández Carrillo (OCAVM) y Arturo Villanueva (Banco Mundial).

Los grupos “Calidad de Agua en las Subcuencas” y “Usos del Agua en las Subcuencas” fueron encabezados por José Luis Calderón Bartheneuf y Carlos Menéndez Martínez, consultores del Banco Mundial. Agradecemos las colaboraciones de sus miembros, en particular: José Luis Jardines (OCAVM), Juan Manuel Martínez (OCAVM), Ramiro Gutiérrez Wood (OCAVM), Juan Daniel McNaught González (OCAVM), Maximiliano Olivares (ANEAS), Patricio Maya Vilchis (OCB), Miguel Ángel Córdova Rodríguez (IMTA), Hugo Samuel Rojano Solorio (OCAVM), Gustavo López Fernández (OCAVM), Joel Hernández Gómez (OCB), Pedro Oropeza Gutiérrez (ANEAS), Greg Morris (consultor, Banco Mundial), Alex Horne (consultor, Banco Mundial) y Renán Poveda (Banco Mundial).

El grupo “Información y Herramientas” fue liderado por Javier Aparicio, consultor del Banco Mundial, y contó con las aportaciones de los siguientes profesionales: Juan Carlos García Salas (OCAVM), Guadalupe Fuentes (Instituto de Ingeniería de la UNAM), Laura Berenice Medina Bocanegra (OCB), Delia González Rojas (OCB), Ramón López Flores (OCAVM), Paula Uyttendaele (consultora, Banco Mundial) y Jorge Ecurra (consultor, Banco Mundial).

El grupo “Panorama Socioeconómico y de Comunicación” contó con el liderazgo de Santiago Funes, consultor del Banco Mundial, y colaboraron los siguientes miembros: José Luis Montalvo Espinoza (OCAVM), Daniel Mauricio Reyes Hernández (OCAVM), Porfirio Caballero Cerón (OCAVM), Felipe de Jesús González Garza (OCAVM), Miguel Basilio Varela (OCAVM), Ramón Cárdenas Arredondo (OCAVM), Efrén Hernández Barro (OCAVM), Jorge A. Reyes Gaytán (OCB), Sonia Prado Roque (OCB), Myriam Anguiano Vázquez (OCB), Virginia Ugalde y Pimienta (CONAGUA), Hugo T. Sánchez Hernández (OCB), Soraya Méndez Pacheco (IMTA), Raúl Medina Mendoza (IMTA), José Ramón Romero Franzolo (CONAGUA), Raúl Ocaña Sánchez (OCAVM), Carlos Zolla (UNAM), María Luisa Torregrosa (FLACSO), Karina Kloster (FLACSO), J. Amalia Salgado López (FLACSO), Horacio Bonfil (PROCUEENCA / BIOMA SC), Esteban Jacques (C3-Consensus), Fernando Calderón (C3-Consensus) y Diana Fonseca (C3-Consensus).

El grupo “Medio Biofísico y Aspectos Hidroagrícolas” fue encabezado por Manuel Contijoch, consultor del Banco Mundial, y agradecemos las aportaciones a sus miembros: Rafael Renero Amparán (OCAVM), Miguel Ángel Aguayo y Camargo (OCAVM), Ezequiel González Guerrero (CONAGUA), Mario Villareal (CONAGUA), Everardo Arroyo Salgado (OCB), Raúl Medina Mendoza (IMTA), Enrique Mejía Sáenz (COLMERN), Agustín Rodríguez González (COLMERN), David Vázquez Soto (COLMERN), Alejandra Flores Ávalos (COLMERN), Raúl Solís Castro (OCAVM), Nessi J. Rivera Ulloa (OCAVM), Sergio Enríquez Zapata (OCAVM) y Laurencio Rosano (OCAVM).

El grupo “Aspectos Económico-Financieros de la Operación del Sistema Cutzamala” fue liderado por Luz María González, consultora del Banco Mundial, y contó con las aportaciones de las siguientes personas: Claudia Hernández (OCAVM), Karime Y. Orozco Acosta (CONAGUA), Griselda Medina Laguna (CONAGUA), Emma Mercado Molina (CONAGUA), Héctor Madrid Luna (CONAGUA), María de los Ángeles Suárez (CONAGUA), Gustavo Barrera (OCB), María Teresa Hernández (OCB) Raymundo Rafael Díaz Noria (CONAGUA), Yunuen Chanes López (CONAGUA), Germán Rangel (CONAGUA), José Raúl Millán López (CONAGUA), Noé Sahue (CONAGUA), Najil Rodríguez (OCAVM), Jesús Padilla (OCAVM), Jorge González García (OCAVM), Alejandro Beltrán Valladares (OCAVM), José Luis Jardines (OCAVM), Ramiro Gutiérrez Wood (OCAVM), Amado Croda (OCAVM), Gerardo Chaparro Rocha (CONAGUA), Rafael B. Carmona Paredes (CONAGUA), Yliana Hernández Hernández (CONAGUA), Ricardo Pizzuto (CONAGUA), Alfredo Piña Bernal (CONAGUA) y Alfonso Oláiz (consultor, Banco Mundial).

El grupo “Infraestructura del Sistema Cutzamala” fue liderado por Manuel Contijoch, Rafael Torres, Antonio Hernández y José Simas, consultores del Banco Mundial, y contó con el apoyo de los siguientes integrantes: José Luis Jardines (OCAVM), Ramiro Gutiérrez Wood (OCAVM), Abdías Montoya (OCAVM), Javier Vilchis (CONAGUA), Ezequiel González Guerrero (CONAGUA) y Gerardo Méndez (CONAGUA).



# Presentación

**E**ste Informe se elaboró en el marco de la Cooperación Técnica CONAGUA-Banco Mundial “Contratación de servicios de consultoría y asesoría técnica especializada para el estudio del diagnóstico para el manejo integral de las subcuencas Tuxpan, El Bosque, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Colorines-Chilesdo y Villa Victoria pertenecientes al Sistema Cutzamala”.

El objetivo general del diagnóstico es obtener un panorama multidisciplinario de la situación actual y una visión del conocimiento vigente disponible sobre el Sistema Cutzamala. Una vez validado y difundido en diálogo con los diferentes actores, se espera que el diagnóstico proporcione la base para el plan integral de gestión del Sistema Cutzamala, que definirá las inversiones necesarias y suficientes para asegurar su sustentabilidad, así como la propuesta institucional para su ejecución y seguimiento.

Para la elaboración de este diagnóstico se realizó un análisis basado, en gran parte, en el conocimiento de profesionales de las diferentes direcciones y subdirecciones del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, del Organismo de Cuenca Balsas y de otras entidades de la CONAGUA. El trabajo contó con la participación de profesionales del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Colegio Mexicano de Especialistas en Recursos Naturales. Asimismo, se formaron varios grupos de trabajo en los que participaron más de 115 especialistas que definieron y enriquecieron los estudios temáticos, con base en los cuales se ha preparado este Informe. Estos estudios constituyen una colección aparte, disponible para la consulta y el examen de los detalles.

En el transcurso del proceso de diagnóstico, y cuando la redacción de los distintos estudios temáticos estaba ya avanzada, el equipo de trabajo recibió orientaciones y sugerencias de las autoridades sectoriales. En particular, el OCAVM propuso una metodología de integración basada en una visión de desarrollo territorial que vincula agua, suelos, bosques, medio ambiente y energía, y que permite organizar el análisis en torno a los ejes de autoridad, ley, fomento y participación social.

Este Informe presenta, condensados, los principales resultados y las conclusiones preliminares del diagnóstico. Como todos los productos de la Cooperación Técnica, está destinado a la discusión interna de los grupos participantes, y tiene la pretensión de ofrecer una oportunidad para recibir orientaciones que permitan enriquecer y precisar las etapas inmediatas del trabajo en curso, particularmente la de validación y difusión con participación de los diferentes actores involucrados. Con esas orientaciones, podrá avanzarse más rápida y eficazmente en la formulación de una visión de las soluciones más adecuadas a la problemática reconocida, así como en la identificación de los objetivos y estrategias que organizarán en los próximos meses la formulación del plan integral de gestión del Sistema Cutzamala hacia la sustentabilidad.



La redacción del presente Informe estuvo a cargo de un equipo del Banco Mundial integrado por expertos mexicanos e internacionales, encabezado por Erwin De Nys, Especialista Sénior en Recursos Hídricos. Manuel Contijoch, Consejero Estratégico del Proyecto, aportó la visión global del diagnóstico integrado, movilizó a expertos clave e incorporó comentarios que contribuyeron a la consolidación del diagnóstico. Santiago Funes fue responsable de integrar los capítulos en el diagnóstico general. La primera versión de noviembre 2014 fue distribuida a todos los grupos de trabajo y a los funcionarios responsables en la CONAGUA, el OCAVM y el OCB, que realizaron aportaciones correctivas y sugerencias de nuevos contenidos. El equipo editorial fue encabezado por María Isabel López Santibáñez y contó con el apoyo de Arturo Villanueva.

# Introducción

**E**n el México del siglo XXI el Sistema Cutzamala es a la vez una infraestructura esencial para la vida de millones de personas en dos grandes metrópolis urbanas, y un espacio social y físico en el que se desenvuelve la existencia de cientos de miles de habitantes en ciudades medias y en más de mil pequeñas localidades rurales.

El agua que se genera en las subcuencas ubicadas en los estados de México y de Michoacán, suficiente en la actualidad para sostener tanto el desarrollo de la población de esas subcuencas como los servicios proporcionados al Valle de México y la zona de Toluca, requiere un uso más eficiente, tanto como los recursos naturales en el territorio demandan una mejor protección y acciones de conservación.

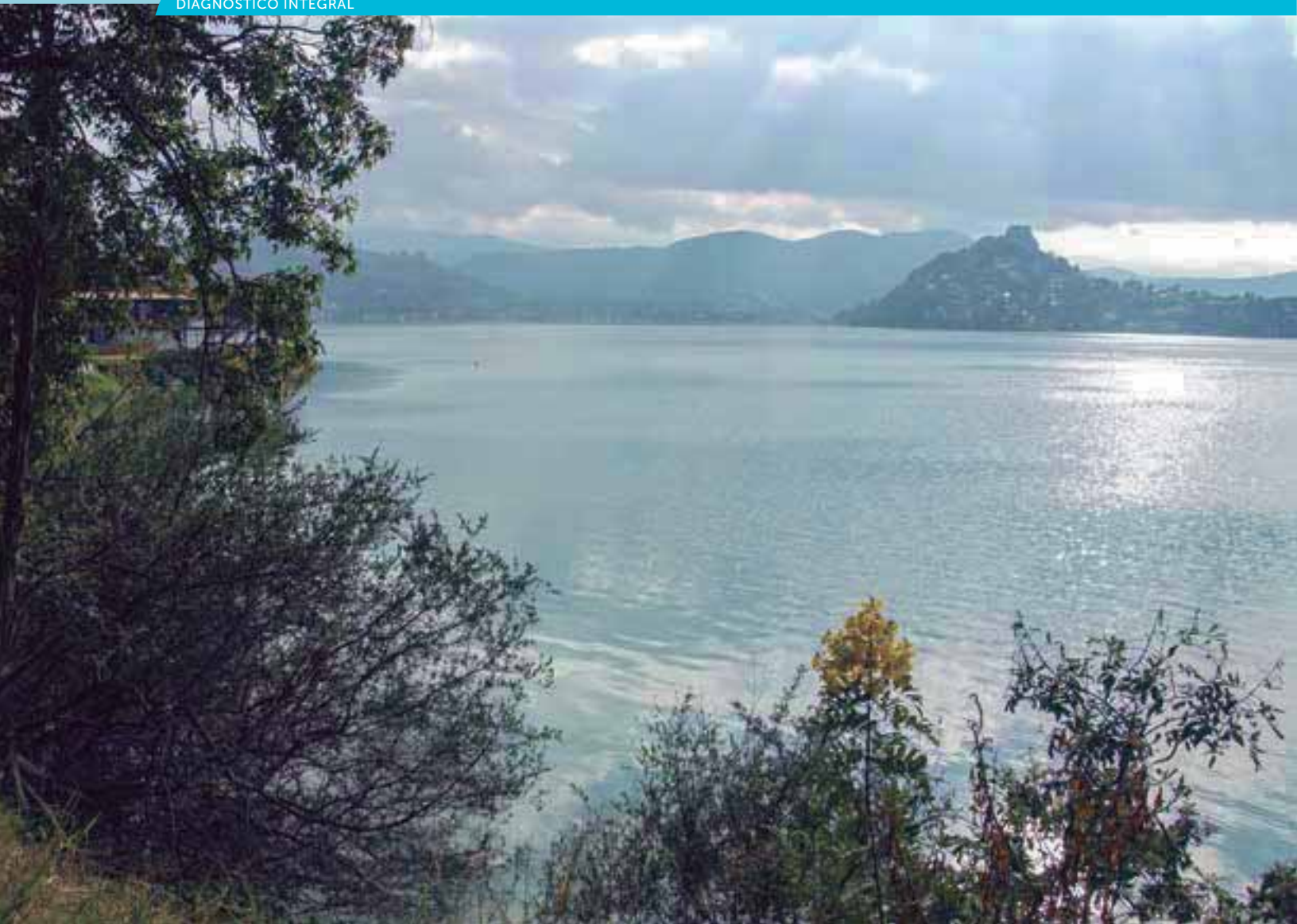
Hoy la sustentabilidad está en riesgo y es una preocupación común que se expresa de manera disímula, con desigualdades en la información disponible para los actores interesados y con conocimientos y creencias a menudo contrastantes.

Hoy los conflictos son crecientes, se originan en expectativas legítimas y tienden a agudizarse a causa de la ineficiencia institucional y sus carencias de coordinación, así como por la ausencia de espacios de negociación y colaboración.

Hoy es, entonces, indispensable actualizar y reconstruir la visión que la sociedad y las instituciones tienen sobre el Sistema Cutzamala, sobre el territorio y la población de las subcuencas, aceptando que son indisolubles tanto para el análisis como para la acción. Tal es el punto de partida de este diagnóstico.

Como complejo hídrico de producción, almacenamiento, conducción, potabilización y distribución de agua dulce, el Sistema proporciona un servicio indispensable para la población y las actividades económicas en el Distrito Federal y en el Estado de México. Aprovecha las aguas de la cuenca alta del río Cutzamala, que provienen de las presas que antes formaban parte del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, así como de la presa Chilesdo, construida para aprovechar las aguas del río Malacatepec. Esta obra del Gobierno Federal, desarrollada en diversas etapas, ha estado en funcionamiento con dos objetivos diferentes y sucesivos durante cerca de 80 años.

En la actualidad, el Sistema proporciona el 24% del agua potable que se suministra a la red de distribución en las zonas metropolitanas del Valle de México (ZMVM) y de Toluca (ZMT), que generan alrededor del 38% del PIB nacional, y provee de presión a buena parte del sistema de distribución en la Ciudad de México. Por bombeo, el agua es elevada desde una altura de 1,600 msnm en su punto más bajo hasta 2,702 msnm en el más alto. Atiende además algunas necesidades urbanas y agrícolas en las subcuencas de aportación localizadas en los estados de México y de Michoacán de Ocampo.



Una obra que en su momento figuró —y aún hoy destaca— entre las proezas de la ingeniería hidráulica mundial, el Sistema Cutzamala es un reflejo de la política del manejo del agua como respuesta a las necesidades de dos vastas zonas metropolitanas cuya población y actividades no cesan de crecer. Configura una cuenca que vierte aguas arriba y que al mismo tiempo la conduce desde grandes distancias para entregarla, tratada, a dos sistemas usuarios principales. El Sistema Cutzamala es resultado de una decisión política que atiende al interés general.

Con tal carácter, el Sistema ha tenido y tiene un papel central para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas en las áreas donde presta sus servicios. Tal contribución será más significativa en el futuro. Considerando las acciones orientadas a alcanzar un uso más eficiente del agua y un mejor manejo de la demanda en ambas zonas metropolitanas, la aportación del Sistema es crucial. Hasta la fecha no se han iniciado las acciones que permitirían, en el largo plazo, obtener agua de otras fuentes.

Han transcurrido más de tres décadas desde la inauguración, en 1982, del Sistema con propósitos de abastecimiento de agua. Desde entonces, el mundo y el país, la ciencia y la tecnología, las exigencias de justicia y democracia, las formas de definición y realización de las políticas públicas, y el papel del agua en el desarrollo humano han experimentado transformaciones fundamentales y han generado nuevos y difíciles desafíos. A ello se agregan las complejas consecuencias del cambio climático.

El Sistema Cutzamala y las subcuencas que nutren los caudales conducidos y proporcionan el hábitat para su población han cambiado también de manera significativa. Nuevos factores afectan la confiabilidad del Sistema; prevalecen expectativas y necesidades crecientes en la sociedad local; en

algunas subcuencas los conflictos entre usos y entre usuarios del agua tienden a aumentar. Aunque heterogéneos en cada subcuenca, los fenómenos de degradación del medio natural están en curso y la presión humana contribuye a acelerarlos.

La población de las subcuencas ha pasado de 300,000 habitantes a más de 730,000, buena parte de la cual está en condiciones de marginación y pobreza que se acentúan por la carencia de servicios apropiados de agua. Los habitantes en las subcuencas tienen legítimas aspiraciones de mejoría de sus condiciones de vida, de trabajo, de seguridad, y exigen agua para las necesidades domésticas y para las actividades económicas.

El uso del suelo en esos territorios también se ha transformado. Nuevos desarrollos turísticos, la acuicultura y la floricultura, entre otros, así como la expansión de los centros urbanos medios reflejan una actividad económica creciente y una mayor vinculación con la economía regional y nacional.

La actividad agrícola con orientación comercial en superficies regadas —principalmente en las subcuencas ubicadas en Michoacán— ha aumentado en 45% desde 1980 y en 533% en áreas de riego fuera de las subcuencas pero que usan agua producida en ellas. La ausencia de control y de organización en las extracciones del Canal El Bosque-Colorines implica un grave riesgo para los volúmenes suministrados. El deterioro de la infraestructura en el Distrito 045 Tuxpan genera el derroche de un líquido que tiene un alto y creciente valor.

La tala de bosques y el uso del suelo en contra de su mejor vocación, con prácticas inadecuadas de labor y de riego, profundizan el deterioro de la cubierta vegetal y los procesos erosivos en algunas áreas significativas. La carencia de servicios de saneamiento, generalizada en las pequeñas poblaciones, y la ausencia de sistemas eficaces de tratamiento de aguas residuales producen cantidades crecientes de residuos sólidos y afectan la salud de la población local. La erosión y la contaminación alteran de forma creciente tanto la cantidad como la calidad del agua captada, generan nuevas y mayores exigencias para la potabilización, y aumentan los riesgos para el cumplimiento de los servicios proporcionados por el Sistema.

Los cambios ocurridos y los previsible, las realidades incómodas y las tendencias que se registran en este diagnóstico en todos los aspectos analizados suponen que las condiciones necesarias para lograr un servicio sustentable del Sistema Cutzamala en el mediano plazo no están completamente satisfechas.

El análisis revela, como se verá en las páginas que siguen, que existe una estrecha relación entre todas las dimensiones: ambientales, sociales, económicas, financieras, tecnológicas, institucionales y políticas. Se trata de una interrelación compleja, cuya comprensión requiere mejorar la información y hacerla accesible a todos los actores, aprovechar al máximo los conocimientos disponibles y desarrollar con urgencia otros nuevos.

En particular, las acciones que puedan emprenderse o reforzarse para atender la situación actual demandan una mayor eficacia y una mejor coordinación institucional en el sector del agua y, además, entre localidades, municipios, entidades de los gobiernos estatales y del Gobierno Federal en torno a las políticas públicas. Más aún, suponen una concertación creadora con la población local en las subcuencas, que tome en cuenta sus necesidades y sus expectativas, sus conocimientos.

El papel del Consejo de Cuenca y sus diversas instancias resultará esencial en ese contexto. El convenio recientemente firmado (Huixquilucan, 12 de septiembre de 2014) entre los gobiernos del estado de México y del Distrito Federal y la Comisión Nacional del Agua para la colaboración y el acceso a la información proporciona una nueva y positiva señal en ese sentido, y promete un mejor marco para el indispensable fortalecimiento institucional en el territorio del Sistema Cutzamala.

El diagnóstico en curso, cuyos principales resultados se presentan conforme al Plan del Informe detallado a continuación, debería leerse como una recopilación de información y conocimientos orientada a constituir acuerdos sucesivos sobre la situación actual, sus causas principales y sus consecuencias siempre interrelacionadas, como una invitación a la reflexión compartida y a la generación también compartida de los mejores caminos de solución.



# Plan del Informe

El esquema de presentación adoptado en este Informe procura facilitar el desarrollo de una visión en la que las obras físicas y los servicios de producción y trasvase de agua potable, así como su disponibilidad para sostener vidas humanas y actividades económicas en las subcuencas de aportación son, como se ha anticipado en la Introducción, indisociables. En el primer apartado se ofrece una síntesis de los antecedentes históricos del Sistema Cutzamala; asimismo, como complemento para la mejor comprensión del contexto en el que se realiza el diagnóstico, se presentan los resultados del análisis realizado sobre el balance hídrico en el Valle de México.

El segundo apartado, *Medio Biofísico*, describe la evolución del medio natural en el que fue construido y opera el Sistema Cutzamala. Ofrece información específica sobre las subcuencas que lo integran.

El siguiente apartado, *Infraestructura*, proporciona una visión de conjunto del Sistema Cutzamala y del estado en el que se encuentra la obra física y sus instalaciones. Se ha prestado atención particular tanto a los resultados de un mantenimiento eficaz, no obstante las limitaciones de recursos, como a los puntos de fragilidad y riesgo que demandan correcciones inmediatas y modernización en el mediano y largo plazo.

En el apartado de *Calidad del Agua en las Subcuencas* se describe cómo, en las últimas dos décadas, el agua de las presas del Sistema Cutzamala ha sufrido un deterioro significativo en su calidad, e identifica las principales causas de esa degradación y sus consecuencias. Un énfasis especial se ha prestado a los fenómenos de sedimentación y limnológicos presentes en las presas y en otras instalaciones, distinguiendo entre las problemáticas en las subcuencas, en los almacenamientos y en la instalación de potabilización, todas ellas interrelacionadas.

El apartado de *Balances Hídricos* contiene información útil para evaluar los componentes del ciclo hidrológico y los usos del agua en su conjunto. Incluye la determinación de la disponibilidad como base para el planteamiento de acciones y estrategias específicas en cuanto a volúmenes de usos del agua, su gestión y administración.

Dedicado al *Panorama Socioeconómico y de Comunicación*, el siguiente apartado muestra cómo el crecimiento de la población, las transformaciones ocurridas en el marco de una nueva ruralidad urbanizada con índices altos de marginación y pobreza, el avance significativo de la agricultura de riego en ciertas subcuencas, así como las carencias del desarrollo de los centros urbanos, plantean presiones en general negativas sobre los recursos naturales, en particular sobre el agua. Se analizan también las formas y contenidos de la conflictividad social.

La administración del agua en las subcuencas del Sistema Cutzamala se realiza en el marco del decreto que establece la veda para las aguas del río Balsas y todas sus subcuencas. El apartado de *Usos del*

*Agua en las Subcuencas* analiza las extracciones totales y su destino en relación con los diferentes usos, la situación de los organismos operadores y las transferencias realizadas a las ZMVM y ZMT, así como la conflictividad específica. Los problemas identificados en este apartado tienen todos relación con el estado de los recursos suelo, agua, bosques, medio ambiente y energía, y han contribuido a la degradación de esos recursos.

El apartado de *Aspectos Hidroagrícolas* muestra cómo la agricultura de riego ha tendido a ampliarse hasta alcanzar 26,509 hectáreas dentro de las subcuencas y 8,046 hectáreas fuera de ellas. El análisis utilizó la información existente del Distrito de Riego 045, y en particular de su módulo 7, así como de algunas Unidades de Riego relativamente próximas al canal Tuxpan-El Bosque-Colorines, tanto por su importancia subregional como porque los problemas observados caracterizan también a otras áreas de riego en las subcuencas. El apartado señala que, impulsado por las fuerzas del mercado y las ventajas comparativas de las áreas en cuestión, pero también por la libre disponibilidad del agua, ese ímpetu requiere un esfuerzo de ordenamiento y de tecnificación.

A su vez, el apartado de *Aspectos Económicos y Financieros* presenta los balances financiero y económico del Sistema Cutzamala. El balance financiero expone los costos e ingresos del Sistema, tal como los registran y asumen el OCAVM y la CONAGUA. El balance económico proporciona una aproximación de los costos reales del Sistema. Ambos análisis muestran la situación actual y se proyectan considerando escenarios diferentes en materia de eficiencia.

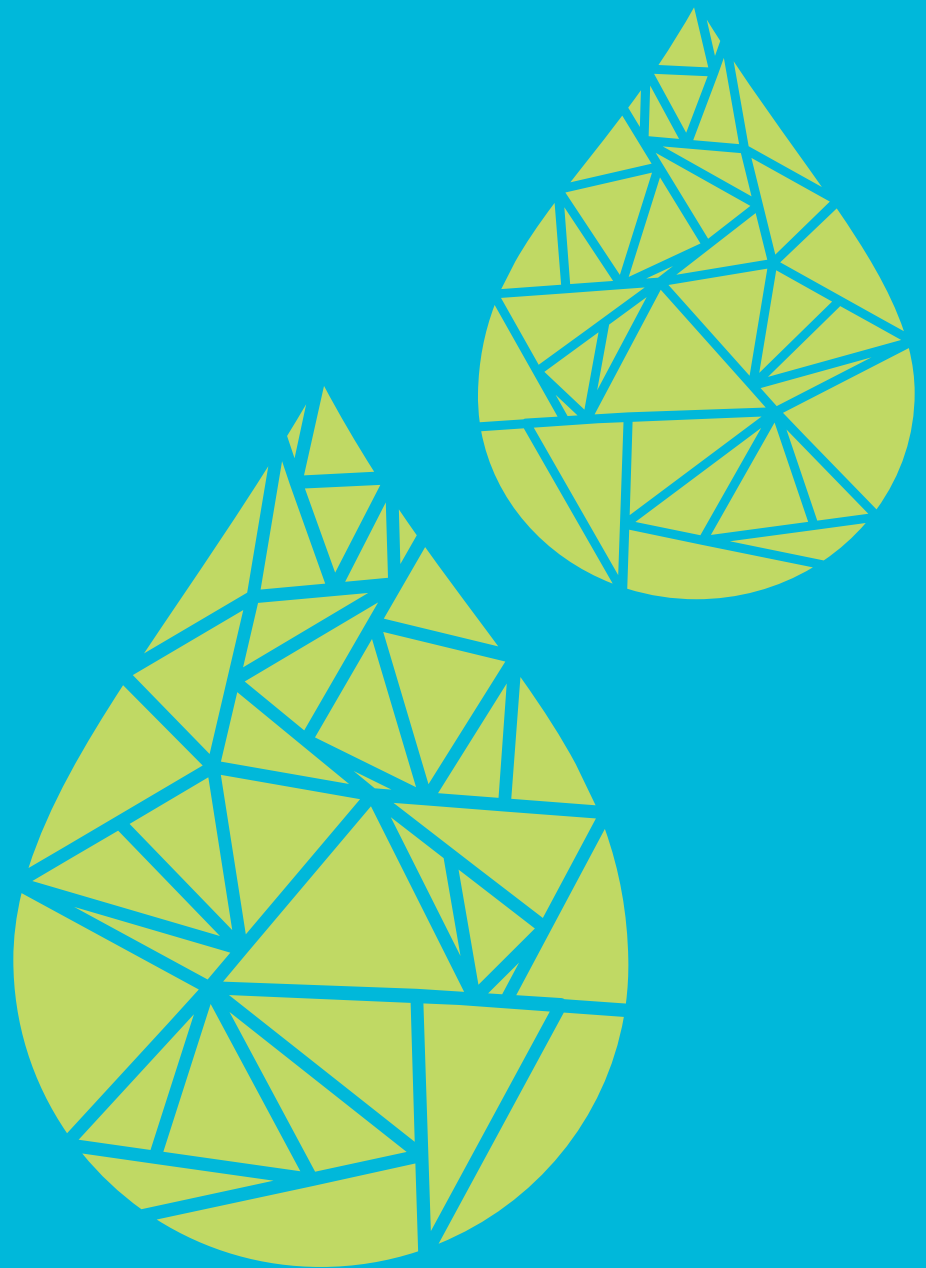
Los *Aspectos Institucionales y de Planeación* se abordan en el siguiente apartado. Se analizan los marcos que estructuran la acción pública en las subcuencas de aportación del Sistema Cutzamala; se distinguen los aspectos directamente relacionados con el mandato de la CONAGUA, la multiplicidad de agentes institucionales, y los planes y programas que inciden en el territorio. Se presentan también los déficits de coordinación observados.

Un penúltimo apartado se dedica a los *Aspectos Legales*. Se ofrece en primer término una síntesis de los antecedentes legales relativos a las condiciones en que se realizan los diferentes actos vinculados con el Sistema Cutzamala. Enseguida, se exponen los resultados del análisis de la situación legal, tomando en cuenta los ejes propuestos en el enfoque metodológico adoptado para el diagnóstico.

El apartado de *Realidades en las Subcuencas* integra la información disponible en el nivel de las subcuencas con el propósito de caracterizarlas en su diversidad y en sus problemáticas específicas —que resultan, como se observará, en fuertes contrastes—, así como en su potencialidad de ofrecer sustento a una mejoría de las condiciones de vida y trabajo de la población en ellas localizada.

Cada uno de los apartados expone las conclusiones a las que llegó el grupo de trabajo responsable de la preparación del estudio temático correspondiente, luego de varias reuniones generales de participación y reflexión, de numerosas sesiones de discusión grupales e intergrupales, así como de intercambios preliminares con funcionarios y representantes de usuarios en las subcuencas. Todo ello ha permitido formular el cuadro de *Conclusiones y Desafíos* que emerge en la etapa actual del diagnóstico y que procura establecer las bases para la segunda etapa del trabajo consistente en la formulación del plan integral de gestión del Sistema Cutzamala hacia la sustentabilidad y el correspondiente programa de inversiones e intervenciones.







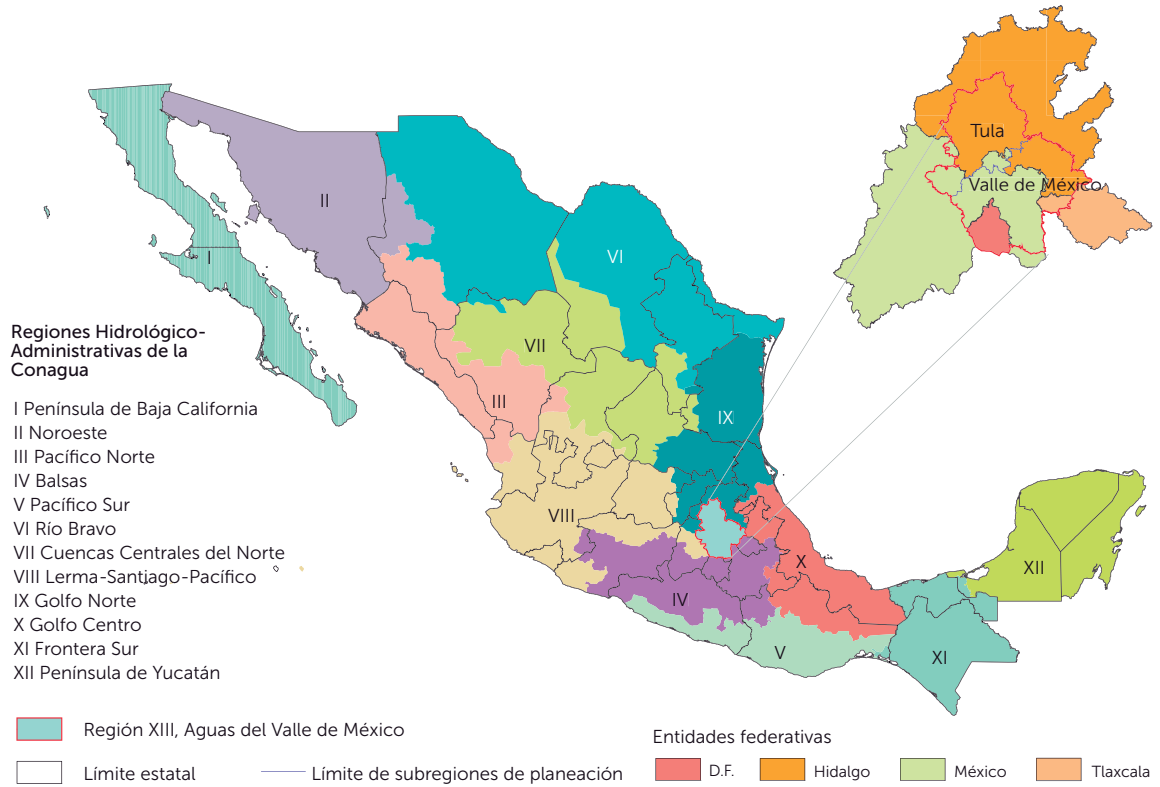
# El sistema Cutzamala y el abastecimiento de agua a los Valles de México y Toluca

*El Valle de México tiene un complejo sistema de abastecimiento y desalojo del agua que conlleva importantes desafíos para su gestión. En este apartado se describen los principales componentes del Sistema Cutzamala, así como diversos aspectos de su historia, su gestión y su funcionamiento.*

## 1. Balance hídrico en el Valle de México

1. **Un complejo sistema de abastecimiento y desalojo.** El Valle de México tiene un sistema muy complejo de abastecimiento y desalojo del agua (la Figura 1.1 muestra esquemáticamente esta complejidad). Con fines de planeación, la región hidrológico-administrativa XIII, Aguas del Valle de México, se divide en la subregión Valle de México y la subregión Tula (Figura 1.1 y Figura 1.2). La subregión Valle de México comprende 16 delegaciones y 69 municipios, y su población es de aproximadamente 21.5 millones de habitantes. Por otro lado, la zona metropolitana del valle de Toluca tiene una población de cerca de 1.9 millones de habitantes.
2. **Fuentes de abastecimiento.** Las fuentes de abastecimiento en la región son fundamentalmente tres:
  - *el acuífero del Alto Lerma*, ubicado en la región hidrológico-administrativa VIII, Lerma-Santiago-Pacífico;
  - *el Sistema Cutzamala*, ubicado la zona del medio Balsas, correspondiente a la región hidrológico-administrativa IV, y
  - *los acuíferos del Valle de México* (Cuautitlán-Pachuca, Texcoco, Chalco-Amecameca y zona metropolitana de la Ciudad de México).
3. **Balance de agua.** La Figura 1.3 muestra esquemáticamente el balance hídrico del Valle de México. Como se puede observar, las primeras dos fuentes de abastecimiento son externas al Valle de México y contribuyen con 20 m<sup>3</sup>/s, equivalentes a aproximadamente un 32 % del abastecimiento *total* al Valle de México (63 m<sup>3</sup>/s). Los acuíferos del Valle de México aportan el resto, es decir, 43 m<sup>3</sup>/s. Más adelante, en el apartado de *Balances Hídricos*, se presenta un análisis detallado de los distintos componentes

■ **Figura 1.1.** Ubicación de la región XIII, Aguas del Valle de México



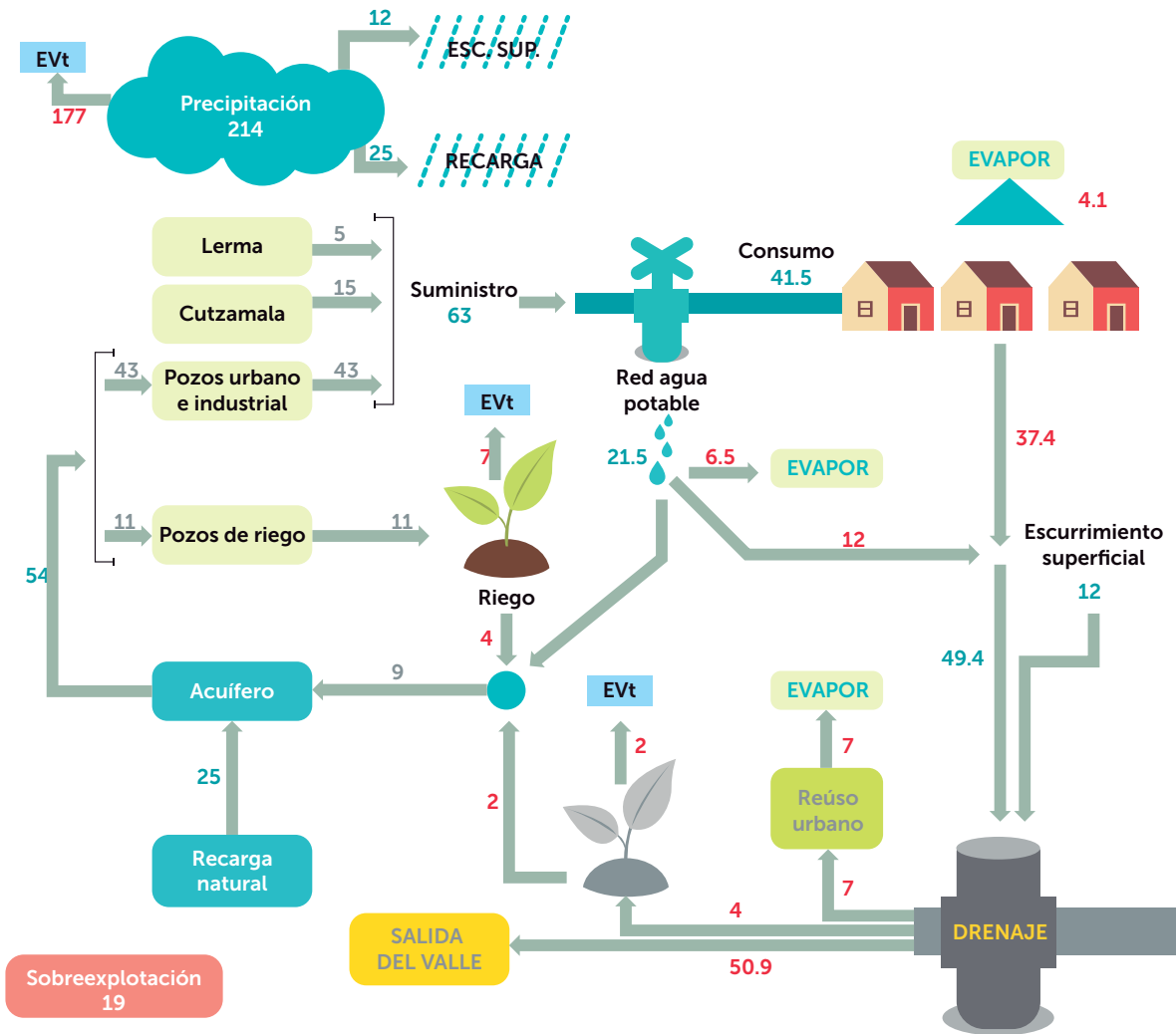
■ **Figura 1.2.** Subcuencas en la región XIII, Aguas del Valle de México



del ciclo hidrológico y de los usos del agua en el Sistema.

4. **Precipitación.** De los 214 m<sup>3</sup>/s de precipitación media anual, 177 m<sup>3</sup>/s regresan a la atmósfera por evapotranspiración, 12 m<sup>3</sup>/s escurren superficialmente e ingresan al sistema de drenaje, y 25 m<sup>3</sup>/s recargan al acuífero.
5. **Agua potable.** Hay tres fuentes principales de abastecimiento de agua potable:
  - los pozos del Sistema Lerma (5 m<sup>3</sup>/s),
  - el agua proveniente del Sistema Cutzamala (15 m<sup>3</sup>/s), y
  - los pozos dentro del área metropolitana (43 m<sup>3</sup>/s), que extraen el agua de los tres acuíferos mencionados (incluido el sistema de pozos denominado Plan de Acción Inmediata, PAI, que abastece 7.5 m<sup>3</sup>/s), además de otros sistemas, entre los que se encuentran Barrientos, Chiconautla, la Caldera y manantiales dentro de la zona metropolitana (SACMEX, 2012).
6. **Fugas.** Las fugas de agua en la región son muy significativas. De los 63 m<sup>3</sup>/s que abastecen al Valle de México, cerca del 34% se pierde en las

■ **Figura 1.3.** Balance hídrico en la cuenca del Valle de México (promedio anual, m<sup>3</sup>/s)



(Fuente: Antonio Capella, comunicación personal)

redes de distribución de agua potable, y el 56% del volumen de las fugas ingresa directamente a la red de drenaje sin uso previo. El drenaje transporta, entonces, tanto aguas negras como las provenientes de las fugas. Cabe notar que los 21.5 m<sup>3</sup>/s que se fugan de las redes de agua potable equivalen a un gasto 43% mayor a las aportaciones del Sistema Cutzamala.

- Consumo.** La población urbana del Valle de México consume 41.5 m<sup>3</sup>/s, de los cuales 37.4 m<sup>3</sup>/s se devuelven al sistema de drenaje. El volumen de drenaje combinado residual/pluvial se usa básicamente para el riego, tanto en el Valle de México como en el vecino estado de Hidalgo.
- Sobreexplotación de los acuíferos.** Los acuíferos cumplen un papel primordial en el abastecimiento de agua al Valle de México. Además

de aportar el 68% del suministro total para agua potable, contribuyen con 11 m<sup>3</sup>/s para los distritos de riego en el Valle de México; esta cantidad equivale, en magnitud, al aporte del Sistema Cutzamala. Considerando que una proporción significativa de la irrigación en el Valle de México se destina a cultivos forrajeros —principalmente alfalfa—, ese volumen podría sustituirse por aguas residuales tratadas que pueden emplearse para riego; no obstante, esta sustitución no se ha logrado. Actualmente los acuíferos Cuautitlán-Pachuca, Texcoco, Chalco-Amecameca y de la zona metropolitana de la Ciudad de México están sobreexplotados. La recarga natural asciende a aproximadamente 25 m<sup>3</sup>/s y la sobreexplotación es del orden de 19 m<sup>3</sup>/s.

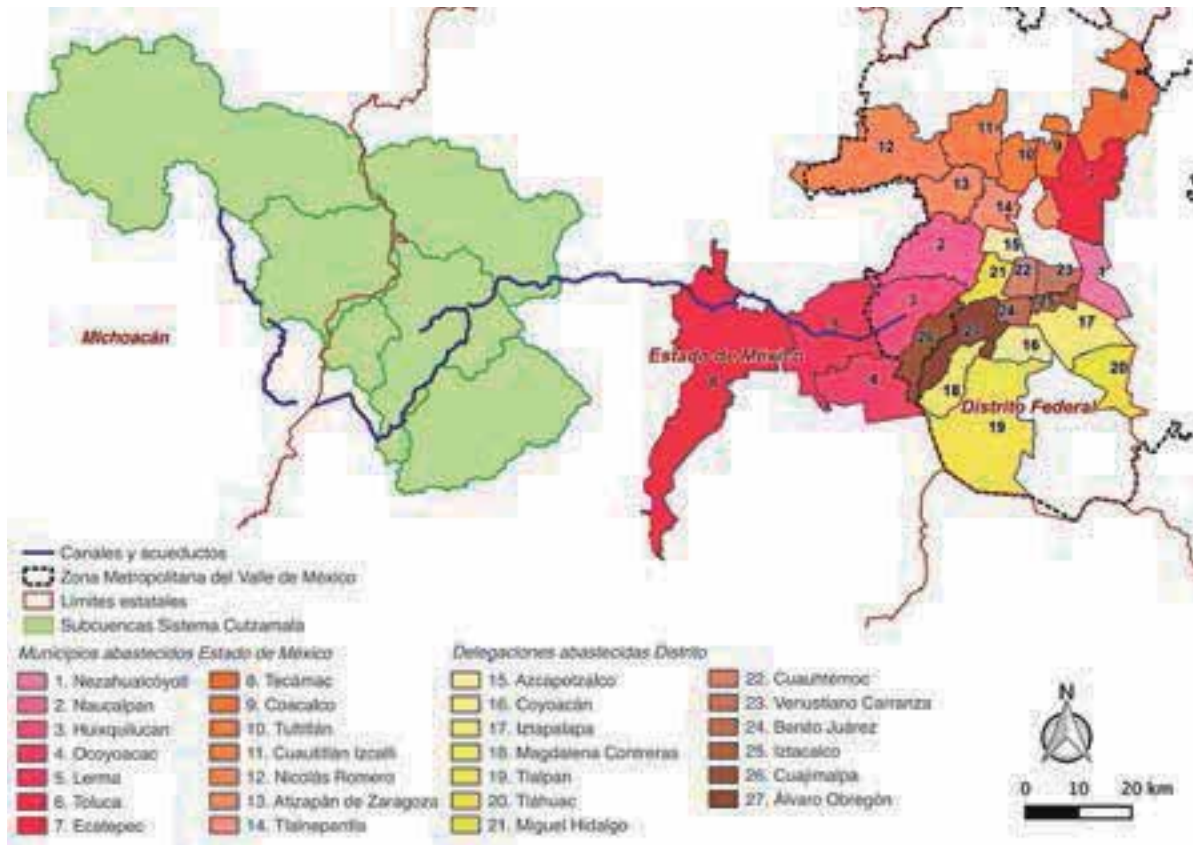
- Salidas del Valle de México.** El sistema de drenaje conduce 50.9 m<sup>3</sup>/s hacia afuera del Valle

de México, a la cuenca del río Pánuco en el estado de Hidalgo. Esta cifra es muy significativa, pues representa el 81% del suministro total.

## 2. Los orígenes del sistema

10. **Una cuenca artificial.** El Valle de México es una de las regiones del planeta que ha sufrido las más profundas transformaciones ambientales. Una de las razones de este cambio se inició en 1607, con la apertura artificial de su condición de cuenca endorreica (es decir, que no tiene salida fluvial) para proteger a la Ciudad de México de las inundaciones. De esta manera, un ecosistema lacustre se transformó a lo largo de cuatro siglos —gracias a la sucesiva construcción de infraestructuras de drenaje y evacuación de aguas pluviales y residuales— en un valle que alberga a la ciudad más poblada del país y una de las más grandes del mundo.
11. **Antecedentes de la gestión del agua.** A principios de la década de 1940, como resultado del proceso de desecación de los lagos del Valle de México y por los impactos de la extracción de sus aguas subterráneas (relacionados, en particular, con los hundimientos), las autoridades reconocieron la magnitud y la complejidad de los problemas de la gestión de los recursos hídricos en el Valle de México. Se planteó entonces la posibilidad de efectuar un trasvase desde otra cuenca hidrológica. En este contexto, el Departamento del Distrito Federal (ahora Gobierno del Distrito Federal), en plena etapa de industrialización y modernización del país, construyó el Sistema Lerma, un proyecto de abastecimiento de agua que, aunque era distante para una capital con casi tres millones de habitantes, ofrecía una alternativa para los problemas de desabasto en el Valle.
12. **El Sistema Lerma.** Inaugurado en 1951, el Sistema Lerma aportó en su inicio un caudal de 4 m<sup>3</sup>/s, que ingresó al Valle de México por un primer túnel (Atarasquillo-Dos Ríos); éste permitía conducir las aguas subterráneas del Alto Lerma (vertiente del Pacífico) al Valle de México, desde donde, después de ser usadas, eran y siguen siendo expulsadas por los túneles de desagüe hacia la vertiente del Golfo.
13. **Aumento de la población urbana.** La migración del campo hacia la ciudad y los procesos de conurbación de los municipios del Estado de México dieron lugar a un acelerado crecimiento demográfico que en dos décadas multiplicó la demanda de agua; esto generó una fuerte presión, no sólo sobre las fuentes subterráneas locales, sino también sobre el Sistema Lerma, cuya extracción llegó hasta los 14 m<sup>3</sup>/s en 1974. Posteriormente, a partir de 1978, los volúmenes extraídos disminuyeron paulatinamente, lo que se acentuó después de 1982, cuando comenzó a funcionar el Sistema Cutzamala. Finalmente, el gasto se estabilizó en la década de 1990 en alrededor de 5 m<sup>3</sup>/s.
14. **El Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán.** Ubicado al sur del Estado de México, a partir de la 1930 se desarrolló el Sistema Hidrológico Miguel Alemán (antes llamado Ixtapantongo) para satisfacer los requerimientos de energía eléctrica de la población y de la industria de la Ciudad de México y Toluca. Integrado por seis plantas escalonadas, el sistema tenía una capacidad instalada total de 370,675 kW y aprovechaba las corrientes de los ríos Malacatepec, Valle de Bravo, Ixtapan del Oro, Tuxpan y Zitácuaro. Un conjunto de presas permitía estos aprovechamientos; entre ellas se encontraban Villa Victoria, Valle de Bravo, Tilostoc, Tuxpan, El Bosque, Colorines, Ixtapantongo y Los Pinzanes. En su momento, la construcción de estas presas modificó el entorno natural de las corrientes, así como las actividades económicas de los habitantes de la región.
15. En la década de 1960 la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México realizó una serie de estudios para encontrar un segundo sistema que permitiera captar un caudal adicional. Se trataba de aligerar la presión sobre el acuífero local y sobre los acuíferos del Alto Lerma que ya comenzaban a mostrar signos de sobreexplotación.
16. **Una nueva vocación.** La cartera de anteproyectos evaluados en términos de factibilidad técnica, económica y política incluía la captación de agua de Apan-Oriental, Necaxa, Amacuzac y Balsas, Tepeji y Tecolutla. Como resultado de la evaluación, se decidió que el entonces Sistema Miguel Alemán cambiaría su vocación hidroeléctrica hacia un sistema de abastecimiento de agua potable para el Valle de México.
17. **Desarrollo por etapas.** La puesta en marcha del Sistema Cutzamala se desarrolló en tres etapas:
  - En 1982 se inició la operación de la primera etapa, diseñada para captar y conducir un

■ **Figura 1.4. Municipios del Estado de México y delegaciones abastecidas por el Sistema Cutzamala**



(Fuente: Antonio Capella, comunicación personal)

gasto de 4 m<sup>3</sup>/s de la presa Villa Victoria; se incluyó la planta potabilizadora Los Berros.

- En 1985 se puso en marcha la *segunda etapa*, con un gasto de diseño de 6 m<sup>3</sup>/s, que aprovechaba las aguas almacenadas en la presa Valle de Bravo. En esta etapa se construyó, además, el túnel Analco-San José que conduciría el agua de la cuenca del Balsas hacia el Valle de México.
  - La *tercera etapa*, complemento de las anteriores, contó con un gasto de diseño adicional de 9 m<sup>3</sup>/s y comprendía los subsistemas Chilesdo y Colorines. La presa Chilesdo está en operación desde 1993.
18. **Disponibilidad.** Desde que se inauguró el Sistema Cutzamala, la población de la Ciudad de México y su zona conurbada ha crecido de 14 millones a más de 20 millones de habitantes, y su superficie ha aumentado 3.6 veces. Asimismo, el Sistema ha incrementado su caudal de 4 m<sup>3</sup>/s a 15 m<sup>3</sup>/s. Esto no ha sido suficiente para revertir la tendencia de disminución de la disponibilidad natural media anual per cápita en el Valle de México. En la actualidad, la

región presenta la menor disponibilidad en el país: en los últimos 10 años la disponibilidad ha pasado de 190 m<sup>3</sup>/hab/año a 160 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA, 2012).

### 3. El sistema Cutzamala

19. **Definiciones.** Para fines de este Informe se han adoptado las siguientes definiciones:
- *Cuenca del río Cutzamala.* La cuenca hidrológica del río Cutzamala (o cuenca del río Cutzamala) es, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (28 de agosto de 2013), “[la cuenca que] comprende desde el nacimiento del Río Zitácuaro hasta donde se localiza la estación hidrométrica El Gallo. La cuenca hidrológica Río Cutzamala drena una superficie de 10,619.14 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la región hidrológica número 12 Lerma-Santiago [que corresponde a la región hidrológico-administrativa VIII, Lerma-Santiago-Pacífico], al Sur por la cuenca hidrológica Río Medio Balsas, al Este por la

cuenca hidrológica Río Amacuzac y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Tacámbaro”.

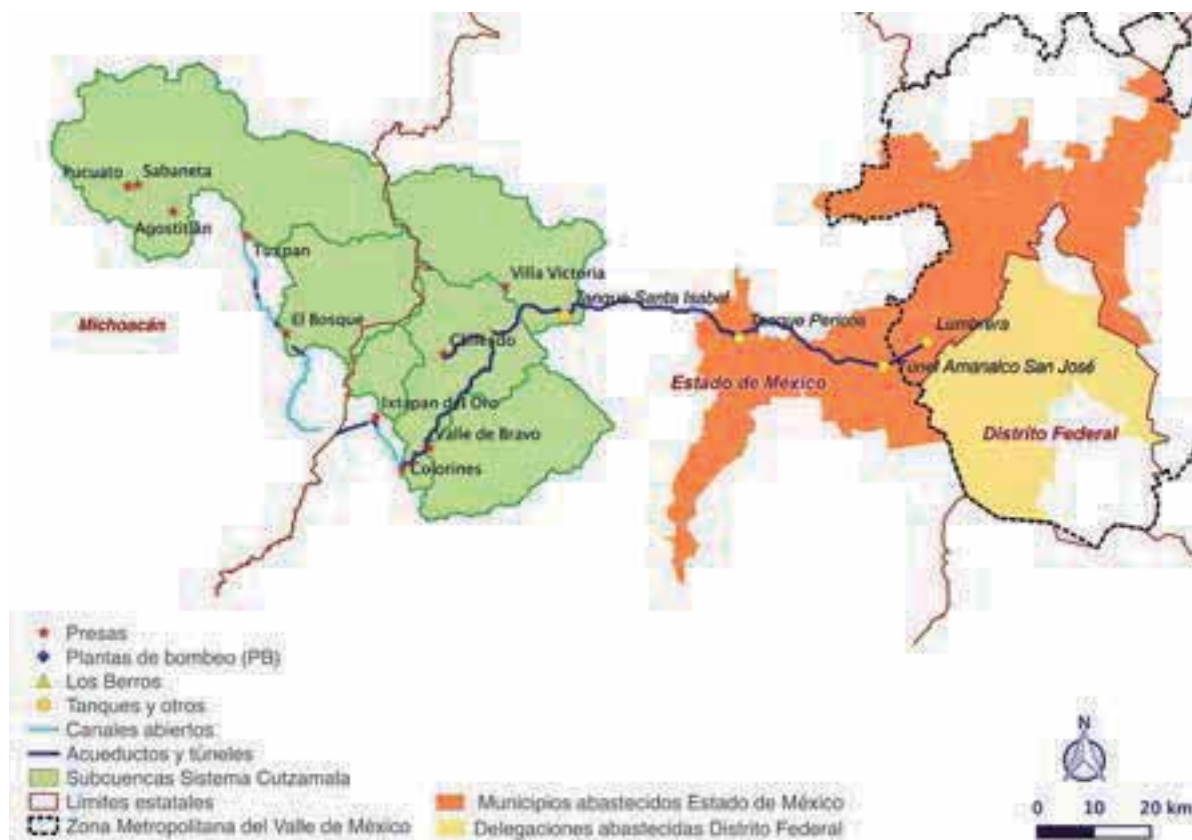
- **Sistema Cutzamala.** El Sistema Cutzamala es el conjunto de subcuencas, presas, canales, tramos de río, acueductos, plantas de bombeo, planta potabilizadora y tanques que, en conjunto, captan, tratan y conducen agua para abastecimiento de la ciudad de Toluca y la ZMVM. Está integrado por siete presas derivadoras y de almacenamiento, seis estaciones de bombeo y una planta potabilizadora (CONAGUA, 2013) (Figura 1.5).
- **Subcuencas del Sistema Cutzamala.** Se entienden como *subcuencas* las áreas geográficas de aportación a las presas Tuxpan, El Bosque, Chilesdo, Colorines, Valle de Bravo, Ixtapan del Oro y Villa Victoria (para fines de algunos análisis, las subcuencas de aportación a las presas Chilesdo y Colorines se considerarán en forma conjunta, pues los datos disponibles están agregados en muchos casos). Estas subcuencas formaban parte originalmente de la cuenca del río Cutzamala. Actualmente, sus escurrimientos ya no pasan por la salida de la cuenca, en la

estación hidrométrica El Gallo, sino que se envían a las ZMVM y ZMT. Una parte de los escurrimientos fluye hacia la cuenca baja del río Cutzamala, como se describe en el apartado de *Balances Hídricos*. En conjunto, las subcuencas del Sistema Cutzamala ocupan un área de 3,419 km<sup>2</sup>, estimada a partir de la Serie V del INEGI.

- **Cuenca baja del río Cutzamala.** Se refiere a la cuenca del río Cutzamala, con excepción de las subcuencas del Sistema Cutzamala.

**20. Características del Sistema.** El Sistema Cutzamala es un complejo hídrico de producción, almacenamiento, conducción, potabilización y distribución de agua dulce para la población y la industria del Distrito Federal y del Estado de México. El Sistema aprovecha las aguas de la parte alta de la cuenca del río del mismo nombre, que provienen de las presas que antes formaban parte del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, así como de la presa Chilesdo, construida para aprovechar las aguas del río Malacatepec. Ubicado en los estados de México y Michoacán, así como en el Distrito Federal, el Sistema bombea agua desde una altura

■ **Figura 1.5. Infraestructura del Sistema Cutzamala entre las subcuencas y las dos zonas metropolitanas**



(Fuente: elaboración propia)



■ **Figura 1.6.** El Sistema Cutzamala en la región IV, Balsas, y en las regiones circundantes



(Fuente: elaboración propia)

- de 1,600 msnm en su punto ínfimo y llega hasta 2,702 msnm en su punto más alto. Su consumo de energía eléctrica es de 2,200 millones de kWh al año. Esta obra del Gobierno Federal ha culminado las primeras tres etapas de construcción, y hasta el momento la cuarta fase está en proceso de planeación. En cada etapa, el Gobierno Federal se ha propuesto mejorar la capacidad del Sistema para abastecer agua a su zona de influencia. El Sistema atiende tanto necesidades urbanas como agrícolas locales.
21. **Ubicación.** La Figura 1.6 muestra la ubicación del Sistema Cutzamala en el ámbito de la región hidrológico-administrativa IV, Balsas, y de las regiones XIII, Aguas del Valle de México, y VIII, Lerma-Santiago-Pacífico. Asimismo, la Figura 1.7 sitúa la cuenca del río Cutzamala con respecto a la cuenca del río Balsas.
- Seis subcuencas integran el Sistema. La Figura 1.8 muestra un recorte geográfico de las seis subcuencas del Sistema Cutzamala y de la cuenca completa del río del mismo nombre. Antes de la construcción del Sistema, todas estas subcuencas vertían hacia la

cuenca baja del río Cutzamala, y sus aguas pasaban por el sitio donde hoy está la presa El Gallo, en el extremo sur.

22. **Área de las subcuencas.** La superficie total que abarca cada una de las subcuencas se muestra en la Tabla 1.1.
23. **Componentes del Sistema Cutzamala.** El Sistema Cutzamala se compone de la siguiente infraestructura principal:
- *siete presas*, dos ubicadas en el estado de Michoacán (Tuxpan y El Bosque) y cinco en el Estado de México (Colorines, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Villa Victoria y Chilesdo); de ellas, cuatro son derivadoras (Tuxpan, Ixtapan del Oro, Colorines y Chilesdo) y tres de almacenamiento (El Bosque, Valle de Bravo y Villa Victoria). Asimismo, dentro de la superficie del Sistema se encuentran otras tres presas (Pucuatón, Sabaneta y Agostitlán) que aportan agua al módulo 7 del Distrito de Riego 045; no obstante, el agua de estos embalses no se aprovecha directamente para el abastecimiento de las ZMVM y ZMT;

■ **Figura 1.7.** Ubicación de la cuenca del río Cutzamala en la cuenca del río Balsas



(Fuente: elaboración propia)

- *seis macroplantas de bombeo*, que en conjunto vencen un desnivel superior a 1,100 metros;
  - *conducciones* de diversos tipos, y
  - *una planta potabilizadora*.
24. En las figuras 1.5 y 1.9 se puede identificar la infraestructura básica del Sistema, tal como está dispuesta en la actualidad.
25. **Entregas del Sistema Cutzamala.** Originalmente se estimaba que el Sistema Cutzamala podía proveer 19 m<sup>3</sup>/s. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (22 de junio de 1982), la “Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos entregará [agua] en bloque al Gobierno del Distrito Federal y al del Estado de México”, de acuerdo con la Tabla 1.2 referente a las entregas del Sistema.
26. **Volúmenes suministrados.** Los volúmenes que suministra el Sistema Cutzamala aportan el 24% del agua potable que abastece al Valle de México. Estos volúmenes benefician a 13 delegaciones del Distrito Federal y a 14

■ **Tabla 1.1.** Superficie total por subcuenca (km<sup>2</sup>)

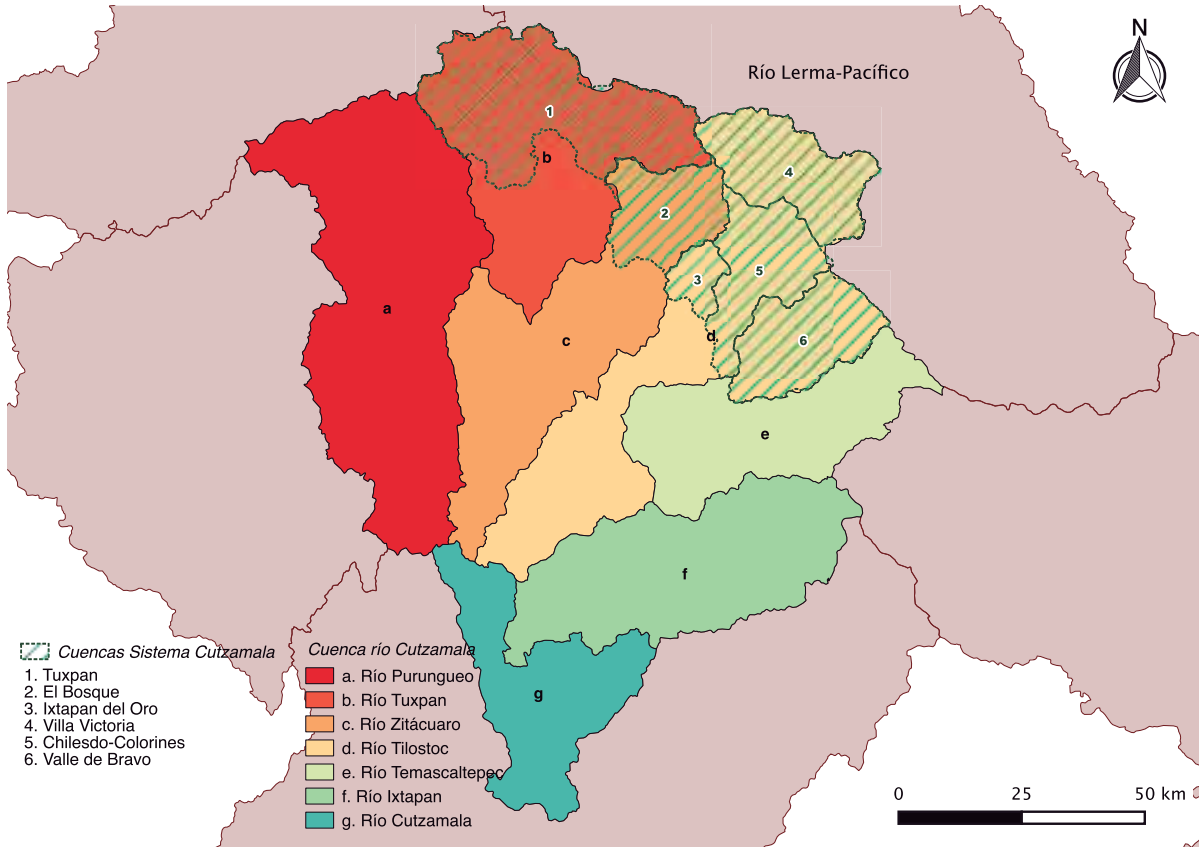
| Subcuenca          | Área         |
|--------------------|--------------|
| El Bosque          | 447          |
| Villa Victoria     | 598          |
| Valle de Bravo     | 531          |
| Tuxpan             | 1,204        |
| Ixtapan del Oro    | 132          |
| Chilesdo-Colorines | 505          |
| <b>Total</b>       | <b>3,419</b> |

(Fuente: elaboración propia con datos de la Serie V del INEGI)

municipios del Estado de México (Tabla 1.3). En promedio, el sistema Cutzamala entrega 446.65 hm<sup>3</sup> al año.

27. **La capacidad útil total del Sistema es de 790 hm<sup>3</sup>.** El agua del Sistema Cutzamala se deriva, en primer lugar, hacia la ciudad de Toluca, y el resto se envía a la ZMVM. El Sistema entrega entre 14 m<sup>3</sup>/s y 15 m<sup>3</sup>/s anuales de agua a las ZMVM y ZMT: en promedio, se entregan 154 hm<sup>3</sup> (4.9 m<sup>3</sup>/s) al Estado de México

■ **Figura 1.8. Subcuencas del Sistema Cutzamala**



(Fuente: elaboración propia)

■ **Figura 1.9. Infraestructura básica del Sistema Cutzamala**



(Fuente: elaboración propia)

■ **Tabla 1.2. Entregas del Sistema Cutzamala (l/s)**

|                  | Presa Villa Victoria | Presa Chilesdo | Presa Valle de Bravo | Presa Colorines | Total  |
|------------------|----------------------|----------------|----------------------|-----------------|--------|
| Estado de México | 2,000                | 571            | 3,629                | 4,658           | 10,858 |
| Distrito Federal | 2,000                | 429            | 2,471                | 3,242           | 8,142  |
|                  | 4,000                | 1,000          | 6,100                | 7,900           | 19,000 |

(Fuente: DOF, 22 de junio de 1982)

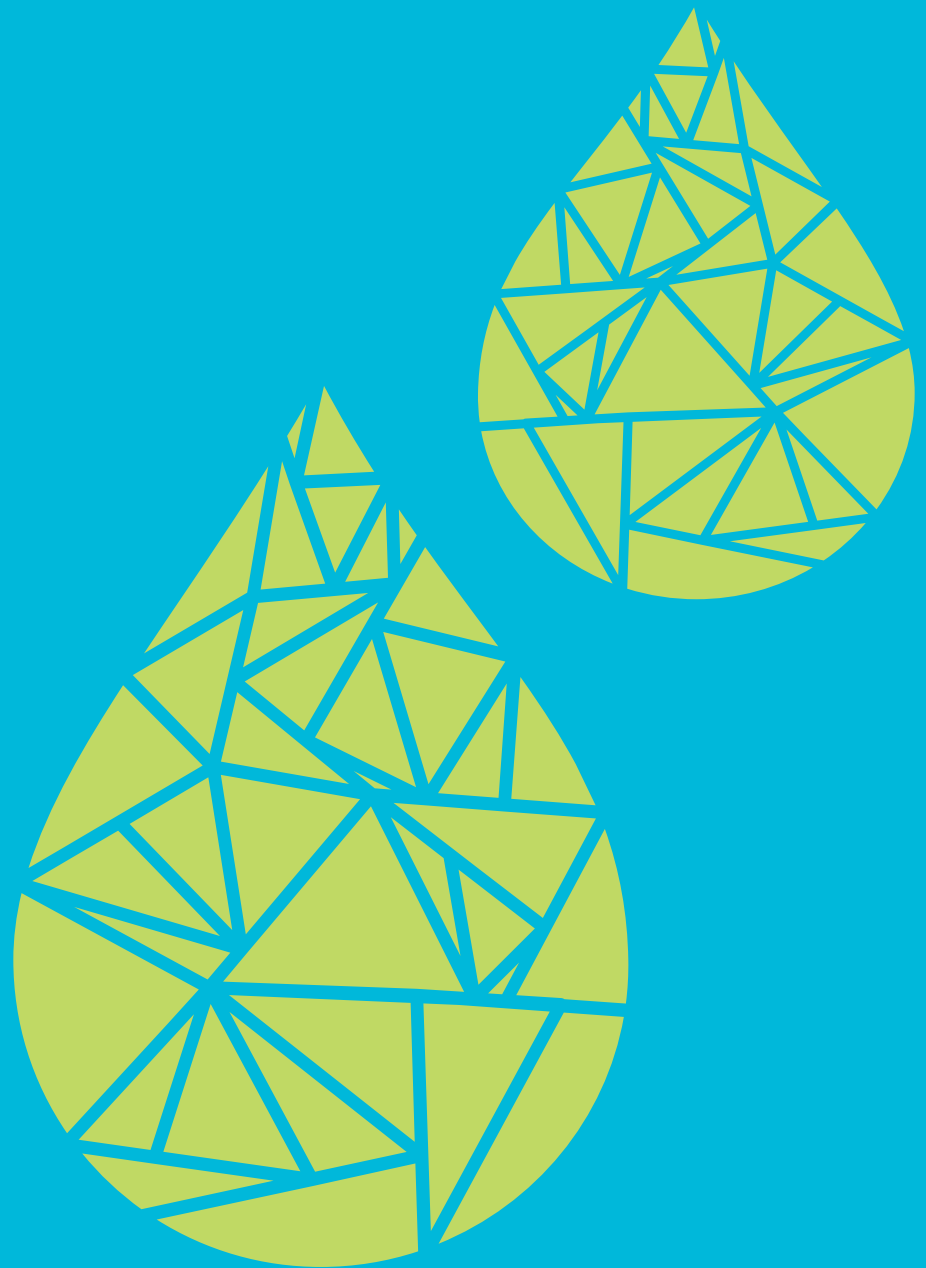
(de los cuales aproximadamente 0.8 m<sup>3</sup>/s corresponden a la ciudad de Toluca) y 292 hm<sup>3</sup> (9.3 m<sup>3</sup>/s) al Distrito Federal; asimismo, provee de presión a las redes de abastecimiento de la ZMVM.

28. **Mayores presiones sobre el Sistema.** Las tendencias de crecimiento de la población y el consecuente aumento de la demanda del agua producida en el Sistema generarán importantes presiones. Se ha estimado que para el año 2030 aumentará en 4.6 millones la población hacia el sur del Distrito Federal, en casi todo el Estado de México y en la parte contigua del estado de Hidalgo. Por otro lado, como se describirá con detalle en el apartado de *Aspectos Hidroagrícolas*, en los últimos 30 años el uso de riego ha crecido en forma considerable, particularmente en las áreas de riego que, aunque están ubicadas fuera del Sistema, se abastecen del agua producida en él.

■ **Tabla 1.3. Delegaciones y municipios que reciben agua procedente del Sistema Cutzamala**

| No. | Estado de México     | No. | Distrito Federal    |
|-----|----------------------|-----|---------------------|
| 1   | Nezahualcóyotl       | 15  | Azcapotzalco        |
| 2   | Naucalpan            | 16  | Coyoacán            |
| 3   | Huixquilucan         | 17  | Iztapalapa          |
| 4   | Ocoyoacac            | 18  | Magdalena Contreras |
| 5   | Lerma                | 19  | Tlalpan             |
| 6   | Toluca               | 20  | Tláhuac             |
| 7   | Ecatepec             | 21  | Miguel Hidalgo      |
| 8   | Tecámac              | 22  | Cuauhtémoc          |
| 9   | Coacalco             | 23  | Venustiano Carranza |
| 10  | Tultitlán            | 24  | Benito Juárez       |
| 11  | Cuautitlán Izcalli   | 25  | Iztacalco           |
| 12  | Nicolás Romero       | 26  | Cuajimalpa          |
| 13  | Atizapán de Zaragoza | 27  | Álvaro Obregón      |
| 14  | Tlalnepantla         |     |                     |

(Fuente: Conagua, 2013)





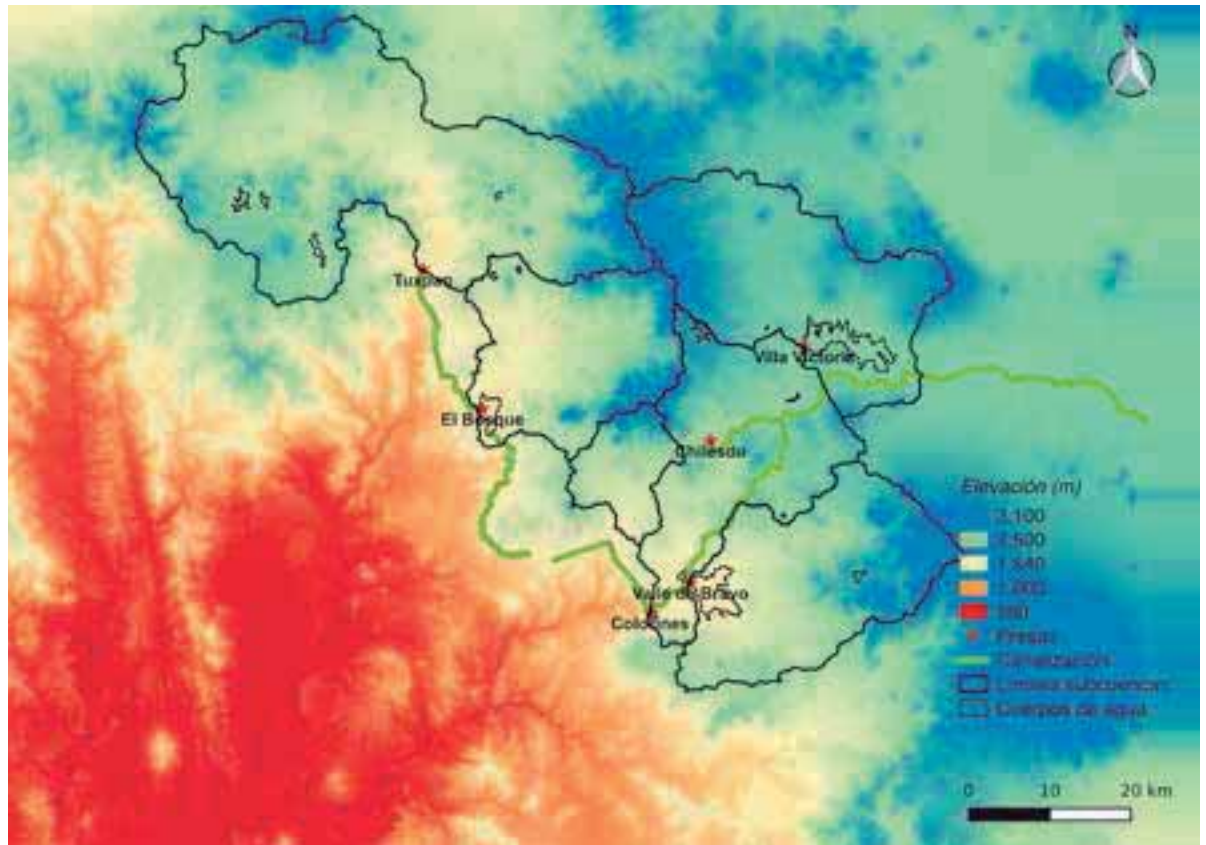
# Medio biofísico

*El deterioro de los recursos suelo, agua y bosque en el Sistema Cutzamala puede estar induciendo cambios no favorables en la fauna y la flora características. Asimismo influye negativamente sobre la calidad del agua aportada por las subcuencas para uso público, y de manera notable, en el agua trasvasada por el Sistema Cutzamala, lo que a su vez daña las instalaciones y afecta la vida útil de la infraestructura. Este apartado describe el medio natural en el que se construyó y opera el Sistema Cutzamala, así como el estado actual de los recursos. Asimismo, se analizan los posibles efectos del cambio climático en la disponibilidad del agua.*

## 1. Geología

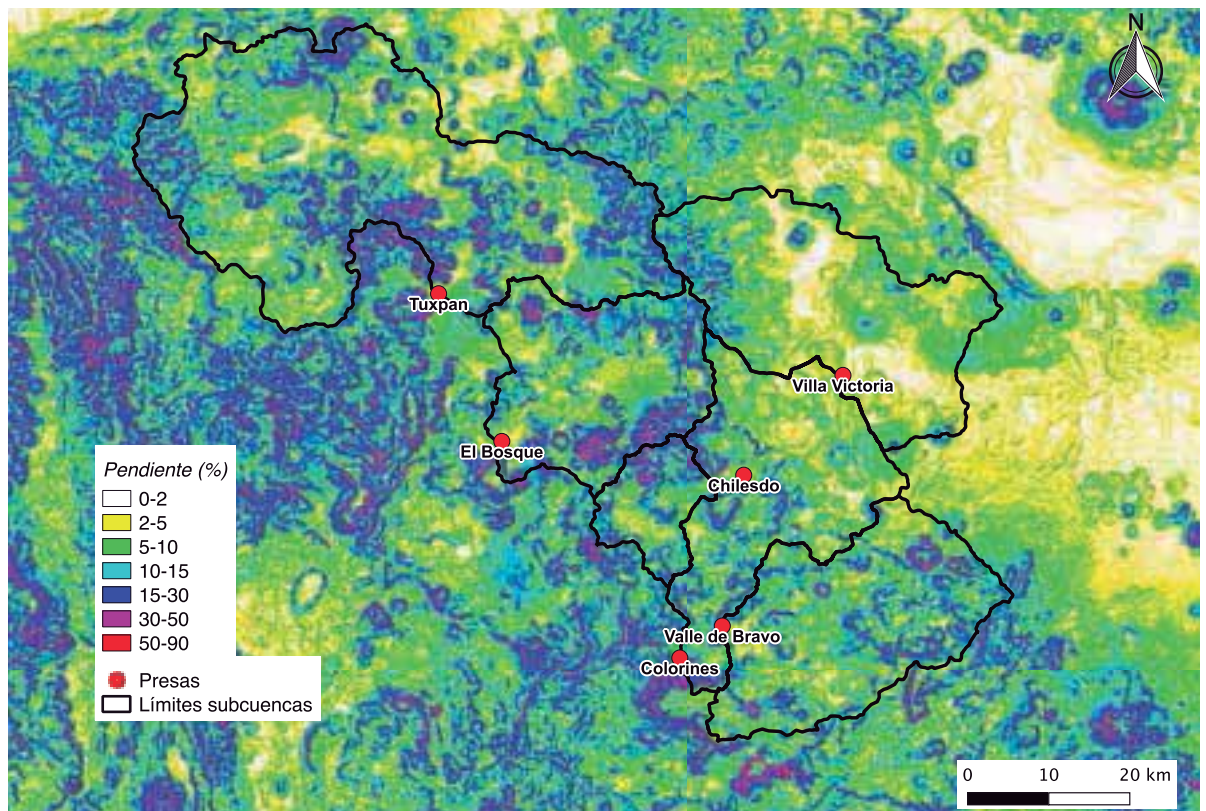
1. **Relieve.** El territorio que ocupa la cuenca del Valle de México y sus subcuencas forma parte de la Sierra Madre del Sur y del Eje Neovolcánico Transversal. Se aprecian áreas irregulares, con cerros, formaciones montañosas erectas, barrancas profundas y valles relativamente extensos. Las figuras 2.1 y 2.2 muestran esquemáticamente el relieve que predomina en el área de las subcuencas consideradas en este diagnóstico.
2. **Clases de rocas.** En el área predomina la roca ígnea extrusiva; por su composición mineralógica, esta clase de rocas, al intemperizarse, produce suelos de colores que van del café ocre al rojo, en función del grado de oxidación del material geológico. Las tobas piroclásticas (ceniza volcánica) están constituidas por material sedimentario de tamaño muy variado: desde boleos, gravas y arenas, hasta limos y arcillas. Este tipo de material constituye una fuente importante de acumulación de sedimentos en los lechos de los ríos. Se encuentran también rocas metamórficas y sedimentarias (Figura 2.3). Así, por sus características fisiográficas, estas subcuencas son altamente vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos y geológicos extremos. Además, por sus condiciones topográficas y como resultado de la deforestación, el material de la cubierta de la zona montañosa se desliza hacia los ríos.

■ **Figura 2.1.** Elevación en las subcuencas



(Fuente: elaboración propia)

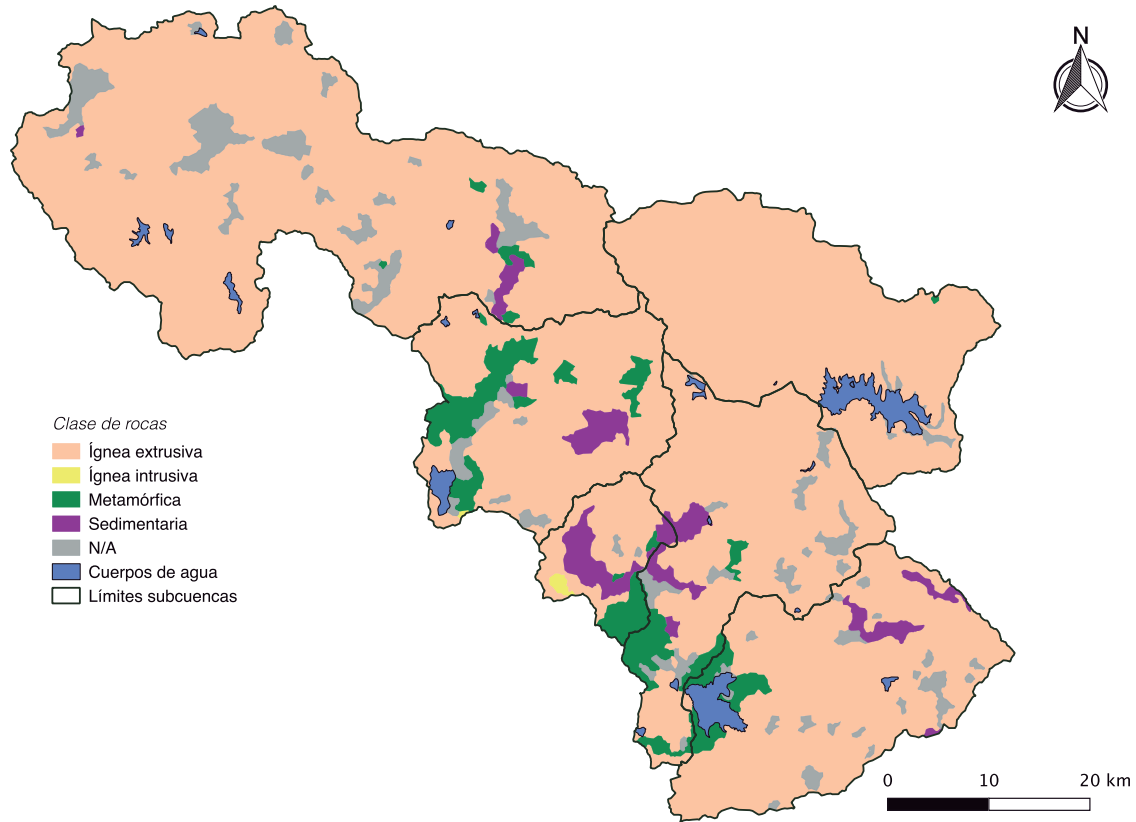
■ **Figura 2.2.** Pendiente (%) en las subcuencas



(Fuente: elaboración propia)

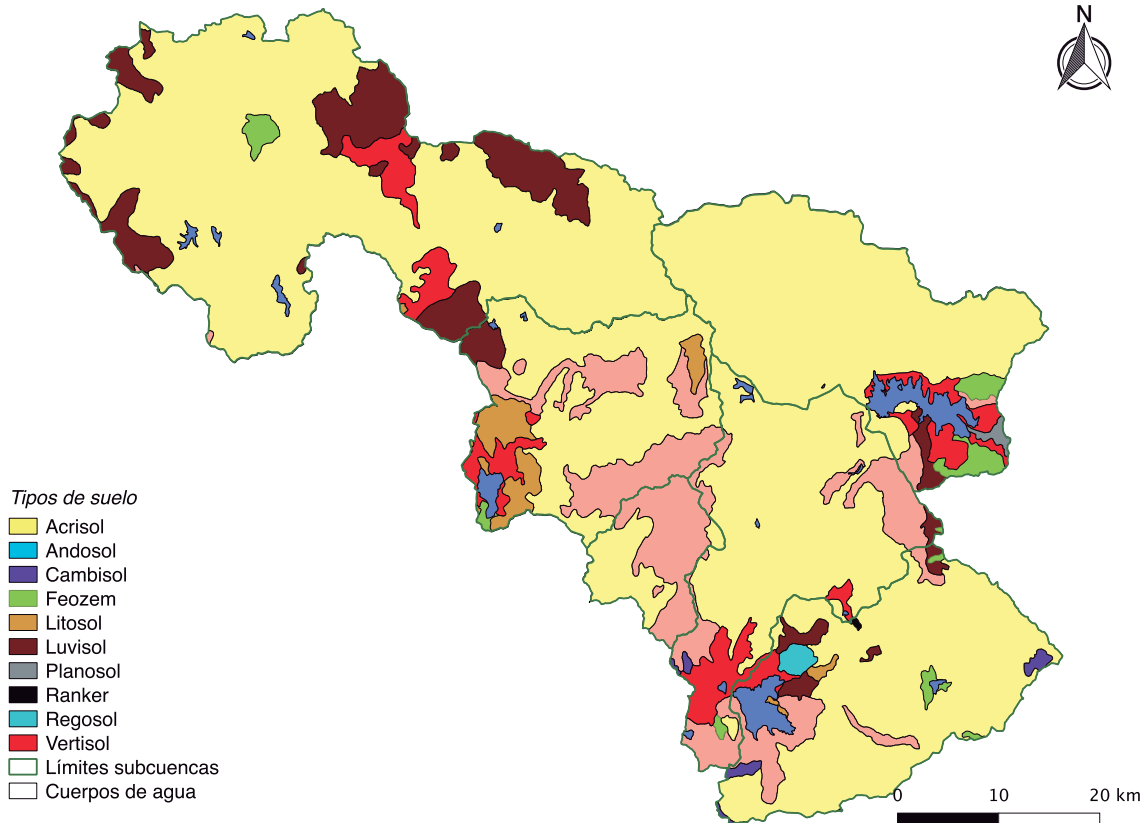


■ **Figura 2.3.** Clases de rocas en el Sistema Cutzamala



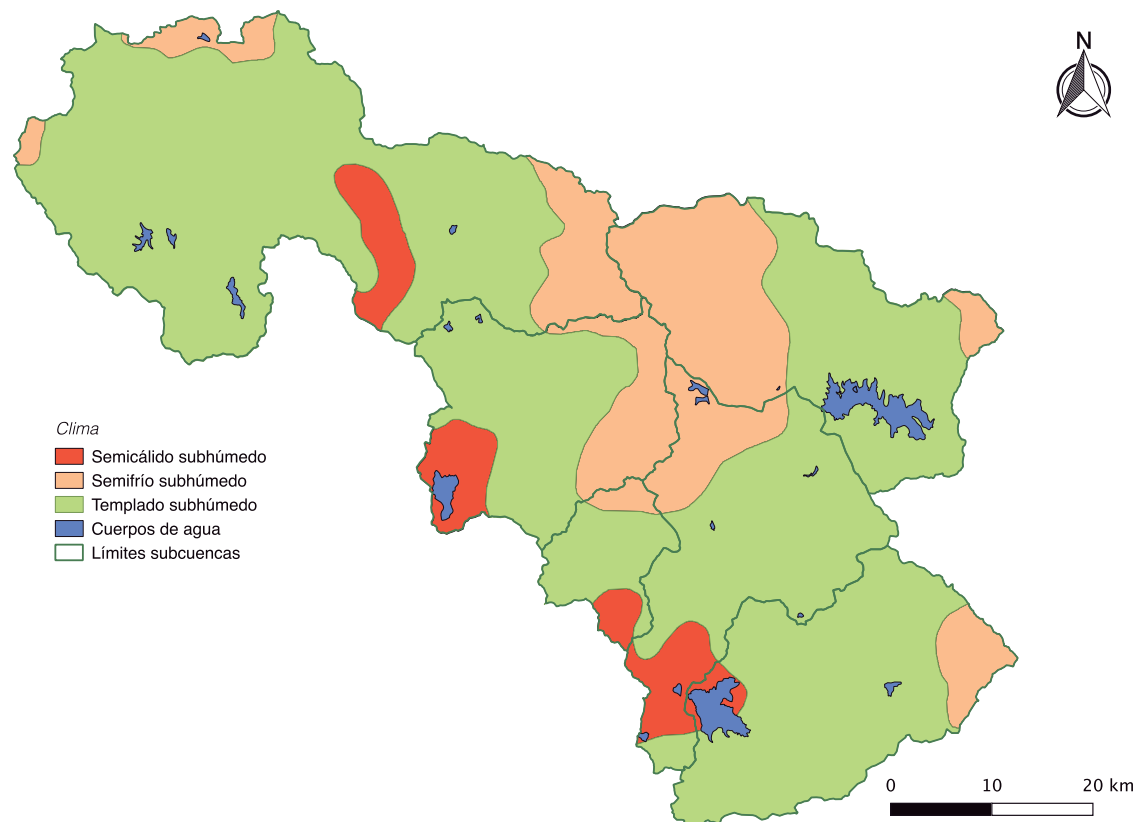
(Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2013)

■ **Figura 2.4.** Tipos de suelos en las subcuencas del Sistema Cutzamala



(Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2013)

■ **Figura 2.5. Climas presentes en las subcuencas del Sistema Cutzamala**



(Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2013)

## 2. Suelos

3. **Suelos de baja densidad.** El 73% de la superficie de las subcuencas está cubierto por suelos de tipo andosol, derivados de cenizas volcánicas. Se distribuyen principalmente en las partes altas. Les siguen en proporción, en las porciones medias de las subcuencas, los suelos de tipo acrisol. Los andosoles son suelos poco fértiles, con problemas de acidez y baja disponibilidad de fósforo; se caracterizan por tener una densidad aparente muy baja y, al estar desprovistos de vegetación y localizarse en laderas y lomeríos, son muy vulnerables a los procesos de erosión hídrica y eólica (Figura 2.4).

## 3. Clima

4. **Tres tipos de clima.** En las subcuencas se presentan tres tipos de clima (Figura 2.5). Predomina el templado subhúmedo en una superficie de entre 70% y 80% del área territorial de las subcuencas de Tuxpan, El Bosque, Villa Victoria y Valle de Bravo; el clima semifrío

subhúmedo prevalece en Ixtapan del Oro y Chilesdo-Colorines, y el semicálido subhúmedo se registra sobre todo en las subcuencas de Ixtapan del Oro y Chilesdo-Colorines. Los climas templado y semifrío propician condiciones ambientales muy restrictivas para la producción agropecuaria.

## 4. Precipitación

5. **Rango anual.** El rango de precipitación se sitúa entre los 800 mm y 1,200 mm anuales (Tabla 2.1 y Figura 2.6). En la subcuenca Valle de Bravo la precipitación puede llegar a 1,500 mm anuales.
6. **Temporada de lluvias bien definida.** La Figura 2.7 muestra los hietogramas medios anuales en cada una de las subcuencas. Como se puede apreciar, todas las subcuencas tienen una temporada húmeda bien definida, de mayo a octubre, y las lluvias invernales son muy escasas. En general, entre los meses de junio y septiembre, se concentra alrededor del 80% de la precipitación anual.

■ **Tabla 2.1. Precipitación media anual**

| Subcuenca          | Precipitación media anual |
|--------------------|---------------------------|
| Tuxpan             | 1,156.65                  |
| El Bosque          | 957.13                    |
| Villa Victoria     | 789.06                    |
| Ixtapan del Oro    | 918.4                     |
| Chilesdo-Colorines | 1,004.51                  |
| Valle de Bravo     | 1,042.44                  |

(Fuente: Instituto de Ingeniería, UNAM, 2013)

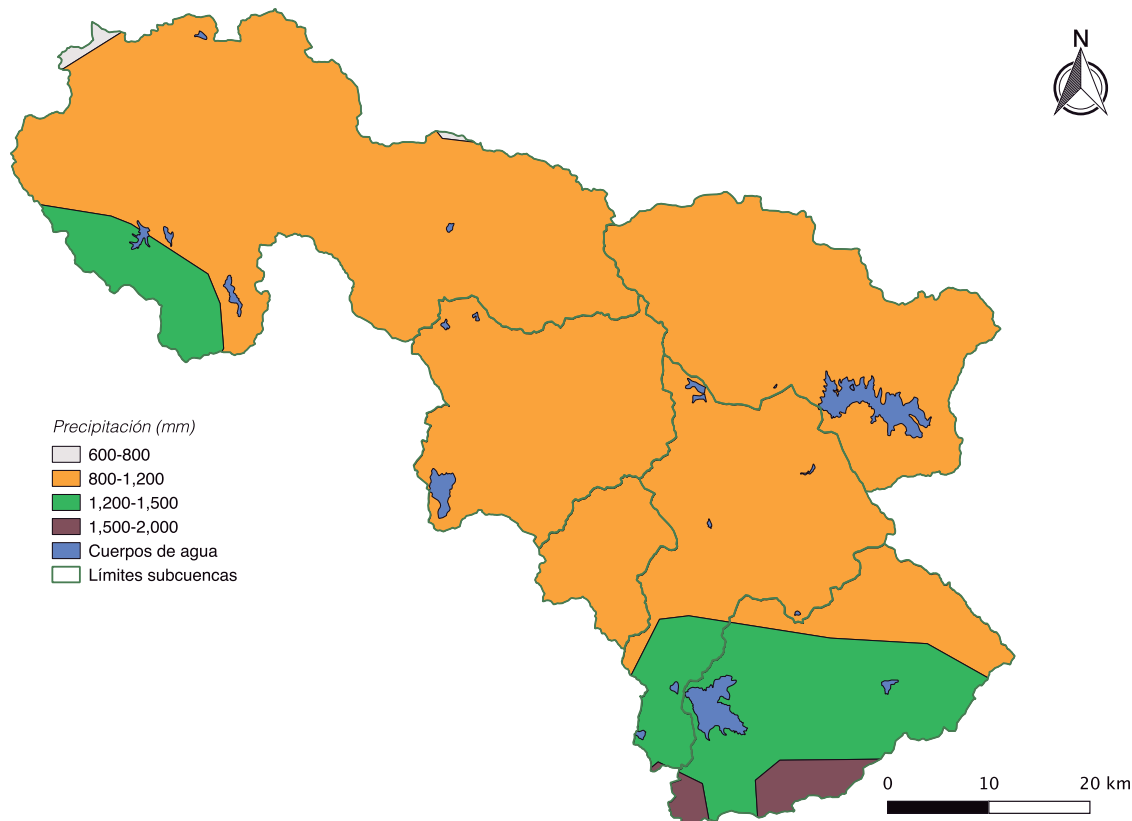
7. **Riesgo y vulnerabilidad.** De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2015), y para fines de este Informe, se han adoptado las siguientes definiciones:

- *Riesgo:* daños o pérdidas probables que puede sufrir un sujeto, un territorio o un sistema como resultado de la relación que existe entre su vulnerabilidad y la presencia de un fenómeno que pueda representar una amenaza.
- *Vulnerabilidad:* es el factor interno del riesgo de un sujeto, un territorio o un sistema

expuesto a la amenaza, y que lo dispone a sufrir un daño.

8. **Riesgo por inundaciones.** En la subcuenca de Villa Victoria los riesgos de inundación son altos. En San José del Rincón y Ocampo los riesgos son muy altos (Figura 2.8) y son territorios con una gran vulnerabilidad. Zitácuaro, a pesar de ser un área con un riesgo bajo, es altamente vulnerable (Figura 2.9).
9. **Riesgo de sequía.** Aporo, Ocampo y Villa Victoria presentan un riesgo medio de sequía. En el resto de los municipios, el riesgo de sequía es de bajo a muy bajo (Figura 2.10). En general, la duración de las sequías es menor a tres años, salvo en Aporo e Ixtapan del Oro, donde la duración media de la sequía es de tres a cuatro años (Figura 2.11).
10. **Los datos anteriores son de carácter general.** Históricamente, se han dado episodios puntuales de inundaciones importantes. Por ejemplo, en febrero de 2010, se presentaron nevadas, granizadas y precipitaciones extraordinarias en los límites de los estados de Michoacán y México, que produjeron graves inundaciones en los poblados de Tuxpan

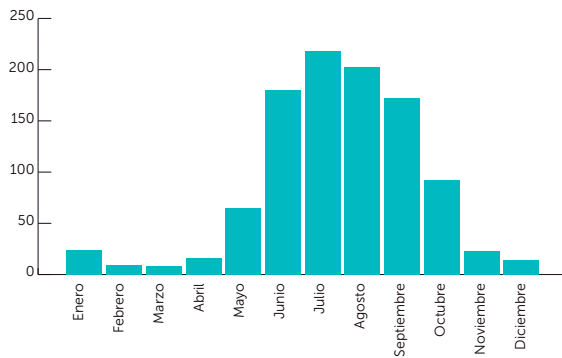
■ **Figura 2.6. Isoyetas en las subcuencas**



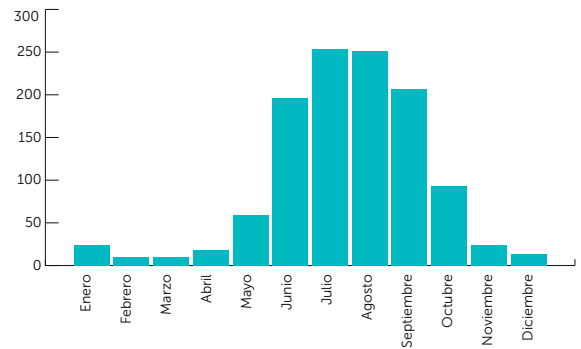
(Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2013)

■ **Figura 2.7. Distribución mensual de la lluvia por subcuencas (mm)**

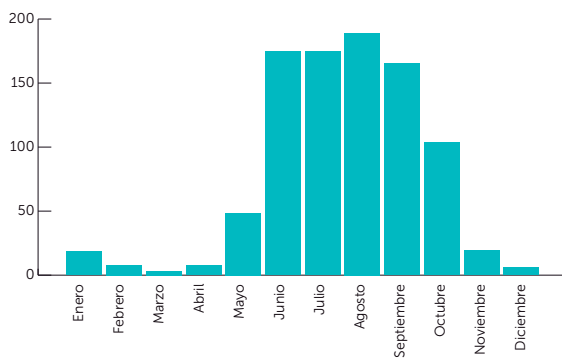
Lluvia media mensual en la cuenca VALLE DE BRAVO (mm)



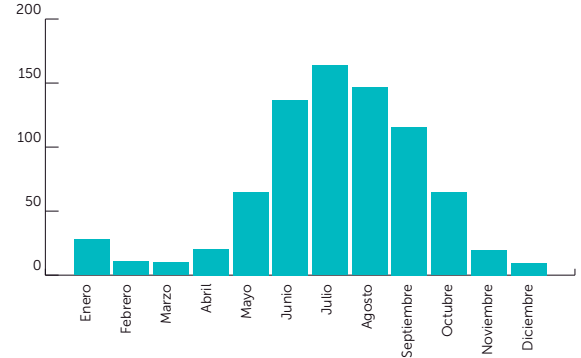
Lluvia media mensual en la cuenca TUXPAN (mm)



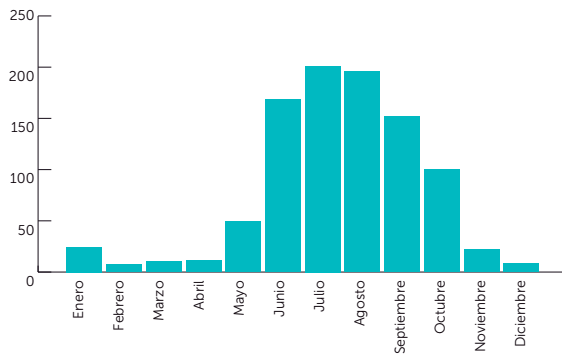
Lluvia media mensual en la cuenca IXTAPAN DEL ORO (mm)



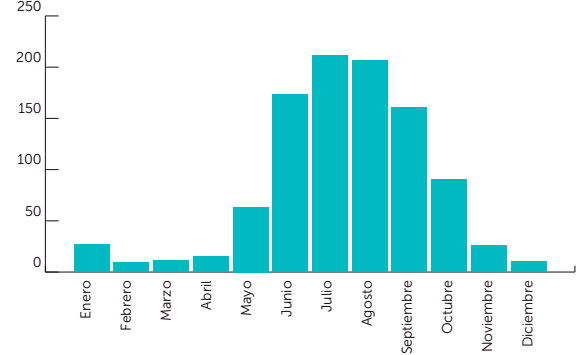
Lluvia media mensual en la cuenca VILLA VICTORIA (mm)



Lluvia media mensual en la cuenca EL BOSQUE (mm)



Lluvia media mensual en la cuenca CHILESDO-COLORINES (mm)



(Fuente: elaboración propia)

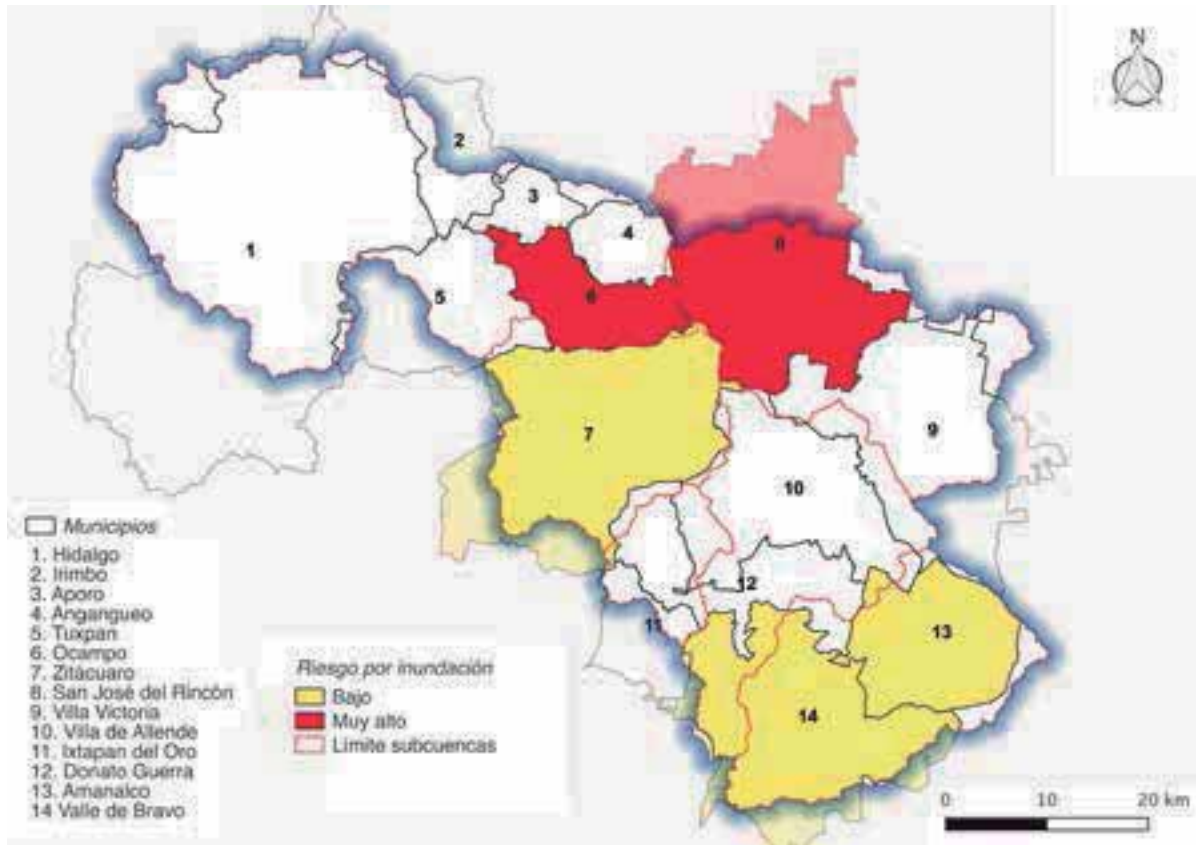
y Anganguero. En Anganguero las inundaciones tuvieron consecuencias mayores debido al deslave de las laderas. Por otro lado, también se han dado periodos de bajas precipitaciones; por ejemplo, de 2006 a 2008 se presentaron precipitaciones inferiores a la media, lo que produjo una disminución del gasto promedio de entrega del Sistema a 12.3 m<sup>3</sup>/s en 2009.

## 5. Hidrografía

11. **Escurrimientos superficiales.** Entre los escurrimientos superficiales de la cuenca del Sistema Cutzamala se incluyen ríos perennes y temporales, así como manantiales. Los principales ríos son Tuxpan, Anganguero, Zitácuaro, Ixtapan del Oro, Salitre-Tilostoc y Amanalco, que fluyen de la siguiente manera (Figura 2.12):

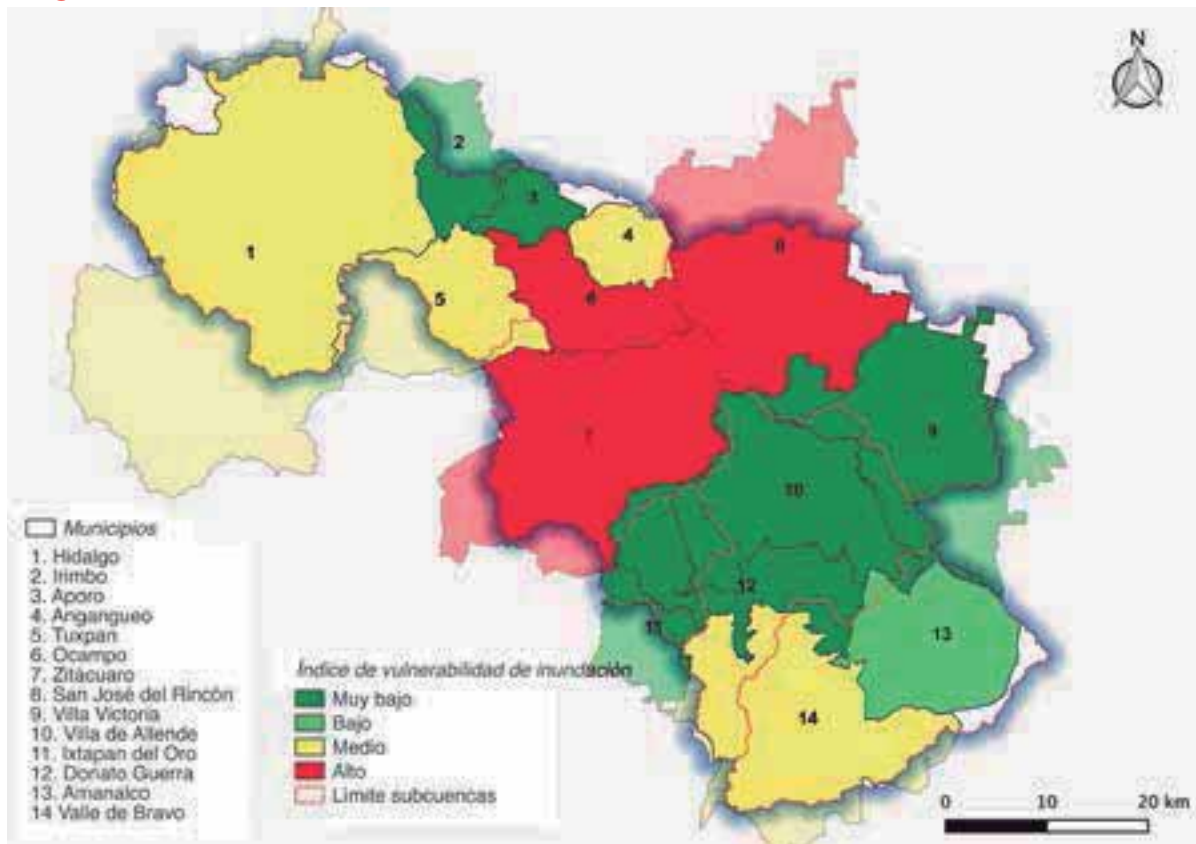
- el río Tuxpan se forma por la confluencia de los ríos Grande y Chiquito en la zona noroeste de la cuenca;

■ **Figura 2.8. Riesgo por inundación**



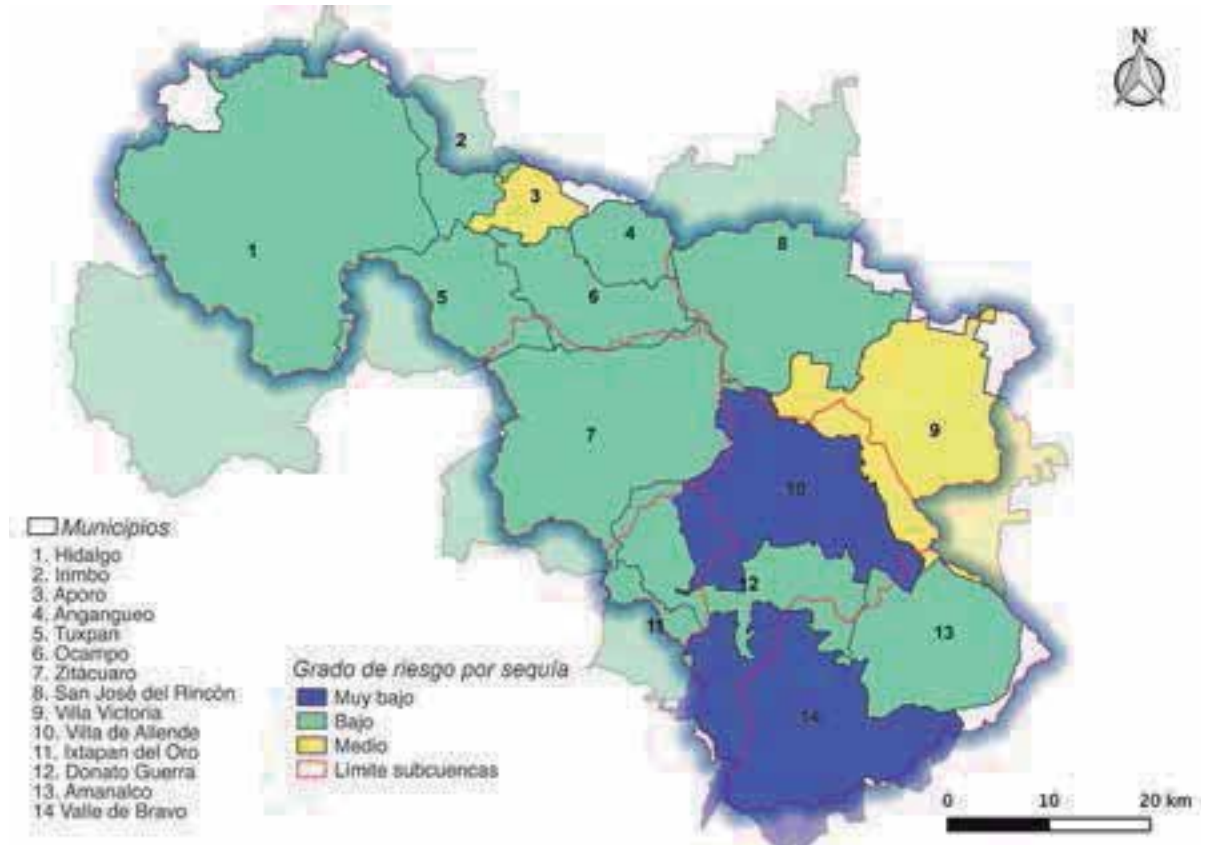
(Fuente: CENAPRED, Año?)

■ **Figura 2.9. Índice de vulnerabilidad de inundación**



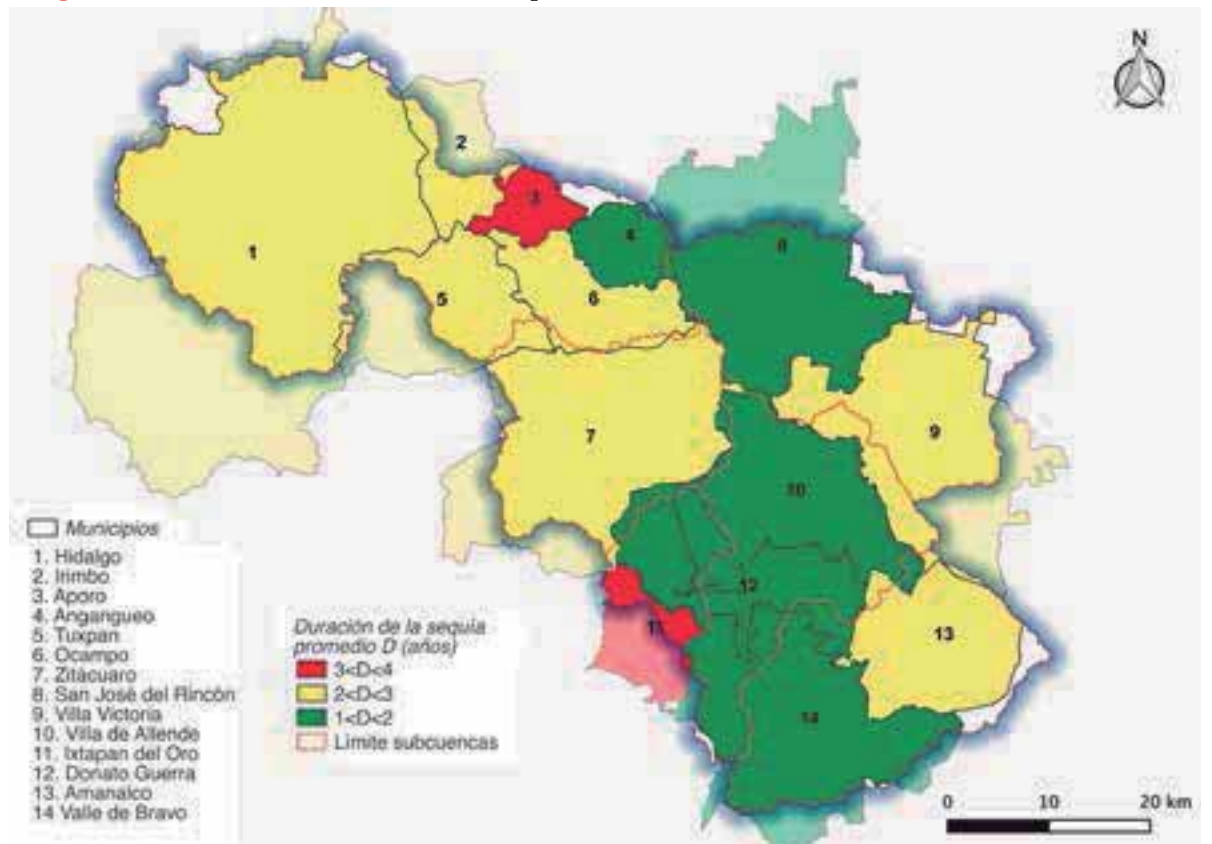
(Fuente: CENAPRED)

■ **Figura 2.10. Riesgo por sequía**



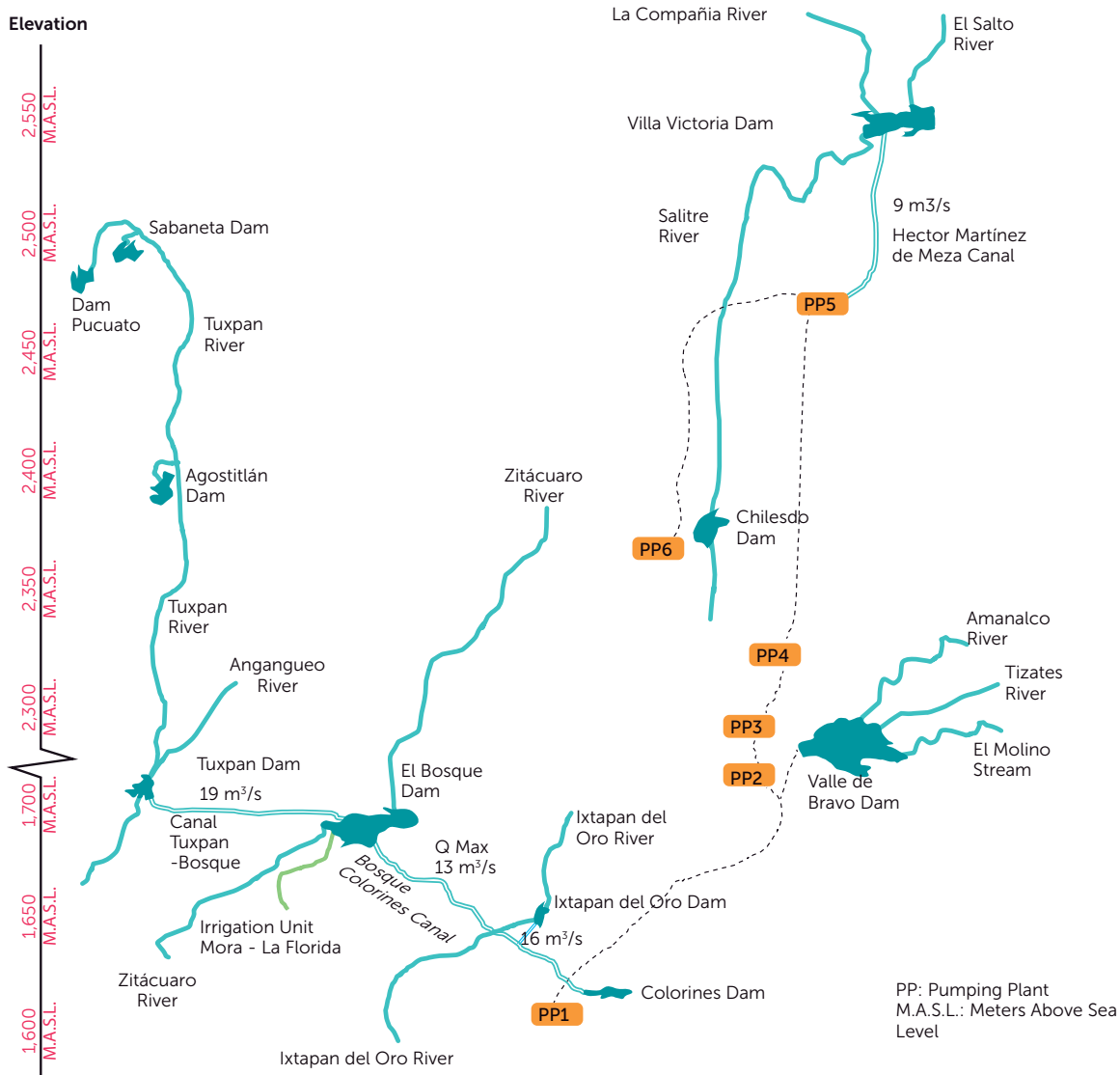
(Fuente: CENAPRED)

■ **Figura 2.11. Promedio de duración de la sequía**



(Fuente: CENAPRED)

■ **Figura 2.12. Esquema del Sistema Cutzamala**



(Fuente: elaboración propia con datos de OCAVM)

- el río Anganguero confluye al río Tuxpan, en el sitio de la presa Tuxpan. La presa Tuxpan vierte una parte de sus volúmenes al bajo río Tuxpan y transfiere la mayor parte a la presa El Bosque, a través del canal Tuxpan-El Bosque;
- el río Zitácuaro alimenta a la presa El Bosque; ésta provee a la Unidad de Riego La Mora-La Florida, alimenta al bajo río Zitácuaro a través de las filtraciones en su cortina y transfiere agua a la presa Colorines a través del canal El Bosque-Colorines. Cuando hay avenidas importantes, la presa Colorines transfiere los gastos excedentes hacia la cuenca baja del río Cutzamala;
- el río Ixtapan del Oro vierte a la presa del mismo nombre y ésta al canal El Bosque-Colorines;
- el río Salitre-Tilostoc alimenta a la presa Chilesdo;
- los ríos Amanalco, González, Santa Mónica, El Molino, Tizates y El Carrizal vierten sus aguas a la presa Valle de Bravo.

12. **Modificación de una cuenca natural.** Como se explicó en el apartado de *El Sistema Cutzamala y el Abastecimiento de Agua a los Valles de México y Toluca*, la cuenca tal como existe en la actualidad es diferente de la cuenca original del río Cutzamala. La primera modificación significativa en la cuenca fue inducida por

la construcción de almacenamientos con finalidad hidroeléctrica, a fines de la década de 1940. Más tarde, en 1982, la conformación del Sistema Cutzamala implicó que la cuenca drenara hacia la salida al Valle de México y no hacia la parte baja, como ocurría antes. Esto sucede a pesar de que actualmente el agua sale hacia un nivel topográfico superior al resto de la cuenca y no hacia uno inferior, como acontece en las cuencas naturales.

13. **Exportaciones.** Como se explica en el apartado de *Balances Hídricos*, los volúmenes que salen del Sistema Cutzamala hacia la cuenca del río Cutzamala y que tienen usos diferentes al abastecimiento a Toluca y el Valle de México pueden considerarse como exportaciones. Éste es el caso de las tomas irregulares de los canales Tuxpan-El Bosque y El Bosque-Colorines, las salidas de la presa Tuxpan hacia el río del mismo nombre, las filtraciones de la cortina de la presa El Bosque, el abastecimiento a las zonas de riego La Mora y La Florida, y los escurrimientos extraordinarios desde la presa Colorines.

## 6. Vegetación y usos del suelo

14. **Principales usos de suelo.** Según la Serie V de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2011), las cuencas están ocupadas por bosque (46% de la superficie total o 1,579 km<sup>2</sup>), agricultura de temporal (39% o 1,337 km<sup>2</sup>) y riego (8% o 265 km<sup>2</sup>) (Tabla 2.2). La superficie de pastizales y vegetación inducida es menor (3%). La agricultura de humedad no es significativa en las seis subcuencas, mientras que la

actividad forestal organizada es importante en la parte alta de la subcuenca Valle de Bravo. En las áreas boscosas de las subcuencas predominan los bosques de oyamel, de encino-pino y bosque mesófilo de montaña con un tipo de vegetación primario y secundario (arbórea y arbustiva), así como selva mediana subcaducifolia. Los datos de las fuentes citadas no permiten precisar la extensión de la actividad pecuaria. Sin embargo, es posible que una parte de los pastizales se utilice para este tipo de actividades (un pastizal o una vegetación inducida se definen como la vegetación que resulta de la presión humana, que incide sobre el desarrollo de la vegetación original e impide su regeneración natural).

15. Como se advierte en la Figura 2.13, existe información puntual en la Serie V del uso de suelo y vegetación (INEGI, 2011) que describe cierta actividad pecuaria, aunque en pequeñas superficies.
16. **Cambios de cobertura a través del tiempo.** La Figura 2.14 muestra que la cobertura de bosque en el conjunto de las subcuencas ha disminuido sólo en 2% de la superficie total (de 48% a 46%) en los últimos 30 años, comparando los datos de las Serie I (INEGI, 1980) y V (INEGI, 2011). Para este análisis se ha generalizado la cobertura de bosque, que incluye tanto matorrales y selvas como bosques, sin diferenciar la vegetación primaria y secundaria. No obstante, los datos del INEGI no permiten evaluar adecuadamente el nivel de degradación del bosque e identificar la superficie que ha contribuido potencialmente a la erosión hídrica y al azolvamiento de las presas. Para ello se requiere un análisis más detallado de la cobertura forestal.

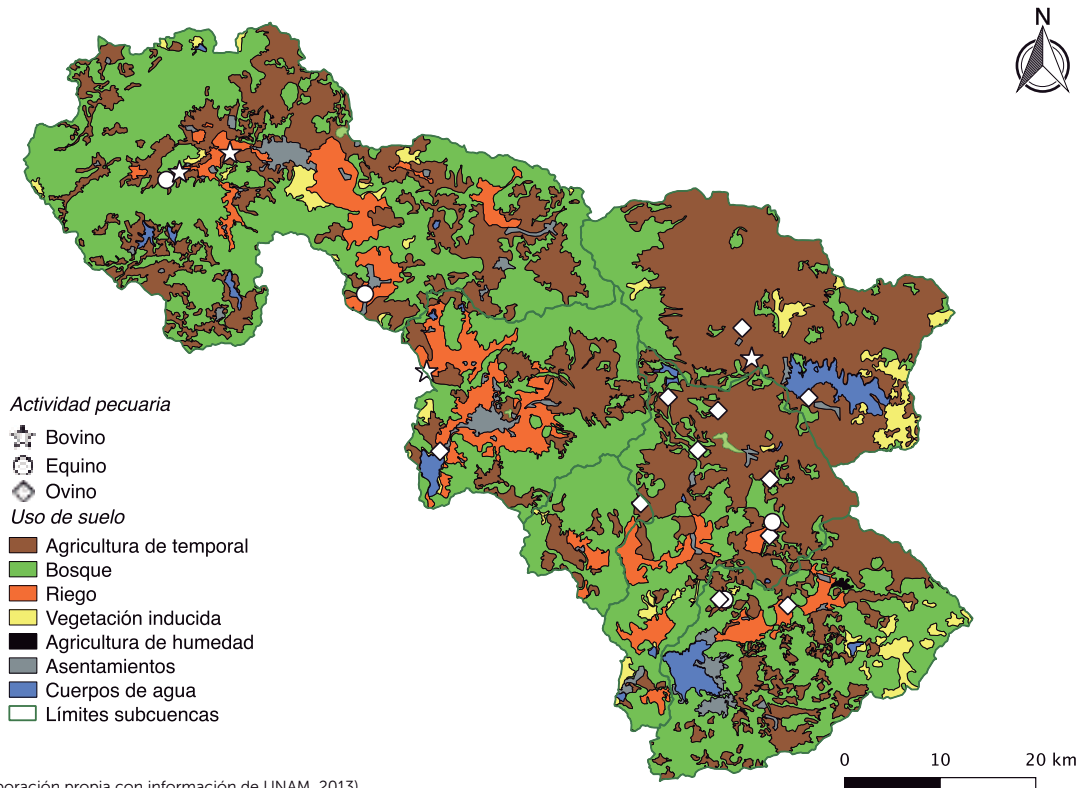
■ **Tabla 2.2. Coberturas de uso del suelo en las subcuencas**

| Uso de Suelo                  | Tuxpan          |    | El Bosque       |    | Villa Victoria  |    | Ixtapan del Oro |    | Chilesdo Colorines |    | Valle de Bravo  |    | Subcuencas Cutzamala |    |
|-------------------------------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|--------------------|----|-----------------|----|----------------------|----|
|                               | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup>    | %  | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup>      | %  |
| Bosque                        | 679             | 56 | 220             | 49 | 104             | 17 | 96              | 73 | 186                | 37 | 293             | 55 | 1,579                | 46 |
| Agricultura de temporal       | 373             | 31 | 109             | 24 | 425             | 71 | 24              | 18 | 257                | 51 | 149             | 28 | 1,337                | 39 |
| Agricultura de Riego          | 94              | 8  | 90              | 20 |                 | 0  | 10              | 8  | 45                 | 9  | 26              | 5  | 265                  | 8  |
| Pastizal /vegetación inducida | 23              | 2  | 5               | 1  | 38              | 6  | 1               | 1  | 9                  | 2  | 24              | 4  | 98                   | 3  |
| Cuerpos de agua               | 6               | 1  | 8               | 2  | 28              | 5  | 0               | 0  | 3                  | 1  | 20              | 4  | 65                   | 2  |
| Asentamiento /zona urbana     | 28              | 2  | 15              | 3  | 3               | 1  | 0               | 0  | 6                  | 1  | 18              | 3  | 71                   | 2  |
| Agricultura de humedad        | 0               | 0  | 0               | 0  | 0               | 0  | 0               | 0  | 0                  | 0  | 1               | 0  | 1                    | 0  |
| Actividad forestal            | 1               | 0  | 0               | 0  | 0               | 0  | 0               | 0  | 2                  | 0  | 0               | 0  | 3                    | 0  |
| Total                         | 1,204           |    | 447             |    | 598             |    | 132             |    | 505                |    | 531             |    | 3,419                |    |

(Fuente: elaboración propia con información de INEGI, 2011)



■ **Figura 2.13. Usos del suelo y actividad agropecuaria en las subcuencas**



(Fuente: elaboración propia con información de UNAM, 2013)

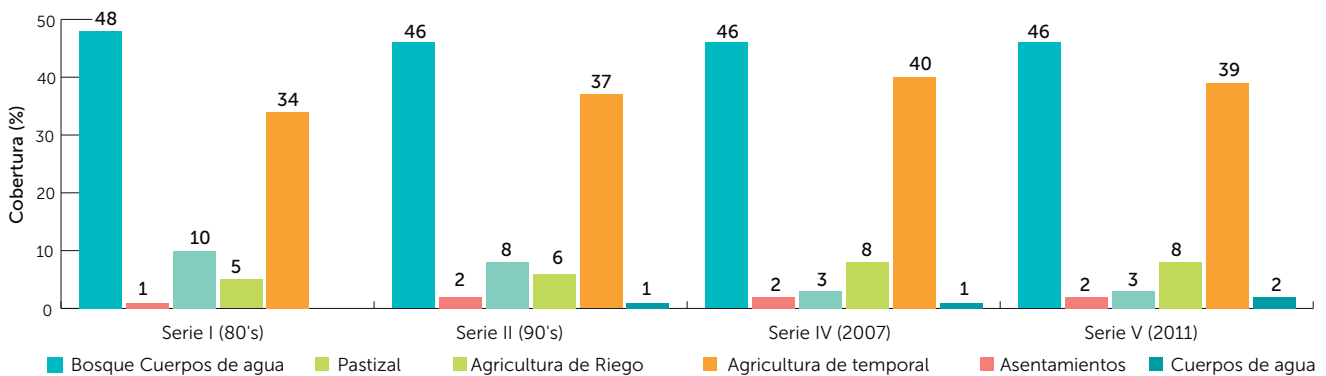
17. **La superficie agrícola.** Comparando la Serie I (INEGI, 1980) con la Serie V (INEGI, 2011) de uso de suelo y vegetación (Figura 2.14), se observa que la agricultura de temporal se incrementó en 5% (de 34% a 39%), mientras que el riego aumentó un 3% del área total. En la porción media de las subcuencas se observa que la cobertura vegetal primaria está muy fragmentada por la agricultura de temporal.

conforme ecosistemas ribereños y que contribuya a la retención de sedimentos y nutrientes. Es muy probable que estos cambios, además del aumento considerable de la densidad de población, estén produciendo alteraciones y modificaciones no favorables en la fauna y la flora características; la preocupación por el santuario de la mariposa monarca sería, en este sentido, emblemática.

18. **Afectaciones en los ecosistemas.** Por su parte, los cauces principales y los afluentes no cuentan con una cubierta vegetal que

19. **Subcuenca Villa Victoria: el área más degradada.** El 70% de la superficie de la subcuenca de Villa Victoria está cubierta por agricultura

■ **Figura 2.14. Coberturas en las subcuencas, 1980-2011**



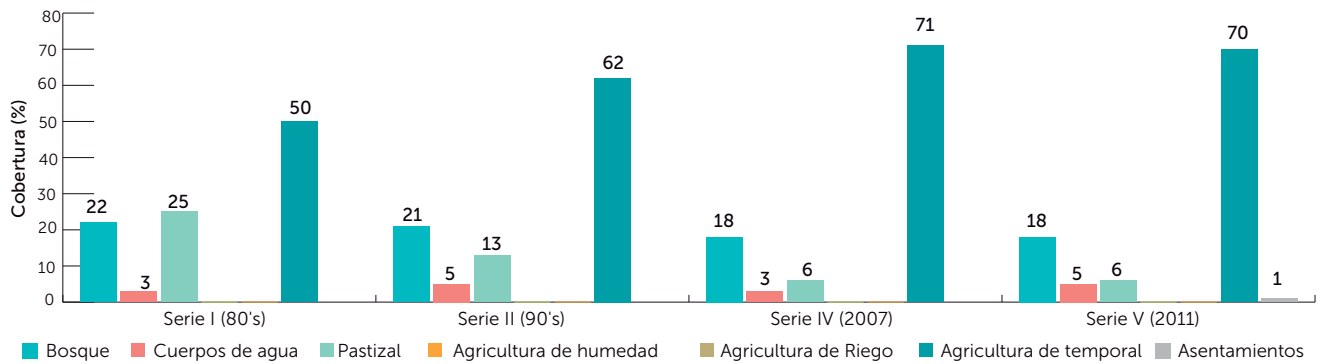
(Fuente: elaboración propia)

de temporal; en comparación con la década de 1980, esta superficie ha aumentado en un 20%. Por otra parte, los pastizales han disminuido en un 19% y los bosques en 5%. La subcuenca se ve muy desprovista de su vegetación original, en particular algunos bosques en su parte alta. Asimismo, los márgenes de la red de drenaje están desprovistos de árboles, salvo donde hay ríos con altas pendientes. Alrededor de la presa Villa Victoria los agricultores no utilizan franjas arboladas, lo que provoca la producción de sedimentos y el deterioro del embalse

(este aspecto se analiza con detalle en los apartados de *Infraestructura y Calidad del Agua en las Subcuencas*).

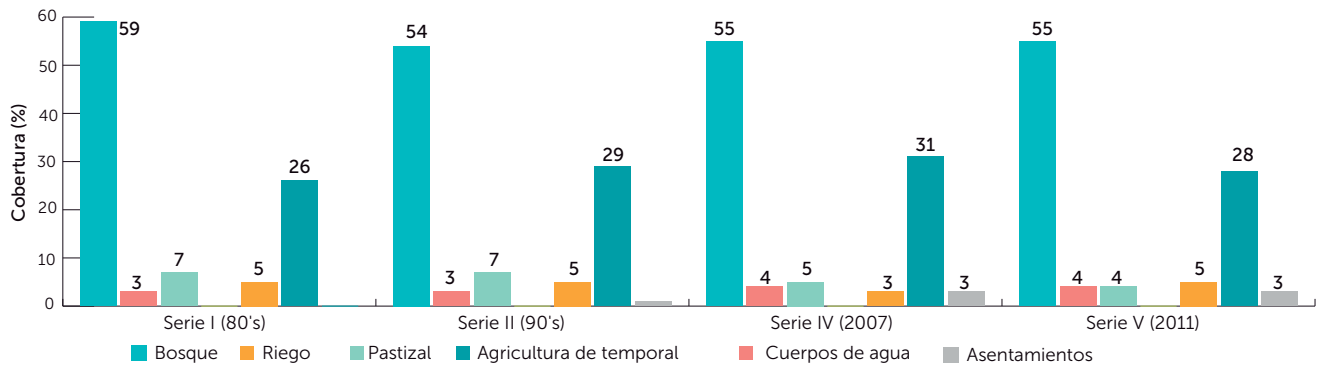
**20. Subcuenca Valle de Bravo: pequeños cambios en la cobertura vegetal.** En Valle de Bravo se observa una disminución del área de bosque de un 4% de la superficie total, entre la década de 1980 y 2011. Sin embargo, estas cifras no arrojan información sobre el nivel actual de degradación de los bosques. Asimismo, hay un leve aumento de agricultura de temporal. Aunque la

**Figura 2.15. Coberturas en Villa Victoria, 1980-2011**



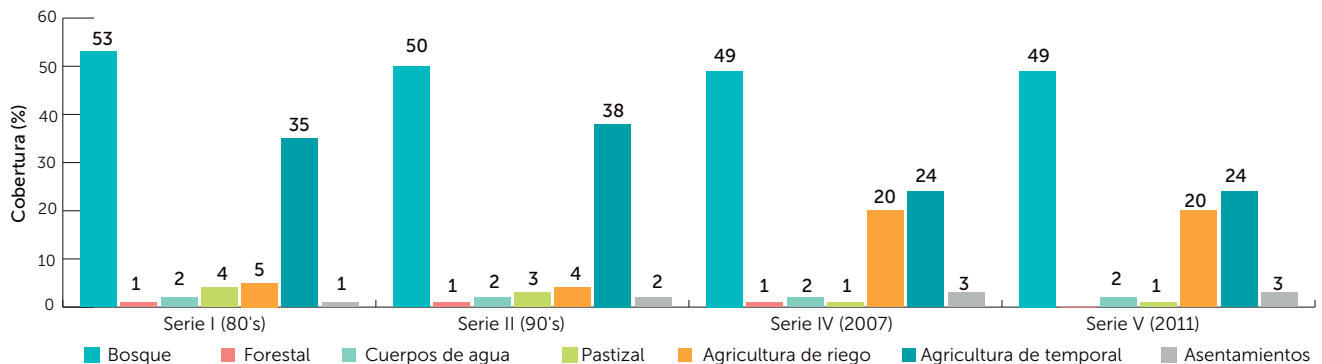
(Fuente: elaboración propia)

**Figura 2.16. Coberturas en Valle de Bravo, 1980-2011**



(Fuente: elaboración propia)

**Figura 2.17. Coberturas en El Bosque, 1980-2011**



(Fuente: elaboración propia)

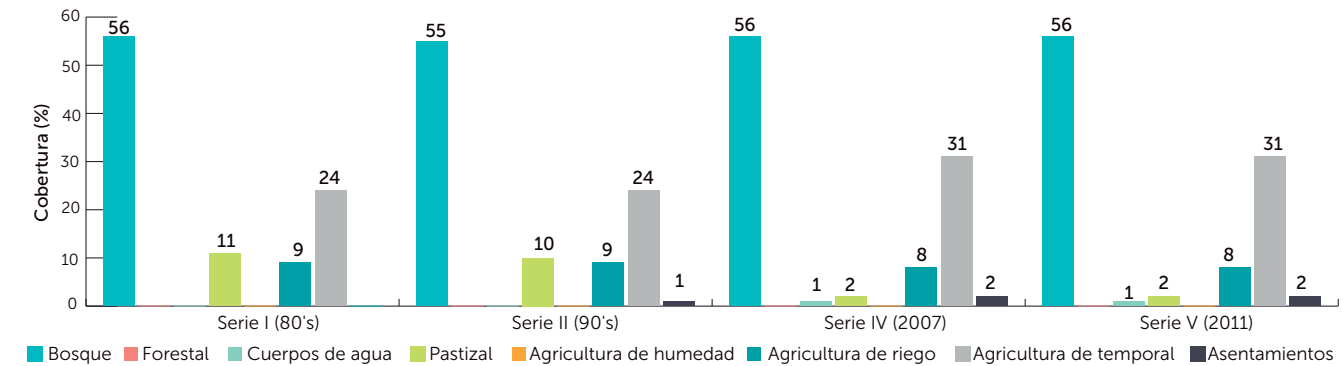
cobertura total de riego se mantiene, se ha desplazado hacia el norte; esto se observa al comparar los mapas de la Serie I (INEGI, 1980) con la Serie V (INEGI, 2011). La zona urbana establecida actualmente alrededor de la presa Valle de Bravo no existía en la década de 1980, como se indica más adelante. Los pastizales en la cuenca se ubican en la zona alta.

de temporal ha disminuido en un 11%, mientras que el riego se ha extendido alrededor de la ciudad de Zitácuaro y en la parte norte de la subcuenca, donde antes había agricultura de temporal y pastizales. Entre 1980 y 2011, la cobertura de bosque ha disminuido en un 4% y se ha sustituido por cultivos de riego.

**21. Subcuenca El Bosque: aumento de la zona urbana y de las áreas de riego.** En la zona de El Bosque, la superficie de agricultura

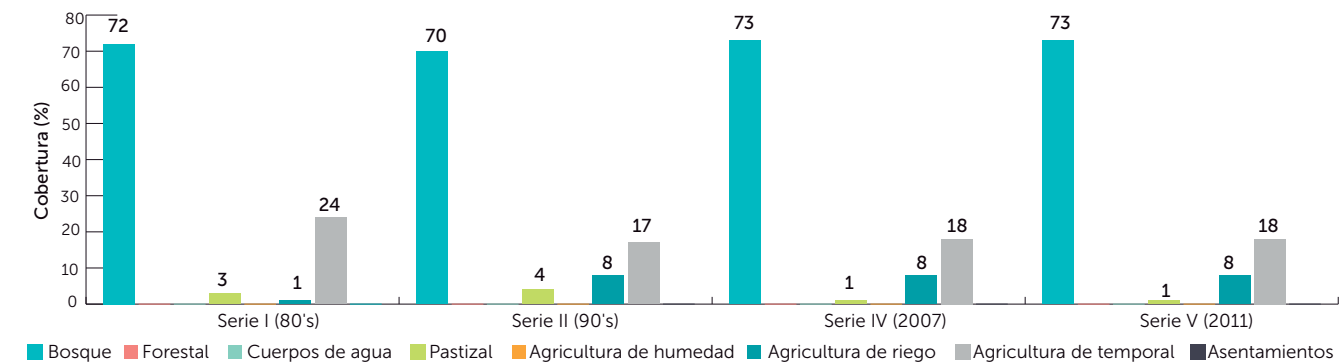
**22. Subcuenca Tuxpan: cobertura de bosque constante.** En la Figura 2.18 se observa que la agricultura de temporal en Tuxpan se ha incrementado en un 7% a costa de los pastizales,

**Figura 2.18. Coberturas en Tuxpan, 1980-2011**



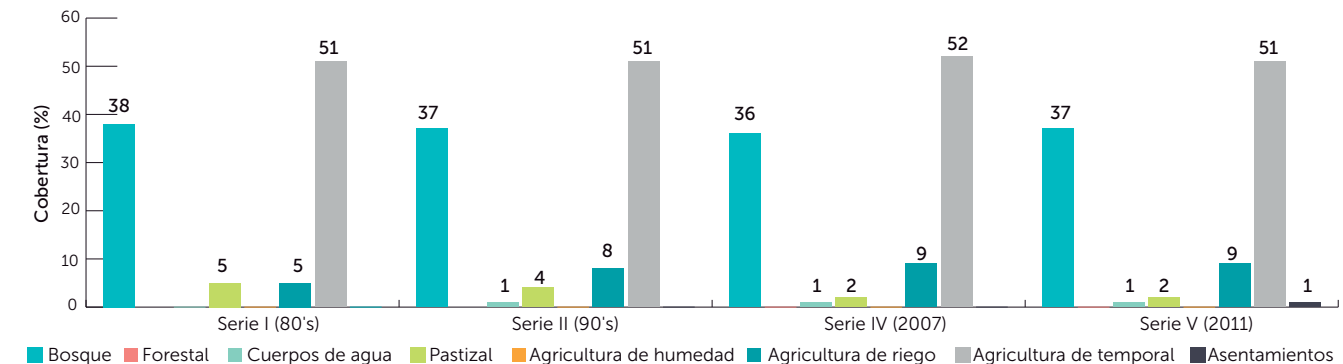
(Fuente: elaboración propia)

**Figura 2.19. Coberturas en Ixtapan del Oro, 1980-2011**



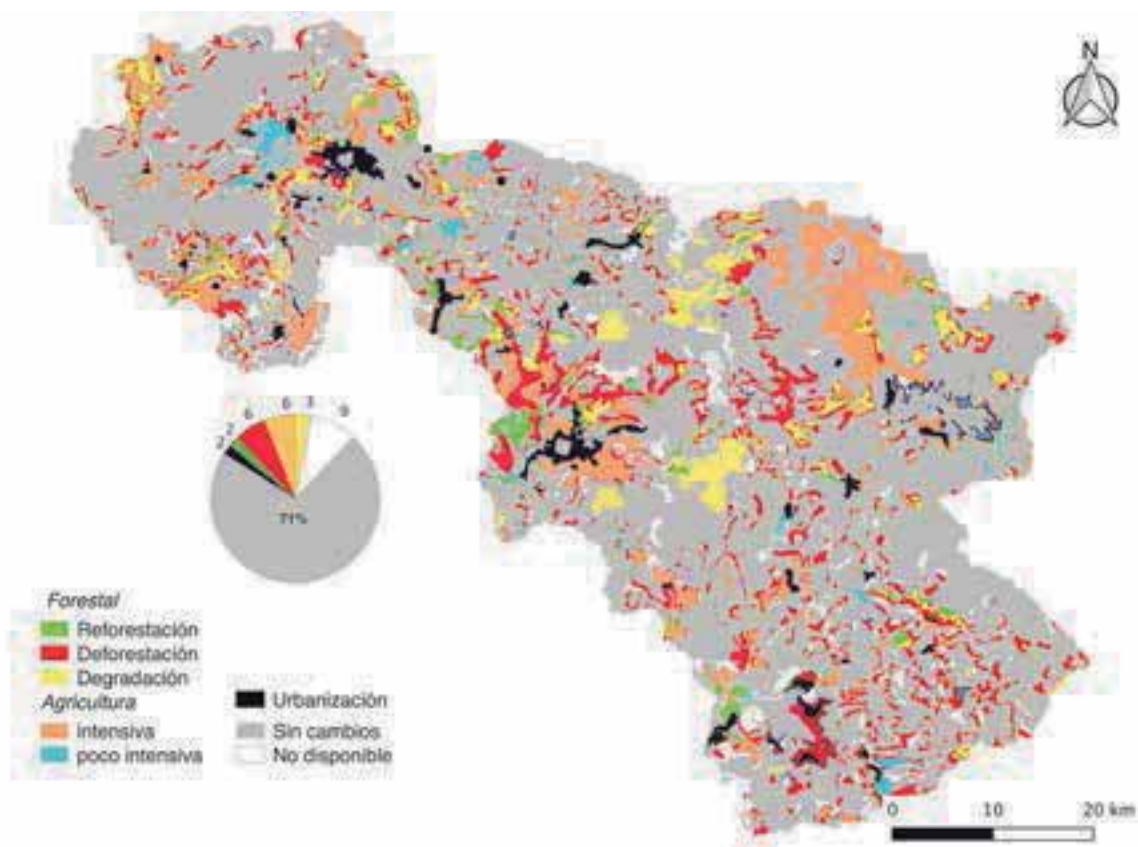
(Fuente: elaboración propia)

**Figura 2.20. Coberturas en Chilesdo-Colorines, 1980-2011**



(Fuente: elaboración propia)

■ **Figura 2.21.** Cambios de uso de suelo en las subcuencas, 1980-2011



(Fuente: elaboración propia con información de INEGI)

mientras que la cobertura de bosque se mantiene constante.

**23. Subcuencas Ixtapan del Oro y Chilesdo-Colorines: disminución del área de agricultura de temporal y aumento del área de riego.** En ambas subcuencas se observa que la agricultura de temporal ha disminuido, pero esto se ha compensado con un aumento del área irrigada. Asimismo, como se advierte en las figuras 2.19 y 2.20, el área de bosque se mantiene constante.

**24. Reserva de la biosfera Mariposa Monarca.** Para proteger y preservar las colonias de mariposa monarca que llegan al territorio mexicano para hibernar, se creó la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca (decreto presidencial del 10 de noviembre de 2000); en 2008 esta área fue designada por las Naciones Unidas como Patrimonio de la Humanidad. Estas superficies forestales son también fundamentales en la producción de agua de calidad durante todo el año y para la retención de suelo. Dentro de la Reserva existe una zonificación base que considera zonas núcleo de protección de los bosques mejor conservados y de ecosistemas

■ **Tabla 2.3.** Cambios de uso de suelo en las subcuencas (% superficie total)

| Tipo                        | %     |
|-----------------------------|-------|
| Agricultura menos intensiva | 0.66  |
| Intensificación agrícola    | 6.25  |
| Urbanización                | 1.60  |
| Reforestación               | 1.52  |
| Degradación forestal        | 3.17  |
| Deforestación               | 6.49  |
| No conocido                 | 9.16  |
| Sin cambios/indiferente     | 70.87 |
| Otros                       | 0.27  |

(Fuente: elaboración propia)

frágiles, en las que no se permite la tala, y una zona de amortiguamiento, en donde se permite la tala controlada.

**25. La Reserva en las subcuencas.** La Reserva de la biosfera Mariposa Monarca tiene una superficie total de 562.57 km<sup>2</sup>; el 80.3% de esta superficie está dentro de los límites de las subcuencas del Sistema Cutzamala, salvo en Valle de Bravo (Figura 2.22). Las subcuencas de

■ **Figura 2.22. Reserva de la biosfera Mariposa Monarca**



(Fuente: CONANP, 2014)

El Bosque y Tuxpan albergan, respectivamente, 26% y 25% del área total de la Reserva de la biosfera de la Mariposa Monarca; les siguen Villa Victoria (14%), Ixtapan del Oro (11%), Chilesdo-Colorines (4%). Un 46 % del área total de la subcuenca de Ixtapan del Oro (con 132 km<sup>2</sup> en total) forma parte de la Reserva de la biosfera (Tabla 2.4).

■ **Tabla 2.4. Áreas de la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca en las subcuencas del Sistema Cutzamala (km<sup>2</sup>)**

| Zona                    | Área          | (%)           |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Tuxpan                  | 142.84        | 25.39         |
| El Bosque               | 148.56        | 26.41         |
| Villa Victoria          | 78.66         | 13.98         |
| Ixtapan del Oro         | 61.01         | 10.84         |
| Chilesdo-Colorines      | 20.66         | 3.67          |
| Valle de Bravo          | 0.00          | 0.00          |
| Fuera de las subcuencas | 110.84        | 19.70         |
| <b>Total</b>            | <b>562.57</b> | <b>100.00</b> |

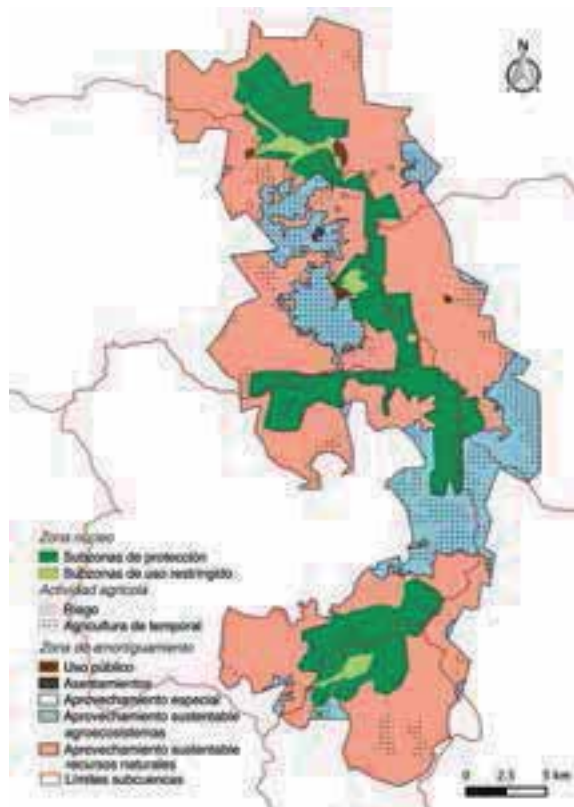
(Fuente: elaboración propia)

26. **Procesos de deterioro en la Reserva.** La reserva enfrenta un proceso de degradación forestal y procesos de erosión que involucran aspectos físicos y de carácter social. Las figuras 2.23 y 2.24 muestran la extensión del terreno ocupado por la agricultura de temporal en las zonas núcleo y de amortiguamiento de la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca. Se han dado enfrentamientos con talamontes que cortan árboles sin permiso; en algunos casos se ha tenido que recurrir a las fuerzas de seguridad para enfrentarlos.

27. **Algunas iniciativas de conservación y manejo.** Se han puesto en práctica algunas iniciativas de conservación y manejo participativo a nivel de microcuencas, promovidas por la CONANP y el IMTA, entre otras instancias.

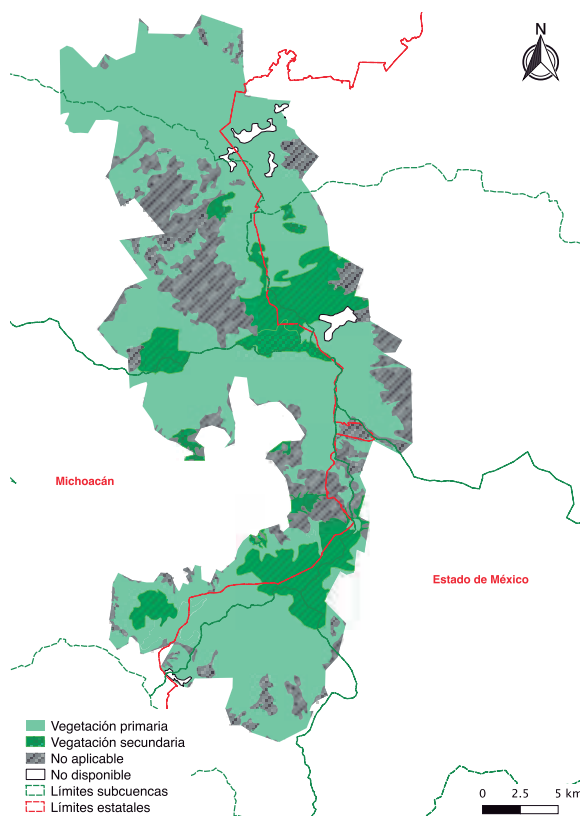
Mediante estas acciones, las comunidades participan de los beneficios de la conservación y se promueve la oferta de servicios ambientales turísticos compatibles con los objetivos del Programa de Manejo de la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca.

■ **Figura 2.23.** Zonificación y actividad agrícola en la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca



(Fuente: elaboración propia con información de CONANP, 2014 e INEGI, 2011)

■ **Figura 2.24.** Coberturas primarias y secundarias en la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca



(Fuente: elaboración propia con información de CONANP, 2014 e INEGI, 2011)

## 7. Cambios en el paisaje por el crecimiento urbano

28. **Valle de Bravo: un acelerado crecimiento urbano.** En el apartado de *Panorama Socioeconómico y de Comunicación* se detalla el proceso de transformación que está ocurriendo en la mayor parte de las subcuencas, relacionado con el crecimiento de la población y con el cambio de sus actividades. En este apartado describimos cómo en las últimas décadas ha aumentado el uso del suelo urbano, con velocidad creciente y de manera desordenada. La Figura 2.25 muestra la magnitud de ese fenómeno en el caso emblemático del centro urbano de Valle de Bravo, en los años 1930, 1970 y 2010.

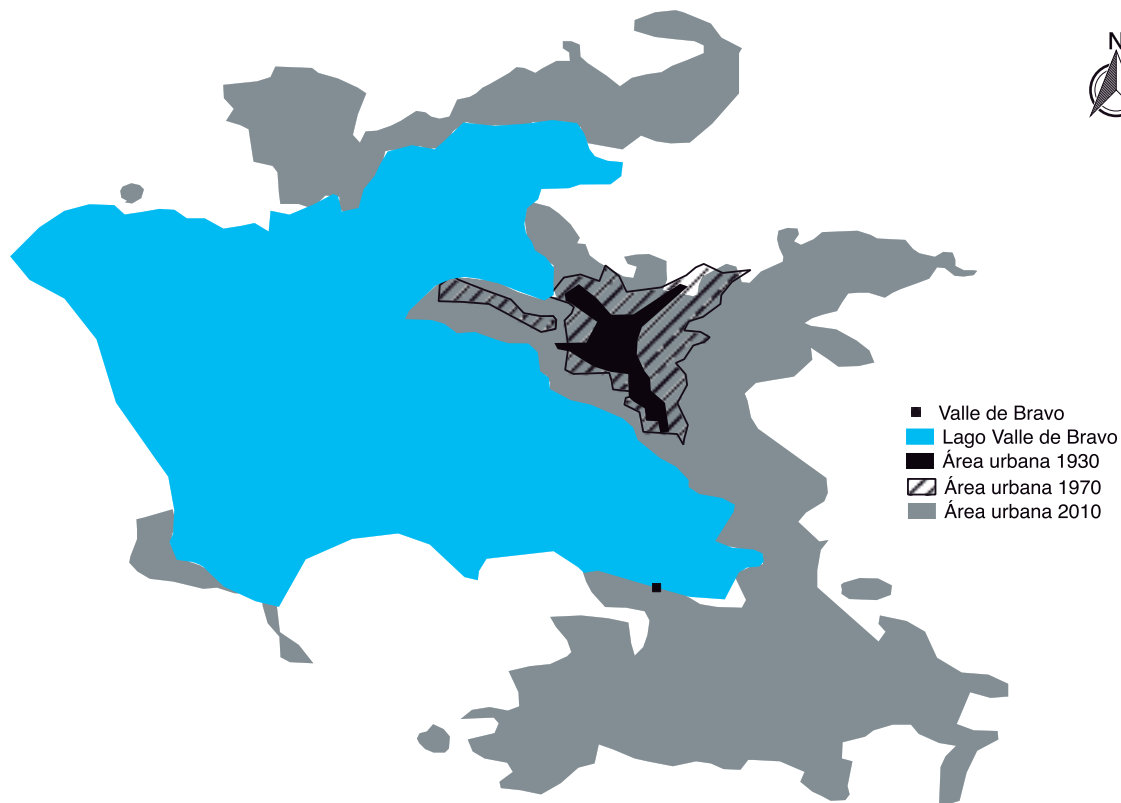
## 8. Deterioro de la calidad de los recursos

29. **Erosión.** Los suelos andosoles, predominantes en el territorio del Sistema Cutzamala, son muy vulnerables a la erosión hídrica y eólica. El deterioro por la erosión del aire se acentúa

durante la preparación, mecanizada o de tracción animal, de los terrenos. De la superficie total de las subcuencas, un 95% padece algún tipo de degradación. Un 29.4% presenta erosión entre muy baja y moderadamente baja; un 36.7% entre moderada y moderadamente alta; el 24.6% entre alta y muy alta, y el restante 4.2% sufre grados extremos y muy extremos de erosión. Como se advierte en la Figura 2.26, las zonas de mayor erosión se concentran en las subcuencas de Tuxpan (Ocampo, Mineral de Angangueo, Manzana de San Luis y, hacia el oeste, el área de los ríos Turundo y Piricua) y Villa Victoria (en las partes altas de los ríos Rechivati y Primreje). Un 23% corresponde a degradación química que se manifiesta en la disminución de la fertilidad y en la reducción de materia orgánica.

30. El predominio de laderas con pendientes pronunciadas y las inexistentes o inadecuadas prácticas agrícolas o pecuarias de manejo de suelos y agua tienen graves consecuencias. Entre ellas, la pérdida de fertilidad, la disminución de los rendimientos, el empobrecimiento de los sistemas de producción, la baja infiltración hacia los acuíferos, la contaminación del

■ **Figura 2.25. Crecimiento urbano en el Valle de Bravo 1930, 1920, 2010**



(Fuente :elaboración propia con información de Bernal, 2011)

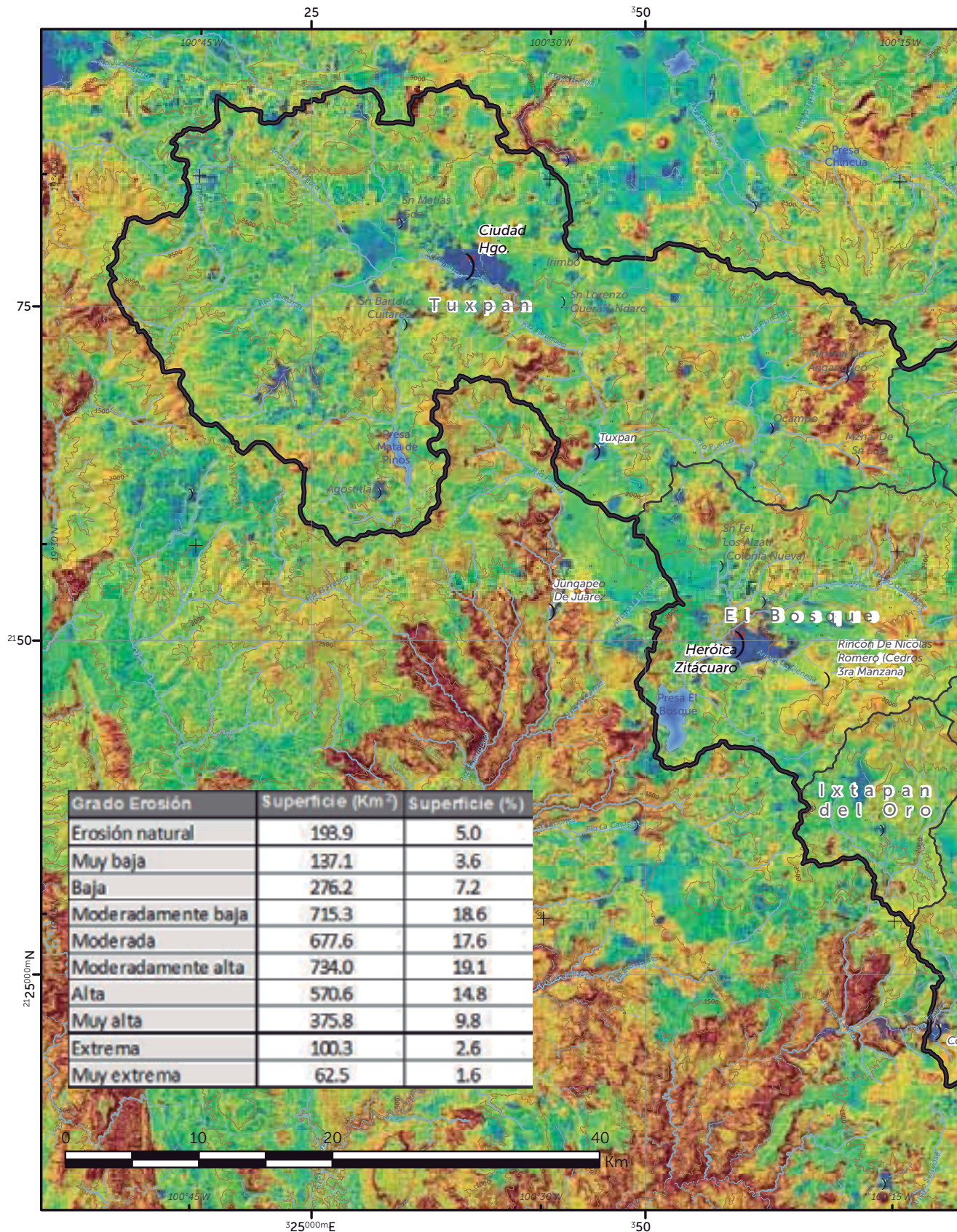
agua por agroquímicos y, sobre todo, el arras-  
tre de partículas que producen los azolves que  
se acarrean aguas abajo con los escurrimientos.

31. **Erosión en la agricultura de temporal.** Una buena proporción de la agricultura de tempo-  
ral se practica en parcelas pequeñas; en muchos  
casos, se establece en terrenos de pendiente  
pronunciada en los que ocurre un escurrimien-  
to acelerado. En estos últimos, la tendencia a  
la erosión es mayor, incluso con lluvias norma-  
les, por lo que estos suelos no son aptos para el  
uso agrícola con cultivos anuales. Se ha encon-  
trado que esas tierras están siendo utilizadas  
más allá de su capacidad de producción susten-  
table. Además, es muy probable que la mayoría  
de parcelas sembradas de maíz sean unidades  
familiares con una larga tradición, aunque (co-  
mo se indica en el apartado *Panorama Socioeco-  
nómico y de Comunicación*) con frecuencia ya no  
constituyan la fuente principal de ingreso fa-  
miliar. Esto dificulta la posibilidad de fomen-  
tar un cambio hacia otros usos del suelo más  
acordes con la vocación del recurso.
32. **Evolución reciente de la erosión en agricul-  
tura de temporal.** Un análisis comparativo

de las series I (1980) y IV (2007) del INEGI  
realizado por el Instituto de Ingeniería de la  
UNAM para estas áreas muestra que los mu-  
nicipios con más cambios negativos en el pe-  
riodo fueron Ciudad Hidalgo, San José del  
Rincón, Villa Victoria y Villa de Allende. En  
cambio, en los municipios de Ocampo, Donato  
Guerra, Valle de Bravo, Angangueo, Ama-  
nalco y Zitácuaro el fenómeno se mantuvo  
estable o disminuyó. Las tablas 2.5 y 2.6 in-  
dican la extensión del fenómeno en el terri-  
torio ocupado por agricultura de temporal en  
los 10 principales municipios según la Serie IV  
(2007) del INEGI. Los grados de erosión con-  
siderados son moderado (10-50 ton/ha/año),  
alto (50-500 ton/ha/año) y extremo (> 500  
ton/ha/año).

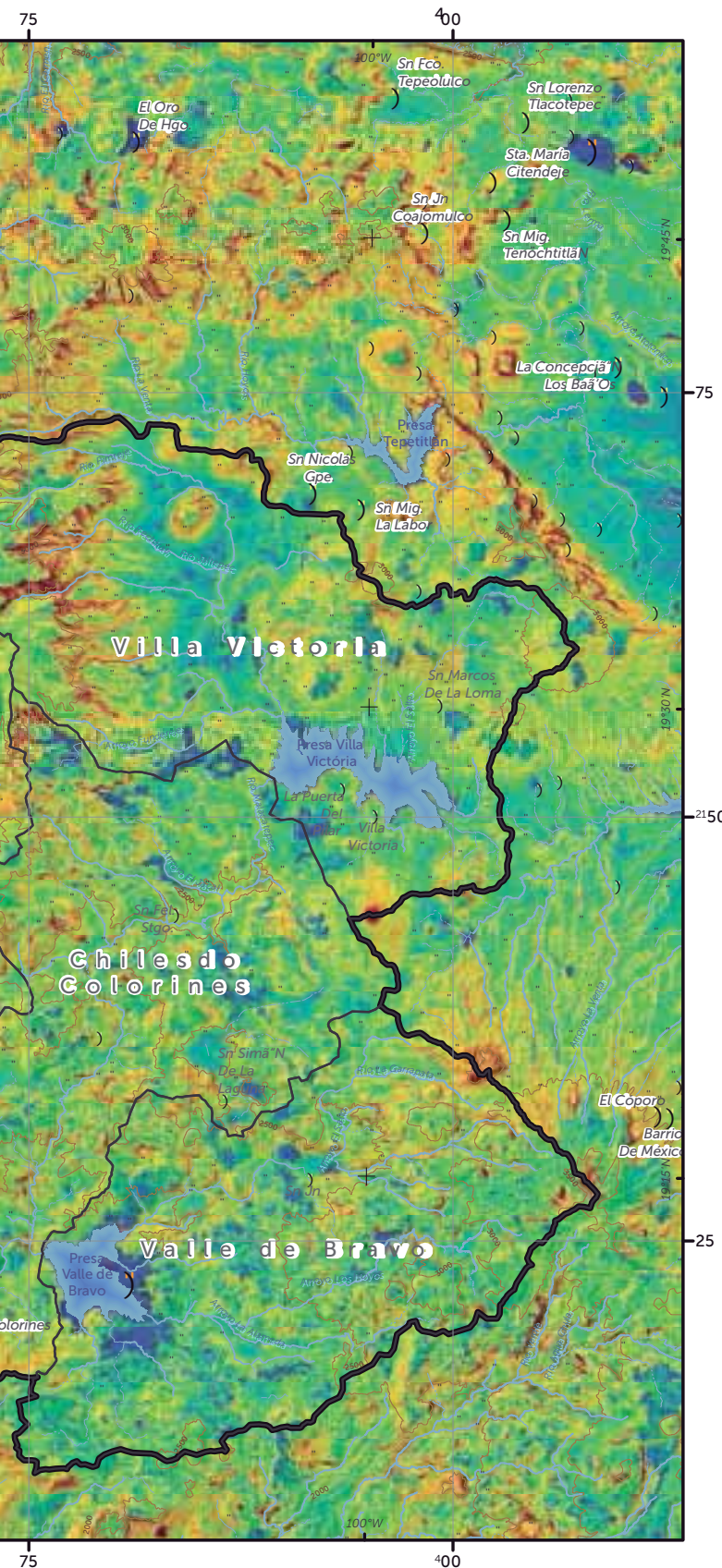
33. **Tasas sustentables de erosión.** A propósi-  
to de la información de las tablas anterio-  
res, es importante notar que la condición de  
moderado no equivale necesariamente a ta-  
sas aceptables o sustentables de erosión. En  
realidad, una pérdida de 50 ton/ha/año no  
puede ser considerada sustentable, sino se-  
veramente dañina para los suelos y el medio  
ambiente.

■ **Figura 2.26.** Erosión del suelo en las subcuencas



(Fuente: Instituto de Ingeniería UNAM)





## Análisis de la Información para el Desarrollo de Herramientas del Sistema Cutzamala y sus Cuencas de Aportación (Primera Etapa)

### Mapa Erosión (Serie IV) del Sistema Cutzamala

#### Leyenda temática

- Erosión natural
- Muy baja
- Baja
- Moderadamente baja
- Moderada
- Moderadamente alta
- Alta
- Muy alta
- Extrema
- Muy extrema

#### Símbolos convencionales

- |  |                        |                        |
|--|------------------------|------------------------|
|  | Subcuenca hidrográfica | <b>Localidad</b>       |
|  | Sistema Cutzamala      | <b>Población total</b> |
|  | Cuerpo de agua         | - 500 - 2,500          |
|  | Corriente de agua      | ) 2,501 - 5,000        |
|  | Perenne                | ) 5,001 - 15,000       |
|  | Intermitente           | ) 15,001 - 30,000      |
|  | Curva de nivel         | ) 30,001 - 84,307      |



Elipsoide: WGS 1984.  
 Datum: WGS 1984.  
 Proyección: UTM Zona 14 Norte.  
 Equidistancia curvas: 500 metros.  
 Fuentes: INEGI, CONAGUA, Elab. Propia.  
 Edición cartográfica: Pablo Leautaud Valenzuela.  
 Elaboración: Instituto de Ingeniería, UNAM.



■ **Tabla 2.5.** Grados de erosión (% de terrenos en uso agricultura de temporal) en 4 municipios de Michoacán, 2007

| Grados de erosión | Ocampo | Dd. Hidalgo | Anganguero | Zitácuaro |
|-------------------|--------|-------------|------------|-----------|
| Moderado          | 3.2%   | 9.2%        | 4.9%       | 4.9%      |
| Alto              | 42.1%  | 66.4%       | 25.7%      | 50.7%     |
| Extremo           | 54.4%  | 23.8%       | 73.5%      | 44.0%     |

■ **Tabla 2.6.** Grados de erosión (% de terrenos en uso agricultura de temporal) en 6 municipios del Estado de México, 2007

| Grados de erosión | Donato Guerra | Amanalco | Valle de Bravo | Villa Victoria | Villa de Allende | San José del Rincón |
|-------------------|---------------|----------|----------------|----------------|------------------|---------------------|
| Moderado          | 9.1%          | 8.1%     | 16.8%          | 17.1%          | 10.1%            | 5.5%                |
| Alto              | 66.7%         | 62.2%    | 61.7%          | 67.7%          | 63.7%            | 47.8%               |
| Extremo           | 23.5%         | 29.3%    | 20.0%          | 13.6%          | 25.1%            | 45.8%               |

(Fuente: Serie IV del INEGI, 2007)

**34. Los casos de Valle de Bravo y Villa Victoria.**

Estudios realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en las subcuencas de Valle de Bravo y Villa Victoria indican que, en el primer caso, el 37% de la superficie presenta tasas de erosión entre moderadas y muy altas, mientras que en la segunda, un 52.8% registra tasas altas y muy altas. En este último caso, las más afectadas eran las zonas de agricultura de temporal en ladera con pendientes superiores al 30%. Una proporción considerable de las áreas afectadas se encuentra en las cercanías de la presa Villa Victoria. En ambas subcuencas es urgente impulsar mejoras en las prácticas agrícolas de conservación de suelos. La experiencia disponible en Valle de Bravo indica que la eficiencia de las prácticas aplicadas varía desde el 64% de reducción de erosión (maíz en surcos de contorno) hasta un 96% (maíz en surcos de contorno en terrazas con maguey). En el caso de Villa Victoria, las prácticas establecidas redujeron la erosión en 27% (pasto) y hasta el 51% (maíz/haba).

**35. Erosión en áreas irrigadas.** Recientemente se ha extendido la práctica de riego en suelos frágiles y con pendiente, lo que va en contra de la vocación del recurso. Los efectos erosivos del escurrimiento están también presentes en las áreas irrigadas, inducidos por un manejo inadecuado o deficiente del sistema utilizado. El manejo incorrecto de los recursos favorece, por lo demás, la formación de cárcavas que originan grandes volúmenes de azolves. Por otro lado, la compactación de los suelos y la pérdida de la materia orgánica han acentuado la declinación de su fertilidad.

**36. Uso pecuario y sobrepastoreo.** En los valles intermontañosos elevados, inicialmente agrícolas, se ha establecido una explotación extensiva de borregos, principalmente. Se estima que en esas áreas existe un sobrepastoreo importante que provoca la compactación del terreno, la disminución de la cubierta vegetal y la erosión consecuente.

**37. Erosión: el problema de manejo del agua en las subcuencas.** La degradación del medio biofísico en las subcuencas es causada, directa o indirectamente, por la erosión de suelos y tiene consecuencias sobre la calidad del agua, la declinación de la biodiversidad, el depósito de sedimentos en cuerpos de agua, la reducción de la productividad y los ingresos para los productores. La erosión hídrica está a su vez determinada por un escurrimiento excesivo de la precipitación normal, y forma parte de los problemas de manejo del agua (Mann, 2013).

**38. Deterioro de la calidad del agua.** En el apartado de *Calidad del Agua en las Subcuencas* se detalla la situación de la calidad del recurso, tomando en consideración la función principal del Sistema Cutzamala. Entre las principales fuentes de contaminación se encuentra la erosión hídrica, que se manifiesta en incrementos de la turbiedad del agua y en una presencia elevada de residuos sólidos suspendidos.

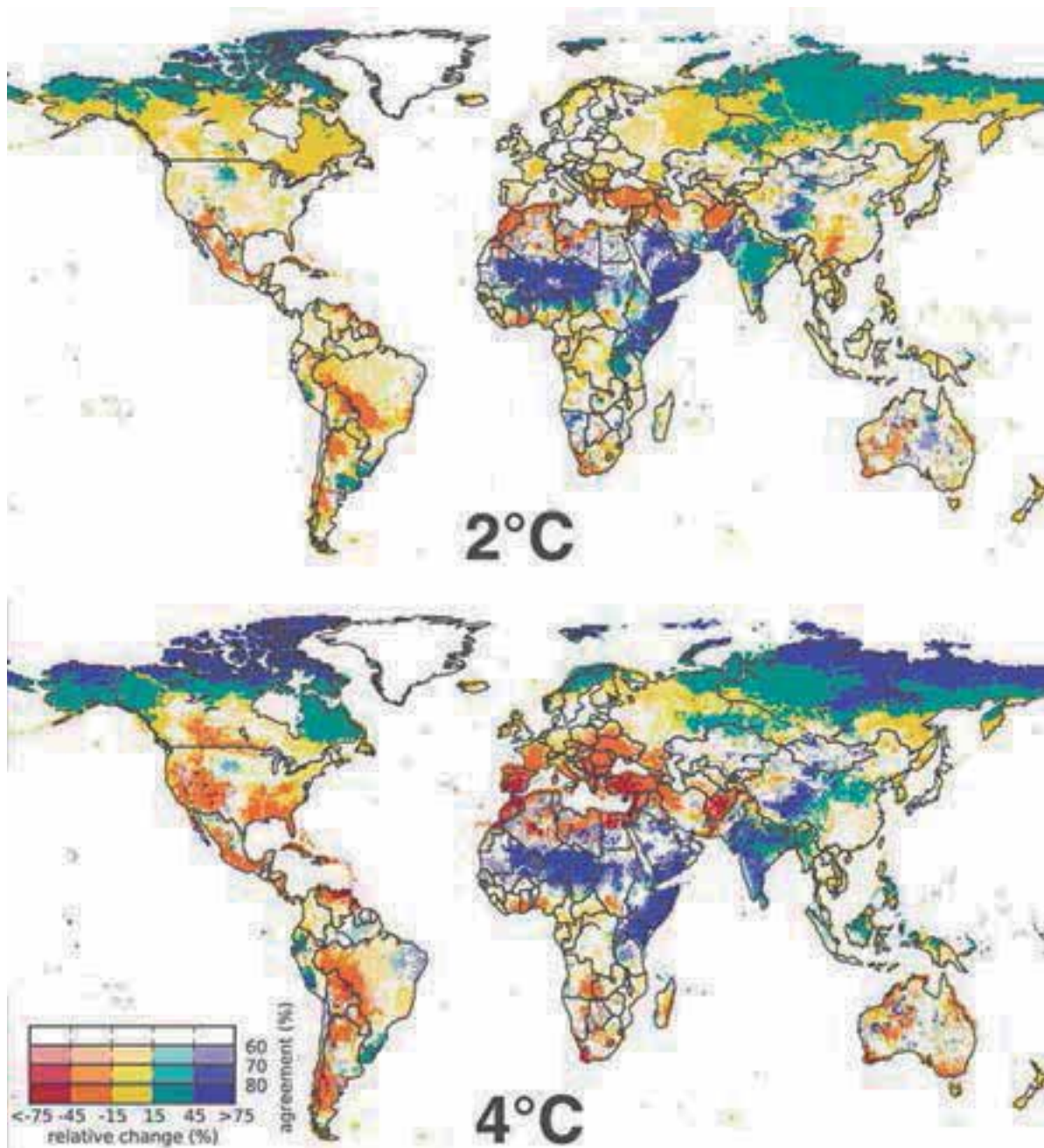
**39. Deterioro de los bosques.** La tala clandestina, el cambio de uso de forestal a agrícola y a urbano, los incendios forestales y el estado sanitario de los bosques constituyen amenazas reales respecto de la cantidad y la calidad del recurso forestal en todas las subcuencas.

## 9. Hipótesis sobre las consecuencias del cambio climático

40. **Efectos sobre la disponibilidad del agua.** En 2009 un estudio (Escolero *et al.*, 2009) hizo un análisis de la precipitación y la evapotranspiración en el Sistema Cutzamala, a partir de varios escenarios y modelos, para establecer las modalidades y consecuencias del cambio climático. El estudio calculó la

disponibilidad natural de agua (escurrimiento más recarga) en las áreas de captación de los diversos escenarios. Se estima, como publica el estudio, que puede haber una disminución mínima de entre -10% y -17% en la disponibilidad del agua en las áreas de captación del Sistema Cutzamala. Los autores advierten que es difícil distinguir si esta disminución es un efecto del cambio de cobertura, de los cambios locales del clima o del cambio climático global.

- **Figura 2.27.** Cambio en el escurrimiento en el planeta para los escenarios Mundo 2 °C y Mundo 4 °C en los años 2080 en relación con el periodo 1986-2005



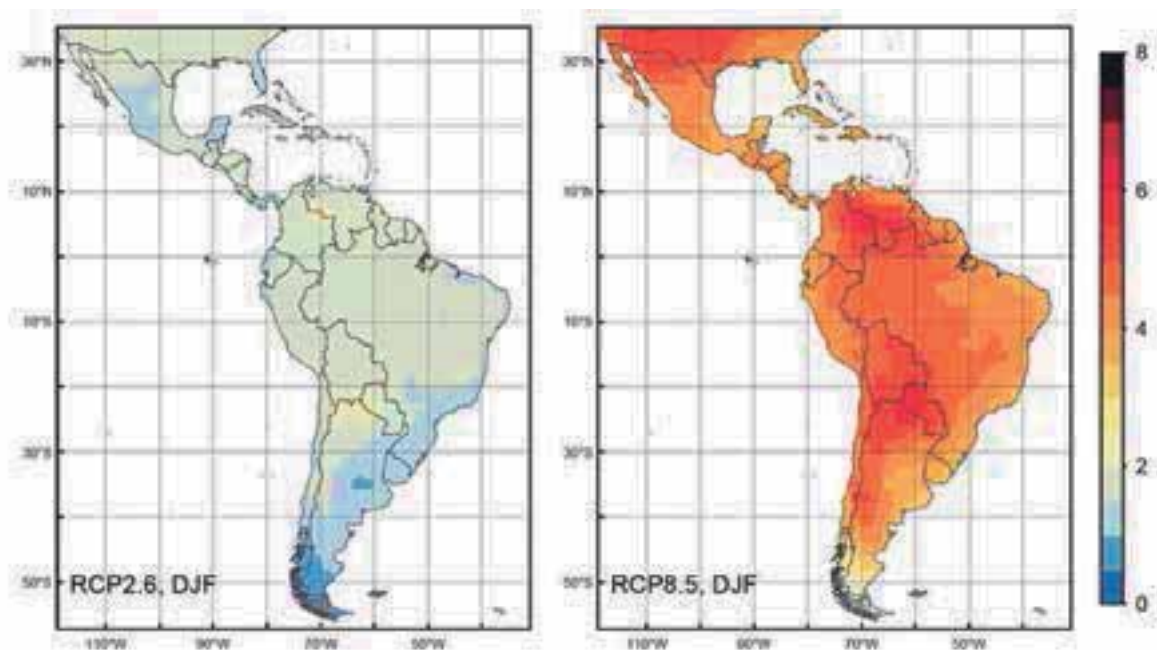
41. **Efectos del aumento de la temperatura.** De acuerdo con el informe *Turn Down the Heat* (World Bank, 2014), se espera que en la región analizada se incremente la temperatura y se reduzca la precipitación y, por tanto, los escurrimientos anuales entre un 15% y un 45%. En el estudio se presentan dos escenarios de incremento global de temperatura: el primero, denominado *Mundo 2°C*, supone que la temperatura global se incrementa en 2°C respecto de la era preindustrial, y el segundo (*Mundo 4°C*) en el que la temperatura aumenta 4°C (Figura 2.27).
42. En las figuras 2.28 (a) y (b) se muestran las anomalías de temperatura en la región de Latinoamérica y el Caribe para los escenarios *Mundo 2°C* y *Mundo 4°C*, respectivamente, para el periodo invernal septentrional.
43. **La Ciudad de México.** En el caso del área metropolitana de la Ciudad de México, se prevé que la extensión de las sequías de verano incremente la demanda de agua. Además, el aumento del estiaje podrá afectar desproporcionalmente a la población rural en el país, que tenderá a buscar en las ciudades actividades económicas menos dependientes del clima; esto también contribuirá al incremento de la demanda de agua. Las proyecciones de incremento en las temperaturas, sequías más frecuentes y prolongadas, y decremento de la precipitación tendrán efectos negativos sobre

la seguridad del abastecimiento de agua en la ZMVM y aumentará la dependencia de este recurso. La seguridad hídrica de las áreas externas proveedoras de agua (como el Sistema Cutzamala) también se verá afectada.

## 10. Conclusiones

44. Por sus condiciones geológicas, las subcuencas del Sistema Cutzamala son muy vulnerables a fenómenos meteorológicos extremos. La topografía y las prácticas que conducen a la deforestación provocan el deslizamiento de material hacia los ríos y cuerpos de agua. Los suelos dominantes son poco fértiles y vulnerables a la erosión hídrica, eólica y química.
45. La cuenca actual es diferente de la original del río Cutzamala. Drena en realidad hacia el Valle de México y no hacia la parte más baja, como ocurrió por siglos. Como consecuencia de esa transformación, los volúmenes que salen del Sistema Cutzamala hacia la cuenca del río del mismo nombre pueden ser considerados como exportaciones.
46. Los usos principales del suelo se distribuyen aproximadamente en 46% de bosque, 39% de agricultura de temporal y 8% de riego, con menor presencia de pastizales. Si bien se requiere

■ **Figura 2.28.** Anomalía de temperatura en los escenarios (a) *Mundo 2°C* y (b) *Mundo 4°C* en el periodo 2071-2099 respecto a 1951-1980



(World Bank, 2014)

- más precisión mediante visitas de terreno, la información de las series I a V del INEGI muestra que los bosques han disminuido sólo en 2% de 1980 a 2011. La agricultura de temporal aumentó en 5% y la de riego en 3% del área total.
47. La degradación del medio biofísico parece más alta en la subcuenca de Villa Victoria, con una agricultura de temporal 20% más extendida que en 1980. En Valle de Bravo es notorio el avance de la zona urbanizada y una disminución de los bosques del 4%. Un aumento de la zona urbana y de las áreas bajo riego caracterizan a su vez la evolución de la subcuenca El Bosque. En el caso de Tuxpan, la cobertura de bosque se mantiene constante, con incremento de agricultura de temporal a costa del uso pecuario. En las otras dos subcuencas —Ixtapan del Oro y Chilesdo-Colorines—, el decremento de la agricultura de temporal se compensa por el aumento de las áreas bajo riego.
  48. El paso de un escenario rural clásico a uno de ruralidad urbanizada, discutido en el apartado de *Panorama Socioeconómico y de Comunicación*, se expresa en un incremento considerable y desorganizado, con asentamientos irregulares, en particular alrededor de las áreas urbanas en ciudades medias situadas en las subcuencas.
  49. La mitad del territorio está afectada por procesos erosivos, moderados o ligeros. A la erosión hídrica se suma la eólica, en perjuicio particularmente de los suelos andosoles predominantes.
  50. El deterioro de los recursos suelo, agua y bosque puede estar induciendo cambios no favorables en la fauna y la flora características. Influye negativamente sobre la calidad del agua aportada por las subcuencas para uso público, y de manera notable, en el agua trasvasada por el Sistema Cutzamala, lo que a su vez daña las instalaciones y afecta la vida útil de la infraestructura.
  51. Aunque se reconoce la dificultad de distinguir entre cambios producidos por la modificación de la cobertura, del clima local y los eventuales efectos del cambio climático global, un estudio de 2009 calculó que el efecto menos grave de los escenarios de cambio climático sería de una reducción de entre -10% y -17% en la disponibilidad de agua en las áreas de captación del Sistema Cutzamala. Todos los datos y proyecciones tienden a pronosticar un incremento en la demanda de agua en las ZMVM y ZMT, acompañado de un decremento en su disponibilidad, incluidas las fuentes externas, como es el caso del Sistema Cutzamala.



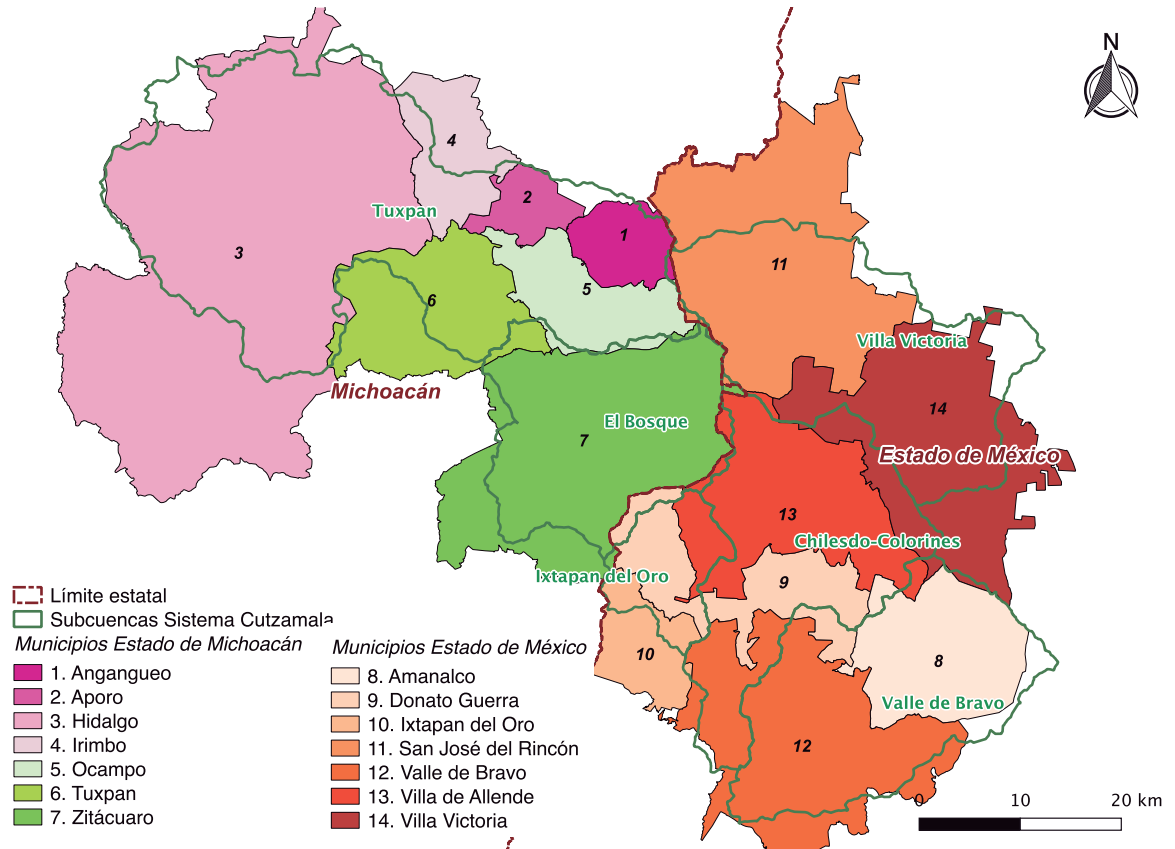
# Panorama socioeconómico y de comunicación

*Este apartado muestra cómo el crecimiento de la población, las transformaciones ocurridas en el marco de una nueva ruralidad urbanizada con índices altos de marginación y pobreza, el avance significativo de la agricultura de riego en ciertas subcuencas, así como las carencias del desarrollo de los centros urbanos, plantean presiones en general negativas sobre los recursos naturales, y en particular sobre el agua. Se analizan también las formas y los contenidos de la conflictividad social.*

## 1. Transformaciones y contrastes en el paisaje social

1. **Conjuntos económico-sociales distintos.** Los municipios de las subcuencas pertenecen a dos conjuntos económico-sociales diferentes en los respectivos estados: la región XV Valle de Bravo en el Estado de México y la región IV Oriente en Michoacán. En ellos se reconocen sendos centros de la dinámica económica: Valle de Bravo y Zitácuaro. En torno a esos dos centros, se transforma un paisaje otrora predominantemente rural, se desarrollan las actividades de la población y se deciden sus perspectivas.
2. **Transformación de los espacios rurales.** El proceso de urbanización avanza en las subcuencas en función de la influencia radial de Valle de Bravo y Zitácuaro. Por un lado, en varios municipios del Estado de México está en curso un proceso característico de la llamada “nueva ruralidad” o condición postagraria del paisaje rural. El desplazamiento constante de la población y la aparición de nuevas relaciones entre la sociedad local y el Estado, así como la pérdida de importancia del trabajo agrícola en el ingreso familiar, traen aparejado el cambio hacia un nuevo paisaje social. A ello se suma, en especial en Valle de Bravo, un incremento significativo de la actividad turística y de la población flotante de ingresos altos y medios. Por otro lado, en algunos municipios localizados en Michoacán, además de la progresiva urbanización, se suma el efecto de un rápido crecimiento de la agricultura comercial.
3. **El ayuntamiento, centro de referencia.** Mientras la población continúa dispersándose, los pequeños poblados y “barrios” eligen a sus representantes —el delegado o subdelegado— ante el ayuntamiento, convertido en el centro de referencia para la asignación de recursos de desarrollo social y

■ **Figura 3.1. Municipios y subcuencas**



(Fuente: Instituto de Ingeniería, UNAM)

combate a la pobreza. Los programas sociales se operan a través de intermediarios locales de cuyas decisiones depende, en buena medida, el cuadro de inclusión y exclusión. Nuevos poseedores de predios antes ejidales los utilizan como complemento de ingreso, los rentan o los mantienen en espera de que se incremente su valor inmobiliario. El resultado es una transformación de la ruralidad en espacios de residencia. Como lo indica un estudio sobre San Felipe del Progreso (Torres-Mazuera, 2012), la tendencia en ese nuevo escenario es que los principales recursos en disputa sean los que se asocian al presupuesto del ayuntamiento y se dirigen al desarrollo urbano. Aparece así la urbanización como un atributo central de una ruralidad donde no predomina la agricultura y que, como se ha indicado, está más presente en los municipios mexicanos.

## 2. Una población creciente, con rápidos cambios

- Localización.** Catorce municipios ubicados en los estados de México y de Michoacán se vinculan con las seis subcuencas de aportación de agua del Sistema Cutzamala, y cubren una superficie total de 3,419 km<sup>2</sup>. La Figura 3.1 muestra la localización de esos municipios y su relación con las subcuencas.
- Población en constante crecimiento.** En 2010 los municipios de las subcuencas tenían una población total de 723,447 habitantes. El crecimiento ha sido notable desde el inicio del proyecto que dio origen al Sistema Cutzamala (367,671 habitantes en 1970), con una tasa promedio anual del 1.8%. El crecimiento absoluto ha sido del 103.5% entre 1970 y 2010 para los municipios ubicados en el Estado de México, y de 106.9% en los de Michoacán. Entre 2005 y 2010 la población mantuvo su tendencia al crecimiento y aumentó en un total de 98,320 habitantes. Según las proyecciones del Consejo Nacional de Población, es probable que la cifra total en los 14 municipios alcance 918,452 habitantes en 2030. Conforme



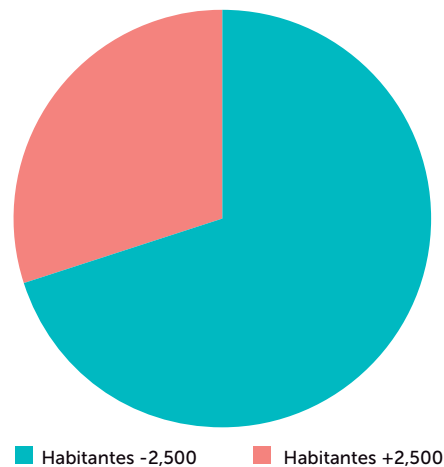
a ese crecimiento, la densidad de población habrá pasado de 107 hab/km<sup>2</sup> en 1970, a 211 hab/km<sup>2</sup> en 2010 y a 268 hab/km<sup>2</sup> dentro de tres lustros.

6. **Dispersión acentuada.** En el conjunto de los municipios de las subcuencas, un 62.7% del total de la población habitaba en 2010 en 1,076 localidades con menos de 2,500 habitantes, en tanto que se registraban 29 centros urbanos con mayor población, entre los que destacan Heroica Zitácuaro, Ciudad Hidalgo y Valle de Bravo. La dispersión persistía como un fenómeno progresivo hasta hace pocos años; por ejemplo, en varios de los municipios de Michoacán seguían apareciendo nuevos asentamientos humanos pequeños, algunos ubicados en terrenos federales (Gobierno del Estado de Michoacán, 2005).

7. **Una proporción diferente de poblaciones pequeñas.** La dispersión de la población se matiza al considerar por separado a los municipios pertenecientes al Estado de México y a los ubicados en Michoacán. Mientras que en los primeros el total de población en localidades de menos de 2,500 habitantes era en 2010 del 81.6% (con 446 localidades), en el caso de Michoacán alcanzaba un 43.2% (con 630 localidades); los centros urbanos de Zitácuaro y Ciudad Hidalgo tendrían una importante influencia al respecto.

8. **Cambiante estructura de la población hacia 2030.** La transición demográfica en curso tendrá un impacto notable en las subcuencas consideradas. En los próximos tres lustros, el grupo de entre 15 y 29 años de edad pasará del 28.2% del total en 2010 al 26.0% en los municipios del Estado de México, y en los de Michoacán del 28.2% al 23.9%. A pesar de esta disminución porcentual en números absolutos, la proyección para 2030 estima que alrededor de 230,000 personas estarán en condiciones de entrar al mercado de trabajo, contra 204,758 en 2010. Se prevé un aumento en la proporción de los grupos de edad de más de 45 años, que pasarán en los municipios del Estado de México del 33.8% en 2010 a un proyectado 48.1%, y en Michoacán del 39.0% al 54.4%, respectivamente. En el extremo, el grupo de los mayores de 65 años pasará del 4.7% al 7.1% en el Estado de México, y en el de Michoacán del 6.2% al 9.3%, en un proceso paulatino de envejecimiento de la población, con el consecuente impacto en las demandas de seguridad social.

■ **Figura 3.2. Dispersión de la población en los municipios de las subcuencas**



(Fuente: Secretaría de Desarrollo Social, 2010)

9. **La población indígena.** En 2010 se registró un total 34,526 hablantes de lengua indígena en los municipios de las subcuencas del Estado de México y de Michoacán. De ellos, 28,935 estaban en el Estado de México y 5,591 en Michoacán. Los municipios con mayor densidad de población indígena eran San José del Rincón, y en menor medida Donato Guerra, Amanalco, Villa Victoria y Villa de Allende. En el estado de Michoacán, Zitácuaro registró un total de 5,261 habitantes indígenas. Salvo en el caso de Amanalco, donde la población indígena es nahua, en el resto de los municipios ese grupo es mazahua. La población que habla una lengua indígena se encuentra mayoritariamente en las localidades de alta y muy alta marginación.

10. **Inequidad para las mujeres.** Como en otras áreas similares del país, la proporción de mujeres es mayor que la de hombres en los municipios considerados; la condición de pobreza y marginación las afecta más que a los hombres. Una cantidad estimable de hogares son conducidos por mujeres (20% del total), con tendencia a aumentar. Las hijas tienden, en proporción creciente, a ser madres antes de los 19 años de edad. En todos los municipios el número de mujeres analfabetas es mayor que el de hombres, con una proporción más elevada en el Estado de México. En los municipios michiquenses el número de mujeres sin escolaridad es superior al doble de los hombres. La composición de la población económicamente activa muestra que entre la población no activa las mujeres ocupadas en el hogar figuran en una proporción muy alta, y en 2010 la tasa de

participación económica era de 73% para los hombres y de 22% para las mujeres.

11. **Migración.** En 2010 la población nacida fuera de la entidad en los municipios analizados mostró una proporción de 6.6% en el caso de Michoacán y de 3.6% en los del Estado de México, salvo en el caso de Valle de Bravo (6.8%). En ese año un 1.7% de los mayores de 5 años de edad (5,079 personas, más mujeres que hombres) en los municipios michoacanos de las subcuencas y un 1.2% en los mexiquenses residía fuera de la entidad. Las subcuencas atraen más población de la que emigra. La población migra de manera permanente hacia las ZMVM y ZMT o hacia otros países, y se moviliza estacionalmente o durante los días laborales hacia los centros urbanos próximos.

12. **Educación con fuertes rezagos.** Los municipios padecen las consecuencias de la deserción escolar. En las condiciones actuales, el gran número de poblaciones pequeñas dispersas, con escuelas precarias y bajo nivel de formación de los docentes, explica en parte la situación. La pobreza se traduce en desnutrición, que afecta el rendimiento en el salón de clases, y en la necesidad de los padres de incorporar a sus hijos menores precozmente al trabajo, muchas veces no remunerado. Existen pocos establecimientos escolares para indígenas, y las oportunidades de formación para el trabajo son escasas. En 2010 había en total 57,118 mayores de 15 años sin instrucción primaria, de los cuales el 62.4% eran mujeres. El número de analfabetos era similar, con un 63.9% de mujeres.

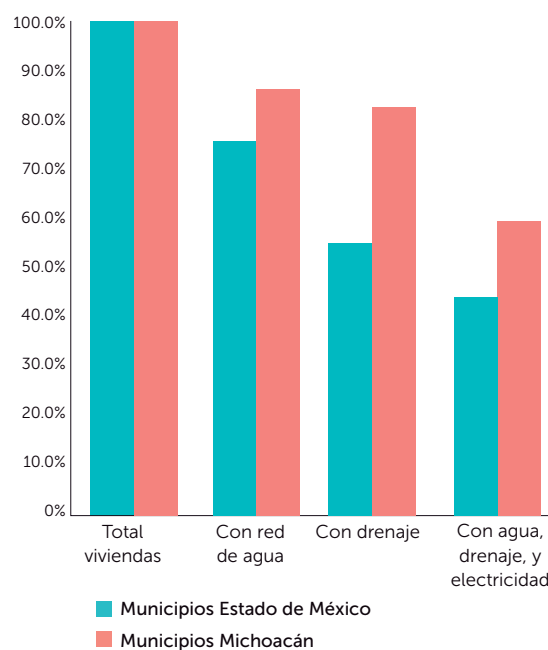
### 3. Persistente pobreza, con alta marginación

13. **Viviendas inadecuadas.** En 2010 las personas que habitaban en viviendas de mala calidad de materiales e insuficiente espacio sumaron 190,903 en todas las subcuencas. El 30.8% de las viviendas no contaba con servicio de drenaje y un 24.4% carecía de agua conectada a una red pública; esta carencia de servicios básicos afectaba a 318,279 personas.

14. **Escasas iniciativas para mejorar los servicios de agua.** Se encontró que las acciones y obras de abastecimiento en zonas rurales de menos de 2,500 habitantes son insuficientes.

15. **Servicios de salud y bienestar social.** En 2010, en el conjunto de los municipios 407,467

Figura 3.3. Viviendas y servicios en los municipios de las subcuencas

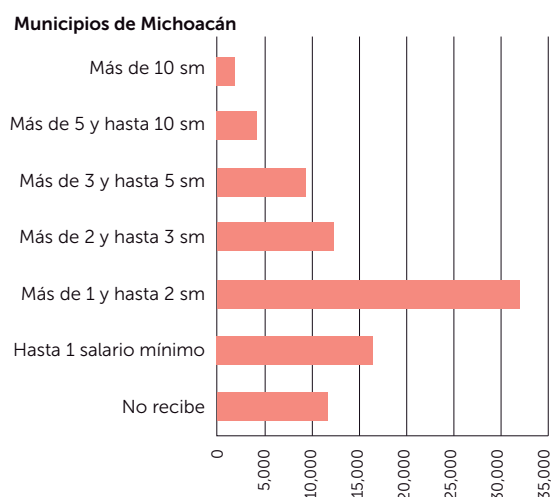


(Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal, 2010)

personas tenían acceso a regímenes de seguridad social o a servicios médicos públicos o privados, incluido el Seguro Popular: esto corresponde al 56.3% de la población. Sin derechos o cobertura de salud permanecía el 41.1% de la población, equivalente a 297,509 personas. Los municipios de Michoacán disponían de 98 unidades médicas, y los del Estado de México de 126. Esto significa una disponibilidad de 2.75 unidades por cada 10,000 habitantes en los primeros y de 3.43 en los segundos. El personal médico ascendía a 447 y a 408 en cada caso, con tasas de 1.25 y de 1.11 médico por cada 1,000 habitantes, respectivamente. Las cifras muestran que, no obstante la importancia cuantitativa del régimen de Seguro Popular, las coberturas en los municipios de las subcuencas son insuficientes.

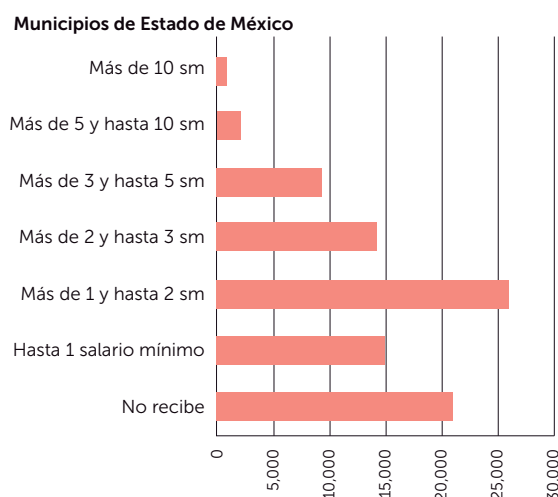
16. **Actividad económica desigual e ingresos insuficientes.** La población activa alcanzaba en 2010 un total de 243,625 individuos, de los cuales eran hombres el 74.6%. El grupo no activo (que no realizaba actividad económica y no buscaba empleo) sumaba 260,350 personas. En los municipios de Michoacán, 7,155 personas activas declararon estar desocupadas, y 8,401 en el Estado de México. Ambas cifras sugieren altas tasas de subempleo. La situación en materia de ingresos (para el año 2000, cuando la población activa era menor)

■ **Figura 3.4. Población ocupada según ingresos, municipios de Michoacán (2000)**



(Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal)

■ **Figura 3.5. Población ocupada según ingresos, municipios de Estado de México (2000)**



(Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal)

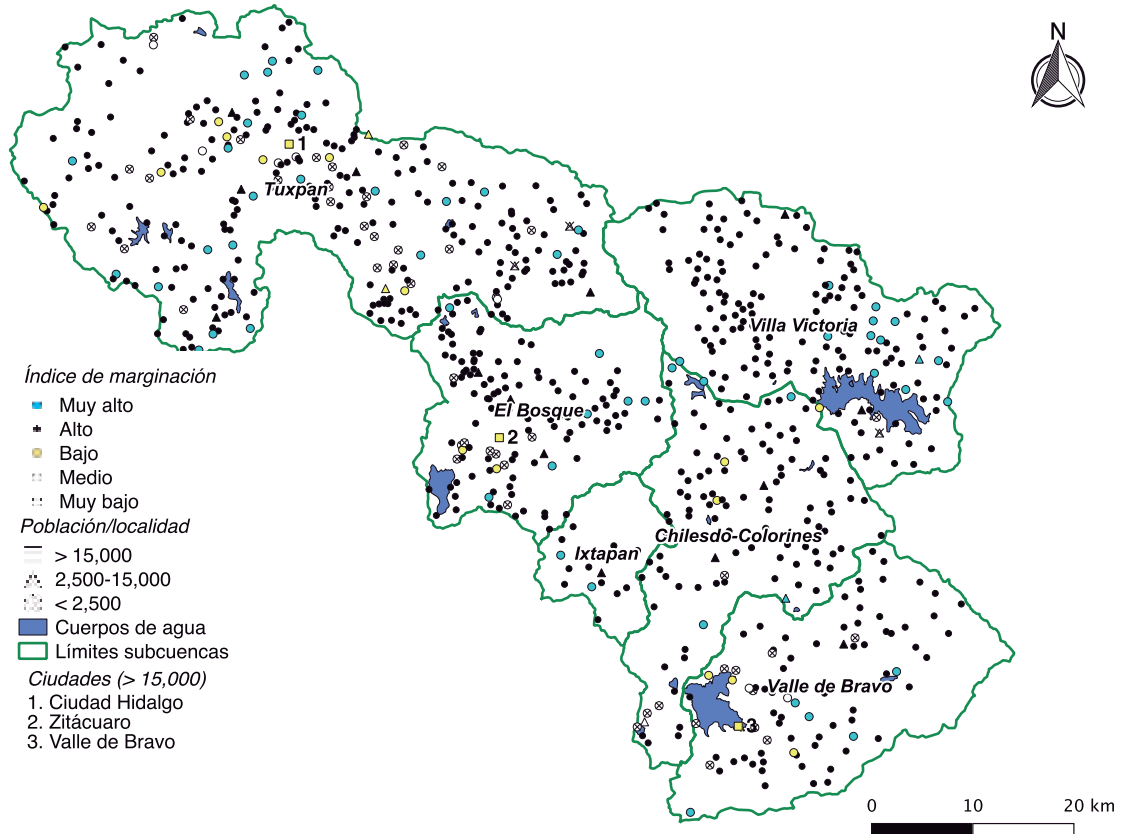
se ilustra en las figuras 3.4 y 3.5. Una importante proporción declaró no recibir ingresos (32,922 personas); el estrato superior, con más de 10 salarios mínimos, representaba el 0.7% en el Estado de México y el 1.9% en los municipios de Michoacán. En el extremo inferior, si se agregan los ocupados que no reciben ingresos y los de hasta un salario mínimo, se obtiene un 32.4% en Michoacán y un 40.9% en el Estado de México.

17. **Municipios desfavorecidos en un área de concentración de la marginación.** Salvo Valle de Bravo, todos los municipios en las subcuencas se encuentran entre los más desfavorecidos en el estado respectivo. Según la clasificación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la mayoría de los municipios y de la población correspondiente al Estado de México está en la categoría de marginación alta (carencias de acceso a educación, viviendas inadecuadas, ingresos insuficientes y habitación en localidades pequeñas), mientras Valle de Bravo registra un nivel bajo y Amanalco un nivel medio de marginación. En Michoacán todos los municipios corresponden a un nivel medio, con excepción de Ciudad Hidalgo y Ocampo, que en 2010 se encontraban en un nivel alto de marginación. En los municipios del Estado de México, un 56.5% estaba en condición de alta marginación (207,784 personas) y un 11.7% (43,203 personas) en muy alto nivel de marginación. Los municipios michoacanos mostraban una situación diferente: 106,785 personas sufrían de alta marginación (29.9% del total), y 5,052 (1.4%) de muy alta marginación.

18. **Pobreza y pobreza extrema generalizadas.** En el conjunto de las subcuencas, y según la definición vigente de pobreza (alimentaria, de capacidades y patrimonial, de acuerdo con la SEDESOL), en el censo de 2010 se registraron 304,448 personas en condición de pobreza (42.1% del total); entre ellas, 119,168 personas estaba en situación de extrema pobreza. Si se comparan los porcentajes de pobreza y pobreza extrema de los municipios agrupados por estado de pertenencia, se obtiene información más precisa. En los municipios de Michoacán, el total de población con pobreza moderada era del 44.4%, lo que contrasta con el vecino Estado de México donde sólo un 32.6% mostraba esa condición relativamente más favorable; en cambio, en los primeros, el porcentaje de extrema pobreza ascendía al 16.5% del total, inferior al 26.2% de los mexiquenses.

19. **Pocos cambios en 10 años.** Si se considera el índice de marginación de los municipios y los cambios registrados por la SEDESOL entre 2000 y 2010, se advierten pocos cambios en la situación de los municipios en las subcuencas: todos mantienen el mismo grado de marginación en el periodo considerado. La proporción de población que vive en municipios de alta y media marginación se ha mantenido en términos generales, aunque para el total el incremento del segmento de alta marginación se ha elevado ligeramente en relación con el de marginación media. La diferencia más significativa en la comparación decenal se observa en la cantidad de población de una u otra condición que vive en los municipios. El total de habitantes en

■ **Figura 3.6. Índice de marginación en las subcuencas**



(Fuente: Instituto Ingeniería UNAM con base en datos INEGI 2010)

municipios de alta marginación ha pasado de 247,565 en 2000 a 306,926, con un incremento del 23.9%; en los de marginación media pasa de 313,072 a 353,250, con un aumento del 12.8%.

#### 4. Actividades económicas

**20. Un escenario dominado aún por la actividad primaria.** En las subcuencas, el paisaje de la actividad económica está dominado aún por la producción primaria; en particular, predomina la agricultura de temporal en pequeñas explotaciones que por lo general no ofrecen un ingreso mínimo ni empleo suficiente a la familia. El turismo y la piscicultura tienen un desarrollo más reciente, y las artesanías tradicionales en algunas zonas tienden a crecer conforme se desarrolla el mercado local y regional. El crecimiento económico ha sido evidente en los últimos años (destaca el comportamiento de la agricultura de riego en áreas michoacanas), aunque sus limitaciones y modalidades repercuten en las condiciones de empleo y en el bajo nivel de ingresos promedio para buena parte de la población.

**21. Localización con oportunidades y tensiones.** El territorio ocupado por las subcuencas se vincula en un radio de 300 km con alrededor del 50% del mercado nacional; asimismo, tiene un importante potencial de conexión con los denominados corredores del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá. El área de las subcuencas está relacionada con la región del Valle de México y también con la de Guadalajara. En un doble juego con las posibilidades y expectativas locales, la dinámica económica en las subcuencas está condicionada por el comportamiento y las necesidades de la vasta porción del mercado nacional aludida. Así, en algunos municipios considerados como típicamente rurales y de agricultura tradicional (San José del Rincón) existe de larga data una vinculación de venta de fuerza de trabajo no calificada con otros mercados y centros urbanos.

**22. Agricultura de temporal.** Según las cifras de la serie V (INEGI, 2011), el uso del suelo agrícola de temporal ocupa 133,700 ha (39% de la superficie total de las subcuencas). Por su parte, el Anuario Estadístico publicado por la Secretaría responsable (SAGARPA,

2015) indica, para ambos ciclos del año agrícola 2013, un total de 109,262 ha sembradas (27,382 ha en Michoacán y 81,880 ha en el Estado de México), siendo que las cifras de la misma fuente para 2003 no muestran una variación significativa.

**23. Valor de la producción agrícola de temporal.**

Para esta última fuente, el valor de la producción — incluidos todos los cultivos de temporal (cíclicos y perennes)— ascendió a \$375 millones de pesos en 28,726 ha en los municipios de las subcuencas michoacanas y a \$1,596 millones de pesos en 82,548 ha en los mexiquenses. La diferencia del valor de la producción por hectárea es significativa en los dos casos (\$13,054 pesos/ha en Michoacán y \$19,335 pesos/ha en el Estado de México). Solamente los cultivos perennes de temporal (1,344 ha en Michoacán y 668 ha en el Estado de México) produjeron un valor de \$382 millones de pesos en 2013, es decir, \$189,802 pesos/ha. Probablemente a causa de la incidencia de aguacate, el valor de producción por hectárea de perennes de temporal es mucho mayor en el caso del Estado de México (\$410,550 pesos/ha) que en Michoacán (\$79,934 pesos/ha). Si en los municipios mexiquenses se eliminan las 216 ha cultivadas con perennes en Valle de Bravo (con valor de producción reportado de \$861,034 pesos/ha), el valor de producción de los perennes de temporal en el Estado de México disminuye a \$195,394 pesos/ha. Otros cultivos de temporal presentes en las subcuencas son el haba, la papa (producida, por ejemplo, en San José del Rincón y en Valle de Bravo, aprovechando terrenos de humedad), el frijol (asociado, como en Amanalco, al maíz), el tomate verde y, en Tuxpan, la gladiola.

**24. Extensión de la producción de maíz.** La producción de maíz grano ocupa buena parte de la superficie sembrada, con 25,113 ha en los municipios de Michoacán y 64,920 ha en los del Estado de México (91.7% y 79.3% del total reportado para el ciclo de temporal 2013, respectivamente). En este caso, el valor de la producción alcanzó los \$8,568 pesos/ha en los municipios de Michoacán y los \$13,934 pesos/ha en los mexiquenses, que obtuvieron rendimientos superiores en ese año. En 2013 el rendimiento por hectárea en San José del Rincón (3.63 ton/ha) fue superior al de todos los otros municipios. Tres municipios del Estado de México (San José del Rincón, Villa de Allende y Villa Victoria) concentran el 73.4% de la producción de este grano en las subcuencas mexiquenses, y el 52.9% en todas las subcuencas.

**25. Un cultivo de subsistencia.** El maíz es, en la actualidad, un cultivo predominantemente de subsistencia, aunque no sea ya la base primordial del ingreso familiar para buena parte de la población. Un buen número de productores utiliza las ayudas financieras —aunque disminuidas en las últimas dos décadas— a las que tiene acceso como un instrumento adicional de crédito para comprar fertilizantes y herbicidas necesarios. La percepción generalizada es que los suelos para el maíz han perdido productividad; cuando es posible, se recurre a fertilizantes químicos, de lo contrario se utiliza el estiércol proveniente de la escasa ganadería local. Como actividad de subsistencia y complementaria a las labores no agrícolas de los hogares, el cultivo ha adquirido en muchos casos una valoración en términos de calidad (preferencia del producto local para la producción de tortillas) y también como parte de una identidad campesina que persiste entre los mayores y tiende a integrarse bajo nuevas formas de cultura en los jóvenes. En razón de la creciente actividad no campesina de los hombres, es frecuente que la responsabilidad de la producción en la parcela familiar recaiga sobre las mujeres. No son escasos los ejemplos de utilización de ingresos no agrícolas de la familia para adquirir los insumos necesarios para la producción de temporal. A ello contribuye el proceso de fragmentación de las tierras ejidales, que ha conducido a situaciones en las que la mayoría de los sujetos agrarios disponen de menos de una hectárea.

**26. Ocupación de tierras de ladera.** En ciertos casos, como en Villa Victoria, las parcelas de cultivo y los pequeños agrupamientos de residencia han invadido las zonas anteriormente boscosas. En esas zonas, con laderas superiores al 15% de pendiente, se presentan erosión hídrica laminar y cárcavas que dificultan las labores y producen abundantes sedimentos en la época de lluvias.

## 5. Tenencia de la tierra

**27. Irregularidades en el desarrollo urbano.** Tres centros urbanos han crecido notablemente. La migración entre las subcuencas y el arribo de población proveniente de otros estados, como Guerrero, contribuye a ese crecimiento que se manifiesta, con frecuencia, en asentamientos irregulares. En algunos casos los asentamientos se establecen en áreas protegidas o de propiedad estatal, en tierras ejidales, pastizales o

zonas forestales. Se trata de zonas marginadas o también de tipo residencial para familias de ingresos mayores; en ciertos casos, se trata de una combinación de las dos.

28. **Contrastes en la tenencia agraria.** Mientras que en 2007 la superficie ejidal era de 20.6% y la privada de 73.7% en los municipios michoacanos, en los mexiquenses la proporción resultaba inversa, con 63.8% y 29.9%, respectivamente. La superficie promedio de las unidades era de 6.9 ha en Michoacán y de 2.1 ha en el Estado de México, lo que indica una mayor presencia de minifundio en el último caso. Por lo demás, una alta proporción de la tierra se encontraba sin uso agropecuario y forestal. En Michoacán 4,235 unidades disponían de riego, según la estadística censal (aunque otras observaciones citadas en este diagnóstico, en el apartado de *Aspectos Hidroagrícolas*, indicarían una cifra mayor), y 2,938 en el Estado de México.
29. **Pequeñas parcelas, problema estructural.** El minifundio ha inhibido históricamente la mejoría en las condiciones de vida; los cambios ocurridos desde la modificación del artículo 27 constitucional en 1992 no parecen haber alterado esa realidad ni la subdivisión incesante de parcelas. La explotación agrícola en unidades de subsistencia (o infrasubsistencia) o el cambio de uso de agrícola a residencial han tenido efectos sobre la modificación del paisaje en las subcuencas. La persistencia de pobreza y marginación sostiene en otras áreas una tendencia a la ampliación de la superficie agrícola en suelos que no tienen esa vocación y a la reducción de las áreas forestales, situación agravada por la tala no controlada. El uso agrícola en minifundio o el nuevo uso residencial tienen correlación con el deterioro del área boscosa, como es el caso en la subcuenca de Villa Victoria.

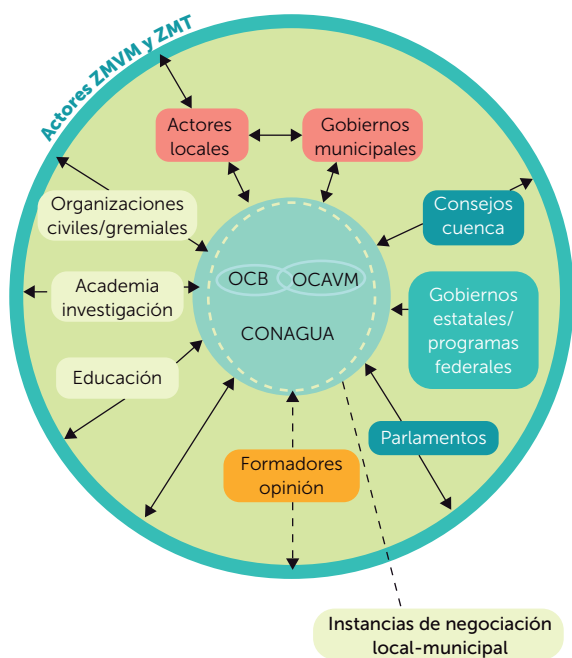
## 6. Actores y conflictividad

30. **Figuras sociales y organizativas: lo viejo y lo nuevo.** En el área de estudio, la célula central del tejido social sigue siendo la familia, en la que persisten estrategias de sobrevivencia y de multiactividad. Esto incluye su incorporación a unidades económicas próximas, entre las que sobresale la burocracia municipal. Los habitantes tienden a una mayor individualización y esto afecta las relaciones familiares. El espacio en el que surgen las organizaciones de representación y liderazgo es la localidad, de

pequeño tamaño, dispersa y sujeta a las decisiones de inclusión o exclusión que se toman en los ayuntamientos. La descentralización del presupuesto orientado al desarrollo municipal ha demandado una mayor capacidad de la localidad para administrar los recursos y asignarlos a grupos de beneficiarios. Por otro lado, en las áreas de agricultura comercial persisten conflictos de representación de intereses y de vínculos con los canales de comercialización e innovación tecnológica. Ello suscita una mayor competencia política y más presencia de partidos. Existen agrupaciones gremiales y de afinidad, así como grupos de nicho o de temporalidad específica o de coyuntura.

31. **Los actores y sus relaciones.** En una estructura social más compleja, aparecen grupos con diversas expectativas e intereses en competencia. El cuadro de actores presentes en el área de las subcuencas se muestra de forma esquemática en la Figura 3.7.
32. **Estructuras de poder, liderazgos locales durables, nuevos espacios públicos.** Dos factores principales afectan el liderazgo local: primero, el desinterés de los jóvenes por el campo y por la vida agraria, con escasa renovación de los liderazgos locales; segundo, el bajo nivel de reinserción educativa, provocado por la migración de los más capacitados. La primera línea de articulación de poder proviene de familias con más recursos, prestigio y arraigo locales de larga data. La perduración de relaciones de tipo clientelar se ha mantenido, a pesar del cambio de orientación, de modalidades y de propósitos de las intervenciones externas, como los programas de desarrollo social. Algunas figuras que han adquirido mayor relevancia en el proceso de ruralidad urbanizada (como el delegado y otros cargos locales) fungen como intermediarios con las dependencias, participan en iniciativas de origen federal o estatal y se incorporan a la estructura de poder. A ello se suman los nuevos espacios públicos y el peso de las redes sociales; esto favorece la formación de grupos de coyuntura que se agregan a otras organizaciones más permanentes, así como la inserción de las reivindicaciones locales en un diálogo más amplio y en un espacio más vasto, lo que aumenta su repercusión.
33. **Gobernanza fragmentada.** En el acceso y disfrute de los recursos naturales, múltiples centros locales de poder provocan la fragmentación de la gobernanza esperable en condiciones de políticas públicas socialmente aceptadas.

■ **Figura 3.7. Localización de actores relacionados con el Sistema Cutzamala**



Fuente: elaboración propia

34. **Conflictos de origen socioeconómico.** Como en otros territorios del país con características postagrarias, en la conflictividad de las subcuencas intervienen factores familiares y económico-ocupacionales, y su relación con la migración y la vulnerabilidad. Es decir, los conflictos no suelen vincularse con la infraestructura o con la operación del Sistema Cutzamala, salvo en casos de indemnizaciones o reparaciones pendientes. Es cierto, sin embargo, que en algunas zonas se expresan preocupaciones por la transferencia de agua a otras cuencas, por ejemplo, en las áreas de competencia por el agua de riego (de manera significativa en los municipios de Michoacán) o para la acuicultura, o en el caso de la contaminación de los embalses. Los pobladores perciben que “se llevan nuestra agua y no dejan nada”. Se tiende, además, a utilizar la vulnerabilidad, real o hipotética, de las instalaciones y de su operación para obtener beneficios individuales (una “renta de presión” sobre puntos frágiles) o se busca una mayor repercusión para las reivindicaciones de grupos organizados.

35. **Los aspectos de seguridad.** Con frecuencia la estructura de poder y la percepción de la seguridad están vinculados. Los municipios considerados se caracterizan en general por tener un ambiente de tranquilidad que suele alterarse puntualmente; las fuerzas encargadas de la seguridad tienen poca actividad. Mientras

mayor es la proximidad y mayor la relación con los centros urbanos, dentro o fuera del territorio analizado, aumentan los delitos y la presencia de fuerzas de control. En las zonas de minifundio y mayor marginación, los jefes de familia suelen formar una estructura de orden para complementar y compensar la escasa presencia de cuerpos policiacos. Además, algunas áreas del territorio de las subcuencas no están exentas de acciones ilegales ligadas al crimen organizado, propiciadas por la vulnerabilidad y la fragmentación social.

## 7. Comunicación y compromiso con la comunidad

36. **Flujo de información y percepciones de la población.** Un sentimiento de abandono o de acceso insuficiente a las políticas públicas identificado entre la población de las subcuencas (Bonfil, 2015) denota problemas de comunicación pública. Generalmente, en el territorio la circulación de la información mantiene una estructura clientelar. Los temas del agua, los conflictos entre usos y usuarios, expresan una inconformidad social más amplia. Asimismo, la imagen del Sistema Cutzamala es fragmentaria, se basa en información escasa e incompleta, con frecuencia contradictoria, y suele difundirse a través de personal poco calificado que trabaja en las instalaciones. La situación general de gobernanza, en particular sobre los recursos naturales, no es clara ni eficiente, y eso se manifiesta y se refuerza en la circulación confusa de mensajes en todos los ámbitos, particularmente en las localidades. La información sobre políticas públicas es insuficiente o no existe, mientras que el tema de la vulnerabilidad del Sistema y de sus instalaciones ha cobrado mayor importancia.

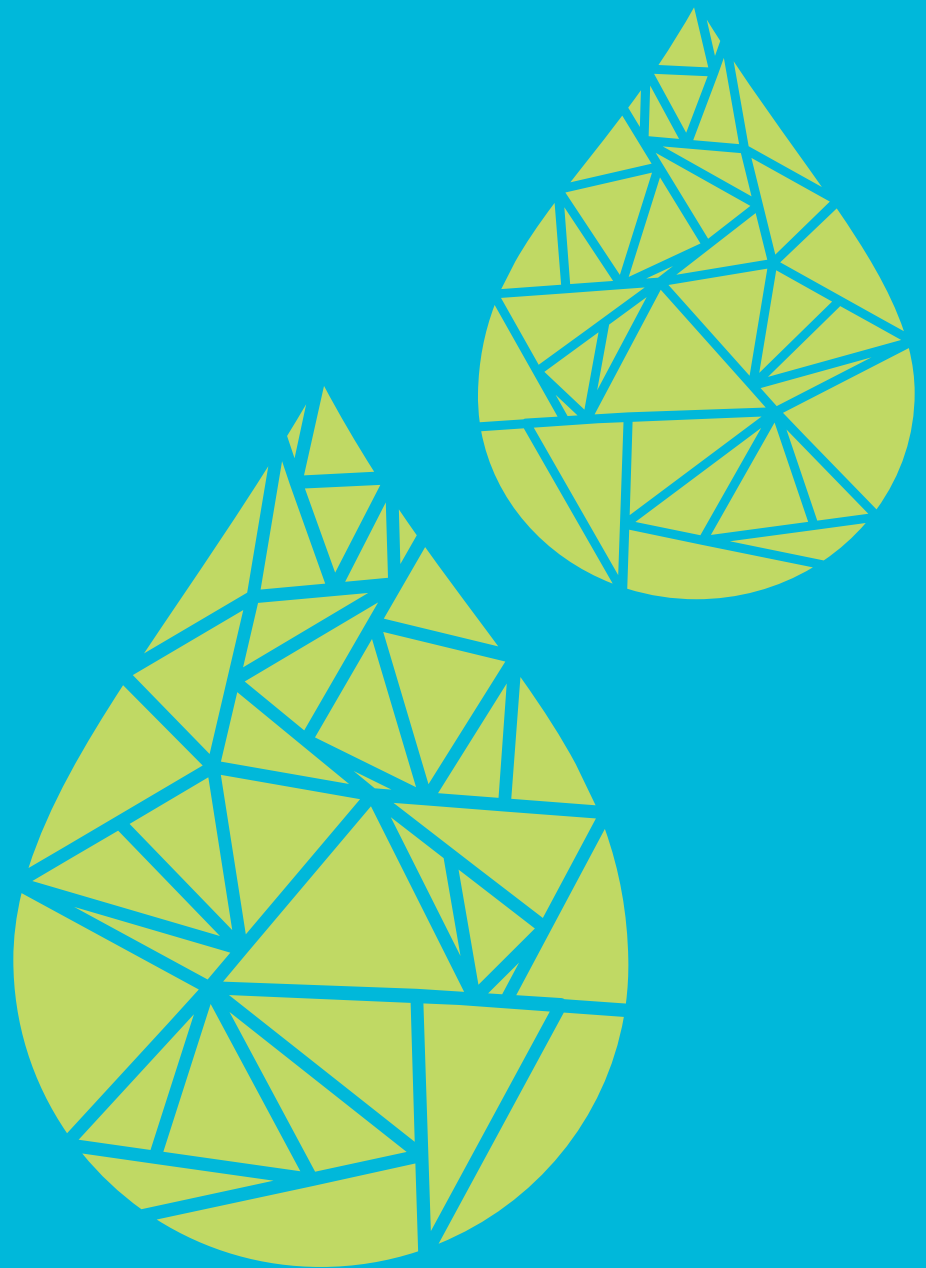
## 8. Conclusiones

37. El crecimiento de la población, registrado y previsible, así como las transformaciones en el marco de una nueva ruralidad urbanizada y las carencias del desarrollo de los centros urbanos plantean presiones inéditas, generalmente negativas, sobre los recursos naturales, y en particular sobre el agua. Las nuevas figuras sociales y las expectativas de los diferentes grupos, la ausencia de una gobernanza eficiente, y la ruptura de las vocaciones y de la tradición agrícola no constituyen una condición favorable para

el desarrollo de opciones respetuosas del equilibrio entre población y medio biofísico. En las áreas de riego con orientación comercial, en expansión creciente en tierras michoacanas, la actitud en relación con el agua se desenvuelve en un ambiente de mínima regulación. Desde el punto de vista de la sustentabilidad del Sistema Cutzamala es preciso reconocer que en una buena parte de las subcuencas las dinámicas locales se despliegan en torno a los recursos disponibles en los ayuntamientos, y que aparecen nuevas características en las formas de mediación y negociación, en la atribución de sentido a los comportamientos individuales y colectivos, y en las opciones organizativas (Torres-Mazuera, 2012).

38. Los municipios analizados presentan un menor desarrollo relativo en sus respectivos ámbitos estatales; esto es particularmente evidente en el caso de Villa Victoria en el Estado de México. Un estudio complementario realizado sobre datos censales de 57 municipios del Estado de México y del estado de Michoacán (en el que se incluyen los 14 que corresponden a las subcuencas del Sistema Cutzamala) muestra que el panorama social y económico propuesto para los 14 municipios del Sistema es un rasgo compartido por el conjunto de los 57 municipios (Salgado, 2015). Esto último indicaría que la variable “Sistema Cutzamala” no es significativa en la generación y la perduración de la marginación y la pobreza en los municipios de las subcuencas incluidas en este estudio.
39. El crecimiento económico ha sido limitado y las relaciones de intercambio son desfavorables a las iniciativas económicas locales; la mayoría de la población carece de oportunidades y de capacidad para actuar en un entorno local, regional y nacional rápidamente cambiante. Subsisten, y se han agravado en algunos casos, la desigualdad, la pobreza y la marginación. En 2010 se encontraban en situación de pobreza 304,448 personas (42.1% del total), incluidas 119,168 en pobreza extrema. Prevalece una atención insuficiente a los rezagos sociales. Todo ello incide negativamente sobre el estado, los conocimientos y la actitud ante los recursos agua, suelo, medio biofísico y energía.
40. En los municipios de las subcuencas la conflictividad social es permanente, con momentos variables de condensación y aumento; expresa principalmente inquietudes originadas en los rezagos sociales, entre ellos, los de servicios de agua y drenaje. La competencia entre usos y usuarios está también presente —y podría aumentar en las áreas de expansión del riego—. Combinadas, esas inquietudes han podido concentrarse ocasionalmente en la transferencia de agua entre cuencas, hecho que puede incrementarse. En otro orden, se observan tendencias a utilizar la vulnerabilidad, real o hipotética, de instalaciones y de la operación de la infraestructura como una “renta de presión” o para alcanzar mayor repercusión de las movilizaciones de grupos organizados. La zona en análisis no está exenta de acciones ligadas al crimen organizado, y propiciadas por la vulnerabilidad y la fragmentación social. El tejido institucional es insuficiente, tanto para la negociación de los conflictos como para el establecimiento de una gobernanza eficiente inspirada en políticas públicas aceptadas.
41. La comunicación pública relativa a la cohesión social, las políticas públicas, la autoridad del agua y la gestión participativa de los recursos naturales, en particular los hídricos, es insuficiente.
42. Como algunas experiencias recientes parecen confirmarlo —entre ellas la evolución de las reivindicaciones de algunos grupos indígenas—, están dadas las bases iniciales para emprender un esfuerzo compartido de desarrollo sustentable y equitativo con una visión de largo plazo, capaz de superar las carencias en la aplicación de las políticas públicas.







FILTRO  
C1

CONAGUA  
COMISION NACIONAL DEL AGUA