



**CONAFOR**

**DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO-FORESTAL  
DE LA REGIÓN XIII-VALLE DE MÉXICO**

**REPORTE FINAL**

**Programa Forestal  
Colegio de Postgraduados**

**Febrero de 2003**



Elaborado por:

Ph. D. José René Valdez Lazalde  
Coordinador del Proyecto

Grupo de trabajo del Programa Forestal del Colegio de Postgraduados

Ph. D. Arnulfo Aldrete

Ph. D. Jesús Vargas Hernández

Ph. D. Gregorio Ángeles Pérez

Ph. D. Javier López Upton

Ph. D. Armando Gómez Guerrero

Ing. Martin Enrique Romero Sánchez

Ing. Norberto Uriel López Hernández



Colegio de Postgraduados, México.

Km 36.5 Carretera México-Texcoco  
Montecillo Texcoco, Edo. de México  
Tel. 01(595) 9520246  
web: [www.colpos.mx](http://www.colpos.mx)

## Presentación

En congruencia, y para dar seguimiento a las estrategias y acciones nacionales de largo plazo definidas, de inicio en el Plan Nacional de Desarrollo (2000-2006), y posteriormente programadas e impulsadas en los Programas Estratégico Forestal 2025 y Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) creó como instrumento de planeación a mediano plazo el Programa Nacional Forestal (PNF) 2001-2006. Este último da cuenta de la visión actual y la condición en que se encuentran los recursos forestales del país. Reconoce un deterioro acumulado de los recursos forestales en gran parte del territorio Mexicano y re-direcciona los esfuerzos y recursos hacia la solución de un asunto prioritario de interés nacional: la restauración de los recursos naturales degradados y el impulso de un manejo sustentable en el sector.

El PNF plantea como uno de sus objetivos principales el establecer una política de desarrollo forestal sustentable, con visión de largo plazo, mediante la implementación de diversas líneas de acción. Entre éstas, se destaca la de elaborar programas regionales de desarrollo sustentable, es decir, elaborar Programas Hidrológico-Forestales para cada una de las 13 regiones hidrológicas en que se ha dividido el territorio nacional con fines administrativos.

El presente documento da respuesta parcial a las estrategias y líneas de acción definidas en el Programa de Desarrollo Forestal 2001-2006. Particularmente a las referentes a la implementación de Programas de Desarrollo Forestal Sustentable. Reporta los resultados del estudio de Diagnóstico Hidrológico-Forestal para la Región XIII-Valle de México, desarrollado por personal de Colegio de Postgraduados a cargo de la Comisión Nacional Forestal. Pretende ser un instrumento de planeación e información base, a partir del cual se generen programas locales detallados para la implementación de proyectos de restauración, conservación y manejo sustentable de los recursos forestales existentes en la Región XIII.

Es fundamentalmente un diagnóstico de la condición actual en que se encuentran los recursos agua, suelo y bosque de la Región XIII. Gran parte de la información contenida es una compilación de los esfuerzos aislados que se han desarrollado a la fecha por diversas instituciones del país para conocer los aspectos hidrológicos, bióticos, económicos, demográficos y sociales de la Región. Sin embargo, adicionalmente recopila las experiencias personales de los realizadores del diagnóstico y lo aprendido durante los recorridos de campo efectuados *ex profeso*. La esencia del documento se presenta en tres grandes apartados: i) ¿dónde estamos en materia forestal en la Región XIII, ii) ¿hacia dónde vamos? –visión futura del sector; y iii) ¿cómo vamos a llegar a esa condición visualizada y deseada?. Esta última parte del documento se centra en la

definición de propuestas de acciones a desarrollar para revertir la condición actual de deterioro en que se encuentra gran parte de los recursos de la Región.

Además del presente documento, se reportan en documentos anexos, mapas analógicos y digitales que facilitan el entendimiento de la condición actual de los recursos forestales de la Región. Es particularmente importante el mapa que define las zonas prioritarias que merecen atención inmediata por parte de la CONAFOR y otras dependencias relacionadas con el manejo de recursos naturales.

Es un documento perfectible. Podrá evolucionar hasta presentar una visión completa de la realidad de la Región, en la medida que los actores importantes del sector forestal e hidrológico del país manifiesten su interés y dispongan de recursos para fomentar su avance. La elaboración se habrá justificado, sólo si en el futuro inmediato se destinan los esfuerzos necesarios para la definición e implementación de proyectos específicos, a nivel local, que resulten en la conservación o recuperación de los recursos forestales e hidrológicos de la Región.

## Agradecimientos

El grupo de trabajo del Programa Forestal del Colegio de Postgraduados agradece la participación y el enlace de los funcionarios de la CONAFOR inmersos en la realización del presente estudio, especialmente al Lic. Héctor Hernández Rolón de la Gerencia de Planeación y como parte de su equipo de trabajo, al Lic. Edgar Olmos Santamaría. Deseamos agradecer además al Gerente Regional Ing. Carlos E. González Vicente y a su grupo de colaboradores por la información y enlaces proporcionados para facilitar los recorridos de campo.

Al Ing. Guillermo López Formet Villa, Director General del Inventario Nacional Forestal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); al Ing. Carlos Sedano Rodríguez, Director General de Protectora de Bosques (PROBOSQUE) y al Ing. Juan Carlos Valencia Vargas, Gerente de Planeación Hidráulica de la Comisión Nacional del Agua (CNA), nuestro agradecimiento a todos ellos por poner a nuestra disposición información relevante del área de estudio.

Al Ing. Vicente Peña Blancas, Delegado Regional Forestal de la Región III Texcoco de PROBOSQUE por su disposición a colaborar y por la información proporcionada. Al Dr. Carlos Cesar Maycotte Morales, Director de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma de Hidalgo por la información proporcionada. A los Ings. Néctar Cruz Lievano y Javier González Rodríguez de la Coordinación General de Conservación Ecológica de la Secretaría de Ecología del Estado de México por la información proporcionada y por acompañarnos en los recorridos de campo. A la Ing. Patricia García Sosa de la SEMARNAT, Ing. Miguel Meneses de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y al Ing. Francisco Uribe Cruz del Gobierno de Distrito Federal por facilitarnos personal para que nos guiara en algunos recorridos de campo en el estado México y D.F.

Finalmente deseamos agradecer al personal académico y de apoyo del Instituto de Recursos Naturales, particularmente de los Programas Forestal e Hidrociencias, por la colaboración en la elaboración de la cartografía y en el desarrollo del proyecto.

## Índice general

|  |      |
|--|------|
| Presentación   |      |
| Agradecimientos .....  | III  |
| Índice general .....   | IV   |
| Índice de cuadros .....  | VI   |
| Índice de figuras .....  | VIII |
| Índice de fotografías .....                                    | X    |
| <br>   |      |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 1    |
| 1.1 Objetivos.....   | 3    |
| 1.2 Metodología .....  | 3    |
| <br>   |      |
| 2. ¿DÓNDE ESTAMOS? .....                                       | 7    |
| DIAGNÓSTICO FORESTAL.....                                      | 7    |
| 2.1 Marco Jurídico .....                                       | 7    |
| 2.2 Marco general del estudio .....                            | 10   |
| 2.3 Análisis del sector en la región a nivel nacional.....     | 11   |
| 2.3.1 Participación del sector en la economía nacional.....    | 12   |
| 2.3.2 Producción forestal.....                                 | 13   |
| 2.3.3 Balanza comercial del sector forestal.....               | 16   |
| 2.3.4 Consumo aparente de productos forestales.....            | 17   |
| 2.3.5 Deforestación.....                                       | 18   |
| 2.3.6 Impactos de la Deforestación.....                        | 18   |
| 2.3.7 Plantaciones forestales comerciales. ....                | 19   |
| 2.4 Análisis del sector en la región .....                     | 20   |
| 2.4.1 Localización geográfica .....                            | 20   |
| 2.4.2 Condiciones ambientales.....                             | 22   |
| 2.4.3 Recursos naturales .....                                 | 22   |
| 2.4.4 Población.....   | 23   |
| 2.4.5 Principales actividades agropecuarias y forestales ..... | 23   |
| 2.4.6 División en subregiones.....                             | 25   |
| 2.4.7 División municipal.....                                  | 27   |
| 2.4.8 Diagnóstico detallado de la Región .....                 | 31   |
| 2.4.9 Demografía y aspectos socioeconómicos .....              | 64   |
| 2.4.10 Recursos forestales .....                               | 83   |
| 2.4.11 Bosques naturales.....                                  | 84   |
| 2.4.12 Plantaciones forestales.....                            | 88   |
| 2.4.13 Protección y restauración.....                          | 89   |
| 2.4.14 Recursos no maderables.....                             | 90   |
| 2.4.15 Protección de recursos .....                            | 91   |

|   |     |
|---|-----|
| 3. ¿A DÓNDE QUEREMOS LLEGAR? .....                      | 95  |
| EL SECTOR EN LA REGIÓN.....                             | 95  |
| 3.1 Desafíos del sector en la Región .....              | 95  |
| 3.2 Visión y misión de la Gerencia Regional.....        | 96  |
| 3.3 Principios.....                                     | 97  |
| 4. ¿CÓMO VAMOS A LLEGAR? .....                          | 101 |
| ÁREAS PRIORITARIAS .....                                | 101 |
| 4.1 Subregión Valle de México.....                      | 104 |
| 4.1.1 Zona I. Sur-Suroeste de la Ciudad de México. .... | 104 |
| 4.1.2 Zona II. Amecameca-Texcoco. ....                  | 110 |
| 4.1.3 Zona III. Otumba-Axapusco. ....                   | 117 |
| 4.1.4 Zona IV. Tepeapulco-Apan.....                     | 123 |
| 4.2 Subregión Tula.....                                 | 128 |
| 4.2.1 Zona V. Villa del Carbón-Nicolás Romero. ....     | 128 |
| 4.2.2 Zona VI. Noreste del Valle de Mezquital.....      | 134 |
| 4.2.3 Zona VII. Sierra de Pachuca .....                 | 141 |
| 4.2.4 Zona VIII. Sierra Centro-Oeste de Hidalgo.....    | 147 |
| 4.3 Metas 2002-2006.....                                | 152 |
| 4.4 Seguimiento y evaluación.....                       | 152 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA.....                                    | 154 |

## Índice de cuadros

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Cuadro 1.  | Superficies de vegetación según el inventario nacional forestal 2000-2001.....   | 11 |
| Cuadro 2.  | Comparación del PIB del Sector Forestal con los Sectores Manufacturero y Agropecuario. Millones de pesos (1993=100).....   | 12 |
| Cuadro 3.  | Producción forestal maderable en los estados más importantes en México para el período 1999-2000. Metros cúbicos rollo y % de la producción total.....                       | 13 |
| Cuadro 4.  | Producción nacional maderable entidad y grupo de productos (Metros cúbicos rollo).....   | 14 |
| Cuadro 5.  | Producción forestal maderable, por grupo de especies, en los principales estados productores del país. Datos del año 2000 en metros cúbicos rollo.....                       | 14 |
| Cuadro 6.  | Producción forestal maderable, por principal especie, en los estados que de manera total o parcial conforman la Región XIII. Datos del año 2000 en metros cúbicos rollo..... | 14 |
| Cuadro 7.  | Destino de la producción forestal maderable en las entidades productoras más importantes en el año 2000. En metros cúbicos rollo.....  | 15 |
| Cuadro 8.  | Destino de la producción forestal maderable en las entidades que conforman la Región XIII. Datos del año 2000, en metros cúbicos rollo.....                                  | 15 |
| Cuadro 9.  | Producción forestal no maderable por grupo de productos. Año 2000; cifras en (toneladas). .....  | 16 |
| Cuadro 10. | Saldo de la Balanza Comercial de Productos Forestales 1999-2000 (miles de dólares). .....  | 17 |
| Cuadro 11. | Relación producción-consumo aparente de la producción forestal en 1999 y 2000. Valores en metros cúbicos rollo .....   | 18 |
| Cuadro 12. | Tendencias de la Deforestación.....  | 18 |
| Cuadro 13. | Causas directas estimadas de la deforestación.....   | 19 |
| Cuadro 14. | Municipios de la subregión Valle de México. ....   | 27 |
| Cuadro 15. | Municipios de la subregión Río Tula. ....  | 29 |
| Cuadro 16. | Características sobresalientes de cada unidad de suelo presente en la Región XIII-Valle de México.....   | 46 |
| Cuadro 17. | Listado de mamíferos existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001. ....   | 56 |
| Cuadro 18. | Listado de aves existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001. ....  | 56 |
| Cuadro 19. | Listado de anfibios existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001. ....  | 57 |
| Cuadro 20. | Listado de reptiles existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001. ....  | 57 |
| Cuadro 21. | Producción maderable (m3 rollo) de los estados que conforman la Región XIII-Valle de México (Datos de 2000). ....  | 85 |
| Cuadro 22. | Volumen y valor de la producción forestal de los estados que   |    |



|  |     |
|--|-----|
| conforman la Región XIII -Valle de México (Datos de 2000). .....   | 85  |
| Cuadro 23. Industrias forestales maderables por giro industrial en los estados que corresponden a la Región XIII-Valle de México. ....                 | 88  |
| Cuadro 24. Proyectos de plantaciones forestales aprobados por el PRODEPLAN 2002 en la Región XIII-Valle de México. ....                                | 89  |
| Cuadro 25. Industrias forestales no maderables por giro industrial en la Región XIII-Valle de México. ....   | 91  |
| Cuadro 26. Áreas naturales protegidas establecidas por decretos estatales en la Región XIII-Valle de México. ....                                      | 92  |
| Cuadro 27. Áreas naturales protegidas establecidas por decretos federales en la Región XIII-Valle de México. ....                                      | 92  |
| Cuadro 28. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona I Suroeste de la Cd. de México. ....    | 105 |
| Cuadro 29. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Amecameca - Texcoco. ....            | 112 |
| Cuadro 30. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Otumba–Axapusco. ....                | 117 |
| Cuadro 31. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Tepeapulco – Apan. ....              | 123 |
| Cuadro 32. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona V Villa del Carbon-Nicolas Romero... .. | 128 |
| Cuadro 33. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona 6 Noreste del Valle del Mezquital ....  | 134 |
| Cuadro 34. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona VII Sierra de Pachuca .....             | 143 |
| Cuadro 35. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona VIII Sierra Centro-Oeste de Hidalgo     | 149 |

## Índice de figuras

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Diagrama del proceso implementado para la realización del proyecto. ....   | 4  |
| Figura 2.  | Interrelaciones principales del marco jurídico que da origen a los Programas Hidrológico Forestales .....  | 9  |
| Figura 3.  | Localización geográfica de la Región Hidrológica XIII-Valle de México. Note que no se incluyen estados completos dentro de los límites de la Región..... | 21 |
| Figura 4.  | Población por entidad federativa en la Región XIII-Valle de México según el Censo de Población del 2000 (INEGI).....                                     | 24 |
| Figura 6.  | Región XIII-Valle de México, división por subregiones (CNA y GRAVAMEX) .....   | 26 |
| Figura 5.  | Distribución de municipios para la Región XIII-Valle de México. ....   | 27 |
| Figura 7.  | Estados y municipios de la República que conforman la Región XIII-Valle de México. ....  | 15 |
| Figura 8.  | Precipitación presente en la Región XIII-Valle de México. Datos por sistema terrestre (SEMARNAT-CP, 2002) .....  | 17 |
| Figura 9.  | Temperaturas máximas existentes en la Región XIII-Valle de México.....   | 35 |
| Figura 10. | Temperaturas mínimas existentes en la Región XIII-Valle de México.....   | 37 |
| Figura 11. | Tipos de climas presentes en la Región XIII-Valle de México (CONABIO) ...  | 25 |
| Figura 12. | Hidrología superficial de la Región XIII-Valle de México.....  | 41 |
| Figura 15. | Erosión eólica de la Región XIII-Valle de México (SEMARNAT-UACH, 2002).....  | 61 |
| Figura 17. | Población de la Región XIII-Valle de México por subregión .....  | 64 |
| Figura 18. | Nacimientos y defunciones en el año 2000 en la Región XIII-Valle de México. ....   | 65 |
| Figura 19. | Nivel de educación por subregiones, Región XIII-Valle de México.....   | 66 |
| Figura 20. | Asistencia escolar de la población de la Región XIII-Valle de México.....  | 66 |
| Figura 21. | Nivel de instrucción primaria, Región XIII-Valle de México.....  | 67 |
| Figura 22. | Nivel de instrucción media y media superior, Región XIII-Valle de México. ....   | 67 |
| Figura 23. | Población con estudios profesionales, Región XIII-Valle de México. ....  | 68 |
| Figura 24. | Población indígena que habla una lengua indígena en la Región XIII. ....   | 69 |
| Figura 25. | Población con actividad económica en la Región XIII-Valle de México. ....  | 75 |
| Figura 26. | Personal total ocupado por tipo de sector productivo. ....   | 76 |
| Figura 27. | Ingresos de la población de la Región XIII-Valle de México.....  | 77 |
| Figura 28. | Grado de marginación presente en la Región XIII-Valle de México. ....  | 78 |
| Figura 29. | Población que cuenta con servicio médico en la Región XIII-Valle de México.....  | 79 |
| Figura 30. | Servicios con los que se cuentan en la Región XIII-Valle de México. ....   | 80 |
| Figura 31. | Ejidos y comunidades agrarias en la Región XIII-Valle de México. ....  | 81 |
| Figura 32. | Número de ejidatarios por tipo de propiedad, Región XIII-Valle de México...  | 82 |
| Figura 33. | Actividades principales de los ejidos de la Región XIII. ....  | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 34. Tipo de asociaciones presentes en la Región XIII-Valle de México .....                                      | 83  |
| Figura 35. Aprovechamientos forestales en la Región XIII-Valle de México.....  | 86  |
| Figura 36. Destino de la producción en los ejidos que realizan actividad forestal.....                                 | 86  |
| Figura 37. Aprovechamientos forestales que utilizan algún tipo de Tecnología.....                                      | 87  |
| Figura 38. Zonas críticas identificadas en la Región XIII-Valle de México. ....  | 103 |
| Figura 39. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en el Zona<br>Suroeste de la Ciudad de México ..... | 107 |
| Figura 40. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de<br>Amecameca–Texcoco.....             | 111 |
| Figura 41. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de<br>Otumba – Axapusco.....             | 118 |
| Figura 42. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de<br>Tepeapulco.....                    | 124 |
| Figura 43. Zona V. Villa del Carbón-Nicolás Romero. ....   | 129 |
| Figura 44. Zona VI. Noreste del Valle del Mezquital.....   | 135 |
| Figura 45. Zona VII. Sierra de Pachuca .....   | 142 |
| Figura 46. Zona VIII. Sierra Centro-Oeste de Hidalgo.....  | 148 |

## Índice de fotografías

|  |     |
|--|-----|
| Fotografía 1. Cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, urbano y pecuario en el municipio de Huixquilucan, Estado de México.. .....          | 107 |
| Fotografía 2. Cambio de uso de suelo de forestal a urbano y agrícola en el municipio de Ixtapaluca.. .....   | 113 |
| Fotografía 3. Cambio de uso de suelo de forestal a agrícola. Zona altamente erosionada en el municipio de Tepetlaoxtoc en el estado de México. ... | 119 |
| Fotografía 4. Cambio de uso del suelo y deforestación en el municipio de Apan, Hidalgo.. .....   | 125 |
| Fotografía 5. Cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, pecuario y urbano en el municipio de Chapa de Mota en el Estado de México. ....      | 131 |
| Fotografía 6. Zona forestal con cambio de uso del suelo a agrícola y pecuario en el municipio de El Cardonal en Hidalgo. ....                      | 136 |
| Fotografía 7. Zona forestal con cambios de uso del suelo en el municipio de Epazoyucan en Hidalgo.....   | 143 |
| Fotografía 8. Cambio de uso del suelo y sobrepastoreo en la zona cercana a la presa Vicente Aguirre en el municipio de Alfajayucan en Hidalgo..... | 149 |

## CAPÍTULO

# 1

## INTRODUCCIÓN

### 1. Introducción

La segunda mitad del Siglo XX se caracterizó por presentar un deterioro acelerado de los recursos forestales del país. El cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, pecuario y urbano, entre otras causas, propició la degradación paulatina de los ecosistemas forestales. La visión actual y la condición en que se encuentran los recursos forestales del país se sintetiza en el mensaje de presentación del Programa Nacional Forestal (PNF) 2001-2006 emitido por el Lic. Vicente Fox Quesada, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.

En dicho mensaje se reitera que los recursos forestales de México son patrimonio estratégico para el progreso nacional dado que albergan una gran diversidad de flora y fauna, producen agua, proporcionan aire limpio, espacios de recreación y amortiguan el cambio climático mediante la absorción de bióxido de carbono para mantener estable la composición de la atmósfera y reducir el efecto invernadero, entre otros beneficios. También se menciona que el desarrollo futuro del país sólo será viable si éste se finca en la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Además, resalta la condición actual del recurso: “Es un hecho que nuestros recursos forestales han estado sometidos históricamente a una intensa explotación. La ampliación de la frontera agrícola, la tala clandestina, los incendios y el saqueo de flora y fauna silvestres han provocado severos daños a este patrimonio de todas y todos los Mexicanos”.

Para contribuir a revertir la condición actual de los recursos forestales, el PNF plantea como uno de sus objetivos principales el establecer una política de desarrollo forestal sustentable, con visión de largo plazo, mediante la implementación de diversas líneas de acción. Entre éstas, se encuentra la elaboración de programas regionales de desarrollo sustentable. Para dar cumplimiento a esta línea de acción es necesario elaborar Programas Hidrológico-Forestales para cada una de las 13 regiones hidrológicas en que se ha dividido el territorio nacional con fines administrativos.

Así, los Programas Hidrológico-Forestales se constituyen como instrumentos de planeación a nivel regional acorde con los planteamientos del PNF 2001-2006. Estos programas buscan coadyuvar a la instrumentación de acciones que impulsen el desarrollo integral del sector forestal en cada una de las regiones, con base en el conocimiento de la realidad ecológica, socioeconómica y productiva prevaleciente en cada una de ellas.

Actualmente, se realizan y aplican diversos enfoques con la finalidad de diagnosticar la problemática hidrológico-forestal en diversas regiones del país; sin embargo, en la mayoría de los casos únicamente se llega a un acopio de datos e información, sin establecer una relación e interpretación de los mismos que permita definir con mayor objetividad dichas características y problemas, a partir de los cuales se formule un programa de actividades tendientes a solucionarlos. En este sentido, el presente documento tiene como objetivo servir de base para la concertación de recursos que facilitarán a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) la elaboración y puesta en marcha de programas locales que contribuyan al desarrollo de la Región Hidrológico-Administrativa XIII-Valle de México. De la aplicación de los programas se destacan los siguientes beneficios:

1. Generar instrumentos de información y planeación sustentados en el espacio territorial de las cuencas hidrológicas delimitadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA).
2. Integrar agua, suelo y bosque en el proceso de elaboración de los programas gubernamentales relacionados con los planes de desarrollo hidrológico-forestales.
3. Fortalecer la cultura y participación social en el cuidado y uso de los recursos agua, suelo y bosque.

En esta forma, con la realización del presente trabajo se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Dónde estamos en materia forestal en la Región?
2. ¿Qué características, en cuanto a cantidad y calidad presentan los principales recursos físicos y bióticos, y cómo determinan las posibilidades futuras de desarrollo dentro de la Región Hidrológica XIII-Valle de México?
3. ¿Hacia dónde queremos llevar el sector forestal?
4. ¿Cómo podemos llegar a obtener la visión futura?
5. ¿Cuáles son las principales características socioeconómicas dentro de la Región XIII y en particular las relativas al sector forestal?
4. ¿Cuáles son las acciones y programas de las instituciones del sector forestal factibles de aplicar y cómo se relacionan con las características y problemas forestales de la Región?
5. ¿Es posible delimitar zonas homogéneas, desde el punto de vista de las características ecológicas de los recursos forestales y la condición socioeconómica de la población relacionada con dichos recursos, que permitan definir acciones acordes a dichas características y problemas?

## 1.1 Objetivos

- a). Describir los recursos naturales y los aspectos socioeconómicos y tecnológicos relevantes del sector forestal en la Región Hidrológica XIII-Valle de México.
- b). Detectar con base en la caracterización realizada los principales problemas que enfrentan los recursos forestales y que limitan el desarrollo forestal sustentable de la Región.
- c). Definir zonas homogéneas dentro de la Región, tomando como base los factores ecológicos, socioeconómicos, institucionales y las necesidades de manejo los recursos hidrológico-forestales.
- d). Utilizar las características de las zonas definidas como un marco de referencia a partir del cual se elaboren programas de actividades acordes a los problemas y necesidades específicas de desarrollo sustentable en cada zona.

## 1.2 Metodología

La metodología utilizada para la elaboración del Programa Hidrológico Forestal comprendió las etapas que a continuación se describen (Figura 1):

### -Acopio e Integración de Información Documental

En esta etapa se recopiló, organizó e integró la información documental disponible, consistente en material cartográfico, información censal, información climatológica e información institucional, a fin de definir las características físicas, ecológicas y socioeconómicas dentro de la Región.

### -Reuniones de trabajo

Con base en una revisión preliminar de la información documental se desarrollaron reuniones de trabajo con personal de la CONAFOR y otras instituciones normativas y operativas en la región, como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Protectora de Bosques (PROBOSQUE) y la Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal (CORENA). Estas reuniones permitieron adquirir información directa sobre la operación de los programas en diferentes niveles gubernamentales, así como intercambiar experiencias con relación a la problemática en cada región.

### -Sistematización y análisis de la información recabada

Se elaboró cartografía específica para la Región Hidrológica XIII-Valle de México con la finalidad de obtener una idea general de las áreas con mayores problemas de índole hidrológico, forestal, y/o de degradación del suelo. Este material se utilizó para guiar la siguiente fase del estudio (recorridos de campo). El estudio espacial de la condición actual de los recursos suelo, agua y bosque en la Región permitió enfocar los esfuerzos del grupo de trabajo hacia un análisis detallado de las zonas con mayor prioridad de atención dentro de la Región. La información sobre la degradación del

### METODOLOGÍA GENERAL

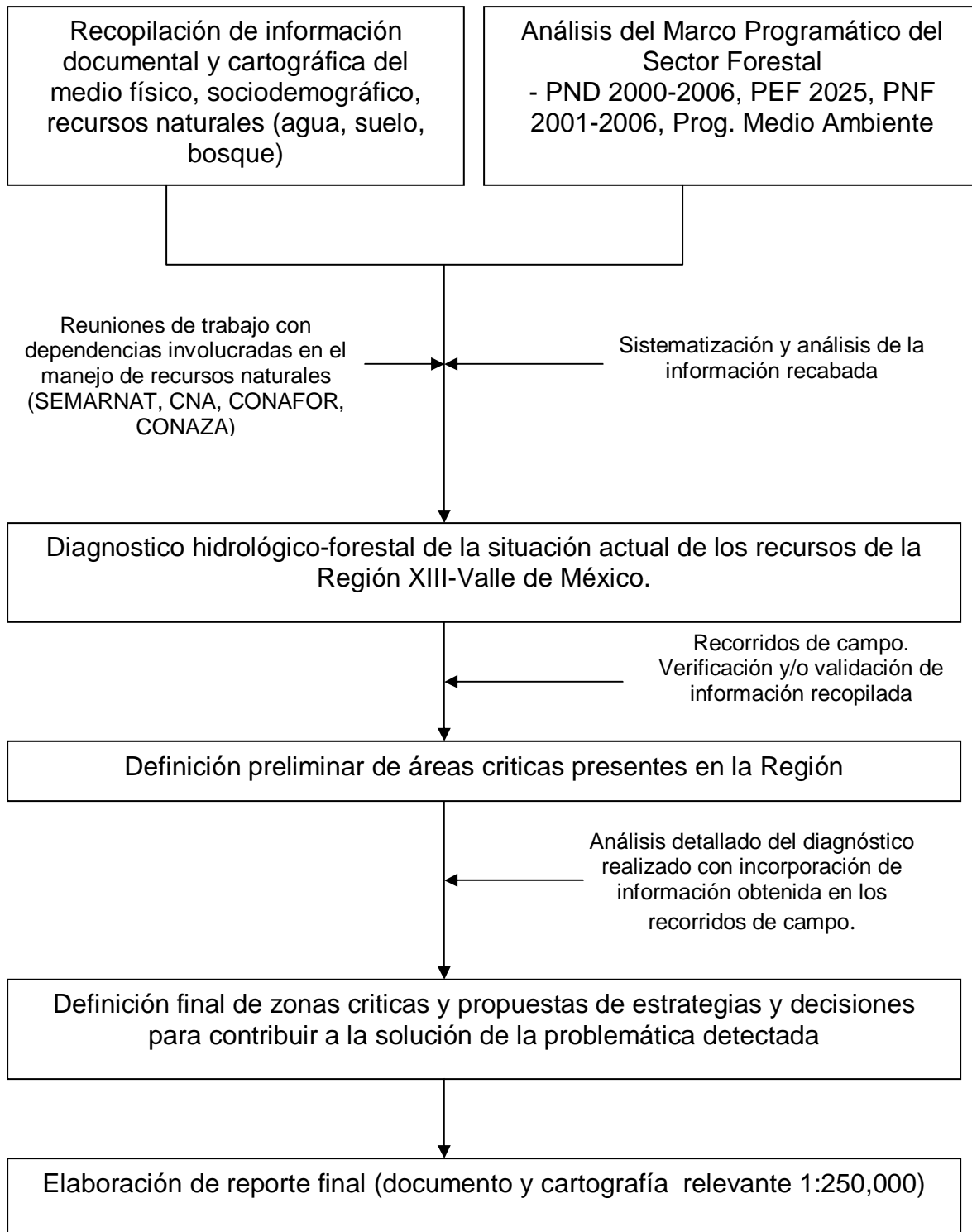


Figura 1. Diagrama del proceso implementado para la realización del proyecto.



suelo, erosión hídrica y eólica, estado de la vegetación, entre otros elementos, fueron fundamentales en esta etapa del desarrollo del proyecto.

#### -Recorridos de campo

Se realizaron recorridos de campo por la Región con el propósito de validar, detectar y documentar las posibles áreas críticas dentro de la Región. Adicionalmente, los recorridos de campo permitieron obtener información y la opinión de los actores directos de la actividad forestal en relación a los recursos forestales existentes en el área.

#### -Definición final de zonas críticas y propuesta de acciones

Con base en un análisis detallado de la información cartográfica y documental recabada, las ideas transmitidas por personal dedicado a actividades forestales y los recorridos de campo, se identificaron con mayor precisión las zonas de mayor prioridad de atención. Los criterios para la asignación de prioridades de atención incluyeron el potencial forestal de la zona, el nivel de degradación del recurso agua, suelo y bosque, el impacto sobre los recursos hidrológicos, así como otros elementos físicos y climáticos de la zona. Finalmente, se elaboró la propuesta de acciones generales a desarrollar en cada zona definida como prioritaria para contribuir a solucionar los problemas detectados.

Considerando que la CONAFOR requiere enfocar sus esfuerzos y recursos mediante la aplicación del Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR), del Programa de apoyo al establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE) y del Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales de México (PROCYMAF), las zonas críticas detectadas se definen como las áreas geográficas que requieren de atención inmediata y que son susceptibles de recibir los apoyos mediante los programas arriba mencionados.

Es importante resaltar que la problemática detectada y la propuesta de acciones a desarrollar fueron definidas con base en información geográfica y de atributos de la Región a escala 1:250,000, por lo que no se proponen acciones detalladas para dar solución a los problemas identificados. Tales recomendaciones tendrán que emerger de estudios específicos posteriores para cada una de las zonas prioritarias señaladas en el presente documento. Sin embargo, el presente trabajo marca las directrices más importantes para el desarrollo exitoso de planes específicos en la Región

#### -Elaboración del reporte final y cartografía

Se elaboró un documento (el presente escrito) que reporta los resultados de las fases anteriores del proyecto. Además, se elaboró cartografía digital y analógica con los temas espaciales más importantes para la definición de las zonas críticas detectadas.

Éstos se presentan en el cuerpo del texto a escalas reducidas, pero también como anexos (mapas) a escala 1:250,000.

Con la finalidad de poner a disposición de los tomadores de decisiones la totalidad del material cartográfico y fotográfico acopiado, se prepararon “proyectos” en el paquete ArcView® para facilitar su visualización e incluso permitir análisis espaciales básicos. El Disco Compacto anexo incluye el archivo “instrucciones.doc”, el cual se explica el acceso a esta información y su manipulación.

## CAPÍTULO

### ¿DÓNDE ESTAMOS?

# 2

## DIAGNÓSTICO FORESTAL

### 2.1 Marco Jurídico

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos base fundamental de leyes, planes y programas que rigen el desarrollo del país, establece en su artículo 4º que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”. Así, es de interés de todos los mexicanos y del gobierno el hacer cumplir este mandato mediante la expedición de leyes más específicas que garanticen la consecución de este precepto constitucional.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente y la recién reformada Ley de Desarrollo Forestal Sustentable (2003); aunadas a las leyes de Aguas Nacionales, de Minería, de Fauna Silvestre, entre otras, norman y definen los mecanismos y principios para fomentar el manejo sustentable de los recursos naturales. De manera muy específica el uso y aprovechamiento de los recursos agua, suelo y agua.

Por otro lado, la misma Constitución Política, en su artículo 26, establece que el Estado debe implementar un sistema de planeación democrática para garantizar solidez, dinamismo y equidad en el crecimiento económico, social y cultural de la nación. Define explícitamente que debe establecerse un Plan Nacional de Desarrollo al que deben sujetarse los programas de los diferentes actores de la administración pública federal.

Producto de este mandato constitucional emerge la Ley Nacional de Planeación, misma que estipula las normas y principios básicos conforme a los cuales se debe desarrollar la Planeación Nacional del Desarrollo, y como se deben encauzar, en función de ésta, las actividades de la administración Pública Federal.

Bajo el amparo, y para dar cumplimiento a los objetivos y metas establecidos en las leyes mencionadas en los párrafos anteriores, se definió el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, el cual indica la necesidad de elaborar programas sectoriales, regionales, institucionales y de tipo especial para establecer a detalle las estrategias y acciones a implementar, por parte del ejecutivo, para dar solución en el mediano plazo a los problemas actuales de mayor relevancia para el país. Entre éstos destaca el que a este documento compete: el establecer los mecanismos y principios para el uso, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país.

El programa sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece el marco que conduce y da origen a programas más específicos como el Programa Estratégico Forestal 2025; para México, el Programa Nacional Forestal 2001-2006, documentos que establecen de manera general, los objetivos, estrategias y líneas de acción que orientaran el desarrollo forestal del país bajo los preceptos del manejo sustentable.

Para integrar y dar cumplimiento a los objetivos y metas establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Estratégico Forestal y el Plan Nacional Forestal, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) promueve la elaboración de Programas Hidrológico Forestales para cada una de las trece regiones hidrológico administrativas en que se ha dividido el territorio nacional. El documento que se presenta en las páginas siguientes es el fruto de este esfuerzo por parte la CONAFOR (Figura 2). Hace referencia específica a las acciones a desarrollar para contribuir a solucionar los problemas más relevantes en materia de recursos naturales en la Región Hidrológico Administrativa XIII-Valle de México.

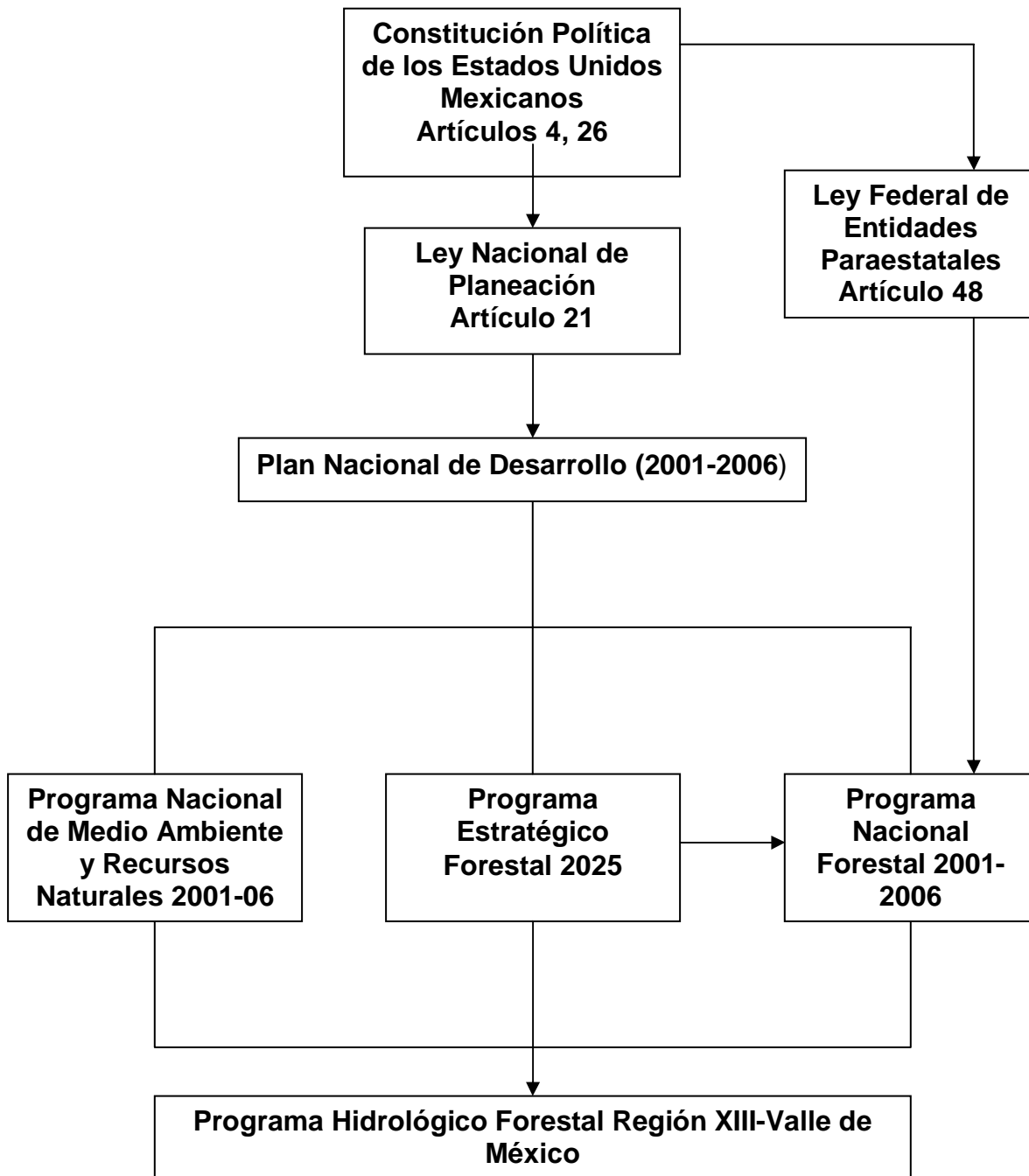


Figura 2. Interrelaciones principales del marco jurídico que da origen a los Programas Hidrológico-Forestales.

## 2.2 Marco general del estudio

La administración pública actual requiere del diseño, elaboración e implementación de planes y programas que además de responder a los problemas y necesidades urgentes, den respuesta y propongan estrategias de manejo para responder a situaciones previsibles en el largo plazo. Esto garantizará, de cierta manera, el desarrollo sustentable de la sociedad mexicana al fomentar el manejo correcto de los recursos naturales.

El gobierno actual, particularmente la CONAFOR en su calidad de organismo público descentralizado, tiene como objeto el desarrollar, favorecer e impulsar actividades productivas, de protección, de conservación y de restauración forestal; así como participar en la formulación de planes, programas y políticas de desarrollo forestal sustentable (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003).

Consecuencia de lo expuesto en los párrafos anteriores, y para dar respuesta a las necesidades de la sociedad actual; además de hacer cumplir lo establecido en la anterior y nueva ley forestal, la CONAFOR se ha propuesto identificar los objetivos, estrategias, programas y acciones que en mediano y largo plazo permitan lograr el manejo sustentable de los recursos forestales y sus asociados (agua y suelo).

Así surge el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF), instrumento de planeación en el largo plazo que formaliza la visión en materia forestal del país que deseamos obtener en un plazo de aproximadamente 25 años. Éste fue diseñado siguiendo los lineamientos democratizadores establecidos en la Ley Nacional de Planeación. Resultó de una serie de propuestas y consultas realizadas en diferentes sectores de la sociedad. Posterior al PEF 2025 y en completa compatibilidad, se desarrolló el Programa Nacional Forestal 2001-2006, instrumento de ejecución de la política forestal del gobierno actual del país.

Uno de los componentes finales del marco general de planeación es la elaboración de Programas Regionales. Estos se elaboran con la finalidad de identificar la condición actual de los recursos naturales en áreas con cierta "homogeneidad" y que requieren soluciones similares. Para ello, la CONAFOR encargó al Colegio de Postgraduados la elaboración del un diagnóstico regional a escala 1:250,000 que permita identificar las prioridades de acciones a desarrollar en el mediano plazo para avanzar hacia la consecución de las metas y objetivos estipulados en documentos de mayor jerarquía.

Finalmente, y para cerrar el proceso de planeación en una primera etapa, será necesario crear programas locales que definan, con detalle, las acciones, presupuesto, impacto y plazos precisos para llevar los recursos naturales del país a las condiciones visualizadas en el Programa Estratégico Forestal para México 2025.

## 2.3 Análisis del sector en la región a nivel nacional

Las áreas forestales de México cubren aproximadamente el 72% del territorio nacional, es decir una superficie de 141.7 millones de hectáreas. De éstas, 56.8 millones corresponden a superficie arbolada constituida por bosques y selvas, mismas que representan poco menos del 32.7% de la superficie nacional. La vegetación de matorral xerófilo ocupa el 27.05% del territorio nacional, le sigue la agricultura (riego y temporal) con 16.88%, pastizales antrópicos con el 11.76% y el resto de las categorías no sobrepasan los 5 puntos porcentuales (Cuadro 1). La variación existente en factores como el clima, el suelo, la altitud y el grado de intervención humana ha dado como resultado un mosaico diverso de tipos y formas de vegetación. En consecuencia, de productos que pueden obtenerse a partir de ellas. Estos recursos representan el sustento para millones de personas que de manera directa o indirecta obtienen productos de uso y consumo.

Cuadro 1. Superficies de vegetación según el inventario nacional forestal 2000-2001.

| <b>Tipos de vegetación y otras coberturas</b> | <b>Superficie (ha)</b> | <b>% de la superficie nacional</b> |
|---|------------------------|------------------------------------|
| Agricultura (riego y humedad)                 | 9,945,784              | 5.12                               |
| Agricultura (de temporal)                     | 22,839,710             | 11.76                              |
| Plantación forestal                           | 22,639                 | 0.01                               |
| Bosque de coníferas                           | 7,486,419              | 3.86                               |
| Bosque de coníferas-latifoliadas              | 13,570,016             | 6.99                               |
| Bosque de latifoliadas                        | 10,058,637             | 5.18                               |
| Bosque mesófilo de montaña                    | 1,735,618              | 0.89                               |
| Selva perennifolia y subperennifolia          | 9,913,463              | 5.10                               |
| Selva caducifolia y subcaducifolia            | 20,821,433             | 10.72                              |
| Mezquital                                     | 2,924,512              | 1.51                               |
| Matorral xerófilo                             | 52,527,276             | 27.05                              |
| Pastizales naturales                          | 8,881,547              | 4.57                               |
| Pastizales antrópicos                         | 22,844,692             | 11.76                              |
| Vegetación hidrófila                          | 2,082,584              | 1.07                               |
| Otros tipos de vegetación                     | 5,209,871              | 2.68                               |
| Área sin vegetación aparente                  | 988,752                | 0.51                               |
| Asentamiento humano                           | 1,245,813              | 0.64                               |
| Cuerpo de agua                                | 1,099,645              | 0.57                               |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>194,198,411</b>     | <b>100</b>                         |

Aún cuando un porcentaje superior al 35% del total de la superficie arbolada se considera adecuada para realizar aprovechamientos maderables, se ha estimado que únicamente alrededor de siete millones de hectáreas están bajo aprovechamiento forestal autorizado (SEMARNAT-UACH, 1999). La mitad de ellas en bosques de coníferas y latifoliadas. El restante 50% son hectáreas bajo aprovechamiento en selvas altas y medianas, y en latifoliadas de clima templado.

La variedad de climas y suelos existentes en el país no son excluyentes en la condición existente en la Región XIII. De hecho, existe un número importante de tipos de vegetación forestal, diversidad que se ha incrementado a consecuencia de la intensa degradación a que ha sido sometida la vegetación de la zona desde hace varios siglos. En lugares donde la perturbación ha alcanzado niveles elevados se han implementado programas de reforestación con los subsecuentes cambios en la estructura y composición florística de las comunidades vegetales naturales.

Dentro de las comunidades con potencial para uso forestal se consideran los bosques de coníferas (pino, oyamel y pino-encino), los bosques de encino, bosques mesófilos de montaña, selva baja caducifolia y matorral crasicaule.

En la Región sobresalen algunas masas boscosas de coníferas de las que se pueden obtener recursos maderables con niveles industriales. De la superficie total de la Región, las masas arboladas representan el 18.53% de la vegetación presente. Sin embargo, debido a la ubicación de estos recursos en la parte alta de la cuenca, a las condiciones de terreno que existen y a la gran demanda de agua para consumo humano e industrial de la zona, es mucho más importante la función protectora y los servicios ambientales que proporciona este tipo de vegetación. Sólo en algunas áreas bien definidas, y después de un análisis detallado de las condiciones en que se encuentra el recurso se podrían implementar aprovechamientos maderables con restricciones de manejo adecuados. Alternativamente, el uso de zonas forestales para recreación podría disminuir los efectos de la deforestación.

### **2.3.1 Participación del sector en la economía nacional**

La participación del sector forestal en el PIB del país ha sido tradicionalmente reducido. En el periodo de 1994 a 1999, se mantuvo alrededor del 1.2%. En el año 2000 esta cifra se incrementó a 17,765 millones de pesos, lo que representó un crecimiento de 1.7% en relación con el mismo periodo de 1999 que fue de 17,472 millones. A pesar de este incremento, la participación del sector en la economía nacional en el año 2000, fue de únicamente el 1.1% (SEMARNAT, 2000).

El PIB maderero mostró un crecimiento del 1.9% en el año 2000. Pasó de 13,834 millones de pesos en 1999 a 14,097 millones de pesos en el año posterior. El incremento se debió principalmente al crecimiento de la industria de la celulosa y el papel, misma que obtuvo un crecimiento del 3.0%. La industria de la madera presentó un incremento del 1.0% en el mismo período, por lo que su participación en el PIB manufacturero bajó de 4.7% en 1999 a 4.4% en el año 2000.

El Cuadro 2 presenta la comparación del PIB del Sector Forestal con los Sectores Manufacturero y Agropecuario.

Cuadro 2. Comparación del PIB del Sector Forestal con los Sectores Manufacturero y Agropecuario. Millones de pesos (1993=100).



|  | 1999*     | 2000      | Variación<br>(millones) | Variación (%) |
|--|-----------|-----------|-------------------------|---------------|
| Nacional   | 1,504,971 | 1,609,938 | 104,167                 | 6.9           |
| Agropecuario, silvicultura y pesca                   | 80,080    | 82,758    | 2,678                   | 3.3           |
| Silvicultura   | 3,637     | 3,668     | 31                      | 0.8           |
| Silvicultura/ Agropecuario, silvicultura y pesca (%) | 4.5       | 4.4       |                         |               |
| Manufacturero  | 296,528   | 317,482   | 20,954                  | 7.1           |
| Maderero   | 13,834    | 14,097    | 263                     | 1.9           |
| Industria de la madera                               | 8,033     | 8,118     | 85                      | 1.0           |
| Industria de la celulosa y papel                     | 5,801     | 5,979     | 178                     | 3.0           |
| Maderero/Manufacturero (%)                           | 4.7       | 4.4       |                         |               |
| Forestal**   | 17,472    | 17,765    | 293                     | 1.7           |
| Forestal/Nacional (%)                                | 1.2       | 1.1       |                         |               |

\* Cifras revisadas por INEGI

\*\* El PIB Forestal incluye silvicultura, industria de la madera e industria de la celulosa y el papel  
FUENTE : Dirección General Forestal, con información del INEGI.

### 2.3.2 Producción forestal

#### Producción forestal maderable

La producción forestal nacional maderable alcanzó en el mes de diciembre de 2000 un volumen de 9.4 millones de metros cúbicos rollo (m.c.r.), cifra superior en 0.9 millones (10.9%), con respecto al mismo período del año anterior. El Cuadro 3 muestra los estados del país más importantes en cuanto a volumen de madera aprovechado para los últimos años.

Cuadro 3. Producción forestal maderable en los estados más importantes en México para el período 1999-2000. metros cúbicos rollo y % de la producción total.

| Estado       | 1999             | %          | 2000             | %            | Variación   |
|--------------|------------------|------------|------------------|--------------|-------------|
| Durango      | 1,897,489        | 22.3       | 2,371,859        | 25.2         | %           |
| Chihuahua    | 1,996,816        | 23.5       | 2,091,048        | 22.2         | 25.0        |
| Michoacán    | 1,274,379        | 15.0       | 1,394,762        | 14.8         | 4.7         |
| México       | 415,001          | 4.9        | 604,789          | 6.4          | 9.5         |
| Oaxaca       | 673,460          | 7.9        | 578,659          | 6.1          | 45.7(14.1)  |
| Otros        | 2,239,581        | 26.4       | 2,388,683        | 25.3         | 6.7         |
| <b>Total</b> | <b>8,496,726</b> | <b>100</b> | <b>9,429,800</b> | <b>100.0</b> | <b>10.9</b> |

FUENTE : SEMARNAT, Dirección General Forestal, con información de las Delegaciones Federales.

De acuerdo con estas cifras, los principales estados productores en el año 2000 fueron: Durango, Chihuahua, Michoacán, Edo. de México y Oaxaca, contribuyendo con aproximadamente el 73.6% de la producción maderable total del país.

El Cuadro 4 muestra la producción maderable en el año 2000 para los estados de la país que conforman la Región XIII-Valle de México. Aún cuando, a excepción del Distrito Federal, los estados no son considerados de manera completa dentro de la Región XIII, las cifras presentadas nos permiten deducir la importancia de la producción forestal en la Región, en comparación con la producción nacional y con la de los estados productores más importantes en el ramo.

Cuadro 4. Producción nacional maderable entidad y grupo de productos (metros cúbicos rollo).

| Estados          | Escuadría | Celulósicos | Chapa y triplay | Postes, pilotes y morillos | Leña   | Carbón | Durmientes | Total    |
|------------------|-----------|-------------|-----------------|----------------------------|--------|--------|------------|----------|
| Distrito Federal | 5,752     | 2,646       | 0               | 0                          | 1,061  | 9      | 0          | 9,468    |
| México           | 478,585   | 81,097      | 0               | 199                        | 33,187 | 11,721 | 0          | 604,789' |
| Hidalgo          | 63,291    | 25,943      | 0               | 8,482                      | 26,943 | 65     | 0          | 124,724  |
| Tlaxcala         | 47,090    | 0           | 0               | 7                          | 3,783  | 60     | 0          | 50,940   |

Las principales especies aprovechadas en el año 2000 fueron el pino y el encino con 7.5 millones de m.c.r. (79.6%), y 0.9 millones de m.c.r. (9.7%) respectivamente, los restantes 1.004 millones de m.c.r. (10.7%) provinieron principalmente de oyamel, especies comunes tropicales y en menor escala de otras coníferas, latifoliadas y preciosas (Cuadro 5).

Los estados de Campeche, Tamaulipas, Quintana Roo y Yucatán, produjeron de manera conjunta 244 mil m.c.r. de especies tropicales, que equivalen al 75.6% de la producción de este grupo de especies; en tanto que la producción de maderas de especies preciosas el 80.1%, provino de los Estados de Veracruz, Quintana Roo y Campeche.

Cuadro 5. Producción forestal maderable, por grupo de especies, en los principales estados productores del país. Datos del año 2000 en metros cúbicos rollo.

| Regiones     | Pino             | Oyamel         | Otras Coníferas | Encino         | Otras Latifoliadas | Preciosas     | Total            |
|--------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------|------------------|
| Durango      | 2,033,324        | 0              | 14,019          | 304,436        | 20,075             | 0             | 2,371,859        |
| Chihuahua    | 1,913,641        | 0              | 2,309           | 175,098        | 0                  | 0             | 2,091,048        |
| Michoacán    | 1,108,494        | 105,358        | 2,327           | 143,021        | 35,562             | 0             | 1,394,762        |
| México       | 384,258          | 180,061        | 9,961           | 24,518         | 5,991              | 0             | 604,789          |
| Oaxaca       | 561,470          | 2,223          | 0               | 11,766         | 428                | 517           | 578,659          |
| Otras        | 1,505,485        | 124,777        | 8,636           | 259,765        | 125,577            | 44,045        | 2,388,683        |
| <b>Total</b> | <b>7,506,672</b> | <b>412,419</b> | <b>37,252</b>   | <b>918,604</b> | <b>187,633</b>     | <b>44,562</b> | <b>9,429,800</b> |

FUENTE : SEMARNAT, Dirección General Forestal, con información de las Delegaciones Federales.

Cuadro 6. Producción forestal maderable, por grupo de especies, en los estados que de manera total o parcial conforman la Región XIII. Datos del año 2000 en metros cúbicos rollo.

| Otras | Otras |
|-------|-------|
|-------|-------|

| Estado           | Pino    | Oyamel  | coníferas | Encino | latifoliadas | Total   |
|------------------|---------|---------|-----------|--------|--------------|---------|
| México           | 384,258 | 180,061 | 9,961     | 24,518 | 5,991        | 604,789 |
| Distrito Federal | 2,078   | 7,390   | 0         | 0      | 0            | 9,468   |
| Hidalgo          | 58,491  | 11,992  | 0         | 34,419 | 19,822       | 124,724 |
| Tlaxcala         | 21,465  | 27,998  | 906       | 560    | 11           | 50,940  |

En el año 2000 se presentaron incrementos importantes en los volúmenes destinados a la manufactura de durmientes (15.8 mil m.c.r.), carbón (137.0 mil m.c.r.) y de productos para celulosa (464.0 mil m.c.r.) que representan aumentos del 85.2%, 70.41% y 36.8% respectivamente, con respecto al año anterior.

Cuadro 7. Destino de la producción forestal maderable en las entidades productoras más importantes en el año 2000. En metros cúbicos rollo.

| Estado/Producto | Escuadría        | Celulosa         | Chapa y triplay | Postes         | Combustibles   | Durmientes    | Total            |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|
| Durango         | 1,764,181        | 433,799          | 69,777          | 17,936         | 61,558         | 24,608        | 2,371,859        |
| Chihuahua       | 1,290,681        | 790,949          | 0               | 9,102          | 316            | 0             | 2,091,048        |
| Michoacán       | 839,183          | 172,684          | 283,301         | 33,608         | 65,986         | 0             | 1,394,762        |
| México          | 478,585          | 81,097           | 0               | 199            | 44,908         | 0             | 604,789          |
| Oaxaca          | 461,648          | 68,373           | 23,334          | 1,663          | 23,624         | 17            | 578,659          |
| Otros           | 1,700,082        | 205,641          | 22,726          | 80,222         | 397,282        | 9,731         | 2,388,683        |
| <b>Total</b>    | <b>6,534,360</b> | <b>1,752,543</b> | <b>399,138</b>  | <b>142,730</b> | <b>593,674</b> | <b>34,356</b> | <b>9,429,800</b> |

Como se muestra en el Cuadro 7, en el año 2000, el 69.3% (6.5 millones de metros cúbicos rollo) se destinaron para escuadría, el 18.3% (1.7 millones) a productos celulósicos y el restante 12.4% (1.2 millones), a chapa y triplay, postes, pilotes y morillos, leña, carbón y durmientes. El principal productor de trocería destinada a escuadría, y durmientes de madera es el estado de Durango, en tanto que Chihuahua es el estado que aporta los mayores volúmenes de material es celulósicos. Sonora por su parte registra los mayores volúmenes de madera para uso de combustibles. Michoacán es el mayor productor de postes.

El Cuadro 8 muestra el destino de la producción maderable del año 2000 para los estados que conforman la Región XIII-Valle de México.

Cuadro 8. Destino de la producción forestal maderable en las entidades que conforma la Región XIII. Datos del año 2000, en metros cúbicos rollo.

| Estado/Producto | Escuadría | Celulosa | Chapa y triplay | Postes, pilotes | Combustibles | Durmientes | Total |
|-----------------|-----------|----------|-----------------|-----------------|--------------|------------|-------|
|-----------------|-----------|----------|-----------------|-----------------|--------------|------------|-------|

|                  |         |        |   |       |        |   |          |
|------------------|---------|--------|---|-------|--------|---|----------|
| Distrito Federal | 5,752   | 2,646  | 0 | 0     | 1,072  | 0 | 9,468    |
| México           | 478,585 | 81,097 | 0 | 199   | 44,908 | 0 | 604,789' |
| Hidalgo          | 63,291  | 25,943 | 0 | 8,482 | 27,108 | 0 | 124,724  |
| Tlaxcala         | 47,090  | 0      | 0 | 7     | 3,843  | 0 | 50,940   |
| Total            |         |        |   |       |        |   |          |

### Producción forestal no maderable

En el año 2000, la producción no maderable, sin incluir la extracción de tierra de monte, fue de 83,853 toneladas. Los principales estados que participaron en la producción son: Michoacán con 38,008 toneladas; Veracruz 8,500; Zacatecas 14,663; Baja California con 4,046 toneladas y San Luis Potosí 3,788 que en conjunto produjeron el 86.7% del total (Cuadro 9).

De la producción total el 49.3% correspondió a la producción de otros productos, que se concentró principalmente en los estados de Zacatecas, Veracruz, Baja California, San Luis Potosí y Tamaulipas (78.4% del total).

Cuadro 9. Producción forestal no maderable por grupo de productos. Año 2000 (cifra en toneladas).

| Regiones        | Resinas       | Fibras     | Gomas     | Ceras        | Otros         | Total         |
|-----------------|---------------|------------|-----------|--------------|---------------|---------------|
| Michoacán       | 35,507        | 0          | 0         | 0            | 2,501         | 38,008        |
| Zacatecas       | 0             | 0          | 0         | 5,685        | 8,978         | 14,663        |
| Veracruz        | 0             | 0          | 0         | 0            | 8,500         | 8,500         |
| San Luis Potosí | 0             | 0          | 0         | 0            | 3,788         | 3,788         |
| Baja California | 0             | 0          | 0         | 0            | 7,597         | 7,597         |
| Otros           | 775           | 454        | 12        | 94           | 9,962         | 11,297        |
| <b>Total</b>    | <b>36,282</b> | <b>454</b> | <b>12</b> | <b>5,779</b> | <b>41,326</b> | <b>83,853</b> |

Destaca por su importancia la producción de resina de pino con 36,282 toneladas (43.3% de la producción total), que se concentró principalmente en el estado de Michoacán (97.9%).

La producción registrada para el año 2000 de productos no maderables en la Región XIII es nula. Sin embargo, en el mismo año se reportó una extracción de 101,595 toneladas de tierra de monte en el Edo. de México.

### 2.3.3 Balanza comercial del sector forestal

Al mes de diciembre del año 2000, el valor de las exportaciones de madera y sus manufacturas fue de 152 millones de dólares (mdd); mientras que el de las

importaciones ascendió a 417 mdd. Así, el saldo de la balanza comercial registró un déficit de 265 mdd.

Los principales productos exportados fueron: madera aserrada, listones y molduras, cajas y paletas y tableros aglomerados, que en conjunto representaron un valor de 109 mdd, es decir el 43% del valor total de las exportaciones de productos forestales. Los principales productos importados fueron: madera aserrada, tableros contrachapados y tableros de fibra, con un valor global de 298 mdd, que equivalen al 14% del valor total de productos forestales.

Las exportaciones de productos celulósicos en el 2000 tuvieron un valor de 11 mdd (4.0% del total) y, el valor de las importaciones en ese mismo año ascendió a 552 mdd (26.0% del total importado). Lo anterior, dio como resultado un déficit de 541 mdd.

En productos de papel, las exportaciones registraron un valor de 90 mdd; mientras que las importaciones ascendieron a 1,145 mdd. Lo cual da como resultado un déficit de 1,055 mdd para el año 2000 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Saldo de la Balanza Comercial de Productos Forestales 1999-2000(miles de dólares).

| Descripción                   | 1999               | 2000               | Diferencia (%) |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Madera en rollo               | (14,682)           | (23,021)           | 57             |
| Madera aserrada               | 2,076              | (64,103)           | (2,991)        |
| Listones y molduras           | 63,410             | 42,316             | (33)           |
| Tableros aglomerados          | 11,867             | 4,261              | (64)           |
| Tableros de fibra             | (23,082)           | (42,501)           | 84             |
| Tableros contrachapados       | (76,560)           | (150,467)          | 96             |
| Otros productos               | (17,283)           | (31,267)           | 81             |
| <b>Subtotal</b>               | <b>(54,255)</b>    | <b>(264,782)</b>   | 388            |
| Celulosa y fibras secundarias | (443,080)          | (541,436)          | 22             |
| Papel                         | (839,529)          | (1,055,416)        | 26             |
| <b>Subtotal</b>               | <b>(1,284.131)</b> | <b>(1,596,852)</b> | 24             |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>(1,335,864)</b> | <b>(1,861,633)</b> | <b>39</b>      |

Fuente: Anuario nacional forestal 2000

### 2.3.4 Consumo aparente de productos forestales

En 2000, la relación producción-consumo indica que la producción forestal maderable, con 9.4 millones de m.c.r. satisfizo el 58% del consumo nacional aparente que ascendió a 16.3 millones de m.c.r. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Relación producción-consumo aparente de la producción forestal en 1999 y 2000. Valores en metros cúbicos rollo

| Concepto                 | Madera industrial |       |          |      | Leña y carbón |       |      |      | Total  |        |
|--------------------------|-------------------|-------|----------|------|---------------|-------|------|------|--------|--------|
|                          | Escuadría         |       | Tableros |      | Celulosa      |       | 1999 | 2000 | 1999   | 2000   |
| Año del registro         | 1999              | 2000  | 1999     | 2000 | 1999          | 2000  | 1999 | 2000 | 1999   | 2000   |
| Producción nacional      | 6,460             | 6,711 | 346      | 399  | 1,261         | 1,726 | 429  | 594  | 8,497  | 9,430  |
| Importación              | 2,729             | 2,743 | 206      | 341  | 4,728         | 4,441 | 4    | 87   | 7,667  | 7,612  |
| Exportación              | 475               | 321   | 76       | 52   | 90            | 162   | 173  | 192  | 815    | 727    |
| Consumo aparente         | 8,714             | 9,133 | 476      | 688  | 5,899         | 6,005 | 260  | 489  | 15,349 | 16,315 |
| Relación Prod./Consumo % | 74                | 73    | 73       | 58   | 21            | 29    | 165  | 121  | 55     | 58     |

### 2.3.5 Deforestación

La deforestación se define como la eliminación total de la vegetación y su reemplazo por usos no forestales de la tierra. Este fenómeno es principalmente causado por actividad humana, y se ha venido acrecentando en nuestro país durante el pasado siglo. A la fecha se ha perdido casi la mitad de la superficie arbolada del país

Cuadro 12. Tendencias de la Deforestación.

| Periodo         | Millones de hectareas |                     |                     |
|-----------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|                 | superficie arbolada   | deforestación total | deforestación anual |
| ORIGINAL A 1950 | 98.0-77.8             | 20.2                |                     |
| 1950-1970       | 77.8-67.8             | 10.0                | 0.5                 |
| 1970-1980       | 67.8-60.8             | 7.0                 | 0.7                 |
| 1980-1990       | 60.8-56.8             | 4.0                 | 0.4                 |
| 1990-1995       | 56.8-55.3             | 1.5                 | 0.3                 |
|                 | TOTAL                 | 42.7                |                     |

Fuente: [www.semarnat.gob.mx/sniam/def/htm](http://www.semarnat.gob.mx/sniam/def/htm)

En la década de los 80's y 90's la deforestación tiende a declinar ( Cuadro 12) debido a que las zonas con potencial agropecuario ya se han desmontado, son inaccesibles o con altitudes extremas. Además, la apertura comercial bajó la rentabilidad agropecuaria, por lo que se abandonaron terrenos, propiciándose su recuperación natural. Por otro lado se concluyeron los programas de desmonte y se desalentó el cambio de uso de suelo.

### 2.3.6 Impactos de la Deforestación

Los principales impactos que presenta la deforestación son pérdida de la biomasa y productos de valor comercial (maderables - no maderables), además de procesos ecológicos que deterioran el ambiente (agua, suelo, aire, paisaje, carbono) y pérdida de diversidad biológica (comunidades, especies, géneros, material genético).

Las causas de la deforestación como ya lo habíamos mencionado son principalmente humanas. El Cuadro 13 presenta las principales causas directas para la incidencia de la deforestación en México.

Cuadro 13. Causas directas estimadas de la deforestación

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Desmontes para uso agropecuario      | 82 % |
| Cambios de uso del suelo autorizados | 2 %  |
| Incendios                            | 4 %  |
| Tala ilegal                          | 8 %  |
| Plagas y enfermedades                | 3 %  |
| Otros factores                       | 1 %  |

Fuente: <http://www.semarnat.gob.mx>

La Región XIII, desde tiempos de la colonia ha sido sometida a un ritmo de deterioro y cambio de uso del suelo muy severo, lo cual ha propiciado fuertes problemas de desequilibrio ambiental. Esta condición se discute en el Apartado “Desafíos del sector en la Región” del Capítulo 3.

### 2.3.7 Plantaciones forestales comerciales.

Según la Dirección General Forestal se han identificado en el país alrededor de 11 millones de hectáreas con alto potencial para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en terrenos desprovistos de vegetación. Por sus condiciones de productividad y escalas de aprovechamiento, este tipo de plantaciones se puede constituir en una importante opción para garantizar el abastecimiento sustentable de materia prima a la industria forestal, contribuyendo a la sustitución de importaciones, a la generación de empleos y al desarrollo regional, además de aportar otros beneficios ambientales.

El propósito de las plantaciones forestales comerciales es obtener la materia prima destinada a satisfacer la demanda de las industrias forestales. Para lograr esta producción en el corto plazo y a bajo costo, es fundamental seleccionar las especies más adecuadas a los productos a obtener y a las características de la región, pudiendo ser nativas u originarias de otros países, que se denominan comúnmente introducidas o exóticas.

El uso de especies introducidas ofrece en muchos casos ventajas comparativas en velocidad de crecimiento, y turnos de aprovechamiento más cortos, que son fundamentales para desarrollar proyectos financieramente viables.

De acuerdo a la Subsecretaría de recursos naturales y la Dirección General Forestal se ha estimado que alrededor de 10 741 655 hectáreas del país presentan condiciones aptas para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, pero solo 39,530 hectáreas están plantadas a nivel nacional.

Para el caso específico de la Región XIII-Valle de México, se encuentra que en la subregión valle de México se han plantado 1,127 ha distribuidas entre los municipios de Chalco, Amecameca, Texcoco, Tepetlaoxtoc, Ixtapaluca y Nezahualcoyotl, principalmente.

## 2.4 Análisis del sector en la región

### 2.4.1 Localización geográfica

La Región XIII-Valle de México, se localiza en el extremo Sur del altiplano, sobre el paralelo 19° de latitud Norte, que coincide con la ubicación del Eje Neovolcánico. Abarca una extensión de aproximadamente 16 409 km<sup>2</sup> (Figura 3). Del área total de la Región XIII, el 70% es terreno llano y el 30% accidentado, a causa de los lomeríos y vertientes de las sierras que la delimitan (Mooser, 1961).

Los límites orográficos de la Región XIII-Valle de México son:

- Al Norte: Las sierras de Zimapán e Ixmiquilpan
- Al Noreste: La sierra de Pachuca
- Al Este: La sierra de Tepozán
- Al Sureste: Las sierras de Calpulalpan, Río Frío y la sierra Nevada
- Al Sur: Las sierras de Chichinautzin y del Ajusco
- Al Suroeste: Las sierras de Las Cruces y de Monte Alto
- Al Oeste: Las sierras de Monte Bajo y de La Catedral

Las colindancias hidrológicas son:

- Al Norte y Noroeste: La cuenca del Río Moctezuma
- Al Noreste: La cuenca del Río Amajac
- Al Este: Las cuencas de los ríos Tulancingo, Tecolutla y Libres-Oriental
- Al Sureste: La cuenca del Río Atoyac
- Al Sur: La cuenca del Río Amacuzac
- Al Suroeste: La cuenca del Río Lerma
- Al Oeste: La cuenca del Río San Juan

Dentro de esta Región se incluye todo el Distrito Federal además de algunas porciones de las siguientes entidades federativas: Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala (CNA, 2000).



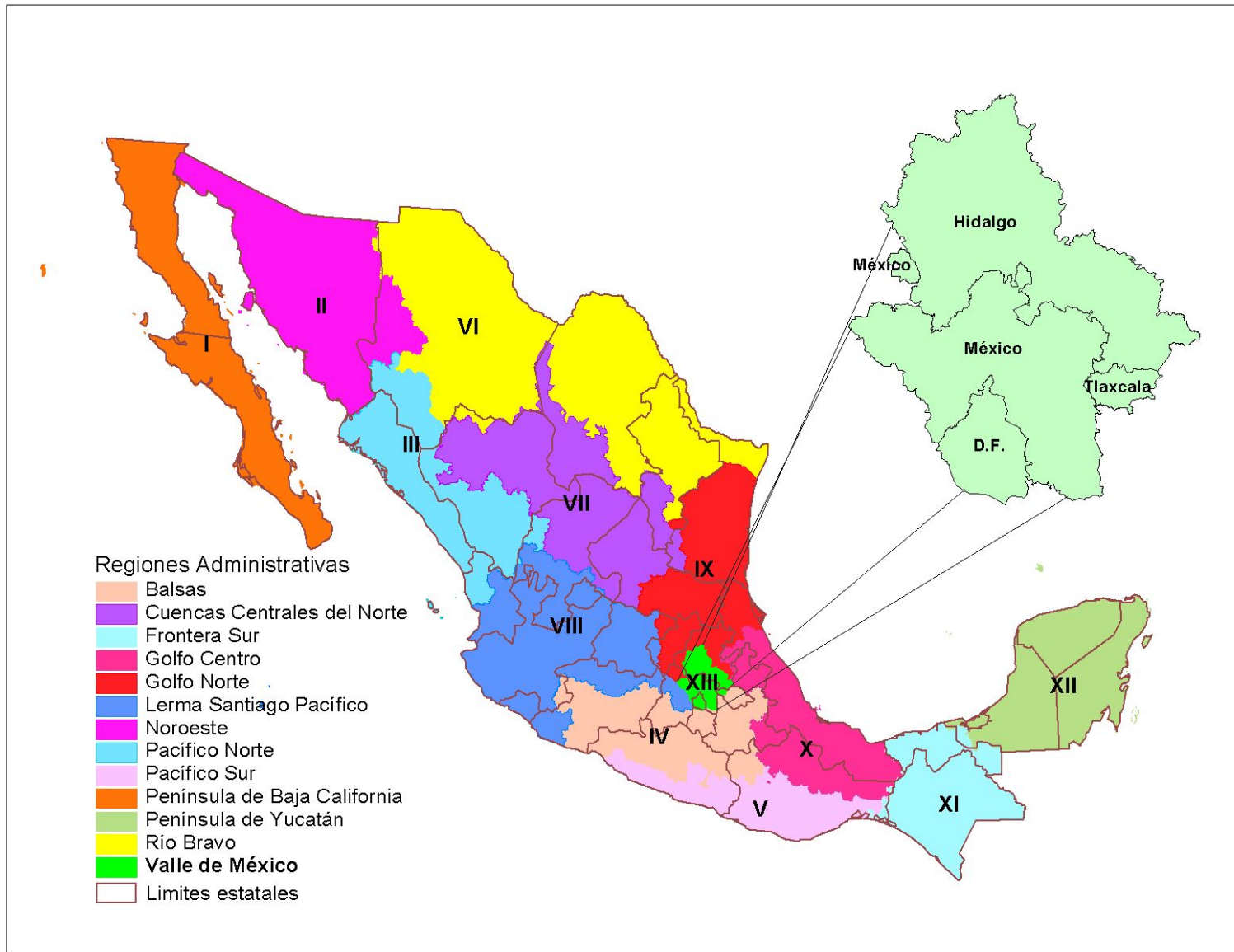


Figura 3. Localización geográfica de la Región Hidrológica XIII-Valle de México. Note que no se incluyen estados completos dentro de los límites de la Región.

## 2.4.2 Condiciones ambientales

Dadas las variantes topográficas existentes dentro de la Región XIII-Valle de México, existe una gran diversidad de climas. Sin embargo, dentro de esta variedad predomina el templado o mesotérmico. Los climas templados se concentran en los valles altos de la parte Noroeste del estado de México, así como en el Centro y Este de la subregión Valle de México, ocupando más del 45% de la superficie total de la Región XIII. Siguen en importancia los climas secos y semisecos que predominan principalmente en la porción Centro-Norte del estado de México, casi todo el valle del Mezquital y el extremo Norte del estado de Hidalgo, lo que representa un 40% del territorio de la Región. En menor grado se presentan los climas fríos y semifríos de las altas montañas de las Sierras Nevadas, Las Cruces y Chichinautzin, las cuales ocupan el 15% restante de la superficie de la Región (INEGI, 1992; 2001).

## 2.4.3 Recursos naturales

De la superficie total de la Región, el mayor porcentaje (51.58%) corresponde a suelos de uso agrícola, con 846,039.57 ha. En la Región XIII solo existen aproximadamente 303,882 ha de terrenos forestales arbolados (SEMARNAT, 2001), que representan el 18.53% de la superficie total de la región. El 8.93% de los terrenos corresponde a zonas urbanas (146,529 ha), el 11.27% de la superficie corresponde a pastizales, y finalmente el 9.68% de la región corresponde a otro tipo de vegetación. De la superficie forestal de la región, 38,794 ha pertenecen al Distrito Federal, 135,852 ha al Estado de México, 117,665 ha a Hidalgo y finalmente 11,570.20 ha al estado de Tlaxcala. Las principales áreas boscosas se encuentran al Oriente, al Sur y al Poniente del Valle de México. De estas, las que están más conservadas se localizan al Oriente del Valle, en los límites del Estado de México y Puebla. Desgraciadamente, las zonas forestales están sujetas a un proceso de deterioro, causado principalmente por los desmontes con fines agropecuarios, los incendios, las plagas y enfermedades, la tala clandestina, la contaminación y el crecimiento urbano (CORENA, 1995).

Las principales comunidades vegetales naturales que existen en la Región son los bosques de *Abies* (Oyamel), bosques mesófilos, bosques de *Pinus* (Pino), bosques de *Quercus* (Encino), bosques de *Juniperus*, matorrales de *Quercus* (Encino), pastizales y vegetación subacuática. En lo que a fauna se refiere, la Región XIII por su localización geográfica cuenta con un gran número de especies animales en los diferentes ecosistemas que están presentes dentro de sus límites.

La tasa de deforestación estimada en esta Región es de 1% anual, con una pérdida de 651 ha por año para el Estado de México y de 500 ha para el Distrito Federal (CORENA, 1997). Con esta tasa de deforestación, las proyecciones indican que de 1990 a 1995, se redujo la superficie forestal en 5,755 ha, equivalentes a una disminución del 4.2% en cinco años. Mientras que para el año 2000 se estima que se perdieron 11,510 ha de áreas arboladas, lo que representa una disminución del 8.4% de la superficie que existía en 1990. Para el 2025 se proyecta una pérdida del 29.3% del total de 1990. Se estima que de continuar esta tendencia de crecimiento y de acuerdo al modelo de desarrollo de la Zona Metropolitana del

Valle de México (ZMVM), en un futuro no lejano podría perderse el 90% del área lacustre actual, el 75% del área boscosa y un 90% de los suelos (CORENA, 1997).

Las áreas verdes urbanas quedarán reducidas a 1.5 m<sup>2</sup>/hab. para el año 2010, lo que indica según el pronóstico, que la ZMVM será una de las regiones más contaminadas del mundo y con mayores problemas de agua, al quedar eliminadas gran parte de las áreas de recarga acuífera. Al mismo tiempo se reducirá el amortiguamiento de los cambios climáticos, favoreciéndose el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad, enfatizado por la pavimentación, las construcciones y la circulación de vehículos automotores.

#### **2.4.4 Población**

La Región XIII-Valle de México está integrada por las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 57 municipios del Estado de México, 39 de Hidalgo y 4 de Tlaxcala. De acuerdo con los datos del censo de población y vivienda del año 2000 (INEGI), la población total en esta Región Hidrológica es de 19.54 millones de habitantes (Figura 4), con una densidad de población de 1,190 hab/km<sup>2</sup>, lo que la convierte en la Región más poblada de todo el país. Sin embargo, de acuerdo con los datos de la Figura 4, el Distrito Federal y el Estado de México contribuyen con más del 93% de la población total en la Región, en tanto que los estados de Hidalgo y Tlaxcala sólo contribuyen con el 7% de la misma. En consecuencia, es en la Zona Metropolitana del Valle de México donde existe mayor presión demográfica sobre el uso del suelo, incluyendo las áreas forestales naturales.

#### **2.4.5 Principales actividades agropecuarias y forestales**

##### Agricultura

El Sector Agrícola desempeña una función básica en la estructura económica y social de la Región (INEGI, 2001). La agricultura se encuentra dividida en agricultura de temporal y agricultura de riego. Según las estimaciones en base al Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT 2001), la Región XIII posee 208,154 ha de agricultura de riego, lo que representa el 12.69% de la superficie total de la Región (véase Figura 14; Vegetación de la Región XIII). La agricultura de temporal representa el 38.89% del total de dicha región con 637,886 ha.

Según el Anuario Agrícola de SAGAR (1998), la especie más sembrada en la Región es el maíz. Atendiendo a importancia en cuanto a superficie cultivada le siguen los cultivos de trigo para grano, papa, frijol, avena forrajera, chícharo verde y haba verde. Con menor área están los cultivos de espinaca, lechuga, zanahoria, nabo, tomate de cáscara, calabaza, rábano, acelga, ajo, sorgo, jitomate, chile verde y seco, cebolla, cilantro, col, amaranto, arroz, algodón y cacahuate, entre otros.

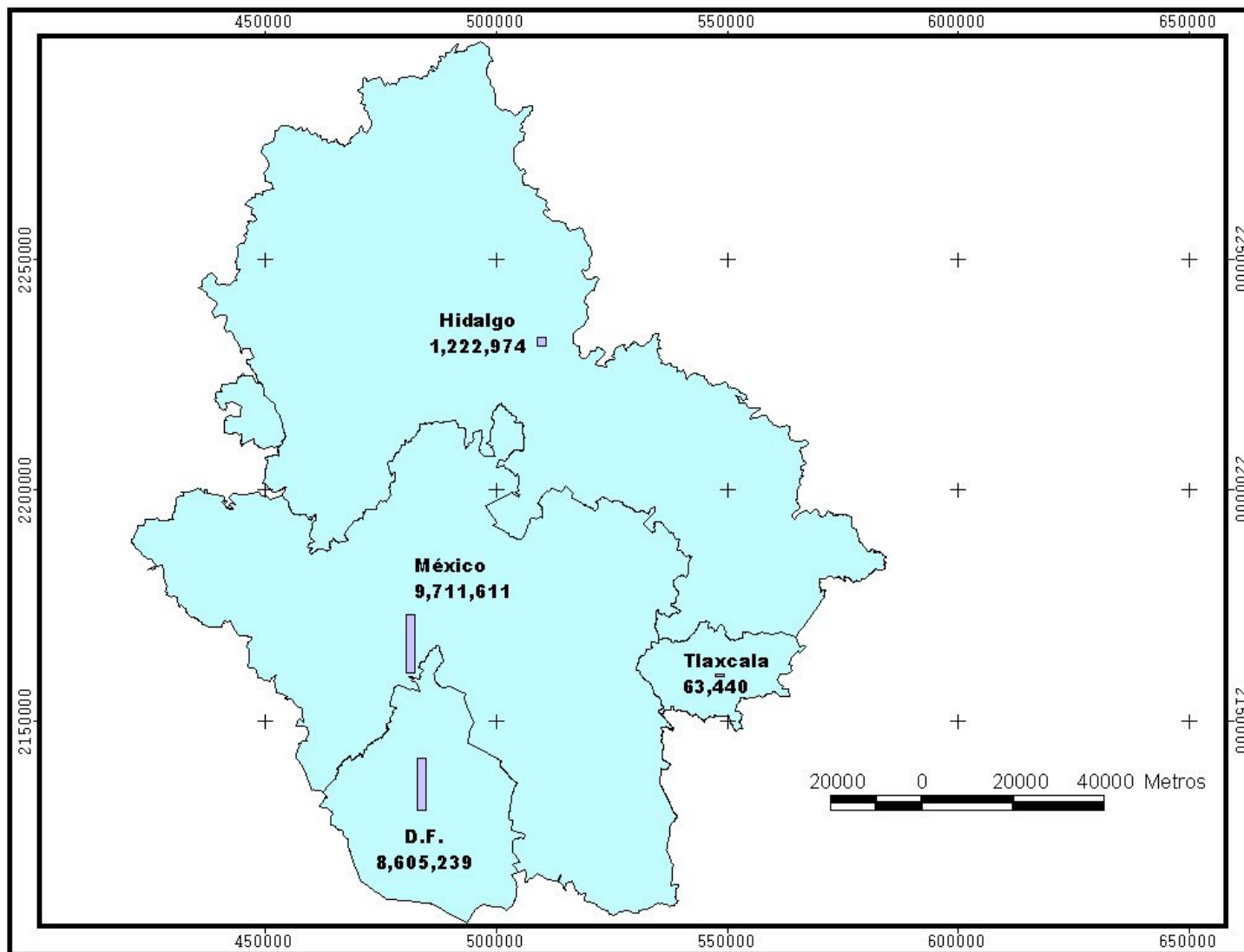


Figura 4. Población por entidad federativa en la Región XIII-Valle de México según el Censo de Población del 2000 (INEGI).

## Uso forestal

Dentro de las comunidades vegetales con potencial para uso forestal se consideran los bosques mesófilos de montaña, los bosques de oyamel, pino, pino-encino, encino-pino y el matorral crasicale. De acuerdo al Inventario Nacional Forestal (SEMARNAT, 2001), para la Región XIII tenemos un total de 303,882 ha de bosque, de las cuales el 37.39% corresponden al bosque de pino, seguido del bosque de encino con 35.63%, el bosque de pino-encino con 16.54% y finalmente el bosque de oyamel con el 10.45%. Además de esta superficie forestal, existe en la Región una superficie importante de terreno ocupada por matorral crasicale (98,839 ha).

En la actualidad, el Distrito de Desarrollo Forestal III, Texcoco, es uno de los que cuenta con mayor actividad forestal en la Región (INEGI, 2001). Las regiones más sobresalientes se ubican en las partes bajas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, además de las partes altas de la Sierra de las Cruces. Las principales especies forestales son: *Pinus leiophylla*, *P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. michoacana*, *P. teocote*, *P. oocarpa*, *P. ayacahuite* y *p. pringlei* (PROBOSQUE, 1996; INEGI, 2001).

El bosque de pino-encino muestra potencial para su aprovechamiento en las serranías del Valle de México (Sierra de Guadalupe, Sierra de Tepetztlán, Sierra de las Cruces, entre otras) y en las partes bajas del Popocatepetl. Las especies representativas de estas zonas son: *P. oocarpa*, *P. michoacana*, *P. teocote*, *P. douglasiana*, *P. pseudostrobus*, *Quercus lauriana*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes*, *Q. crassifolia*, *Clethra mexicana*, *Arbutus spp.* y *Alnus firmifolia* (PROBOSQUE, 1998; INEGI, 2001).

### 2.4.6 División en subregiones

Los límites de la Región XIII fueron definidos por la Comisión Nacional del Agua (CNA), en coordinación con la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX). En un primer paso se definió el trazo de los límites físicos o naturales de la región en estudio, consistentes en los parte-aguas de la cuenca alta del Río Pánuco (Región Hidrológica 26b), tanto para la Cuenca del Valle de México, como para la Cuenca del Río Tula. Posteriormente, y de acuerdo con las instancias mencionadas, se trazaron los límites administrativos, buscando que el trazo de estos no dividiera municipios, ciudades, distritos de riego, o características geohidrográficas, por lo cual se conserva la unidad municipal. Además, se procuró no incluir pequeñas porciones de un estado cuando el área correspondiente no fuera relevante de acuerdo a los propósitos del estudio. Los límites físicos y administrativos fijados en la Región XIII tienen Jurisdicción Política en el Distrito Federal, así como en los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala.

Una vez trazados los límites administrativos, se dividió el área de estudio de acuerdo con las cuencas de referencia, ajustando sus límites según las consideraciones adoptadas para la delimitación de la Región; con ello se definieron las subregiones de Valle de México y Tula (Figura 5). La subregión del Valle de México se localiza al Sur de la Región XIII, ocupando una superficie aproximada de 9,663.59 km<sup>2</sup>, mientras que

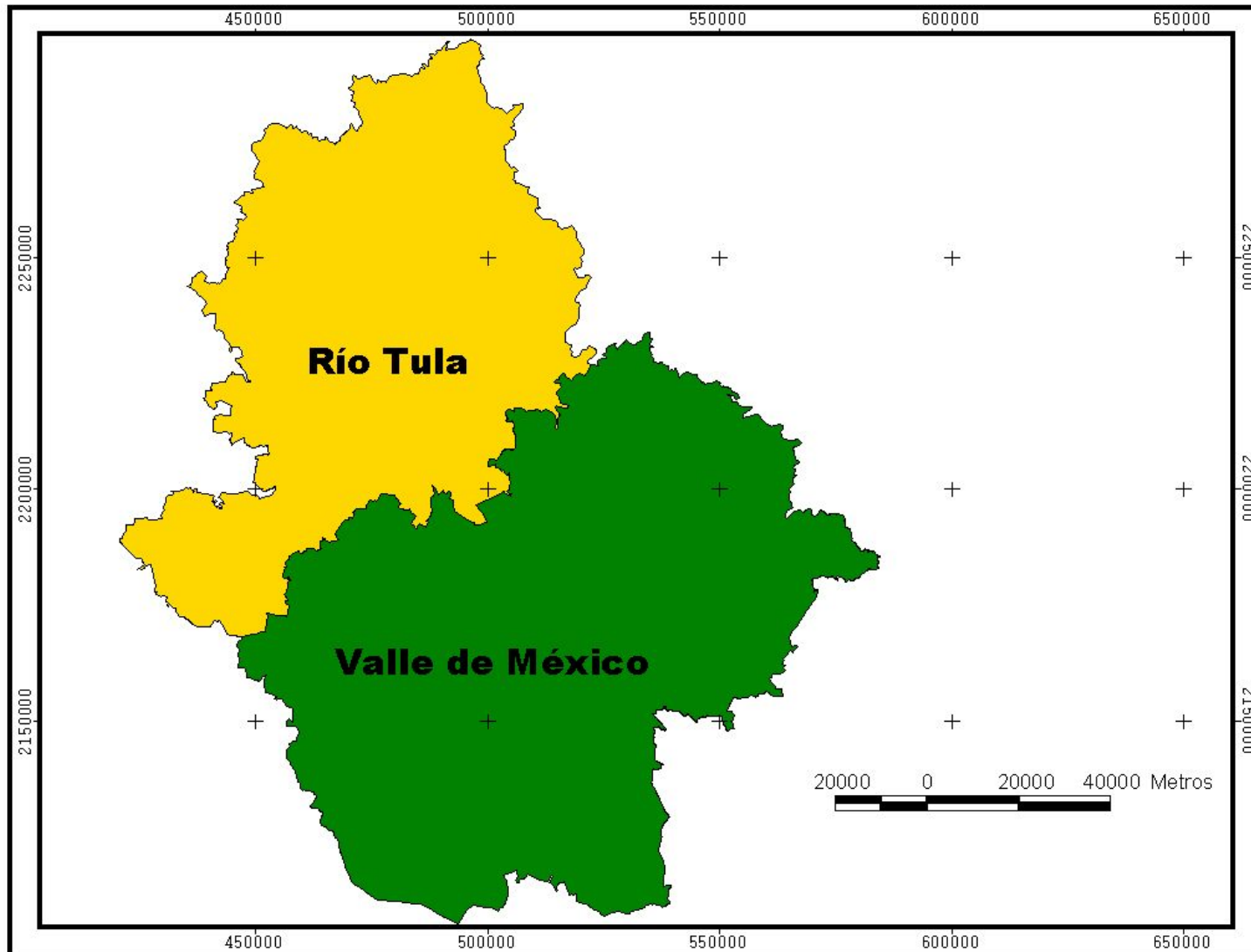


Figura 5. Región XIII-Valle de México, división por subregiones (CNA y GRAVAMEX)

la subregión del Río Tula se ubica en la parte Norte, con una superficie estimada de 6,745.52 km<sup>2</sup>.

### 2.4.7 División municipal

La Subregión Valle de México tiene una superficie total de 9,663.591 km<sup>2</sup> lo que representa el 59% de la Región. En ésta se ubican las 16 delegaciones del Distrito Federal, con una superficie de 16,409.1 km<sup>2</sup>, 15 municipios de Hidalgo que abarcan un área de 2,650.26 km<sup>2</sup>, 49 municipios del estado de México con una superficie de 5,039.80 km<sup>2</sup>, y 4 municipios de Tlaxcala con un área de 490.43 km<sup>2</sup> (Figura 5). La Subregión Tula tiene una superficie total de 6,274.52 km<sup>2</sup> (41% de la Región), de los cuales 5,304.63 km<sup>2</sup> corresponden a 24 municipios de Hidalgo, y 1,483.88 km<sup>2</sup> a 7 municipios del estado de México (Figura 5; Municipios de la Región XIII según INEGI).

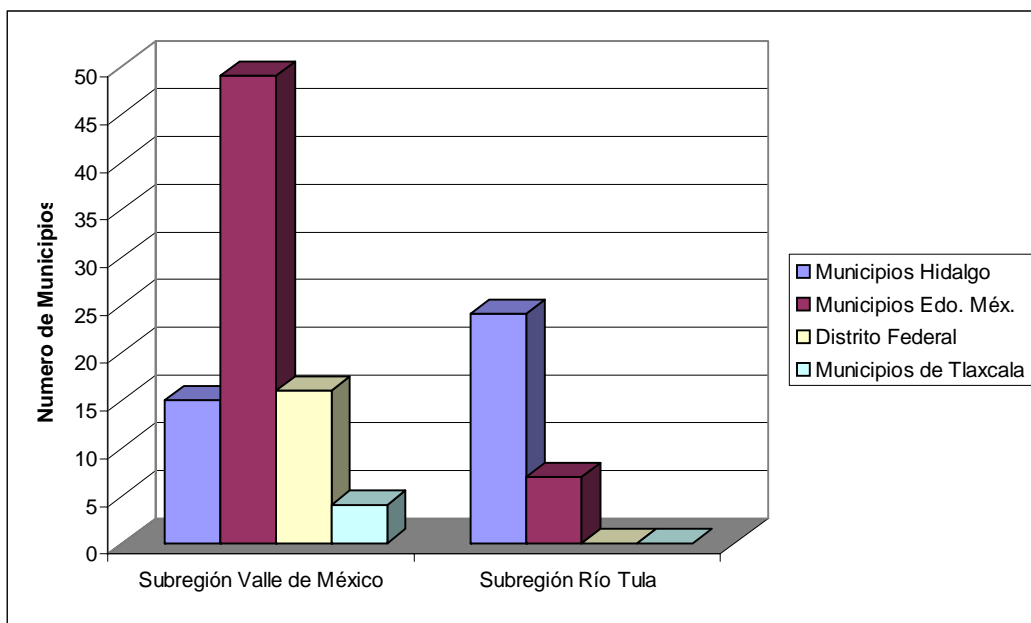


Figura 6. Distribución de municipios para la Región XIII-Valle de México.

Los municipios que conforman la Región XIII se muestran a continuación en los Cuadros 14 y 15 , de acuerdo a la subregión que pertenecen.

Cuadro 14. Municipios de la subregión Valle de México.

| DELEGACIÓN/<br>MUNICIPIO | ESTADO           | MUNICIPIO      | ESTADO           |
|--------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Álvaro Obregón           | Distrito Federal | Nezahualcoyotl | Estado de México |
| Azcapotzalco             | Distrito Federal | Nicolás Romero | Estado de México |
| Benito Juárez            | Distrito Federal | Nopaltepec     | Estado de México |
| Coyoacan                 | Distrito Federal | Otumba         | Estado de México |

|                    |                  |                             |                  |
|--------------------|------------------|-----------------------------|------------------|
|                    |                  |                             | México           |
| Cuajimalpa         | Distrito Federal | Papalotla                   | Estado de México |
| Cuauhtemoc         | Distrito Federal | La Paz                      | Estado de México |
| Gustavo A. Madero  | Distrito Federal | Sn. Martín de las Pirámides | Estado de México |
| Iztacalco          | Distrito Federal | Tecamac                     | Estado de México |
| Iztapalapa         | Distrito Federal | Temamatla                   | Estado de México |
| M. Contreras       | Distrito Federal | Temascalapa                 | Estado de México |
| Miguel Hidalgo     | Distrito Federal | Tenango del Aire            | Estado de México |
| Milpa Alta         | Distrito Federal | Teoloyucán                  | Estado de México |
| Tláhuac            | Distrito Federal | Teotihuacan                 | Estado de México |
| Tlalpan            | Distrito Federal | Tepetlaoxtoc                | Estado de México |
| V. Carranza        | Distrito Federal | Tepotzotlán                 | Estado de México |
| Xochimilco         | Distrito Federal | Texcoco                     | Estado de México |
| Acolman            | Estado de México | Tezoyuca                    | Estado de México |
| Amecameca          | Estado de México | Tlalmanalco                 | Estado de México |
| Atenco             | Estado de México | Tlalnepantla                | Estado de México |
| A. De Zaragoza     | Estado de México | Tultepec                    | Estado de México |
| Axapusco           | Estado de México | Tultitlán                   | Estado de México |
| Ayapango           | Estado de México | Zumpango                    | Estado de México |
| MUNICIPIO          | ESTADO           | MUNICIPIO                   | ESTADO           |
| Chalco             | Estado de México | Almoloya                    | Hidalgo          |
| Chiautla           | Estado de México | Apan                        | Hidalgo          |
| Chicoloapan        | Estado de México | Emiliano Zapata             | Hidalgo          |
| Chiconcuac         | Estado de México | Epazoyucan                  | Hidalgo          |
| Chimalhuacán       | Estado de México | Mineral de la Reforma       | Hidalgo          |
| Coacalco           | Estado de México | Mineral del Monte           | Hidalgo          |
| Cocotitlán         | Estado de México | Pachuca de Soto             | Hidalgo          |
| Coyotepec          | Estado de México | Singuilucan                 | Hidalgo          |
| Cuautitlán         | Estado de México | Tepeapulco                  | Hidalgo          |
| Cuautitlán Izcalli | Estado de México | Tizayuca                    | Hidalgo          |
| Ecatepec           | Estado de México | Tlanalapa                   | Hidalgo          |
| Huehuetoca         | Estado de México | Tolcayuca                   | Hidalgo          |
| Huixquilucan       | Estado de México | Villa de                    | Hidalgo          |



| Tezontepec     |                  |  |
|----------------|------------------|--|
| Isidro Fabela  | Estado de México | Zapotlan de Juárez Hidalgo             |
| Ixtapaluca     | Estado de México | Zempoala Hidalgo                       |
| Jaltenco       | Estado de México | Calpulalpan Tlaxcala                   |
| Jilotzingo     | Estado de México | Nanacamilpa de Mariano Arista Tlaxcala |
| Melchor Ocampo | Estado de México | Lázaro Cárdenas Tlaxcala               |
| Naucalpan      | Estado de México | Benito Juárez Tlaxcala                 |
| Nextlalpan     | Estado de México |  |

Cuadro 15. Municipios de la subregión Río Tula.

| MUNICIPIO               | ESTADO           | MUNICIPIO                | ESTADO  |
|-------------------------|------------------|--------------------------|---------|
| Apaxco                  | Estado de México | Chilcuautla              | Hidalgo |
| Chapa De Mota           | Estado de México | Francisco I. Madero      | Hidalgo |
| Hueyoxtlá               | Estado de México | Ixmiquilpan              | Hidalgo |
| Morelos                 | Estado de México | Mixquiahuala De Juárez   | Hidalgo |
| Soyaniquilpan De Juárez | Estado de México | Progreso De Obregón      | Hidalgo |
| Tequixquiac             | Estado de México | San Agustín Tlaxiaca     | Hidalgo |
| Villa Del Carbón        | Estado de México | San Salvador Santiago De | Hidalgo |
| Actopan                 | Hidalgo          | Anaya                    | Hidalgo |
| Ajacuba                 | Hidalgo          | Tasquillo                | Hidalgo |
| Alfajayucan             | Hidalgo          | Tepeji Del Río De Ocampo | Hidalgo |
| Arenal El               | Hidalgo          | Tepetitlán               | Hidalgo |
| Atitalaquia             | Hidalgo          | Tetepango                | Hidalgo |
| Atotonilco de Tula      | Hidalgo          | Tezontepec De Aldama     | Hidalgo |
| Atotonilco El Grande    | Hidalgo          | Tlahuelilpan             | Hidalgo |
| Cardonal                | Hidalgo          | Tlaxcoapan               | Hidalgo |
| Chapantongo             | Hidalgo          | Tula de Allende          | Hidalgo |

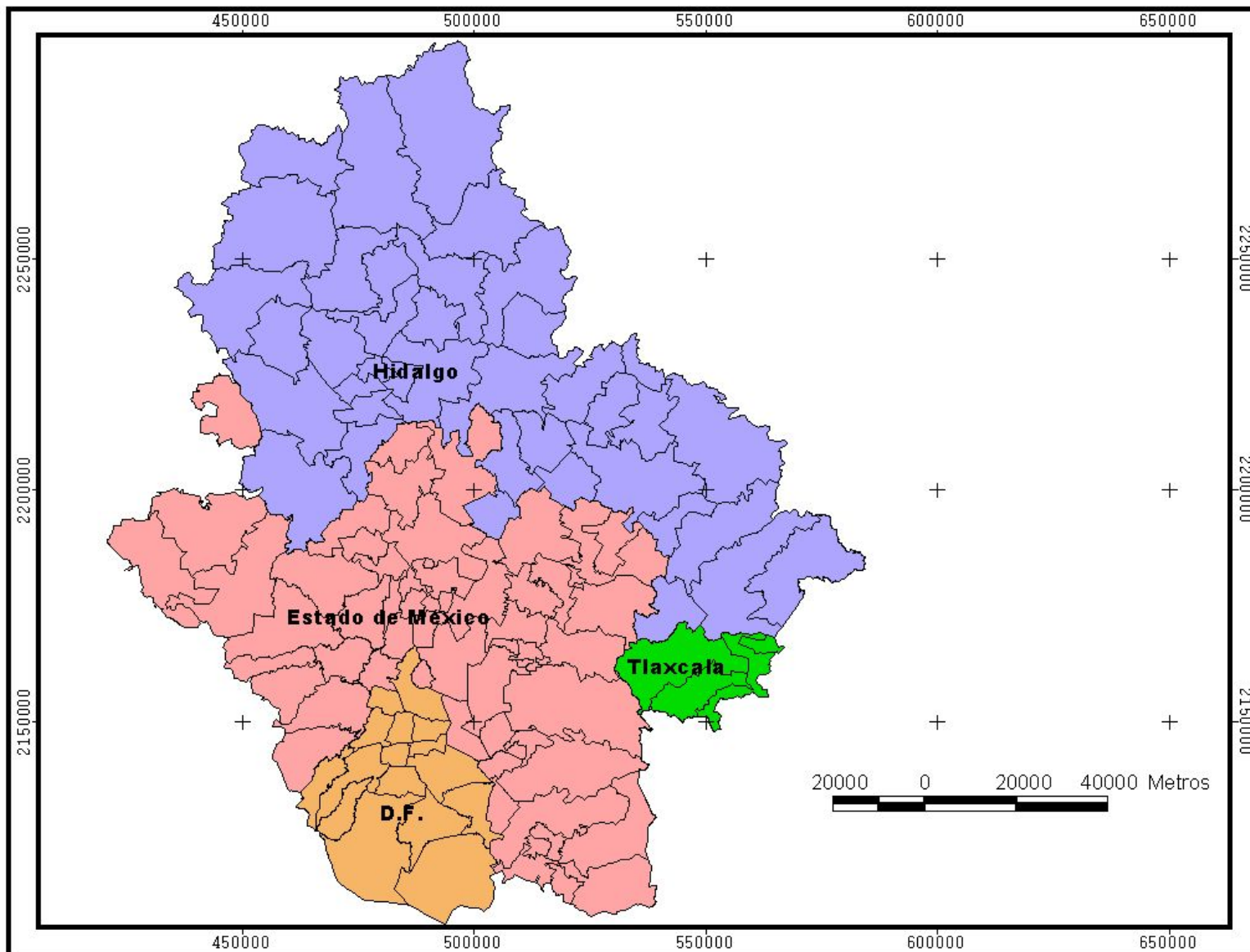


Figura 7. Estados y municipios de la Republica que conforman la Región XIII-Valle de México.

## 2.4.8 Diagnóstico detallado de la Región

### El Medio físico

La Región XIII se encuentra conformada por dos subregiones principales que son la subregión del Valle de México y la subregión del Río Tula.

### Condiciones climáticas

La Región XIII-Valle de México presenta grandes variaciones de clima, provocado por las diferencias de altitud y la distribución de la precipitación. Los principales climas para la Región son templado-húmedo en el Sur, templado seco en el Centro y Norte, y nieves persistentes en las altas montañas. Los cambios estacionales de la temperatura en la Región XIII son de poca consideración atendiendo a los registros de temperaturas promedio. En la Subregión Valle de México la temperatura media anual es de 10°C, con extremos de 5 y 14°C. Enero es el mes más frío y junio el más caliente. Los registros se comportan de manera análoga en la subregión Tula, en donde los extremos llegan a 6 y 16°C respectivamente, mientras la temperatura media anual es de 12°C (García, 1988; IMTA, 1996; Jáuregui, 2000).

### Precipitación

En la Región XIII, la temporada de lluvias se concentra de junio a octubre; las lluvias casi siempre ocurren por la tarde. La estación seca va de noviembre a mayo. El número de días despejados es de 105 en promedio; los de lluvia, entre 139 y 179. Las mayores precipitaciones se registran en los macizos montañosos, aumentando gradualmente hasta los bosques de oyamel al Sur y Poniente de la Región (Figura 8).

Se destaca que la precipitación media anual en la Región es de 692.25 mm para la subregión Valle de México y de 535.80 mm para la del Río Tula. Sin embargo, se puede observar que la variación de este parámetro va de los 400 mm anuales en la zona de Ixmiquilpan, en el extremo Norte del Estado de Hidalgo, hasta los 1 200 mm anuales registrados en la parte alta de las sierras de Monte Alto (García, 1987; IMTA, 1996).

Aunque el período de lluvias está bien identificado, iniciando en junio y terminando a finales de septiembre u octubre, las lluvias son más intensas hacia los meses de julio y agosto, y disminuyen hacia finales de septiembre, con un comportamiento diferente en la zona de la cuenca del Río Tula, en la que se tiene una disminución de la precipitación en los meses de julio y agosto. Ocasionalmente se tienen lluvias en octubre y noviembre, ocasionadas las primeras por la presencia de algún fenómeno meteorológico extraordinario como ciclones o tormentas tropicales, o bien en la temporada de “nortes” (García, 1987; INEGI, 2000).

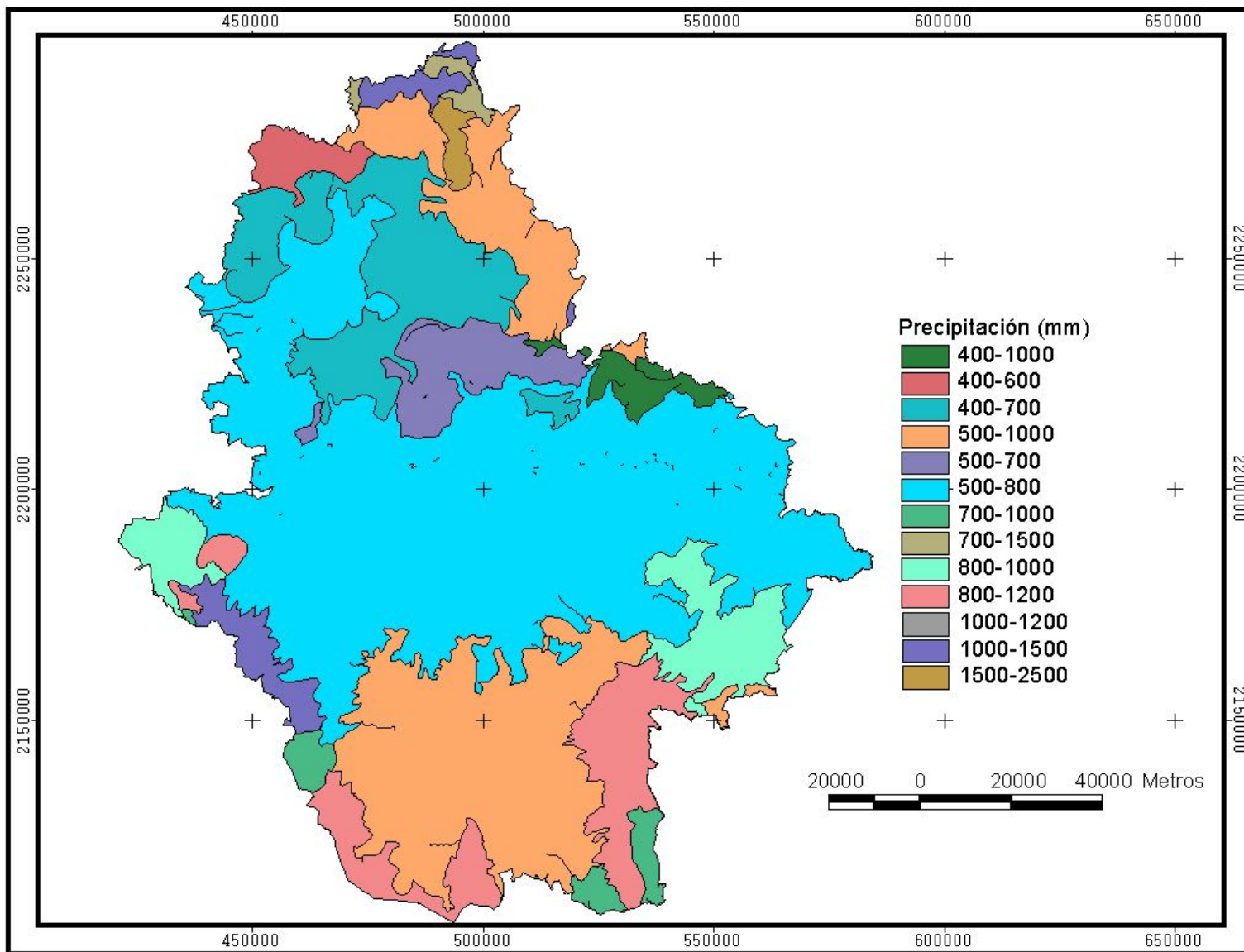


Figura 8. Precipitación presente en la Región XIII-Valle de México. Datos por sistema terrestre (SEMARNAT-CP, 2002).

## Temperatura

Las temperaturas medias anuales en la Región presentan poca variación, con un mínimo de 8.8°C en la zona de Apan, de la subregión Valle de México, y un máximo de 12.5°C en la zona de Tasquillo, subregión Tula.

Por lo que respecta a los valores extremos existe un marcado cambio, se puede observar que las temperaturas máximas se presentan generalmente de abril a septiembre, siendo más intensas de mayo a julio, y espacialmente son más altas en la porción Norte de la Región XIII (Figura 9). Se puede observar además que se han registrado temperaturas record de hasta de 39.5°C, el 27 de julio de 1951, en la zona de Apan, Hidalgo (IMTA, 1996).

Las temperaturas mínimas ocurren principalmente de noviembre a marzo con valores bajo cero y las extremas de diciembre a febrero con registros de hasta -10°C, siendo más frías las regiones de las sierras Nevada, Chichinautzín y Las Cruces (Figura 10).

## Tipos de climas

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1987) y debido a las diferencias de relieve y altitud, para la Región en estudio se han identificado siete grupos de climas, los que se describen a continuación conforme a su dominancia en la Región (Figura 11).

### a) Clima semiárido templado (BS1 kw(W))

Este clima presenta una temporada de lluvias en verano; la precipitación media anual es de 400 a 450 mm. La máxima incidencia de lluvias se registra en los meses de julio y agosto, con un rango entre 50 y 80 mm y la mínima entre diciembre y febrero con un valor menor a los 5 mm y un porcentaje de precipitación invernal entre 4 y 5%. El rango térmico medio tiene un valor de entre 11 y 13 °C. El mes más cálido es junio con una temperatura media entre 15 y 18 °C; enero es el mes más frío con una temperatura media entre 5 y 6 °C

Este clima es el de mayor presencia en la Región XIII-Valle de México, abarca casi toda la región conocida como Valle del Mezquital, incluye desde los valles de Zumpango y Huehuetoca en el Estado de México, hasta la región de Zimapán en el Estado de Hidalgo, y se extiende hacia el Norte, incluso en Ixmiquilpan y Tasquillo. También se distribuye en la porción Noroeste de la Región XIII hacia Chapantongo y Alfajayucan, así como por parte del municipio de Tepeji del Río y algunas regiones cercanas a Tula, Hgo. Está presente en el 32.9% de la superficie total de la Región XIII.



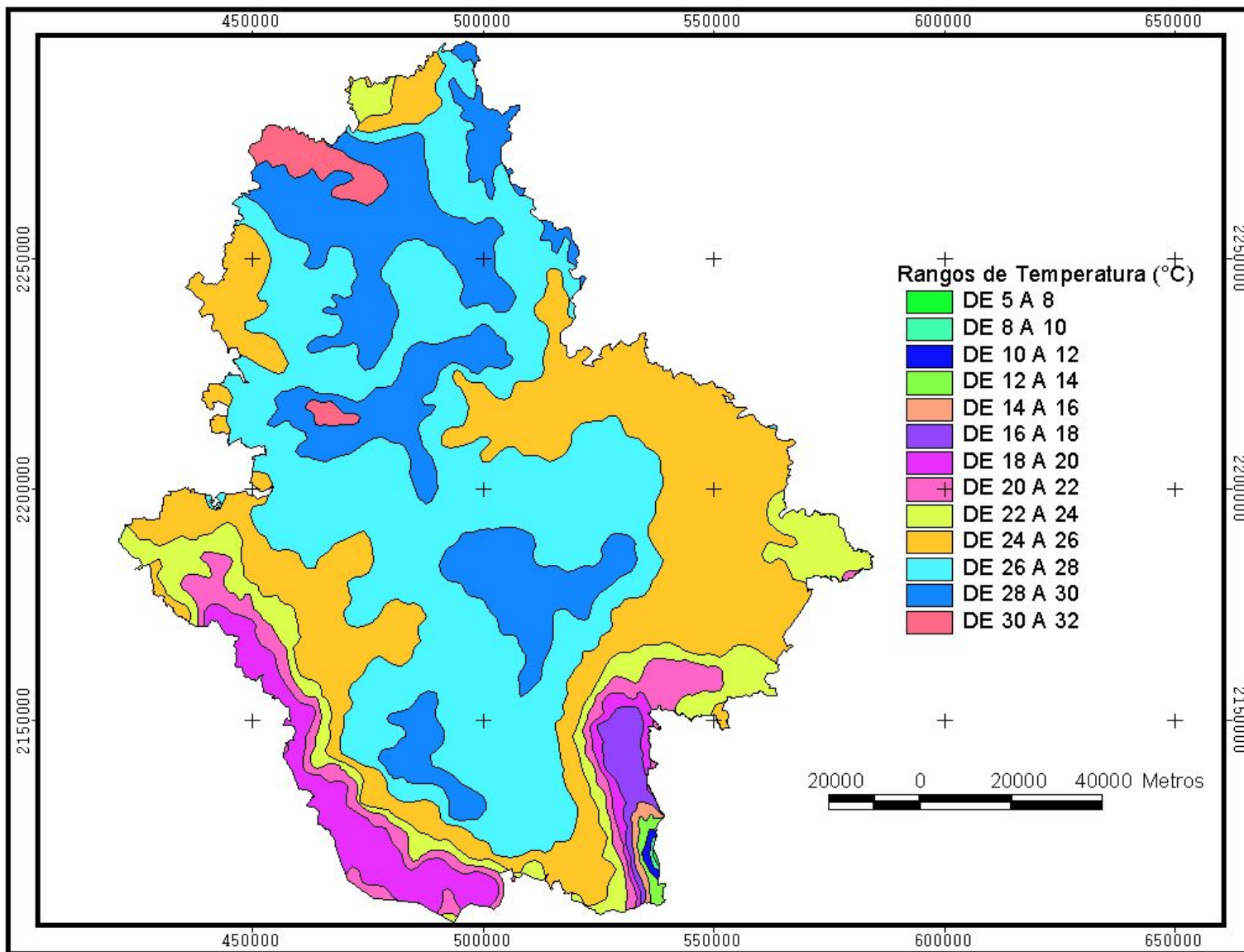


Figura 9. Temperaturas máximas existentes en la Región XIII-Valle de México.





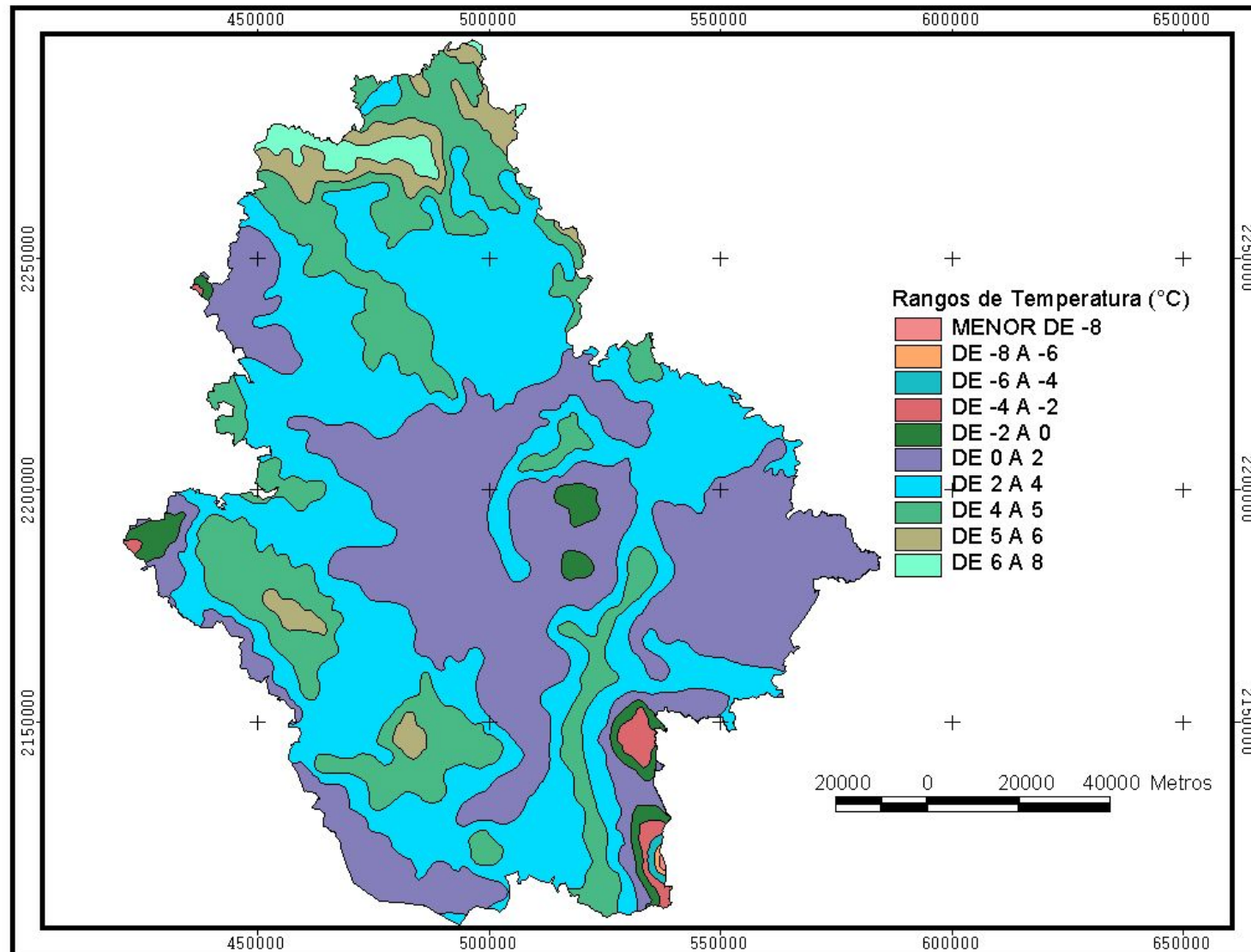


Figura 10. Temperaturas mínimas existentes en la Región XIII-Valle de México.

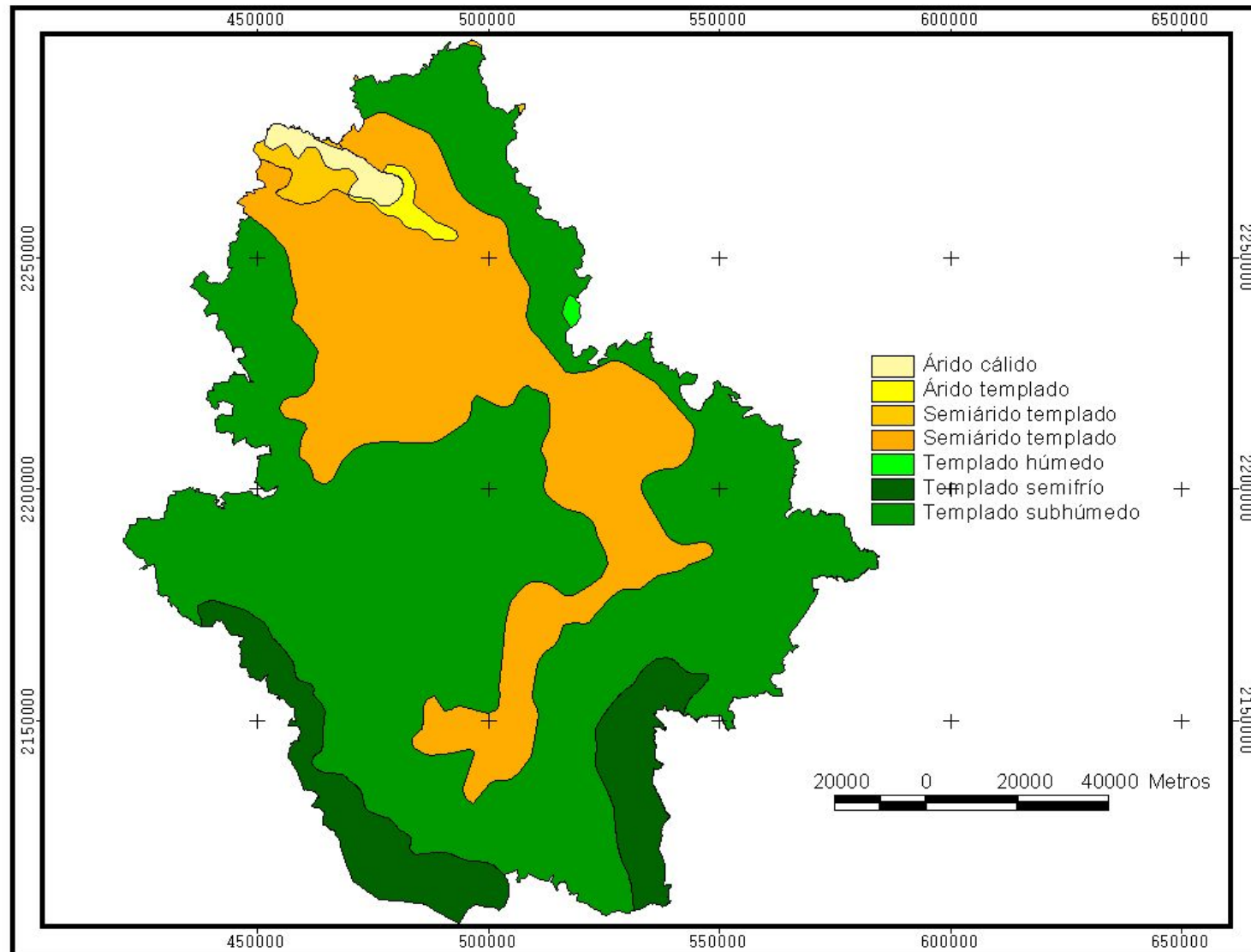


Figura 11. Tipos de climas presentes en la Región XIII-Valle de México (CONABIO)

**b) Clima templado subhúmedo (Cb(W<sub>0</sub>)(W))**

Este clima es la variante menos húmeda de los templados, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5%. Es a la vez el tipo más importante de este grupo de climas, pues se le encuentra distribuido en un 22% de la superficie de la Región XIII, coincidiendo con las áreas de mayores asentamientos humanos. Se localiza en la mayor parte del Distrito Federal, así como en la porción central y oriental del Estado de México, en parte de los municipios de Chalco, Ixtapaluca, La Paz, Texcoco, Atenco, Tepetlaoxtoc, y Otumba; se le localiza también en la mayor parte del Estado de Tlaxcala correspondiente a la Región XIII y en parte de los municipios de Emiliano Zapata, Apan, Almoloya, Tepeapulco, Tlanalapa y Zempoala del Estado de Hidalgo.

El régimen pluvial medio anual oscila entre 500 y 600 mm y la temperatura media anual entre 8 y 11°C. La mayor precipitación pluvial se registra en junio, con un valor que oscila entre 100 y 110 mm y la mínima en febrero y diciembre, con valores menores a 5 mm. La temperatura media más cálida se presenta en el mes de junio, con un valor de entre 12 y 15 °C; la más fría de diciembre a febrero, con valores entre los 3 y 5 °C.

**c) Clima templado subhúmedo (Cb(W<sub>2</sub>)(W))**

En este clima la precipitación media anual es mayor de 700 mm y la temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en julio, con un valor que fluctúa entre 150 y 160 mm. La menor precipitación se presenta en los meses de febrero y diciembre, con un valor menor de 5 mm. El mes más cálido es mayo con una temperatura media de entre 14 y 16°C; el mes más frío es enero, con temperaturas medias de 5 a 8°C.

Este tipo de clima es el más húmedo de los templados, con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 10%. Se le encuentra distribuido en un 13.6% de la superficie de la Región XIII. Se localiza principalmente en la porción occidental del Estado de México, en los municipios de Huixquilucan, Naucalpan, Tlalnepantla, Atizapán de Zaragoza, Jilotzingo, Nicolás Romero, Tepetzotlán, Villa del Carbón, Morelos, Chapa de Mota y Jilotepec, entre otros.

**d) Clima templado subhúmedo (Cb(W<sub>1</sub>)(W))**

En este tipo de clima la precipitación media anual varía entre 400 y 600 mm. La temperatura media anual fluctúa entre 11 y 12°C. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio, con un valor entre 70 y 110 mm, la menor se da en el mes de febrero, con una precipitación menor de 6 mm. De acuerdo a los valores medios, la máxima temperatura corresponde a mayo, con un valor que oscila entre 15 y 16°C, y la mínima a enero, con una temperatura que va de 5 a 6°C.

Este tipo de clima es intermedio en cuanto a humedad, con lluvia de verano y porcentaje invernal menor al 8%. Se localiza principalmente en la porción Noreste del

Estado de México, principalmente en algunas zonas de los siguientes municipios: Acolman, Teotihuacan, Tecamac, Temascalapa y Axapusco, además de la porción Sur del Estado de Hidalgo, abarcando parte de Tezontepec, Zapotlán de Juárez, Pachuca, San Agustín Tlaxiaco y El Arenal; cubre el 9.9% del área de la Región XIII.

Clima semicálido (BS<sub>1</sub> kw)

La temperatura media anual en este tipo de clima oscila entre 12 y 14 °C, presentándose la máxima promedio en el mes de junio con registros de 16 a 18 °C y la mínima promedio en enero con variaciones de 6 a 8 °C. La precipitación total anual es de 400 mm, con máxima en junio, 75 mm y mínima en febrero, menor de 3 mm.

Este tipo climático se presenta en la porción Norte de la subregión Tula, en los alrededores de Ixmiquilpan, Hgo., donde cruza el Río Tula y en parte de los municipios de Cardonal, Ixmiquilpan, Santiago de Anaya, San Salvador y Actopan.

e) Clima semifrío subhúmedo (Cb'(W<sub>2</sub>)(W))

En este clima la precipitación media anual es cercana a los 500 mm; la temperatura media anual oscila entre 8 y 10 °C. La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de julio con un valor que fluctúa entre 80 y 90 mm; la mínima corresponde a diciembre con un valor menor a 6 mm. La máxima temperatura promedio se presenta en los meses de junio y julio, con un valor de entre 12 y 13 °C; los meses más fríos son enero y febrero, con una temperatura media que oscila entre 4 y 6 °C.

Este clima es el más húmedo de los semifríos, con lluvias en verano, con una precipitación en el mes más seco inferior de 5 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor a 8 %. Se encuentra distribuido en algunas regiones del Centro y Oriente de la Región XIII, ocupando un 7.5% de su área, en los municipios de Tlamanalco, Amecameca e Ixtapaluca en el Estado de México, y en Pachuca, Mineral del Monte, Mineral de la Reforma, Epazoyucan y Singuilucan, en el Estado de Hidalgo.

f) Clima Frío E (T) H

Este clima se caracteriza porque la temperatura del mes más frío es menor de 0 °C; se registra en pequeñas zonas de las altas cumbres de las sierras de las Cruces, Nevada y Chichinautzin. Abarcando menos del 6% del territorio de la Región XIII. La precipitación media anual fluctúa entre 600 y 800 mm y la temperatura entre 0 y 4 °C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en el mes de julio con un valor que oscila entre 180 y 200 mm y la mínima en diciembre con un valor menor de 15 mm.

En el mes de abril se registra la máxima temperatura media, con un valor que oscila entre 6 y 8 °C, mientras que la mínima corresponde al mes de diciembre, con un valor de entre -2 y 0 °C.

## Condiciones geológicas

La Región XIII-Valle de México está comprendida dentro de dos provincias geológicas: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental. La Provincia del Eje Neovolcánico cubre gran parte de la Región (92%) y está caracterizada geológicamente por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del Terciario y del Cuaternario (Mooser, 1961).

El relieve estructural original está fuertemente relacionado con una intensa actividad volcánica iniciada a principios del Terciario y desarrollada durante el Pleistoceno Inferior. La evolución de los fenómenos volcánicos propició las condiciones para la formación de cuencas endorreicas que posteriormente fueron rellenadas con aportes de materiales volcanoclásticos; estos materiales tienen características litológicas de rocas volcánicas depositadas en un medio lacustre y aparecen estratificados. Estos depósitos actualmente se encuentran en una etapa de rejuvenecimiento y están siendo erosionados, pero sus antiguos niveles quedan como relictos que se observan en formas planas como mesetas (INEGI, 2001).

En algunas áreas, como en las sierras de Chichinautzín, Nevada y de Pachuca se aprecia un conjunto de aparatos volcánicos complejos, tales como el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Ajusco y el Xitle entre otros. Además, existen varios sistemas de fracturas y fallas regionales, siendo tres los principales. El primero tiene dirección Noroeste-Sureste; los otros dos sistemas están orientados Norte-Sur y Este Noreste-Oeste Suroeste (INEGI, 2001).

En la subregión del Valle de México (Texcoco, Méx.) como en la subregión del Río Tula (Apaxco, Méx.; El Salto, Tula, Hgo.) existen afloramientos de rocas calizas del Cretácico (INEGI, 2001). En la subregión del Valle de México se tienen un depósito clástico continental consistente en un conglomerado brechoide (proveniente del Cuaternario) de pie de monte poco compactado. Este depósito descansa de manera discordante sobre rocas ígneas del Terciario, se presenta en forma de abanico aluvial y aflora en la mayor parte de las estribaciones de las sierras de la Región; la última unidad de esta época corresponde a los suelos aluviales, que se presentan en forma de abanicos y planicies aluviales y como relleno de la mayor parte del valle de la cuenca.

Con respecto a las rocas ígneas del Terciario Superior, para la subregión Valle de México se tienen los siguientes materiales: Andesitas, que se presentan morfológicamente como aparatos volcánicos de elevación media, lomas y cerros bajos de toda la Región XIII; Andesita-brecha volcánica intermedia, se localiza en Mineral del Monte; Brecha volcánica intermedia, aflora en Milpa Alta, D.F.; Riodacita, aflora al noroeste de Emiliano Zapata, Hgo. y hacia el Norte de Los Reyes la Paz y Tlalnepantla, Méx.; Basalto, aflora en la mayor parte de la zona central del Valle de Mezquital y hacia el Oeste de Zumpango, Méx.; Basalto-brecha volcánica básica, aflora principalmente hacia el Oeste de Tetepango, Hgo.; Toba intermedia, aflora al Suroeste de Emiliano Zapata, Hgo. y al Este de Amecameca, Méx.

Del Cuaternario se tienen: basaltos, que afloran en las inmediaciones de la sierra de Chichinautzín, en Emiliano Zapata, Hgo., así como en Tepetzotlán, Tultepec, Otumba y Chimalhuacan, Méx.; toba básica, que se presenta en forma de planicies o como conos cineríticos y aflora al Noreste de Hueyoxtla, Méx., al suroeste de Apan, Hgo. y al Oeste de Calpulalpan, Tlax.

Con respecto a la subregión del Río Tula, del Terciario Superior se tienen lutitas (al sur de Tula, Hgo.); limolita-arenisca (hacia el Sureste de Tasquillo, Hgo.); conglomerado con clastos de andesita, al Oeste de Tolcayuca y en los límites de Hidalgo con México; y brecha volcánica intermedia en Tepeji, Hgo., principalmente (INEGI, 1992; 2001).

## Condiciones hidrológicas

### a) Hidrología superficial

En la subregión Valle de México, la mayor parte de los ríos son de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y en ocasiones peligrosas. Sus cauces permanecen secos durante la temporada de estiaje. Los ríos que tienen escurrimientos perennes son Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, Hondo, Tlalnepantla, Cuautitlan, Tepetzotlán y La Compañía (Figura 12; CORENA, 1997).

El crecimiento de la Ciudad de México y su zona conurbana, el hundimiento del terreno y el peligro de inundaciones obligó primero a bordear y luego a entubar los ríos que pasaban a cielo abierto por la zona urbanizada. Esto ocurrió con los ríos de Churubusco, el Magdalena y el Mixcoac; el de La Piedad, al que vierten el Becerra y el Tacubaya; el Consulado, que recibe los arroyos que van desde Dolores hasta el Tornillo; y el de Los Remedios, cuyos tributarios son el Hondo y el San Javier. Para regularizar estas corrientes se ha ido instalando un sistema de presas en las montañas del poniente de la ciudad: las de Anzaldo, Tetelpa y Tarango, que regularizan las aguas de los ríos Magdalena, Tequilazo y Barranca del Muerto, las cuales descargan el mayor caudal en el interceptor del poniente y los sobrantes en el río Churubusco. Al Norte del río Mixcoac otras presas están interconectadas por túneles que conducen al canal del Tornillo, tributario del río Hondo. A éste concurren, además, los excedentes de los vasos del Sordo, los Cuartos y Totolica, y las descargas del interceptor del poniente, cuyos caudales, ya unidos, desembocan en el Vaso de Cristo. A éste confluye además, el río Chico de los Remedios, interceptado parcialmente en su cuenca alta por las presas de las Julianas, los Arcos, el Colorado y la Colorada. Estas aguas continúan por el río de los Remedios hasta el Lago de Texcoco o por el interceptor del Poniente hasta el río Cuautitlán, desde el cual pueden llevarse a la laguna de Zumpango o sacarse del valle por el Tajo de Nochistongo.

Los ríos Tlalnepantla y San Javier son embalsados en las presas Madín, las Ruinas y San Javier, cuyas demasías van a dar al interceptor, aguas abajo del Vaso de Cristo. Completan el sistema las presas de Guadalupe y la Concepción, sobre los ríos Cuautitlán y Tepetzotlán, que vierten por el Tajo de Nochistongo al río El Salto el que se denomina aguas abajo como Río Tula.

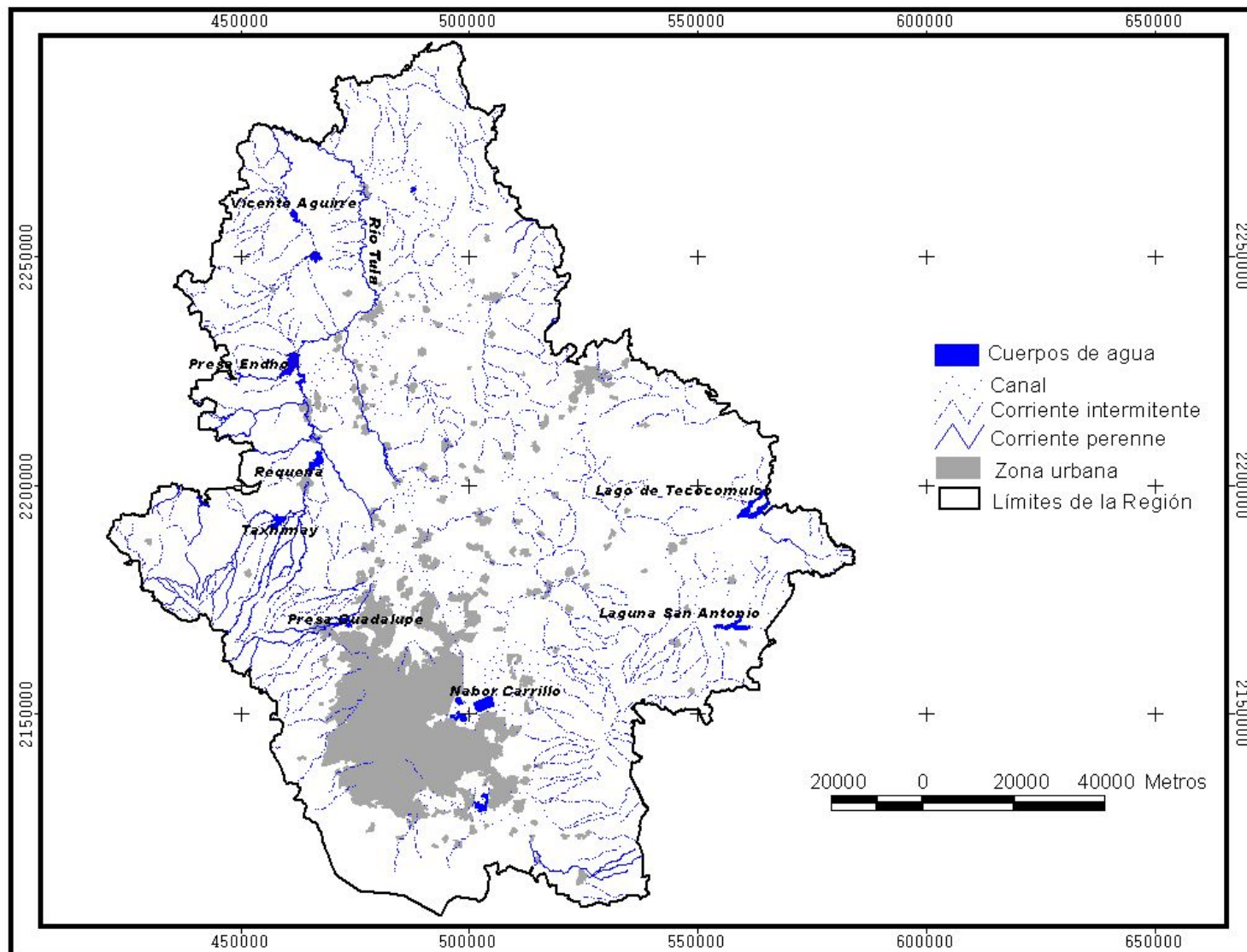


Figura 12. Hidrología superficial de la Región XIII-Valle de México.

Este último recibe las aportaciones del Río Salado que sale de la cuenca del Valle de México por los túneles de Tequisquiac después de recibir las aportaciones del río de las Avenidas de Pachuca.

Dentro de la subregión del Río Tula, el colector principal es el río del mismo nombre, el que tiene su nacimiento en la Sierra de la Catedral, en el parteaguas con la cuenca del río Lerma. A su paso alimenta a la presa Taxhimay, a partir de la cual toma el nombre de río Tepeji y posteriormente descarga en la presa Requena, la que además recibe, mediante el canal El Salto, aportaciones provenientes del río El Salto, alimentado por las descargas del Emisor del Poniente.

Entre estas presas se tienen derivaciones por margen izquierda, en la presa derivadora Golondrinas y por margen derecha mediante la presa derivadora Romera. La presa Requena alimenta directamente al canal principal que domina gran parte del distrito de riego del río Tula, por margen izquierda alimenta al canal Schmelz; aguas abajo vuelve a tomar el nombre de río Tula, pasa por las inmediaciones de Jasso y Tula y sus escurrimientos vuelven a ser controlados por la presa Endhó, que es la obra de almacenamiento más importante dentro de esta cuenca; sus aguas se utilizan mediante el canal Endhó para riego de la margen derecha del río Tula, en la zona del Mezquital (Figura 12).

En este tramo confluye por margen izquierda el río Tlautla, por margen derecha el río El Salto y el río Michimaloya, en la presa Endhó. Aguas abajo de ésta se realiza otro aprovechamiento mediante la presa derivadora Los Pueblos. El río pasa cerca de las poblaciones de Mixquihula y Progreso de Obregón; aguas abajo sus aguas son derivadas mediante la derivadora Tecolote hacia la zona de riego del valle de Ixmiquilpan y posteriormente en las derivadoras López Rayón y El Maye. Aguas abajo de estas estructuras recibe los escurrimientos del río Actopan por su margen derecha, pasa por las cercanías de San Juanico y Tasquillo, recibe por margen izquierda al río Alfajayucan y finalmente por la misma margen, al río San Juan y cambia su nombre al de río Moctezuma (CNA, 2000).



## b) Hidrología subterránea

Los acuíferos subterráneos en la subregión Valle de México se encuentran en rocas basálticas y sedimentos aluviales y lacustres de origen Terciario o más recientes. En la zona comprendida entre el Lago de Texcoco y la Laguna de Zumpango se encuentran pozos con una profundidad promedio de hasta 180 m (CNA, 2000). En la región de los lagos de Tochac y Tecocomulco los hay de 120 m. El hundimiento de la Ciudad de México y el desequilibrio hidrológico y ecológico en el Valle de México, son efectos negativos causados por la sobreexplotación de los acuíferos y el bombeo.

En la subregión Río Tula, la principal fuente de aguas subterráneas se ubica en los acuíferos del Valle del Mezquital, cuya recarga se incrementó al iniciarse el riego con agua superficial, por lo que puede considerarse en términos generales que el recurso aún se encuentra en un grado de subexplotación. Sin embargo, debe considerarse que su aprovechamiento traerá como consecuencia una disminución de los caudales descargados actualmente por los manantiales y ríos.

Los vasos de antiguos lagos se encuentran distribuidos entre las sierras y demás aparatos volcánicos, de manera que los mayores quedan ubicados en la cuenca Valle de México (conjunto lacustre Texcoco-Chalco-Zumpango-Xochimilco).

En la subregión Río Tula no existe una zona lacustre, debida a que esta cuenca si tiene un colector general. Sólo existen algunas depresiones aisladas ocupadas por lagunas someras como las de Apan, Tochac y Tecocomulco.

## c) Calidad del agua

La Región XIII-Valle de México se localiza en la zona urbano-industrial de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Lo anterior propicia graves problemas de contaminación de las fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas. El problema se ve principalmente en la cuenca del río Tula la cual recibe las aportaciones de aguas residuales del Distrito Federal y su Zona Metropolitana.

La mayor parte de las corrientes superficiales de la Región se encuentran fuertemente contaminadas. Aunque existe una gran cantidad de arrastre de sólidos en las corrientes permanentes especialmente durante la temporada de lluvias torrenciales, no existen datos sobre la cantidad de asolves transportados ni su destino final. Sin embargo, es evidente que estos materiales transportados por las corrientes son depositados en las presas, embalses o en las partes bajas de la cuenca. Respecto a la calidad del agua subterránea, de acuerdo a la Norma 014SSA, las zonas que presentan mayores problemas de contaminación en los acuíferos del Valle de México, son por una parte las que rodean al lago de Texcoco y las áreas cercanas a la zona de Chalco (CCVM, 1999).

## Condiciones geomorfológicas

La Región XIII-Valle de México se ubica dentro de dos provincias fisiográficas; la mayor parte de su extensión en la del Eje Neovolcánico y en menor proporción en la provincia de la Sierra Madre Oriental.

### a) Provincia del Eje Neovolcánico

Dentro de esta provincia se localizan las subprovincias de los Lagos y Volcanes de Anáhuac y la de Las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Dentro de esta última provincia se encuentra la capital de la República; dicha provincia está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres.

Las formaciones orográficas importantes que se encuentran al interior de la cuenca en la provincia del Eje Neovolcánico son: al Norte, la Sierra de Tepotzotlán, con alturas de más de 3,000 m; la Sierra de Guadalupe, cuya mayor altura, el Cerro Gordo (3,060 msnm), marca el extremo septentrional de la Ciudad de México; al Este, la Sierra de Santa Catarina y La Caldera, el volcán de Xico y el cerro del Pino, en la jurisdicción de Chalco; y dentro del perímetro urbano, el Peñón de los Baños, el Peñón del Marqués y el cerro de La Estrella (Mooser, 1961).

Al Sureste, la sierra Nevada donde sobresalen en su porción septentrional los cerros El Mirador y El Telapón, que sobrepasan los 4,000 m, y en la meridional, el Iztaccíhuatl, de 5 220 msnm, y el Popocatepetl, de 5,500 msnm; al Sur, la sierra de Chichinautzín, cuya más alta cumbre es el Pico del Águila (3,952 msnm), en el Ajusco; al Suroeste, la sierra de las Cruces, con elevaciones superiores a los 3,500 m; al Oeste, las Sierras de Monte Alto, Monte Bajo y de la Catedral, con elevaciones de mas de 3,500 m; y al Noroeste, la Sierra de Zimapán, con altitudes mayores a los 3, 000 m (INEGI, 1992, 2001).

### b) Provincia de la Sierra Madre Oriental

De esta provincia sólo se incluye la subprovincia del Carso Huasteco, la que corresponde a la porción Norte de la Región XIII, en la subregión del Río Tula. Comprende parte de los municipios de Actopan, Ixmiquilpan, San Salvador, Santiago Anaya y Tasquillo. Las principales elevaciones orográficas son: el cerro El Manantial, con una elevación de 3,190 msnm, el cerro San Antonio con 2,570 msnm; al Este, las Sierras de Chichucuatlán y del Tepozán, que se derivan de la Sierra Madre Oriental, en las que destacan los cerros de Agua Azul (3,040 m), La Paila (3,200 m), Las Tetillas (3,020 m) y La Peñuela (3,350 m).

## Suelos

Las unidades de suelos presentes en la subregión Valle de México se han clasificado anteriormente con el sistema de FAO-UNESCO (1987). Debido a la complejidad litológica de su conformación, en la Región XIII se han desarrollado una gran cantidad de tipos de suelo. La Región presenta 30 tipos de suelo (INEGI), aunque 15 son los más abundantes; los cuales se describen más adelante (Figura 13).

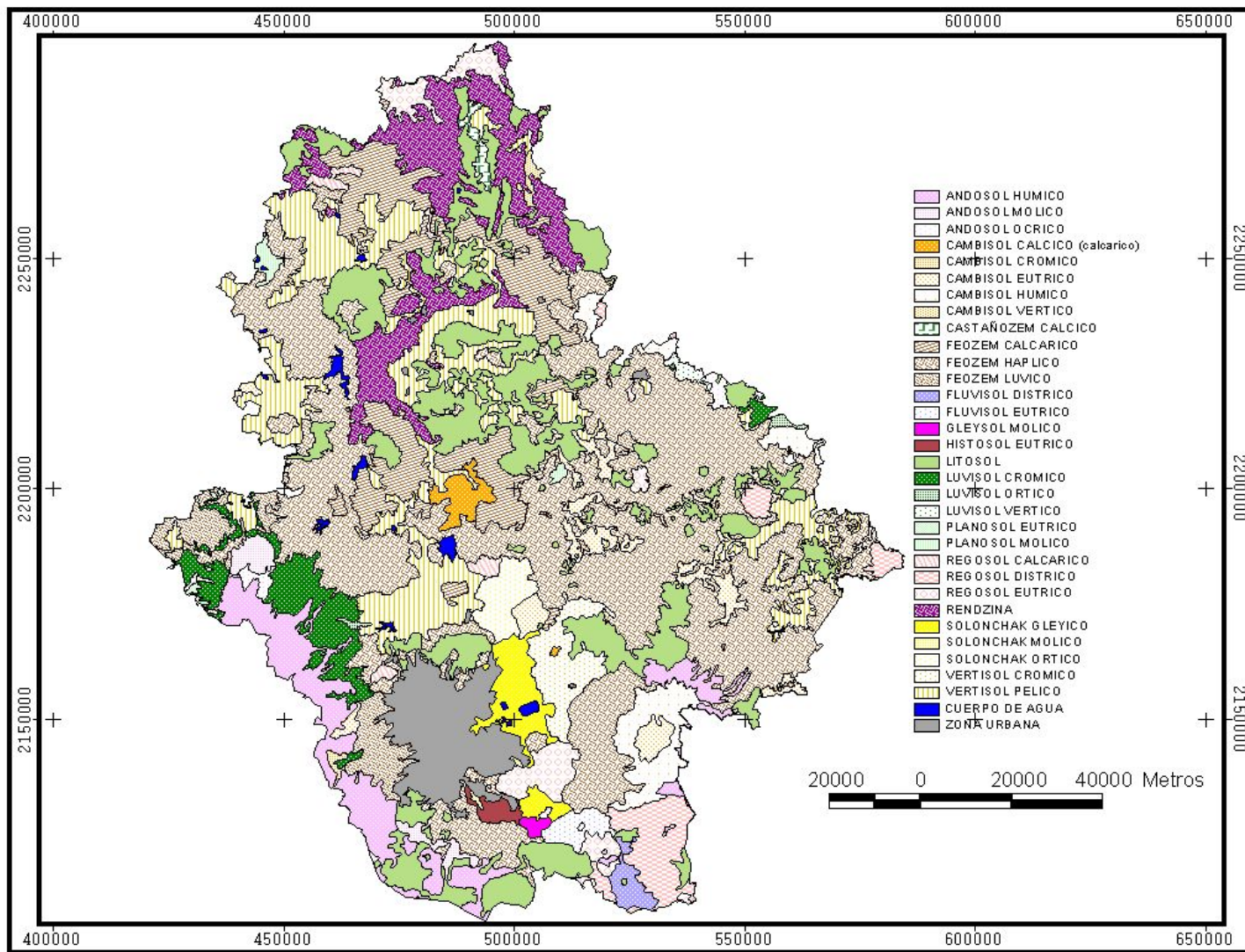


Figura 13. Tipos de suelos presentes en la Región XIII-Valle de México.

Las unidades más representativas son: Litosoles, Andosoles, Feozem, Regosoles, Cambisoles, Solonchak y Gleysoles. El Cuadro 16 describe las características más sobresalientes de cada unidad, reduciendo al mínimo el uso de terminología técnica.

Cuadro 16. Características sobresalientes de cada unidad de suelo presente en la Región XIII-Valle de México.

| Unidad     | Características  |
|------------|--|
| Litosol    | Suelos delgados (<30cm) y poco desarrollados. Sobreyacen en material rocoso de carbonato de calcio                                     |
| Andosol    | Material volcánico relativamente reciente. Densidad aparente baja (<1g/cm <sup>3</sup> ). Comunes en áreas forestales. Limitados en P. |
| Feozem     | Tienen un horizonte superficial rico en carbono orgánico y fértil (saturación de bases > 50%). Suelos profundos.                       |
| Regosol    | Horizonte superficial de baja fertilidad. Suelo delgado.   |
| Cambisol   | Presentan un horizonte subsuperficial (horizonte B) poco desarrollado.   |
| Solonchak  | Suelos con alto contenido de sales solubles.   |
| Gleysol    | Suelos saturados ó inundados. La falta de aireación genera un color azul o gris en el perfil del suelo por los proceso de reducción.   |
| Castañozem | Con horizonte superficial menos fértil que el del Feozem y de color más claro.   |
| Fluvisol   | Asociados al transporte de material por el agua. Sedimentos en ríos, marinos o lacustres.  |
| Planosol   | Presenta una zona lixiviada de color claro bajo el horizonte superficial.  |
| Vertisol   | Poseen un tipo especial de arcillas que se expanden o se contraen de acuerdo a los cambios de humedad del suelo..                      |

En las sierras Guadalupe y Santa Catarina se presentan los Litosoles, los cuales tienen una profundidad menor a 50 cm, son ligeramente ácidos y de textura franca y franco-arenosa. En la sierra de las Cruces, Ajusco y Sierra Nevada se localizan los Cambisoles, Litosoles, Feozem y Andosoles (Véase Figura 13). Los Litosoles se relacionan principalmente con lugares que tienen abundantes afloramientos rocosos y con las partes altas de las sierras que presentan una litología de lutitas-areniscas del Terciario.

En las partes altas de la subregión Valle de México predominan los suelos de origen volcánico (andosoles), con una profundidad entre 50 y 120 cm, de textura franca-arenosa, pH ligeramente ácido, con alto contenido de materia orgánica, tienen presencia de materiales amorfos (materiales sin un patrón mineralógico definido), con moderada pedregosidad, y son muy susceptibles a la erosión. Estos suelos presentan una alta capacidad de retención de humedad y responden a las aplicaciones de fósforo.

El Feozem es el suelo más abundante a nivel general dentro de la cuenca, ocupa el 41 % del total de la Región en su mayor parte de tipo háplico y calcárico. Este último como resultado de la disolución de la roca caliza con un fuerte enriquecimiento secundario de carbonatos. Se encuentra asociado con Fluvisoles, también calcáricos, de textura media con fase pedregosa. Los suelos Feozem se distribuyen tanto en la subregión Valle de México, como en la subregión Río Tula, sobre llanuras de piso rocoso, lomeríos, laderas tendidas y edificios volcánicos. La vegetación presente en estos suelos son los bosques de encino, encino-pino, pastizal natural e inducido y matorral crasicaule; sin embargo, en los terrenos planos y profundos la vegetación ha sido removida para dar paso a la agricultura de temporal y de riego. El Feozem calcárico

tiene una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrimentos. Contiene, además, cantidades considerables de material calcáreo. Es un suelo de fácil manejo que, cuando es profundo y plano, alcanza un alto grado de productividad agrícola o patricola. Se localiza en Ixmiquilpan en la subregión Río Tula.

Los Regosoles se distribuyen al Suroeste de la Región en mesetas, cañadas y valles de laderas tendidas, donde se encuentran asociados a litosoles, cambisoles y luvisoles; se encuentran también en laderas de las sierras, lomeríos y edificios volcánicos aislados, pertenecientes al Eje Neovolcánico. La vegetación que estos suelos sustentan son: el pastizal inducido, bosque de pino-encino, bosque de encino y algunas áreas dedicadas a la agricultura de temporal con cultivos anuales.

Regosol eútrico y dístrico. Suelo formado por material suelto diferente del aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas o playas. No presentan diferenciación de capas en el perfil del suelo. Frecuentemente son someros y pedregosos. El Regosol eútrico se localiza en el Cardonal, Hidalgo para la subregión Río Tula, y el Regosol dístrico en Mineral del Monte, Hidalgo para la región Valle de México.

Regosol calcárico. Está formado por materiales calcáreos que pueden ser de distinto origen. Existen pequeñas porciones de este tipo en los municipios de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan Edo. de México para la subregión Valle de México e Ixmiquilpan, Alfajayucan y Tasquillo para la subregión Río Tula.

Los Cambisoles de la Región se distribuyen principalmente en el Valle de México, al Sur y Suroeste, así como en las estribaciones del Iztaccihuatl y otras zonas de manera aislada. Se encuentran sobre topo formas de sierras, cañadas, lomeríos y laderas tendidas, en las que sustentan vegetación constituida por pastizal inducido, bosque de pino-encino y agricultura de temporal. Las unidades de suelo de este grupo presentes en la Región son:

Cambisol húmico. Tiene en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrimentos. Puede soportar vegetación de bosques o selva y su uso más apropiado es el forestal.

Cambisol calcárico. Se caracteriza por ser un suelo calcáreo en todas sus capas, o por tener acumulación de caliche suelto en alguna profundidad; la capa superficial es de color claro y pobre en materia orgánica. Se usa mucho en agricultura de temporal o de riego, principalmente en el cultivo de granos, oleaginosas u hortalizas y con rendimientos generalmente altos si hay practicas de fertilización y riego.

Cambisol vértico. Tiene una capa de textura arcillosa en el subsuelo, que se agrieta cuando está seca. Sostiene pastos y ganado bovino, o cultivos como caña de azúcar y arroz. En la Región XIII se localiza en los municipios de Santiago de Anaya y el Cardonal en Hidalgo.

Cambisol eútrico. Es un suelo muy ácido y muy pobre en nutrimentos; presenta en el subsuelo una capa que forma terrones. Se localiza en la subregión Valle de México en pequeñas porciones en los municipios de Zapotlan, Villa de Tezontepec y Zempoala en Hidalgo.

En los lugares inundables de los antiguos vasos lacustres se encuentran los Gleysoles y Solonchaks. Estas unidades de suelo se caracterizan por presentar problemas de drenaje, manto freático elevado, sodicidad y salinidad.

El Solonchak es un tipo de suelo que se distribuye en gran parte del vaso lacustre de Texcoco donde está asociado a Feozems. La vegetación característica está constituida por vegetación halófila, tular y pastizales (inducidos, cultivados y halófilos). Las casuarinas y eucaliptos pueden colonizar estos suelos si la salinidad no es severa. Bajo alcalinidad intermedia es posible establecer algunas especies de pino siempre que se suministre micronutrimentos regularmente como el hierro.

Solonchak mólico. Todos los suelos de este grupo se caracterizan por presentar un alto contenido de sales. El mólico, en particular, presenta una capa superficial oscura, rica en humus y fértil.

Solonchak gléyico. Como el anterior, tiene un alto contenido de sales. Además, tiene una capa en el subsuelo en la que se estanca el agua. Ésta es gris o azulosa y al exponerse al aire se mancha de rojo, por los cambios del estado de reducción de elementos como el Fe.

Gleysol húmico. Presenta, en la capa donde se satura con agua, colores grises, azulosos o verdosos, la cual al secarse y exponerse al aire se mancha de rojo. Frecuentemente presenta acumulaciones de salitre y tiene una capa superficial oscura y rica en humus, desafortunadamente infértil y ácida. Se localiza en la subregión Valle de México en Chalco, estado de México y en la delegación Tlahuac del Distrito Federal.

En la llanura intermontana cerca de Tasquillo Hidalgo, se encuentra la única zona de Castañozem cálcico de toda la cuenca. Son suelos de colores negros o castaños, arcillosos y con un alto porcentaje de carbonatos que constituyen un horizonte cálcico con concentraciones blancas, suaves y pulvulentas.

Los Fluvisoles se encuentran en una pequeña porción aislada al Sur de la subregión Valle de México (Figura 13). Se caracterizan porque en este tipo de suelos se pueden obtener excelentes rendimientos con cultivos de hortalizas, dependiendo de dos limitantes que existen para este grupo de suelos: la inundación y el contenido de sales. Las unidades de este grupo existentes en la Región XIII son el Fluvisol dístico y el Fluvisol eútrico.

Fluvisol dístico. Suelo de origen aluvial que se caracteriza por contener pocos nutrimentos y con frecuencia es rico en arenas de cuarzo. Es el menos fértil de su grupo. Se localiza principalmente en la subregión Valle de México en los municipios de Amecameca, Tlalmanalco y Ayapango en el Edo. de México.

Fluvisol eútrico. Esta formado por materiales transportados por el agua. No tiene estructura y sólo presenta capas alternadas de arena, arcilla o grava. Las características del suelo dependen del material parental que lo constituye y del clima bajo el cual se desarrolla. Son relativamente fáciles de reforestar cuando los vientos prevalecientes nos son fuertes. Se localiza en Chalco, Cocotitlan y Temamatla en la subregión Valle de México.

El Planosol se presenta en climas templados con vegetación de pastizal natural e inducido, bosque de encino y bosque de pino, además buena parte de estos suelos está ocupada por agricultura de riego y de temporal.

El Planosol eútrico tiene una capa intermedia decolorada y muy permeable entre la capa superficial y el subsuelo arcilloso o tepetate, lo que le hace tener un drenaje deficiente. Es un suelo fértil. Un ejemplo de este tipo de suelos se encuentra en el municipio de Morelos en el Edo. de México.

Los Vertisoles son propios de lomeríos, laderas con poca pendiente, llanuras con piso rocoso, y algunos vasos lacustres. El uso actual de estos suelos está constituido por agricultura de temporal, agricultura de riego y pastizales cultivados. En términos de labranza estos suelos son difíciles de trabajar, pero responden bien a las aplicaciones de fósforo y nitrógeno.

Vertisol calcárico. Como todos los vertisoles, en la época de sequía presenta grietas anchas y profundas. Es un suelo muy arcilloso, de color gris, pegajoso cuando está húmedo y muy duro si está seco. Es muy fértil, pero de difícil manejo y baja permeabilidad. Por las características que presentan estos suelos solo se encuentran en la subregión Valle de México. Específicamente, hay una pequeña área al Sureste de Chalco donde se encuentran asociados a Solonchaks e Histosoles. Aún con las características que presentan estos suelos, su uso actual es la agricultura de temporal y de riego.

Las Rendzinas se distribuyen ampliamente por toda la cuenca, en mesetas, lomeríos, cañones, valles y llanuras; se distribuyen en aproximadamente el 6% del área total de la Región. Son suelos someros, de desarrollo moderado, de colores oscuros y pardo rojizos y con un enriquecimiento secundario de mas de 40% de carbonatos.

El suelo de Rendzina presenta una capa superficial rica en humus y muy fértil, la cual descansa sobre roca caliza o algún otro material rico en calcio. Es generalmente arcilloso y no muy profundo. Se distribuye en la parte Centro y Norte de la subregión Río Tula (Figura 13). El pastizal inducido y los bosques de encino-pino son característicos de estos suelos.

Las limitaciones físicas por profundidad somera y pendientes abruptas, hacen muy restrictivo su uso para cuestiones agrícolas, por lo que su uso más adecuado es el forestal. Especies que demanden relativamente poca agua (por ejemplo, algunas leguminosas) tienen éxito en estos suelos.

En la zona Sur de la subregión Valle de México, una gran porción de los suelos está cubierta por la mancha urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La diversidad edáfica en esta zona no es muy grande; sin embargo, los suelos que aún prevalecen en la actualidad son muy fértiles y aptos para la agricultura y la ganadería. Dentro de ellos se encuentran: Feozem háplico y lúvico, Vertisol pélico, Luvisol crómico, Litosol, Planosol mólico y Cambisol eútrico.

En la subregión del Río Tula, específicamente en parte de los municipios de Actopan, Ixmiquilpan, San Salvador, Santiago Anaya y Tasquillo en el estado de Hidalgo, los suelos tienen alto contenido de carbonatos derivados de calizas por la acción de la precipitación y la temperatura. Además, tienen fase lítica, son de origen residual, someros y de desarrollo moderado o incipiente. Algunos suelos cuentan con grandes cantidades de material orgánico estabilizado o humus, el cual es provisto por las asociaciones vegetales presentes destacándose entre ellos, las Rendzinas, los Litosoles y los Feozem, principalmente (INEGI, 1992).

## Vegetación

Los principales tipos de vegetación que existen actualmente en la Región XIII-Valle de México son los bosques de coníferas y encinos (19%), matorrales xerófilos (7%), pastizales (11%), vegetación halófila, vegetación acuática, malezas y plantas cultivadas (Figura 14).

*Bosques de coníferas y encinos.* Son las poblaciones de pinos (*P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. michoacana*, *P. teocote*, *P. douglasiana*, *P. pseudostrobus*), oyameles (*Abies religiosa*), cedro (*Cupressus lindleyi*), encinos (varias especies de *Quercus*) y ailes (varias especies de *Alnus*) que crecen en las sierras del Sur, entre ellas las del Ajusco y Contreras. Estos árboles forman bosques puros, pero más frecuentemente se mezclan en formas diversas. El interior de estos bosques es apto para muchas especies de flores vistosas y constituye el ambiente original del capulín (*Prunus serotina* spp. *capuli*) y el tejocote (*Crataegus pubescens*). Este tipo de vegetación se desarrolla en un clima húmedo (con precipitación anual entre 700 y 1,400 mm) y templado (con temperatura anual promedio menor de 18° C), condiciones que se presentan en la porción más austral, por arriba de la cota de los 2,300 m de altitud, en suelos profundos o someros. En las partes más elevadas de la sierra Nevada, por arriba de la cota de los 3,800 msnm, se encuentran bosques de *Pinus hartwegii*. Actualmente los bosques de la Región ocupan una superficie de 303,882 ha (SEMARNAT, 2001; INEGI, 1992, 2001).

Un porcentaje elevado de la superficie con este tipo de vegetación presenta algún nivel de deterioro como consecuencia de diferentes agentes de destrucción, incluyendo incendios, desmontes, aprovechamientos ilegales y sin control, pastoreo, etc. En los bosques de *Pinus hartwegii* de la sierra Nevada existen deterioros localizados ocasionados por la extracción de tierra de monte para la producción de planta en vivero.



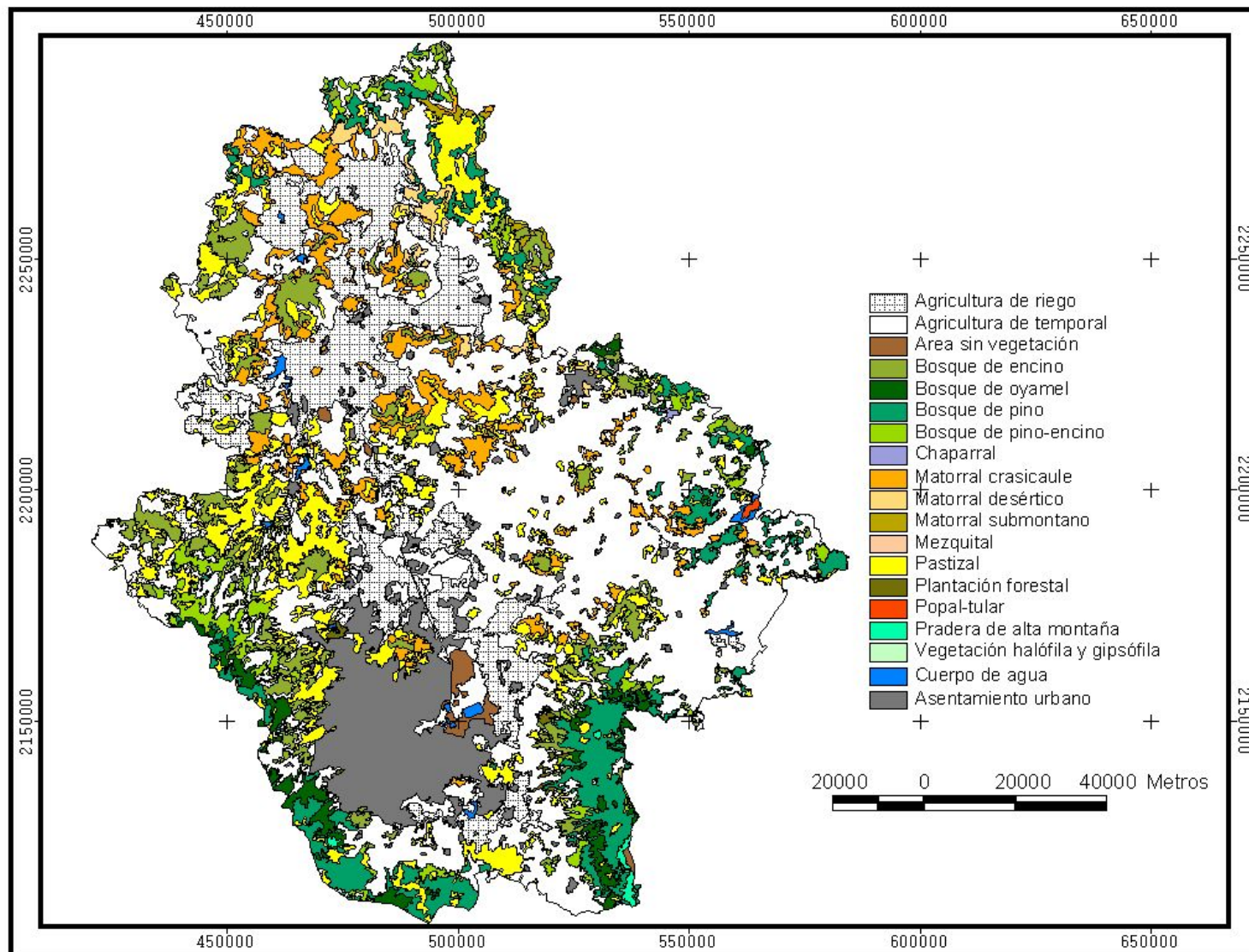


Figura 14. Vegetación de la Región XIII-Valle de México (SEMARNAT, 2001).

*Matorrales xerófilos.* Formados principalmente por arbustos, se distribuyen en la porción Norte de la Región, en el área de influencia del Valle del Mezquital en la subregión Río Tula, y en lugares pedregosos y de suelo somero. Entre los arbustos más importantes destacan el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el cual forma con otras especies un matorral denso y alto (de 3 a 4 m) en la sierra de Guadalupe; y el palo loco (*Senecio praecox*). Es común ver ejemplares de pirúl (*Schinus molle*), especie introducida de Sudamérica que se ha naturalizado en México, que sobresalen del resto de la vegetación. Otros elementos comunes en los matorrales xerófilos son los nopales (varias especies de *Opuntia*) y los magueyes (varias especies de *Agave*), además de otras cactáceas, la uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y plantas de hojas carnosas. La superficie poblada por los matorrales representa 120,527 ha. Este tipo de vegetación se desarrolla en lugares con clima seco, con precipitación total anual menor de 700 mm, que es la condición general que prevalece en el territorio ocupado por una buena parte de la subregión del Valle de México, incluyendo el área aledaña a la Cd. de México. Las especies que allí existían, al igual que muchas otras se han extinguido. Áreas de este tipo, que también se encuentran en serio peligro son la Sierra de Guadalupe y la parte baja del Pedregal de San Ángel, en cuyos matorrales viven unas 50 especies que no se encuentran en ninguna otra parte del Valle de México (SEMARNAT, 2001; INEGI, 1992, 2001).

*Pastizales.* Son los tipos de vegetación en los que predominan las gramíneas, sin incluir los que se desarrollan en sitios salinos y representan el 11.27% del total del área de la Región XIII con 184,904 ha. En la porción Noroeste del valle crece un pastizal de *Hilaria cenchroides*, el más común en la comarca, apto para prosperar en sitios con clima seco. En las montañas del Sur, en condiciones más frías y húmedas, crece el pastizal alpino, formado por pastos robustos que forman macollos. En condiciones climáticas más secas, tales como en la Sierra de Guadalupe, pueden prosperar pastizales sin composición florística constante, favorecidos por el disturbio que provocan las actividades humanas (SEMARNAT, 2001; INEGI, 1992, 2001).

*Vegetación halófila.* Se incluyen en este rubro las agrupaciones vegetales que habitan en los suelos salinos, alcalinos y mal drenados que existen principalmente en la región del antiguo Lago de Texcoco; la superficie estimada que ocupa esta vegetación es de 13,690 ha (0.86%). En la mayor parte de los casos la vegetación de esta zona adopta la forma de un pastizal bajo y denso en el que dominan al pasto salado (*Distichlis spicata*) o *Eragrostis obtusifolia*, también forman parte de este grupo los romeritos (*Suaeda torreyana*), planta comestible (SEMARNAT, 2001; INEGI, 1992, 2001).

*Vegetación acuática.* Este grupo de formaciones vegetales fue mucho más importante en el pasado, antes de que las grandes obras de drenaje desecaran la mayor parte de los lagos que existieron en la Región. Entre las principales formas de vegetación acuática que aun existen, se encuentran los tulares de *Typha latifolia* y varias especies de *Scirpus*, que se encuentran principalmente en el lago de Texcoco. En Xochimilco existe una asociación vegetal semejante, aunque de menor talla. Las especies más importantes pertenecen a los géneros *Polygonum*, *Cyperus* y *Juncus*. Hay también vegetación flotante, constituida especialmente por el chichicastle (varias especies de *Lemna*) y el lirio (*Eichornia crassipes*). En la actualidad perduran muy pocas especies

acuáticas del tipo enraizado, como las ninfas (varias especies de *Nymphaea*), que era común ver en los canales de los lagos de Xochimilco y Tlahuac y en las zanjas cercanas a los pantanos al norte de Iztapalapa. En los arroyos permanentes de la zona montañosa al Sur de la metrópoli, así como en las pequeñas áreas pantanosas que ahí existen, habita una serie de plantas herbáceas características, entre ellas varias especies de los géneros *Juncus*, *Carex*, *Ranunculus* y *Verónica*, además de *Mimulus glabratus*. En este tipo de vegetación también se incluyen las agrupaciones vegetales que se encuentran sobre las márgenes de los ríos, arroyos y canales, en cuya formación participan árboles como el ahuejote (*Salix bomplandiana*), el ahuehuate (*Taxodium mucronatum*) y el fresno (*Fraxinus uhdei*). Actualmente la superficie que ocupa esta agrupación es del orden de 767.5 ha aproximadamente (SEMARNAT, 2001; INEGI, 2001).

*Vegetación de malezas.* Es la constituida por especies que prefieren o toleran los sitios sometidos a intenso disturbio. Sitios típicos de estas condiciones son las orillas de los caminos y los campos de cultivo; también existe en sitios urbanizados, en las aceras, los camellones sin cultivar y los terrenos baldíos. En la actualidad, junto con las plantas cultivadas, éste es el tipo de vegetación más extendido en la zona metropolitana del Valle de México. Ejemplos de plantas que viven en este ambiente son el chicalote (*Argemone platyceras* y *Argemone ochroleuca*), los nabos (*Brassica campestris* y *Eruca sativa*), el diente de león (*Taraxacum officinale*), los quelites y quintoniles (varias especies de *Chenopodium* y *Amaranthus*) y el acahual (*Tithonia tubiformis*) (SEMARNAT, 2001; INEGI, 1992, 2001).

*Vegetación de plantas cultivadas.* En este grupo se considera un número elevado de especies de diversos orígenes geográficos. Muchas de estas especies fueron introducidas, entre otras los eucaliptos (tres especies de *Eucalyptus*, de origen australiano), la casuarina (*Casuarina esquisetifolia*, también australiana), el pirúl (*Schinus molle*, proveniente de Sudamérica), la palma canaria (*Phoenix canariensis*, originaria de las Islas Canarias) y el trueno (*Ligustrum japonicum*, de linaje asiático). Especies nativas de México, en cambio, son el colorín (*Erithryna collaroides*), el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y el fresno (*Fraxinus uhdei*) (INEGI, 1992; 2001).

La mancha urbana se extendió casi 500% entre los años de 1959 y 1977, cubriendo matorrales xerófilos, bosques de encino y las extensiones agrícolas colindantes. Sin embargo, éstas últimas, a pesar de haberse estrechado originalmente por la urbanización, han aumentado de superficie al desmontarse los bosques de pino y oyamel. Los pastizales originados por el disturbio son el único tipo de vegetación natural que ha ganado terreno al ocupar sitios agrícolas abandonados o los espacios que dejan los bosques destruidos por los incendios, el sobre pastoreo y las plagas. La vegetación cultivada y de maleza ha crecido junto con la ciudad, pero su actual superficie no compensa la pérdida sufrida en la cubierta original.

Las masas arboladas han estado expuestas a una presión creciente. La deforestación con fines agropecuarios, los incendios, las plagas y enfermedades, la contaminación, el crecimiento urbano y la tala clandestina, no han permitido la regeneración natural de estas comunidades vegetales, por lo que la mayoría de ellas, especialmente las

cercanas al área metropolitana presenta síntomas notorios de declinación y deterioro ecológico.

## Fauna

Al igual que en caso de las plantas, los zoólogos que han realizado estudios sobre la fauna de nuestro país, consideran que la riqueza de especies es consecuencia de la ubicación de la República Mexicana entre los límites de las zonas Neártica y Neotropical. También ha influido la gran diversidad ambiental y la rica historia geológica. Desde el punto de vista faunístico, la Región XIII-Valle de México queda enclavada en la zona Neártica.

Las comunidades faunísticas de los bosques templados, propios de la subregión Valle de México, se distribuyen en todas las porciones montañosas de la Región. Estas comunidades están caracterizadas por mamíferos de pequeñas tallas como el conejo castellano y de monte, ardillas grises, rojas y negras, ardillón, topos, ratas y ratones de los volcanes, comadrejas, zorrillos, zorras, murciélagos de varias especies y tejones. En cuanto a los mamíferos mayores como los venados, lince y pumas se puede mencionar que sus poblaciones se han visto muy afectadas por la caza ilegal y actualmente es difícil encontrarlos en su hábitat natural (Leopold, 1965; Aranda, 1980; CONABIO, 1996).

Entre los anfibios y reptiles pueden mencionarse a las salamandras, lagartijas, culebras y víboras de cascabel. La fauna herpetológica del Valle de México se encuentra constituida por 21 especies de anfibios y 34 especies y subespecies de reptiles (González *et al.*, 1986; Brandon, 1987; citados por CORENA, 1997).

Del grupo de las aves son notables los pájaros carpinteros, trepadores, colibríes, azulejos, tordos, búhos, codornices y gallinas de monte, así como algunos depredadores como la aguililla de cola roja (actualmente en estatus de la NOM059-2001, ver Cuadro 17.), gavilanes, zopilotes y cuervos (estos últimos son especies migratorias) (Leopold, 1965; CONABIO, 1996).

Un caso aparte lo representan animales con mayor adaptabilidad a las alteraciones de su ambiente natural, como en el caso de coyote, los tlacuaches y algunas ratas y ratones que también se encuentran en zonas de bosques degradados o bien en campos de cultivo (Aranda, 1980).

En los grandes volcanes de la región (Ajusco, Xitle, Popocatepetl e Iztaccíhuatl) existe una comunidad faunística denominada de ambientes alpinos, la cual guarda estrecha relación con la del bosque templado. A pesar de compartir varias de sus especies con el bosque templado, se le considera como una unidad parte por el hecho de tener organismos que viven solamente en estos ambientes de altura conformados por zacatonales alpinos. Este es el caso del zacatuche o teporingo, pequeño conejo que se encuentra restringido a la porción central del Sistema Volcánico Transversal y actualmente en vías de extinción (CONABIO, 1996; SEMARNAT, 2001).

Un tipo especial de comunidad faunística es la que habita en los cuerpos de agua del territorio de la subregión Valle de México, otrora muy abundantes. En la actualidad presentan serios problemas, como la desecación acelerada a consecuencia de la deforestación, el uso del agua para consumo humano, el crecimiento demográfico que reclama nuevos espacios y el alto grado de contaminación (Cruickshank, 1998).

La fauna de ciénagas y cuerpos de agua fue muy rica en especies típicas de estos ambientes como el pescado blanco y algunas otras especies de peces como los charales y juiles, además de ajolotes (anfibios) y acociles (crustáceos). Parte de su importancia radicaba en el hecho de ser especies endémicas restringidas a la porción central de la República Mexicana. Actualmente se encuentran en su mayoría extintos o diezmados debido a la serie de problemas ecológicos que se han generado por el acelerado crecimiento demográfico de la Región y el proceso de deforestación en la parte alta de la cuenca descritos anteriormente (Cruickshank, 1998).

En estos cuerpos de agua también proliferan especies de anfibios y reptiles como las ranas, sapos y culebras de agua. Existe, además, una gran cantidad de aves acuáticas migratorias, que viajan desde el Norte del continente americano hasta México durante el invierno.

Estas aves son de gran importancia internacional, pues a pesar de no ser residentes permanentes de los lagos y embalses mexicanos, están protegidas por las leyes de otros países y recientemente por el nuestro, lo que ha llevado a tomar medidas para su recuperación. Como parte de este tipo de especies se pueden citar a los patos (especialmente el pequeño pato mexicano que ha repoblado los lagos rehabilitados en el ex Vaso de Texcoco), garzas, pelícanos, gallaretas, martín pescador y cercetas entre otras (Cruickshank, 1998).

La fauna propia de los matorrales xerófilos, ubicada al norte y noreste de la región en las porciones semisecas, se compone principalmente de liebres, conejos, ratones, ratas de campo y coyotes entre los mamíferos; tienen además algunos visitantes eventuales de otras comunidades, fenómeno observado sobre todo en las cercanías a otros tipos de vegetación. Destaca en este grupo el *Leptonycteris nivalis* que es un murciélago reportado en la zona y que se encuentra en estatus de especie amenazada (Véase Cuadro 17).

Entre los anfibios y reptiles presentes se cuentan sapos, camaleones, lagartijas, culebras y víboras como la de cascabel; aves como el gavilán coliblanco, búhos, lechuzas, halcones y águilas, que son de vital importancia para evitar la proliferación excesiva de ratones y otros roedores perjudiciales para la agricultura.

Cabe señalar que para la subregión Río Tula se encuentra en peligro de extinción la Codorniz coluda veracruzana (*Dendrortyx barbatus*), habitante de los bosques mesófilos de montaña de esta subregión (SEMARNAP, 1997).

El último grupo de fauna existente en la Región corresponde a la fauna antropógena, la cual se entremezcla con el resto de las comunidades en aquellos sitios donde existe

degradación o modificación del ambiente natural debido a las actividades humanas (p. ej. los campos agrícolas, los bosques de coníferas perturbados o bien los asentamientos humanos). Estas comunidades están conformadas por mamíferos tales como ratas, ratones, tlacuaches y hasta coyotes.

Los Cuadros 17, 18, 19 y 20 muestran las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-2001, para la Región XIII-Valle de México. Del listado que se presenta a continuación los grandes ausentes son especies como el *Felix concolor* (Puma), el *Linx rufus* (Lince), que aunque son reportados como fauna residente de la Región, en la actualidad ya no se encuentran en la zona.

Cuadro 17. Listado de mamíferos existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001.

| FAMILIA        | GENERO                 | ESPECIE            | SUBESPECIE        | NOMBRE COMÚN                     | CATEGORÍA            | DISTRIBUCIÓN |
|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|
| Procyonidae    | <i>Bassariscus</i>     | <i>sumichrasti</i> |                   | Cacomixtle tropical              | Protegida            | No endémica  |
| Soricidae      | <i>Cryptotis</i>       | <i>parva</i>       | <i>tropicalis</i> | Musaraña-orejillas mínima        | Protegida            | No endémica  |
| Leporidae      | <i>Romerolagus</i>     | <i>diazi</i>       |                   | Teporingo                        | Peligro de Extinción | Endémica     |
| Muridae        | <i>Microtus</i>        | <i>quasiater</i>   |                   | Meteoro de Jalapa                | Protección           | Endémica     |
| Muridae        | <i>Peromyscus</i>      | <i>maniculatus</i> |                   | Ratón de campo                   | Amenazada            | Endémica     |
| Muridae        | <i>Reithrodontomys</i> | <i>microdon</i>    |                   | Ratón-cosechero dientes pequeños | Amenazada            | No endémica  |
| Sciuridae      | <i>Glaucomys</i>       | <i>volans</i>      |                   | Ardilla voladora del sur         | Amenazada            | No endémica  |
| Sciuridae      | <i>Sciurus</i>         | <i>oculatus</i>    |                   | Ardilla de peter                 | Protegida            | Endémica     |
| Mustelidae     | <i>Taxidea</i>         | <i>taxus</i>       |                   | Tlalcoyote                       | Amenazada            | No endémica  |
| Procyonidae    | <i>Bassariscus</i>     | <i>astutus</i>     | <i>insulicola</i> | Cacomixtle norteño               | Amenazada            | Endémica     |
| Procyonidae    | <i>Bassariscus</i>     | <i>astutus</i>     | <i>saxicola</i>   | Cacomixtle norteño               | Amenazada            | Endémica     |
| Phyllostomidae | <i>Choeronycteris</i>  | <i>mexicana</i>    |                   | Murciélago                       | Amenazada            | No endémica  |
| Phyllostomidae | <i>Leptonycteris</i>   | <i>nivalis</i>     |                   | Murciélago                       | Amenazada            | No endémica  |
| Soricidae      | <i>Cryptotis</i>       | <i>goldmani</i>    |                   | Musaraña                         | Protegida            | No endémica  |
| Heteromyidae   | <i>Dipodomys</i>       | <i>phillipsii</i>  |                   | Rata canguro                     | Amenazada            | No endémica  |

Cuadro 18. Listado de aves existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001.

| FAMILIA        | GENERO            | ESPECIE              | SUBESPECIE      | NOMBRE COMÚN                | CATEGORÍA            | DISTRIBUCIÓN |
|----------------|-------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------|
| Accipitridae   | <i>Accipiter</i>  | <i>cooperi</i>       |                 | Gavilán de Cooper           | Protegida            | No endémica  |
| Accipitridae   | <i>Buteo</i>      | <i>jamaicensis</i>   |                 | Aguiluilla cola roja        | Protegida            | Endémica     |
| Falconidae     | <i>Falco</i>      | <i>peregrinus</i>    |                 | Halcón peregrino            | Protegida            | No endémica  |
| Odontophoridae | <i>Dendrortyx</i> | <i>barbatus</i>      |                 | codorniz-coluda veracruzana | Peligro de Extinción | Endémica     |
| Odontophoridae | <i>Cyrtonyx</i>   | <i>montezumae</i>    |                 | Codorniz Moctezuma          | Protegida            | No endémica  |
| Anatidae       | <i>Anas</i>       | <i>platyrhynchos</i> | <i>Diazi</i>    | Pato mexicano               | Amenazada            | Endémica     |
| Strigidae      | <i>Glaucidium</i> | <i>palmarum</i>      | <i>Griscomi</i> | Tecolote del Balsas         | Protegida            | No endémica  |

Cuadro 19. Listado de anfibios existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001.

| ORDEN   | FAMILIA        | GENERO           | ESPECIE              | NOMBRE COMÚN                            | CATEGORÍA | DISTRIBUCIÓN |
|---------|----------------|------------------|----------------------|---|-----------|--------------|
| Caudata | Ambystomatidae | <i>Ambystoma</i> | <i>amblycephalum</i> | salamandra o<br>ajolote cabeza<br>chata | Protegida | Endémica     |

Cuadro 20. Listado de reptiles existentes en la Región XIII-Valle de México incluidos en la NOM-059-2001.

| ORDEN    | SUBORDEN  | FAMILIA   | GENERO          | ESPECIE             | NOMBRE COMÚN       | CATEGORÍA | DISTRIBUCIÓN |
|----------|-----------|-----------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------|--------------|
| Squamata | Serpentes | Viperidae | <i>Crotalus</i> | <i>atrox</i>        | Víbora de cascabel | Protegida | No endémica  |
| Squamata | Serpentes | Viperidae | <i>Crotalus</i> | <i>basiliscus</i>   | Víbora de cascabel | Protegida | Endémica     |
| Squamata | Serpentes | Viperidae | <i>Crotalus</i> | <i>catalinensis</i> | Víbora de cascabel | Amenazada | Endémica     |
| Squamata | Serpentes | Viperidae | <i>Crotalus</i> | <i>cerastes</i>     | Víbora de cascabel | Protegida | No endémica  |
| Squamata | Serpentes | Viperidae | <i>Crotalus</i> | <i>durissus</i>     | Víbora de cascabel | Protegida | No endémica  |

## Degradación de los recursos naturales

### a) Vegetación Natural

La expansión de la actividad agropecuaria y de la zona urbana sobre las áreas forestales es uno de los factores principales de deterioro. Consiste en la eliminación paulatina del arbolado. Este proceso de deforestación da paso progresivamente al cultivo de maíz, papa, avena, pastos o especies frutales, pero con el tiempo terminan en un proceso de urbanización.

Este problema es especialmente importante y visible en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la cual está conformada por las 16 delegaciones pertenecientes al Distrito Federal y 34 municipios conurbados del Edo. de México.

El área de la ZMVM es de aproximadamente 4,902 km<sup>2</sup>; área relativamente pequeña, sin embargo, para el año 2000 registró una densidad de población de 3,608 habitantes por kilómetro cuadrado. Sin duda esta parte del país es la región más poblada y ambientalmente más vulnerable. En el 0.3% de la superficie total del país se ha establecido el 18% de su población (INEGI, 2000; Gobierno del Estado de México, 2001). Una densidad poblacional de estas proporciones ha traído consigo problemas socio-políticos y ambientales de grandes consecuencias y retos.

El avance de la mancha urbana en la ZMVM especialmente en los alrededores del D.F., es un problema grave. De posponer su solución no sólo se catalizará el fin de los recursos forestales aún disponibles en la Región, sino que reducirá la superficie para especies faunísticas y espacios esenciales para la captación, retención e infiltración de agua; elemento esencial y prioritario para garantizar la estabilidad y desarrollo de la Región (Fernández-Eguiarte, *et al.*, 2002).

Un factor importante en la pérdida de la cubierta forestal han sido los incendios. Cabe hacer mención que en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se presentan los más altos índices de número de incendios con respecto al resto del país. Afortunadamente el número de hectáreas afectadas por incendio es el más bajo del país. Este agente de disturbio generalmente constituye el primer paso en el proceso de deforestación. Tan solo entre los años de 1998 al 2002 se reportaron un total de 11,015.93 ha afectadas por los incendios forestales en la subregión Valle de México. Los municipios más afectados fueron Ixtapaluca, Nicolás Romero, Villa del Carbón y en menor proporción Amecameca, Tlalmanalco y Texcoco (PROBOSQUE, 2002).

Las enfermedades y plagas de los bosques como el descortezador (*Dendroctonus adjunctus*), el defoliador del pino (*Niodoprion sp.* y *Circa gillette*), así como el muérdago en las coníferas ocasionan la muerte de árboles en períodos breves. El incremento de las poblaciones de plagas y enfermedades se ha relacionado con el debilitamiento del arbolado, ocasionado por sequías, incendios, contaminación del aire y la falta de manejo de los bosques.

Aunado a lo anterior, la tala clandestina también juega un papel importante en la degradación del recurso forestal. Según la Secretaria de Ecología del Estado de México y la Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal, la tala clandestina se presenta principalmente en la Sierra de las Cruces, Parque Nacional Izta-Popo, Sierra de Ajusco-Xalatlaco y Sierra del Chichinatztín, donde se tienen reportes de alta incidencia de ilícitos forestales. En ocasiones no se trata de grandes aprovechamientos, sino de la corta de algunos árboles para obtener productos de uso domestico o local. Sin embargo, con el paso del tiempo el efecto es el mismo. Es necesario en estos casos establecer plantaciones que permitan obtener leña u otros productos maderables de uso local sin afectar rodales naturales que difícilmente se restaurarán por los efectos de las cortas desordenadas.

La contaminación atmosférica que afecta a los bosques de la Zona Metropolitana del Valle de México, es una mezcla de varios compuestos químicos, principalmente ozono, ácido nítrico y sulfúrico. El grado de daño de los bosques es variable y está determinado por numerosos factores dentro de los cuales se destacan, la sensibilidad y resistencia de los árboles, las especies, la proximidad a las fuentes de emisión, períodos de emisión, dirección e intensidad de los vientos y las características topográficas del lugar. Un problema relevante en esta zona es el estado de saturación por nitrógeno, que se caracteriza por un exceso de entrada de nitrógeno en estos ecosistemas. Este proceso origina desbalances nutrimentales en el bosque y promueve una producción elevada de nitratos influyendo en la calidad del agua (Fenn, *et al.*, 2002).

#### b) Suelo

La agricultura de temporal es el factor que en mayor medida contribuye a la pérdida del suelo, ya que ésta se desarrolla en los terrenos de ladera y altamente erosionables. Cabe hacer mención que los cultivos que se tienen son en su mayoría maíz, lo que provoca que casi 6 meses del año se encuentren sin cobertura vegetal, por lo que se



encuentran más expuestos a los efectos de la erosión eólica e hídrica. Las Figuras 15 y 16 presentan de manera espacial la distribución de la erosión actual en la Región Hidrológica del Valle de México.

### c) Erosión eólica

El 67% de la Región XIII presenta pérdidas de suelo por erosión eólica moderada o alta, el 19% de la Región presenta erosión eólica ligera, y solo el 14% restante de los suelos de la Región no presentan degradación por erosión eólica (Figura 15). Los municipios de la subregión Valle de México con problemas de erosión eólica alta son Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Epazoyucan, Singuilucan, Zempoala y Tlanalapa en el estado de Hidalgo y Axapusco y Nopaltepec en el Estado de México.

Para la subregión Río Tula los municipios con mayores problemas de erosión eólica son: El Cardonal, Santiago de Anaya, Ixmiquilpan, Tasquillo, Alfajayucan, San Agustín Tlaxiaca y el Arenal, todos en el Estado de Hidalgo (SEMARNAT-UACH, 2002).

Es importante mencionar que en la mayor parte de estos terrenos no se llevan a cabo prácticas de conservación de suelo por parte de los productores. Por otra parte, la extracción de tierra negra (el horizonte superficial oscuro del suelo), tierra de monte y hojarasca (horizonte superficial orgánico parcialmente descompuesto), con fines de jardinería y producción de plantas en vivero, representa una presión adicional sobre éste recurso. No hay trabajos sobre la evaluación de exportación de nutrimentos por este tipo de prácticas. Pero muy probablemente el mayor empobrecimiento ocurre con los elementos de nitrógeno y fósforo.

Otro problema de los suelos, especialmente en las partes bajas de la Cuenca del Valle de México, es la salinización y sodificación en las chinampas y terrenos lacustres, los cuales presentan gran cantidad de sales solubles que causan una disminución en la productividad agrícola (Rodríguez, 1989). Este proceso está estrechamente ligado al proceso de deforestación y erosión que ocurre en la parte alta de la cuenca. Hace falta información sobre el manejo de este tipo de suelos. Dado que algunas especies forestales son capaces de colonizar estos suelos, es importante apoyar proyectos sobre captura de carbono orgánico con mayor énfasis en las transferencias al suelo. La incorporación de materia orgánica en estos suelos es vital para mejorar su estructura.

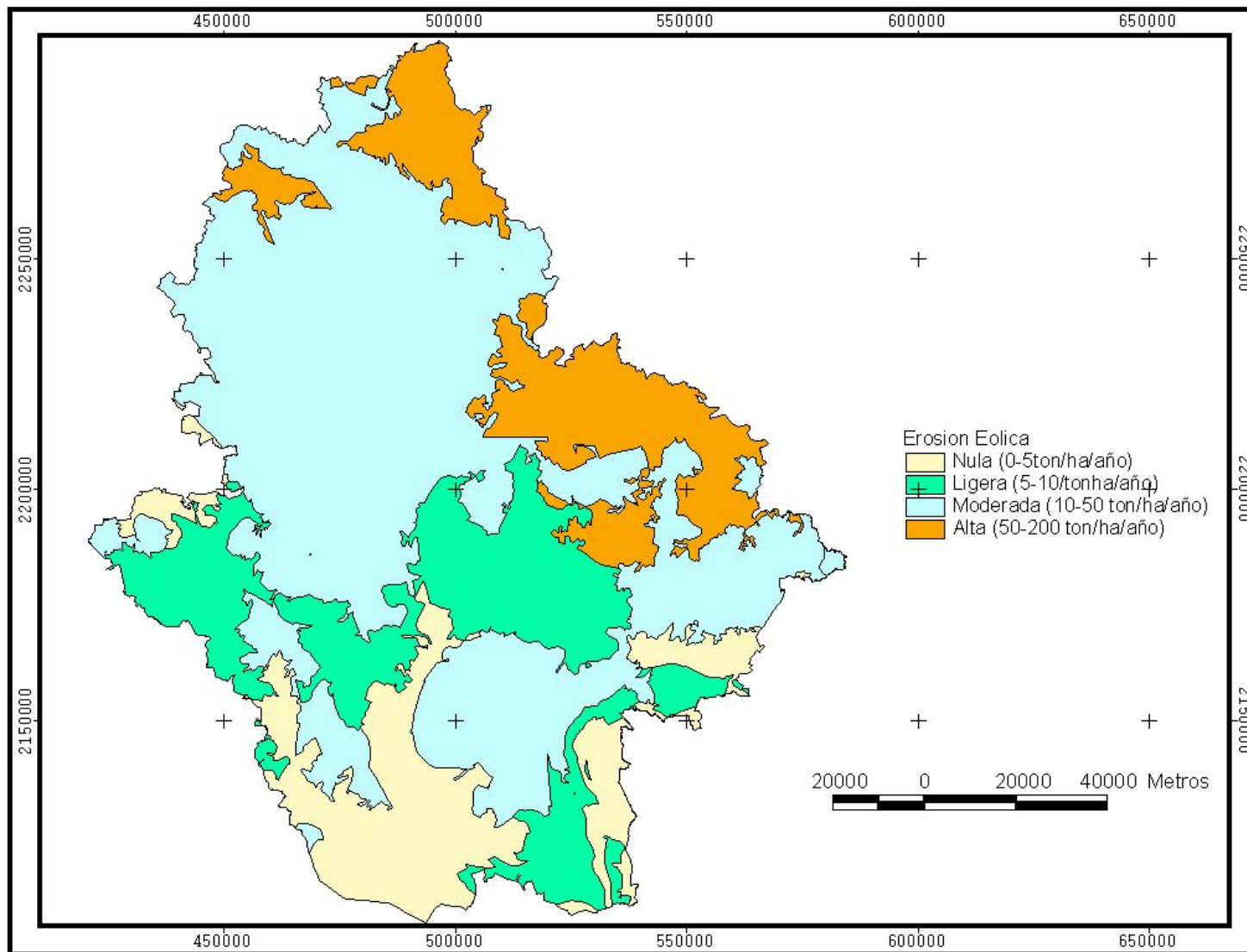


Figura 15. Erosión eólica de la Región XIII-Valle de México (SEMARNAT-UACH, 2002).

#### d) Erosión hídrica

La erosión hídrica presente en la Región XIII va desde los valores nulos hasta los muy altos, encontrando problemas de este tipo en las dos subregiones. Del total de la superficie de la Región el 36% presenta valores nulos de erosión hídrica; el 14% presenta erosión ligera, el 32% erosión moderada; el 13% erosión alta; y finalmente otro 5% de toda la Región XIII presenta niveles de erosión muy altos (SEMARNAT-UACH, 2002); es decir, el 50% de la superficie de la Región presenta niveles moderados o severos de erosión hídrica (Figura 16). Si a esto se le agrega el deterioro adicional por erosión eólica, se vera que el problema de pérdida del suelo por erosión es relativamente grave en la Región. En la Figura 14 se presenta de manera espacial la distribución de las zonas afectadas por erosión hídrica a lo largo de la Región XIII Valle de México.

Los niveles de erosión hídrica más altos se presentan principalmente en las partes altas de la subregión Valle de México, específicamente al Sur de esta subregión, en las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Xochimilco, Milpa Alta, Tlalpan, Tlahuac e Iztapalapa en el Distrito Federal, y los municipios de Amecameca, Chalco, Tlalmanalco, Texcoco, Nicolás Romero, Jilotzingo, Naulcapan, Isidro Fabela, y Huixquilucan, en el Edo. de México. Para el Estado de Hidalgo en esta misma subregión los municipios que presenta problemas de erosión hídrica muy altos (rangos de más de 200 toneladas por hectárea por año son: Epazoyucan, Almoloya, Apan y Tepeapulco principalmente.

La subregión Río Tula presenta también problemas de erosión hídrica muy altas pero en menor proporción con respecto a la otra subregión. Los municipios que presentan niveles muy altos de erosión hídrica en esta subregión son: Villa del Carbón, Chapa de Mota y Morelos en el Estado de México y Tula de Allende, Ixmiquilpan, El Cardonal, Actopan y El Arenal principalmente.

#### e) Agua

El crecimiento y expansión de la zona urbana en el Valle de México ha modificado por completo el balance hidrológico. Actualmente la fuente de abastecimiento de agua tiene fuertes problemas debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Es importante tener en cuenta que en la actualidad los mantos acuíferos se recargan principalmente por el agua de lluvia que se capta e infiltra en la parte alta de la cuenca, y depende de la permeabilidad del suelo del área de infiltración y de la cantidad de precipitación en cada zona.

El principal problema del área, con relación a la recarga natural del acuífero, se debe a la urbanización incontrolada que ha disminuido considerablemente las áreas de recarga. Por otro lado, al existir una mayor urbanización, mayor será la demanda de agua y menores las posibilidades de recarga natural (CORENA, 1995).

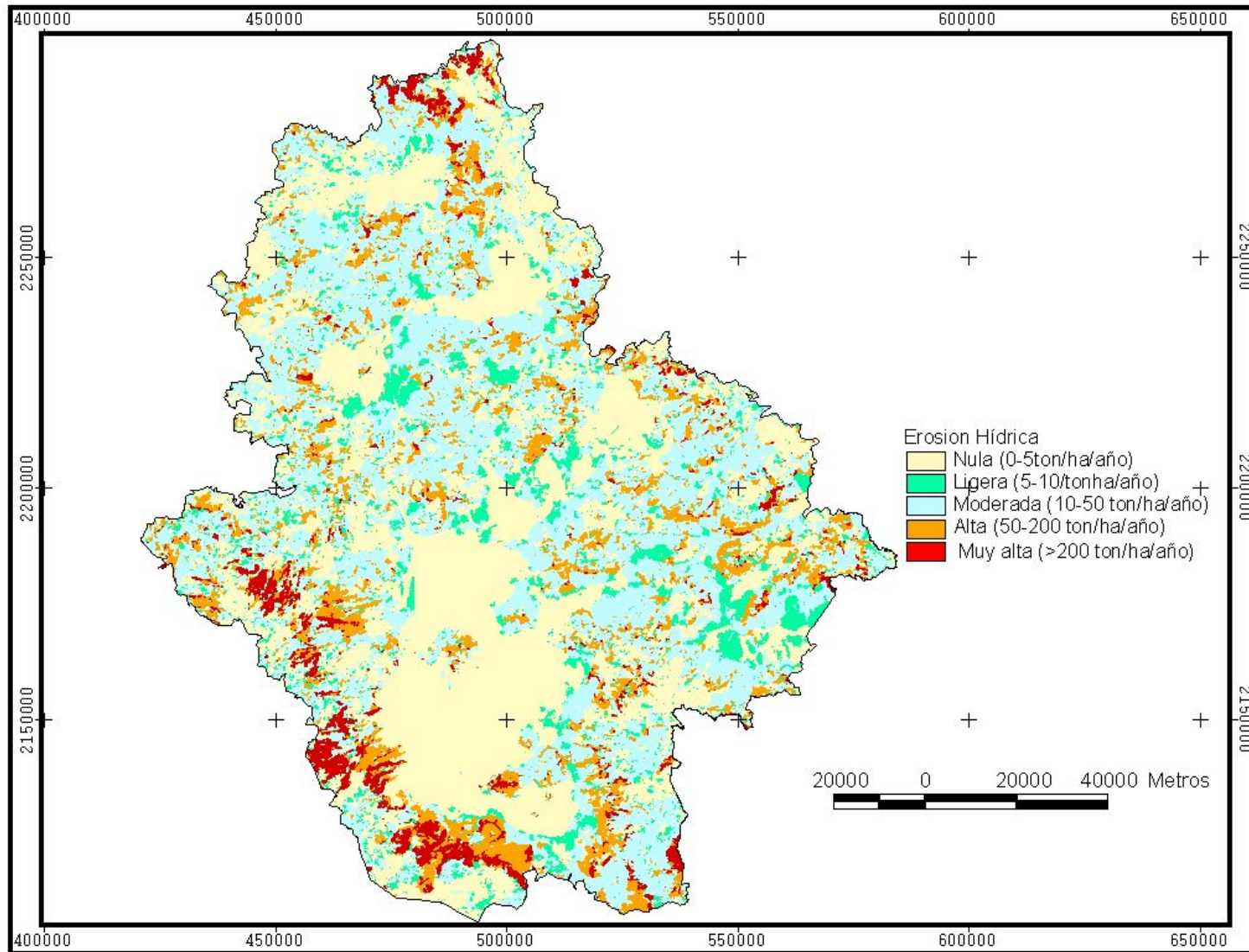


Figura 16. Erosión hídrica de la Región XIII-Valle de México (SEMARNAT-UACH, 2002).

La Comisión Nacional del Agua estima que actualmente se suministran 65 m<sup>3</sup> de agua potable por segundo para la ZMCM, de los cuales se distribuyen 36 m<sup>3</sup>/s para atender las necesidades del Distrito Federal y los 29 m<sup>3</sup>/s restantes para los municipios conurbados del Estado de México (SAHAB, 1995). De los 65 m<sup>3</sup>/seg. de agua potable en bloque que se suministran al Área Metropolitana de la Ciudad de México, 45 m<sup>3</sup>/s provienen de los mantos acuíferos subterráneos, 1.5 m<sup>3</sup>/s. de aguas captadas por los escurrimientos superficiales de la cuenca y los restantes 18.5 m<sup>3</sup>/s se abastecen de fuentes externas como son el Sistema Lerma y Cutzamala (SAHAB, 1995).

La sobreexplotación de los acuíferos deteriora la calidad del agua mediante una concentración anormal de sales. Además de que empieza a extraer agua de origen magmático y meteórico, la cual posee altos contenidos de boro (Iturbe, 1995). Un efecto adicional, es el hundimiento del terreno en las partes bajas de origen lacustre ocasionado por la extracción excesiva de agua del subsuelo. Estos hundimientos provocan serios cambios estructurales a la infraestructura de la zona metropolitana de la Cd. de México.

La extracción de agua del subsuelo también es un factor potencial de emisión de CO<sub>2</sub>. Esto se debe a los cambios de presión del agua subterránea, que al equilibrarse con la presión de la atmósfera liberan CO<sub>2</sub> (Schlesinger, 2000). Aunque esta contribución es comparativamente baja con respecto a otras actividades, la energía de bombeo también tiene sus costos en CO<sub>2</sub>.

Actualmente no existe una conciencia para el buen aprovechamiento del agua ya que sólo se reaprovechan 3 m<sup>3</sup>/s. Ello a pesar de que es más barato limpiar y reciclar el agua para usos en la industria, áreas verdes, empleo agrícola y jardines, que traer agua limpia de cuencas cada vez más lejanas (CORENA, 1997). En este sentido, es indispensable mantener y ampliar la zona de recarga de los mantos acuíferos en la parte alta de la cuenca del Valle de México, que permita reducir el déficit de agua en el subsuelo de las partes bajas de la cuenca.

## 2.4.9 Demografía y aspectos socioeconómicos

### Población total

Según el XII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEGI, 2000), la Región XIII registra una población de 19.6 millones de habitantes, distribuida en las dos subregiones de la manera indicada en la Figura 17. En la subregión del Valle de México se concentra el 95.64% de esta población con 18.7 millones de habitantes, mientras que en la subregión del Río Tula sólo concentra 0.9 millones de habitantes que representan el 4.63% de la población total en la Región Hidrológica Valle de México.

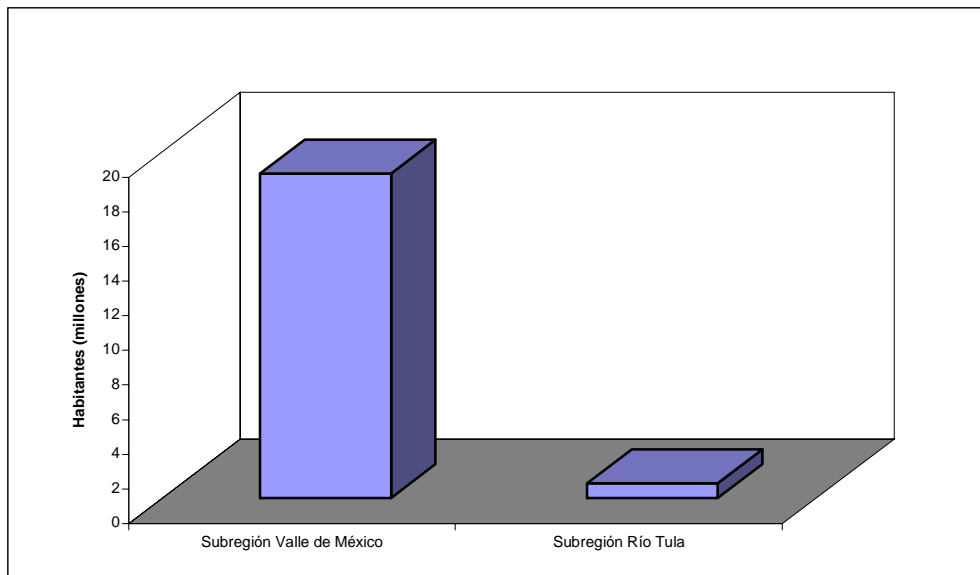


Figura 17. Población de la Región XIII-Valle de México por subregión

La mayor parte de la población (84.8%) de la Región se concentra en las áreas urbanas, es decir, en localidades con más de 50,000 habitantes; el 10.4% en áreas urbano medio (localidades entre 2,500 y 50,000 habitantes) y el 4.8% restante en zonas rurales, localidades con población menor a 2,500 habitantes. Los municipios de Ecatepec de Morelos, Nezahualcoyotl, Naucalpan de Juárez y Tlanepantla de Báez, pertenecientes a la subregión Valle de México se encuentran entre los 20 municipios más poblados del país en los lugares segundo, cuarto, décimo y decimocuarto respectivamente (SNIM, 2002).

De acuerdo también con el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2000, en ese año se registraron 431,723 nacimientos y 85,805 defunciones en la subregión Valle de México, lo cual representa una tasa de crecimiento de 2.75% con respecto a la población total. En la subregión del Río Tula se registraron 23,333 nacimientos y 2,916 defunciones, que representa una tasa de crecimiento de 0.13% con respecto a la población existente en la Región (Figura 18).

A la tasa de crecimiento de la subregión Valle de México hay que agregar el aumento de la población que ocurre por efectos de migración. Aunque no existen datos precisos al respecto, esta subregión es considerada como captadora de migrantes, mientras que la subregión Río Tula es una región aportadora. Este proceso de migración genera mayores diferencias entre las dos subregiones en cuanto a la tasa real de crecimiento poblacional.

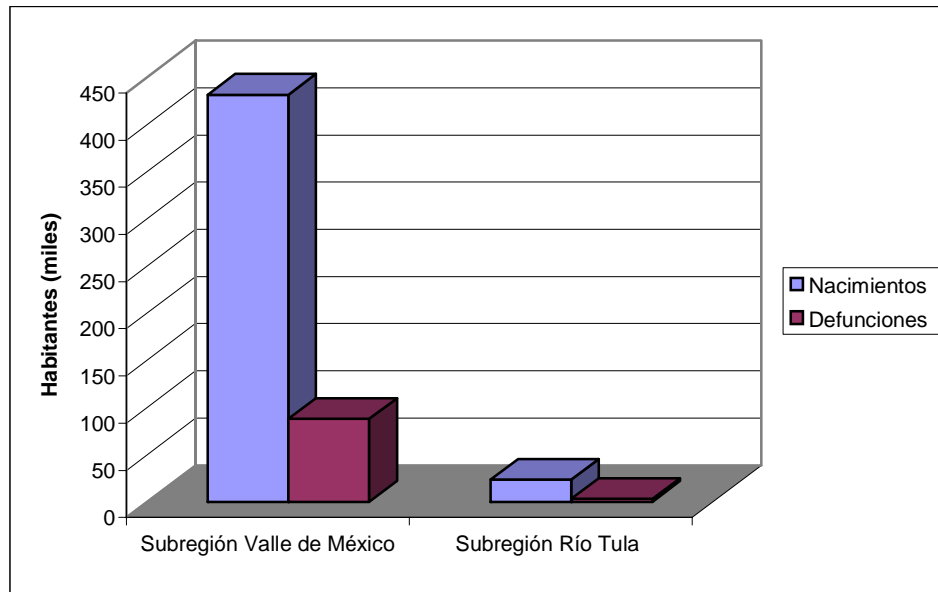


Figura 18. Nacimientos y defunciones en el año 2000 en la Región XIII-Valle de México.

### Escolaridad

En cuanto al nivel de educación presente en la Región XIII, de acuerdo a INEGI (2000), se tiene que hay un total de 534,488 personas mayores de 15 años que no saben leer ni escribir, lo que representa el 4.0% de la población adulta mayor de 15 años residente en la Región (Figura 19). De esta cifra el 11.4% (59,527) se encuentran en la subregión Río tula y el 88.6 % (474,961), en la Valle de México. Sin embargo, considerando la población en cada subregión, se tiene que el nivel de analfabetismo en la subregión Valle de México es de 3.7%, mientras que en la subregión del Río Tula es de 11%; es decir casi tres veces más que en la primera subregión.

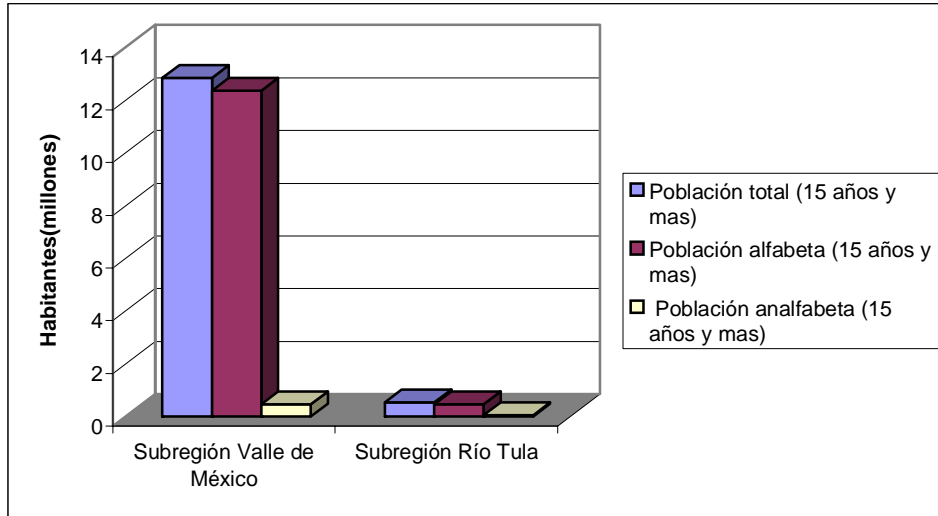


Figura 19. Nivel de educación por subregiones, Región XIII-Valle de México.

En cuanto al número de individuos que asisten a la escuela se tiene que de la población censada el 32% (5,492,620) de los individuos mayores de 5 años asisten a la escuela, distribuyéndose el 87.54% para la subregión Valle de México y el 12.46% para la subregión Río Tula (Figura 20). Con base en los datos de población mayor de 5 años existentes en cada subregión, en la subregión Valle de México asiste a la escuela el 31.94% de la población, mientras que en la subregión Río Tula lo hace el 33.1%

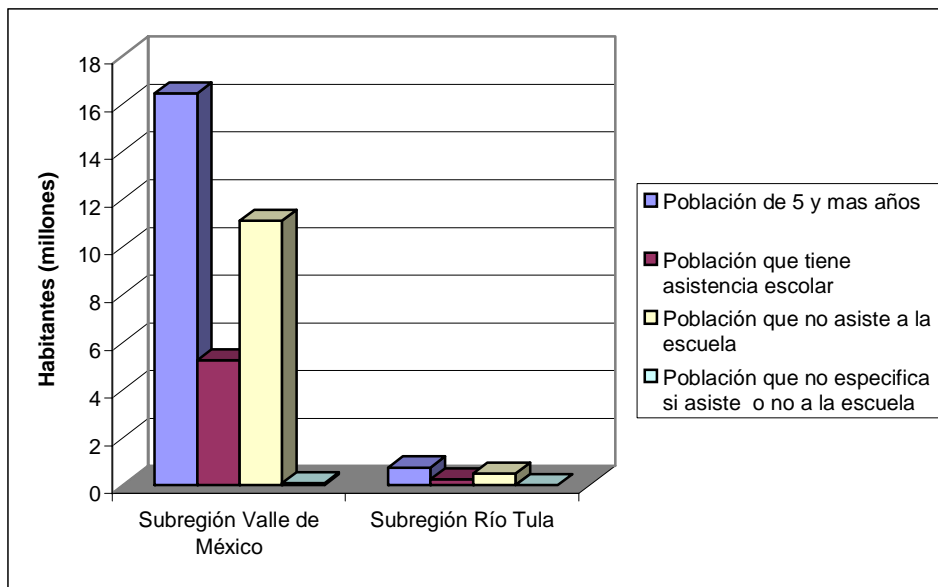


Figura 20. Asistencia escolar de la población de la Región XIII-Valle de México.

De la población que habita la subregión Valle de México tenemos que el 49% de los habitantes tienen la instrucción primaria y el 7.2% carece de ella (Figura 21). Para la subregión Río Tula se tiene que el 32.11% de la población censada en el 2000 en esa



subregión recibió instrucción primaria, y el 11.3% de la población no la recibió (INEGI, 2002).

De la misma manera, en la subregión Valle de México, el 49.2% de la población tiene educación posprimaria, mientras que en la subregión Río Tula, esta proporción es de 30.5% (Figura 21).

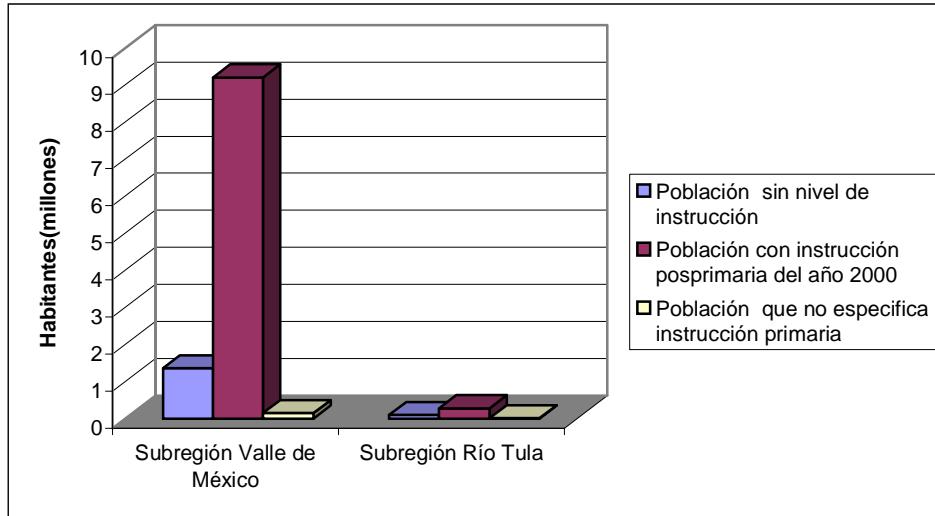


Figura 21. Nivel de instrucción primaria, Región XIII-Valle de México.

Por ejemplo, en cuanto a la educación media, y media superior, el 26 % de los habitantes cuentan con este nivel de educación en toda la Región. Sin embargo, considerando la población mayor de 12 años existente en cada subregión, la proporción en la subregión Valle de México es de 23.9% mientras que en la subregión Río Tula es de 17.8% (Figura 22).

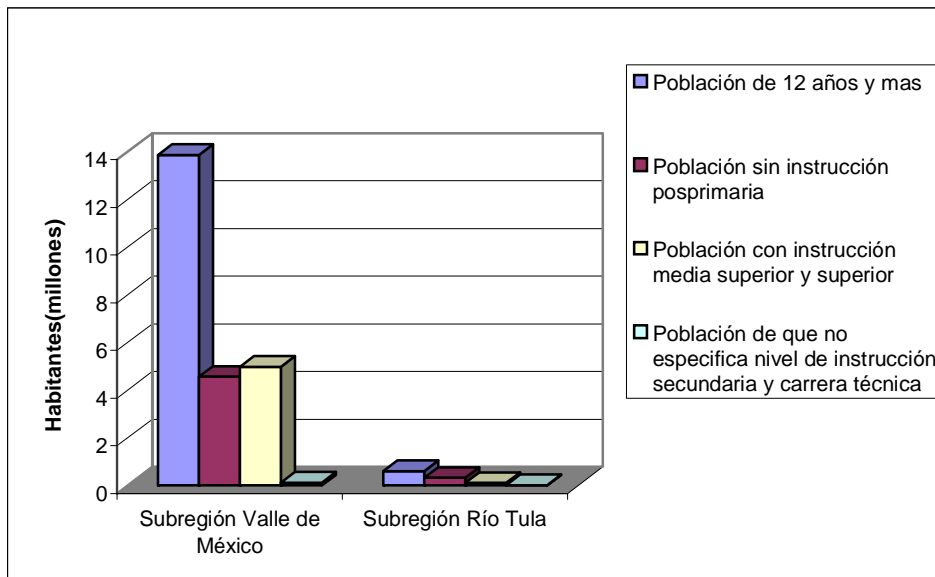


Figura 22. Nivel de instrucción media y media superior, Región XIII-Valle de México.

Finalmente, en la Región XIII se tienen 1,949,755 profesionales, lo que representa el 9.9% de la población de la Región. La población profesional según el censo del 2000, esta concentrada en la subregión Valle de México con el 98.5% de los profesionales de la Región XIII, y para la subregión Río Tula solo el 1.5% (Figura 23). Sin embargo, considerando la población adulta existente en cada subregión, se tiene que en el Valle de México la proporción relativa de profesionales es de 15% mientras que en la subregión Río Tula es de 5.5%. La profesión con más incidencia en el Valle de México son las ciencias sociales y administrativas con el 41.3%, mientras que los profesionales en las ramas agropecuaria solo ocupan el 1.3%. Los mayores registros para Río Tula son Educación y humanidades con el 31.6% mientras que el ramo agropecuario ocupa el 3.4% en ésta subregión (Figura 21).

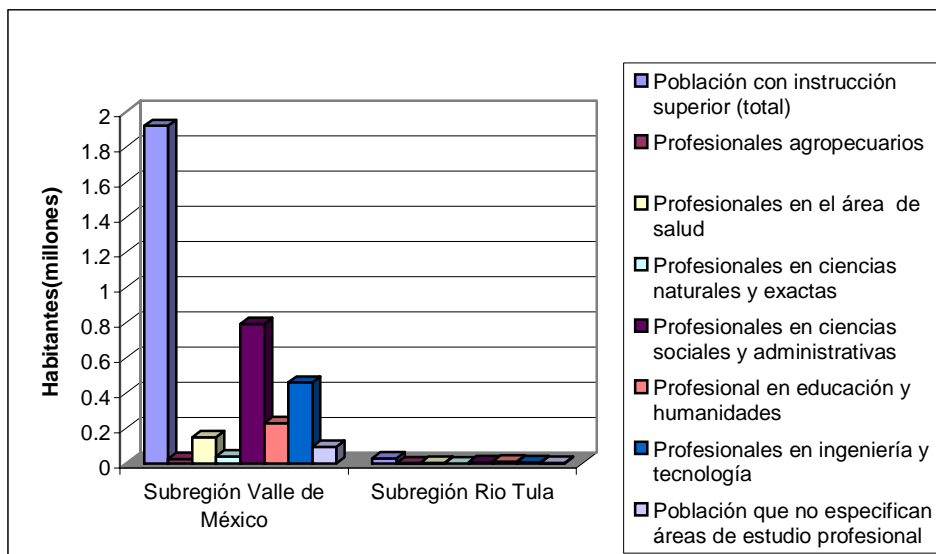


Figura 23. Población con estudios profesionales, Región XIII-Valle de México.

### Grupos étnicos

Del total de la población de la Región Hidrológica XIII, 404,703 habitantes (2.06%) son hablantes de alguna lengua indígena y 390,242 habitantes (1.99%) son bilingües, es decir, hablan alguna lengua indígena además del español. A nivel de subregión, se tiene que en la Valle de México el 1.7% (321,019 habitantes) hablan una lengua indígena y el 1.6% (310,886 habitantes) hablan además el español. En cambio en la subregión Río Tula se tiene que el 9.7% (83,684 habitantes) hablan una lengua indígena y 9.2% (79,356) hablan además el español (Figura 24). Considerando el total de la población indígena mayor de 5 años en cada subregión, el 50.8% de ésta habla sólo la lengua indígena en la subregión Valle de México y el 51.3% hace lo propio en la subregión Río Tula.

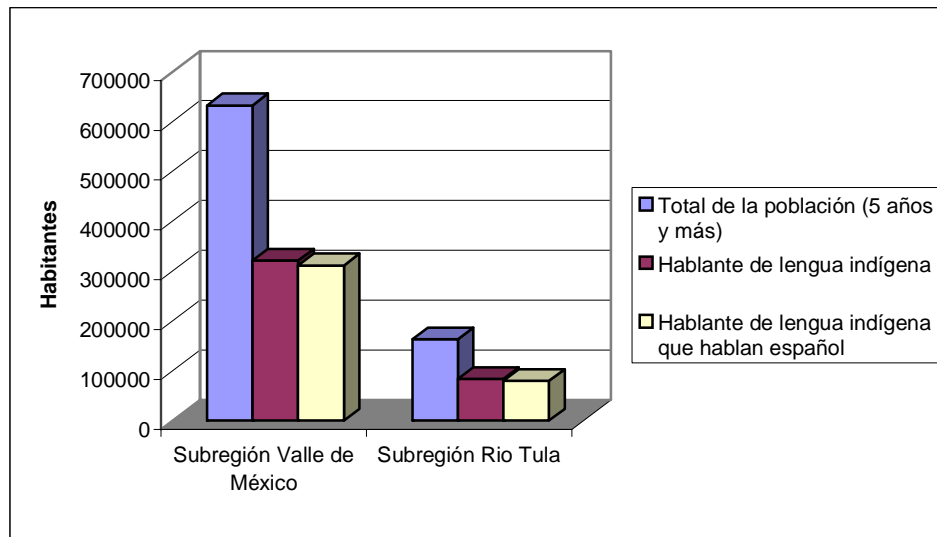


Figura 24. Población indígena que habla una lengua indígena en la Región XIII.

El grupo étnico que predomina en la Región XIII es el Otomí. No obstante existen otros grupos étnicos nativos importantes en la Región, como es el caso de los nahuas de milpa alta en el Distrito Federal y otros municipios del Estado de México, y en menor número los mazahuas .

#### a) Otomíes del Estado de México

Apegándonos al criterio lingüístico, los otomíes habitan en los municipios de Morelos, Chapa de Mota y Huixquilucan. Por su ubicación geográfica, cercana a la capital del país, esta zona se ha visto favorecida con el mejoramiento y modernización de sus vías de comunicación y transporte. El estado cuenta con vías férreas importantes, transportación terrestre diversa y un aeropuerto, que se ubica en la capital del estado.

A pesar que en las cabeceras municipales hay servicio de energía eléctrica, casetas telefónicas, telegráficas y de correos, estaciones de radio, parques y centros deportivos, en las localidades donde habitan otomíes, los servicios públicos básicos como agua potable, energía eléctrica y drenaje son deficientes. En cuanto a servicios educativos, algunas poblaciones indígenas cuentan con primaria y secundaria. Para tener acceso a la educación media los estudiantes se trasladan a las cabeceras municipales, y a la capital del estado para el caso de la educación superior (Isidro, 1992).

En esta Región, diversas instituciones ofrecen servicios de atención a la salud, entre otras, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), la Secretaría de Salud y el Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Este servicio se proporciona en las cabeceras municipales y sólo en algunas localidades rurales (Isidro, 1992).

La lengua otomí tiene variantes dialectales, las cuales están asociadas con los distintos lugares geográficos donde habita este grupo étnico. En general, estas diferencias se presentan en los niveles fonológico, fonético y sintáctico. La lengua otomí está considerada como una lengua tonal, lo cual hace que su escritura sea compleja. De acuerdo con la clasificación lingüística que se ha realizado sobre las lenguas indígenas, la familia otomangue se clasifica en mixteco, popoloca, chiapaneco-mangue, chinanteco, amuzgo y otopame. De este último, se desprende la rama otomí-pame, mientras que del otomí se derivan las siguientes lenguas: otomí, mazahua, matlatzinca y ocuilteca (Isidro, 1994).

Los otomíes clasifican el origen de las enfermedades en dos niveles: las de origen natural y las de origen sobrenatural. A las primeras las combaten con medicina alópata; las segundas forman parte de la cosmovisión del grupo. Para los otomíes, los orígenes de las enfermedades tienen una base mágico-religiosa. Para curarse acuden con terapeutas tradicionales como son las parteras y los hueseros, hierberos y rezanderos. Las familias otomíes frecuentemente utilizan plantas medicinales para curar sus males. Hoy día, la población otomí es atendida por diversas instituciones de salud como el IMSS, DIF, Secretaría de Salud e ISSSTE, a través de pequeños consultorios, clínicas y hospitales que se ubican principalmente en las cabeceras municipales. Las enfermedades más comunes que padecen los miembros de este grupo son las gastrointestinales y las broncorespiratorias (Isidro, 1994).

El territorio en el que habita el grupo otomí cuenta con diversas formaciones montañosas, cerros y valles, alturas que fluctúan entre 1 000 y 3 300 msnm, climas fríos y climas templados subhúmedos. La actividad tradicional de los otomíes es la agricultura, dedicada especialmente a la producción de maíz para el autoconsumo. También siembran frijol, chile, trigo, avena, alfalfa, cebada, papa y haba. Los cultivos se realizan con técnicas y herramientas tradicionales. También se practica la ganadería lanar, porcina y equina. Como complemento de la subsistencia familiar se crían animales de traspatio, como guajolotes, gallinas y pollos.

La caza furtiva y la deforestación en la Región han originado que diversas especies de flora y fauna se encuentren en peligro de extinción. La alimentación básica de las familias otomíes consiste en tortillas de maíz, frijoles, huevo, quelites, quintoniles, malva, queso y, en algunas ocasiones, carne de pollo o de res. En cuanto a bebidas, acostumbran tomar café, atole, té de diversas hierbas, refrescos y pulque (Isidro, 1994).

Los municipios en los que se concentra la población otomí se caracterizan por ser expulsores de población. Según datos proporcionados por el Consejo Nacional de Población, los municipios de Chapa de Mota, Huixquilucan y Morelos presentan "expulsión"; Zinacantepec "equilibrio". La población de estos municipios se traslada básicamente al Distrito Federal y lugares aledaños a éste. Los otomíes, sin embargo, mantienen los vínculos con sus lugares de origen, a donde regresan periódicamente, e incluso acuden a sus parcelas en temporadas de trabajo en los cultivos.

La familia nuclear formada por el padre, la madre y los hijos, constituye la unidad básica de las comunidades de este pueblo indígena. La autoridad principal está representada

por el padre, quien, con la madre, educa, enseña y transmite las costumbres y hábitos culturales del grupo. Cada miembro de la familia tiene bien definido su trabajo. Los hombres cultivan la tierra, construyen y reparan la casa, cuidan el ganado y participan en el trabajo comunitario. Las mujeres elaboran los alimentos, hacen labores domesticas y crían los animales domésticos comunes en traspatios. En los tiempos de siembra y cosecha toda la familia participa en esas actividades (Isidro, 1994).

b) Nahuas de Milpa Alta

Milpa Alta fue un antiguo asentamiento Nahuatl. Actualmente es una de las 16 delegaciones políticas que conforman el Distrito Federal. Con una extensión de 27,828 ha, es una de las delegaciones rurales más extensas del Valle de México (INI, 2002).

Los Nahuas de Milpa Alta habitan en doce pueblos: Villa Milpa Alta (cabecera delegacional), San Antonio Tecomitl, San Francisco Tecoxpa, San Jerónimo Miacatlán, San Agustín Ohtenco, todos éstos situados al oriente de la delegación; San Pedro Atocpan, San Pablo Oztotepec, San Bartolomé Xicomulco y San Salvador Cuauhtenco localizados al sureste y, por último, al sur se encuentran San Lorenzo Tlacoyucan, Santa Ana Tlacotenco y San Juan Tepenahuac (Ramírez, 1992).

La zona cuenta con dos carreteras principales. Las comunidades de Villa Milpa Alta, San Antonio Tecomitl y San Pedro Actopan se encuentran pavimentadas. La industria en Milpa Alta está representada por una incipiente agroindustria basada en el procesamiento del chile, nopal y miel de abeja. Hay una oficina de telégrafos, una administración de correos y once agencias auxiliares. La atención médica en Milpa Alta es cubierta por dos clínicas periféricas: una de la UNAM y otra del ISSSTE. Además, la mayoría de los pueblos cuentan con un Centro de Salud.

En la Delegación hay varias escuelas primarias, dos planteles de secundaria técnica, un plantel CONALEP, un plantel del Colegio de Bachilleres y una vocacional del IPN. Las bibliotecas delegacionales tienen como función apoyar toda clase de actividades extraescolares (Ramírez, 1992).

El territorio tiene una extensión de 27,828 ha. Está ubicado en la sierra del Chichinutzin, zona de origen volcánico que contiene elevaciones que alcanzan los 3,550 metros. Milpa Alta está dividida en tres zonas: Ajusco-Teuhtli, que corresponde a la franja más baja de la sierra; Topilejo-Milpa Alta, en la parte media; y Cerro-Tlicuayo, en la parte alta de la sierra.

El clima predominante es templado, con áreas frías en el área montañosa. Los recursos forestales que aún se conservan son los madroños, oyameles y pinos. Respecto a la fauna, las especies que se encuentran en peligro de extinción, pero que aún subsisten son el coyote, el gato montés y pequeños roedores como ratas de campo o liebres. Los jabalíes, tigrillos y tlacuaches se han extinguido por completo.

En Milpa Alta existen tres formas de tenencia de la tierra: comunal, que cuenta con una extensión de 9,996 ha; ejidal, con una extensión de 520 ha y, por último, la pequeña propiedad, que tiene una extensión de 7,948 ha. Los problemas principales que han

enfrentado las tierras son: la falta de títulos de propiedad, la restitución de terrenos por despojos y la invasión de terrenos ejidales.

Las actividades agrícolas de mayor importancia en Milpa Alta son la agricultura de temporal y el aprovechamiento forestal. Se siembra el maíz, frijol, forrajes, haba, chícharo y nopal. Para labrar la tierra se utilizan el arado y la yunta; los campesinos que tienen más recursos económicos alquilan tractores.

Otras actividades relacionadas a los recursos forestales son la producción de leña y de carbón. La producción de la bebida fermentada a partir de plantas de agave conocida como pulque no se hace a escala comercial como ocurre en otras áreas dentro de la Región XIII.

Las dos producciones que sostienen el éxito económico de Milpa Alta son el nopal y el mole. Actualmente, los productores se encuentran organizados en cooperativas, las cuales están constituidas en varias ramas de la producción agropecuaria.

El fenómeno de la migración también está presente en Milpa Alta, por lo que está catalogada como zona de "atracción". Los porcentajes de inmigrantes son los siguientes: del Estado de México proviene el 21.37%, de Puebla el 13.88%, y de Oaxaca el 13.11% (Ramírez, 1992).

La organización social básica en Milpa Alta está representada por la familia, en donde el padre representa la autoridad máxima. En la cabecera delegacional y en los cascos urbanos de los pueblos predomina la familia nuclear, en tanto que en la zona rural se da básicamente la familia extensa.

Los doce pueblos de Milpa Alta están divididos en barrios. Estos barrios tienen su propia organización que funciona a nivel comunitario, principalmente en la organización de fiestas patronales, solicitud de servicios para infraestructura, o eventualmente en la administración de justicia.

En Milpa Alta hay autoridades delegacionales y agrarias. Las autoridades delegacionales las constituyen los delegados y los jefes de oficina; estos últimos juegan un doble papel, debido a que forman parte de la organización administrativa impuesta centralmente y, a su vez, asumen la representación de cada pueblo ante las autoridades delegacionales. Las autoridades agrarias están representadas por el comisario ejidal y los representantes de bienes comunales. En la década de los ochenta las autoridades agrarias tuvieron una participación fundamental en la lucha por las tierras comunales. La Confederación de los Nueve Pueblos Comuneros, integrada por los representantes comunales, logró la unidad de los habitantes de Milpa Alta. Sin embargo, en los últimos años esta representación comunal ha perdido fuerza, dado que las demandas agrarias han pasado a segundo plano y han cobrado auge en la zona actividades como el comercio y servicios. Las autoridades tradicionales como los mayordomos y el alférez no tienen injerencia en el campo político. Su función es eminentemente religiosa y ocasionalmente judicial cuando se suscitan conflictos en la comunidad (Ramírez, 1992).

### c) Otomíes del Valle del Mezquital

Los otomíes del Valle del Mezquital se autodenominan “hñähñü” de “hñä” hablar y “hñü”, nariz; es decir los que hablan la lengua nasal o los que hablan dos lenguas. El vocablo “ñähñü”, según ciertos autores proviene de “Otou”, antepasado mítico, o bien se deriva del término othó que significa “pueblo sin residencia” (INI, 2002).

El Valle del Mezquital se divide a la mitad por la serranía de San Miguel que se ramifica a su vez en diferentes desniveles: al Norte, el Valle de Ixmiquilpan, situado entre los 1,700 y 1,800 metros de altitud; al Sur, el Valle de Actopan levemente más bajo; al Noroeste, una llanura que comprende la parte septentrional del municipio de Ixmiquilpan y El Cardonal sobre los 1,900 metros. Estos tres valles no son uniformes y comprenden otras plataformas en niveles ligeramente desiguales, separados por ondulaciones del terreno. Los montes que rodean al Mezquital son macizos con alturas entre los 2,500 y 3,000 msnm.

El Valle del Mezquital abarca 28 municipios, entre los más importantes se encuentran Actopan, Alfajayucan, El Cardonal, Ixmiquilpan, Nicolás Flores, San Salvador, Santiago de Anaya y Tasquillo. La población indígena está ubicada en estos municipios, sobre todo en las cabeceras municipales. También encontramos mestizos en las comunidades indígenas que son maestros, médicos, vendedores, curas, etc. ( Vázquez, 1992).

Una de las principales vías de comunicación es la carretera nacional 85 que va de la ciudad de México a Ciudad Victoria y a Nuevo Laredo; ésta comunica a El Arenal, Actopan, El Tephe, Ixmiquilpan, Tasquillo y Zimapán, Hidalgo. Las comunidades del Valle del Mezquital tienen acceso a las carreteras federales libres, a la estatal de cuota y a la de terracería, aunque los poblados más lejanos utilizan veredas. En la comunidad de Panales hay una pista de aterrizaje para avionetas.

En el Valle se utilizan los sistemas de riego, de temporal y de aguas residuales. El distrito de desarrollo rural más grande es el 063, que recibe un volumen aproximado de 1,800,000 m<sup>3</sup> de aguas residuales al año y abarca una superficie total de 514,411 ha. De estas el 16.4% son tierras de riego, el 3.6% de temporal, el 48.9% son ganaderas y 3.1% forestales.

En el Valle del Mezquital, los diez municipios con mayor número de población indígena abarcan 1,665 km<sup>2</sup>. El Valle forma parte de la provincia fisiográfica llamada Meseta Neovolcánica y se halla en la zona adyacente a la vertiente occidental de la Sierra Madre. Su aspecto actual es el de un gran valle de fondo desigual coronado por montes, a veces formados por rocas volcánicas. El Mezquital es una prolongación del Valle de México al Norte del Distrito Federal. Se encuentra en la parte central del estado de Hidalgo, limitado al Norte por la Sierra de Juárez, al Este por la serranía que va del Cerro del Fraile a la sierra de Actopan, al Sur por la serranía Mexe, y al Oeste por la sierra del Xinthé (Vázquez, 1992).

El Mezquital se sitúa básicamente en la cuenca del río Tula, que es la principal corriente de agua en la vertiente oriental; el Río Moctezuma corre casi fuera de los confines del Valle. El río Tula va en dirección Sur-Noroeste, recibe algunos afluentes como los ríos Alfajayucan y San Juan. Existe un grave problema de contaminación de sus aguas. También existen fuentes termales como las del Tepeh y Dios Padre (de agua mineral caliente). A pesar de las corrientes de agua y las fuentes termales, el Valle es seco, con un terreno arcilloso donde sólo hay verdor en las riberas de los ríos. En éstas condiciones persisten algunos cultivos de maíz y maguey.

El plan de riego propuesto por el gobierno ha convertido, de manera lenta pero constante, la estepa en terrenos irrigados. Las aguas negras provenientes del Distrito Federal son utilizadas para regar y esto genera algún ingreso a los indígenas que rentan sus tierras para cultivo o para abrevar el ganado. El uso de estas aguas representa una posibilidad de sobrevivencia para la población del Mezquital, y un gran negocio para unos cuantos acaparadores de tierras y aguas (Vázquez, 1992).

Los cultivos más rentables son las hortalizas cuya siembra, según los especialistas, ha provocado un grave desastre ecológico. Cada grupo familiar dispone de un lote total de 2 ha en promedio, entre propiedad privada y terreno en usufructo ejidal. Su economía se sustenta en la agricultura de temporal y en el trabajo asalariado. La ganadería se practica en pequeña escala y la artesanía es una actividad complementaria.

El cultivo más extendido es el maguey; se produce además, maíz, frijol, nopal, calabaza y garbanzo. Estos cultivos constituyen la base de su alimentación, misma que complementan con hierbas, frutos y animales silvestres. El día de plaza en Ixmiquilpan, considerado el centro económico más importante del Mezquital, es el lunes. La gran mayoría de los comerciantes son mestizos y sólo algunos indígenas llegan a vender. En la actualidad se usan implementos agrícolas tradicionales como la coa (de origen prehispánico) y la yunta, así como modernos, como el tractor. Éstos pueden ser propios o colectivos.

La baja productividad agrícola y la carencia de industrias en la región han obligado a los otomíes, desde hace tiempo, a emigrar en busca de trabajo asalariado. Hasta hace poco tiempo esta migración se dirigía al Distrito Federal y zona metropolitana, donde los hombres se empleaban como peones de albañil y las mujeres como trabajadoras domésticas. En la última década la migración se dirige también a Estados Unidos (Vázquez, 1992).

En el Valle del Mezquital la familia por lo general es extensa (de 7 a 15 personas) La residencia es patrilocal, es decir, los hijos varones viven en la casa del padre. Las relaciones sociales en las comunidades del Valle se limitan a las reuniones ejidales y deportivas, a las que asisten los hombres. El cambio de la situación socioeconómica en la región ha provocado una extrema rigidez entre la dicotomía civil y religiosa. La importancia de la jerarquía religiosa ha disminuido con respecto a la civil. Las responsabilidades de las autoridades del pueblo están siempre más ligadas a las instituciones administrativas actuales, el valor del cargo se refleja en el interior y el exterior de la comunidad, frente a la autoridad central. El conjunto de los cargos



públicos se integra en el marco del "ayuntamiento constitucional", cuya cabecera es el centro político, con el presidente municipal al frente. A nivel poblado los cargos varían y en orden de jerarquía ascendente son: mensajero, alguacil, policía, secretario y juez auxiliar (Vázquez, 1992).

**Población económicamente activa**

La población económicamente activa de la Región XIII es del orden de 7,616,949 habitantes (38.5% de la población total). Cabe señalar que esta cifra contempla como población económicamente activa a los habitantes de 12 años o mas. La población económicamente activa se distribuye de la manera siguiente: el 96.6% (7,360,343 habitantes) para la subregión Valle de México y el 3.4% (256,606) para la subregión Río Tula. Sin embargo, considerando la población total mayor de 12 años existente en cada subregión, se tiene que en la subregión Valle de México la población económicamente activa representa el 51.3%, mientras que en la subregión Río Tula la proporción es de 44.8% (Figura 25).

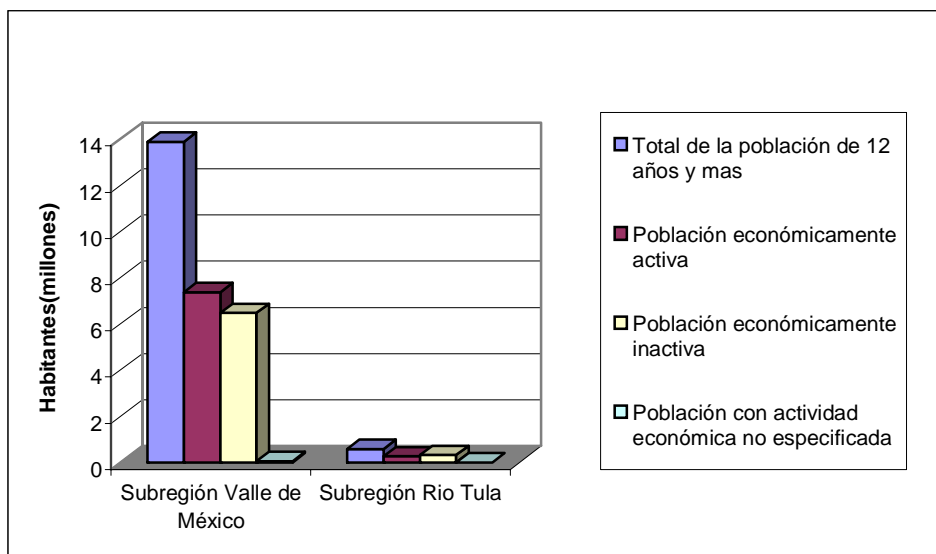


Figura 25. Población con actividad económica en la Región XIII-Valle de México.

**Población por tipo de ocupación**

La población ocupada en el sector de la agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal ocupa apenas el 1.9% del total de la población económicamente activa en la Región XIII. De esta cifra en la subregión Valle de México apenas el 1.2% de la población ocupada se dedica a estas actividades, mientras que en la subregión Río Tula es del orden del 22.7%. En la subregión Valle de México el sector industrial es muy importante ya que el 18.9% de la población de esta subregión se dedica a lo relacionado a la industria, presentando los valores mas altos, mientras que para la subregión Río Tula, el 21.7% de la población se dedica a esta actividad, un porcentaje muy similar al que representa el sector agropecuario-forestal (Figura 26).

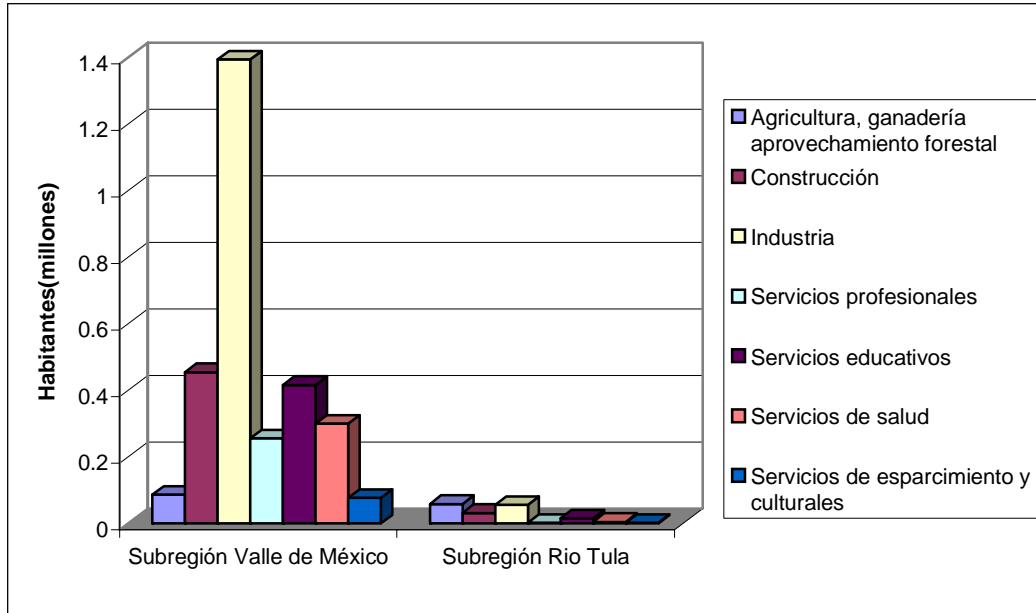


Figura 26. Personal total ocupado por tipo de sector productivo.

### Distribución de ingresos

En cuanto a la distribución de ingresos, encontramos que la mayoría de la población ocupada percibe de 1 a 2 salarios mínimos por día (Figura 27). Sin embargo, también se tiene que un 2.6% de la población ocupada recibe menos de medio salario mínimo. De manera acumulativa, el 78.9% de la población de la subregión del Valle de México recibe menos de 5 salarios mínimos y el 88.1% de la población de la subregión Río Tula esta en condiciones similares de salario. Solo el 4.8% de la población ocupada recibe mas de 10 salarios mínimos en la subregión Valle de México y solo el 1.6% recibe lo propio en la subregión del Río Tula. Esto muestra una fuerte inequidad en el ingreso en esta Región Hidrológica.

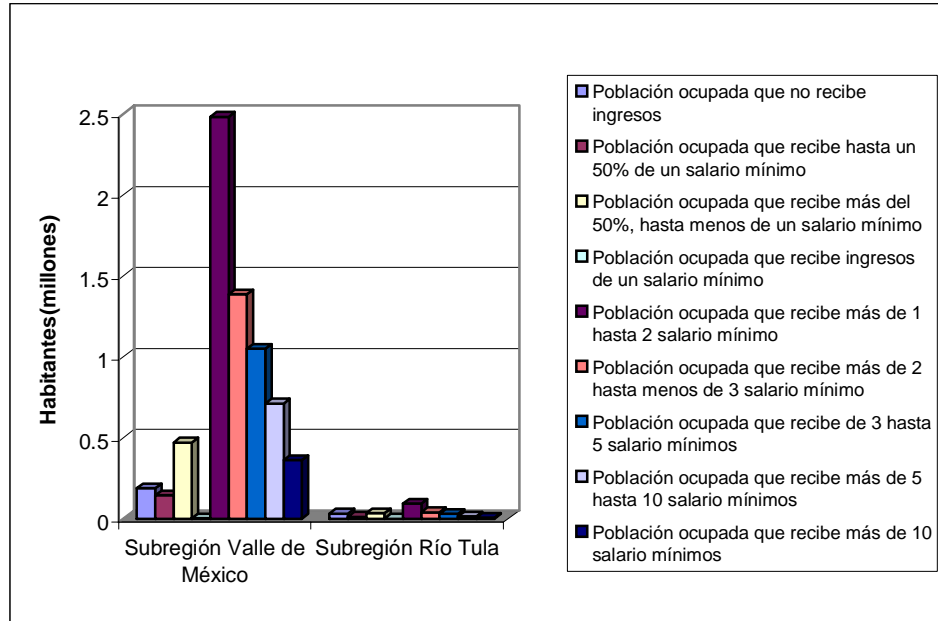


Figura 27. Ingresos de la población de la Región XIII-Valle de México.

### Marginación

El grado de marginación presente en los municipios que comprenden la Región XIII-Valle de México en términos generales es bajo, como lo muestra la Figura 28, ya que según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2002) para la subregión Valle de México el 62% de los municipios que comprenden esta subregión se encuentran dentro de la categoría de marginación “muy baja”. Dentro de este grupo se encuentra toda la zona metropolitana de la ciudad de México; además, otro 30% de los municipios de esta subregión presentan un grado de marginación “bajo”; solo el 7.4% presentan un grado de marginación medio que corresponde a cinco municipios de tres estados representados en la subregión; Almoloya y Epazoyucan en el Estado de Hidalgo, Isidro Fabela y Otumba en el Estado de México y Sanctorum de Lázaro Cárdenas en Tlaxcala. Solo un municipio de la subregión Valle de México presentó grado de marginación alto y es el municipio de Singuilucan en el Estado de Hidalgo.

En cambio, en la Subregión Río Tula encontramos que solo el 6% de los municipios de esta subregión se encuentran dentro de la categoría de marginación “muy bajo” y son Atitalaquia y Tula de Allende en Hidalgo; el 45 % de la subregión tiene un grado de marginación bajo en donde se encuentran los municipios de Actopan, Ajacuba, Atotonilco de Tula, Francisco I. Madero, Mixquihula de Juárez, Tepeji del Río de Ocampo, Tetepango, Tlahuelilpan, Tlaxcoapan, Tezontepec de Aldama y Progreso de Obregón en el Estado de Hidalgo y Apaxco, Hueypoxtla y Tequixquiac en el Estado de México. En el otro extremo, más del 48% de los municipios presentan un índice de marginación medio o alto en esta subregión, incluyendo los municipios de El Arenal, San Salvador, Tepetitlan, Ixmiquilpan, Santiago de Anaya, Tasquillo, Chapatongo, Alfajayucan, Chilcuautla y Cardonal, en Hidalgo y Chapa de Mota, Morelos, Villa del Carbón y Soyaniquilpan de Juárez en el Estado de México.

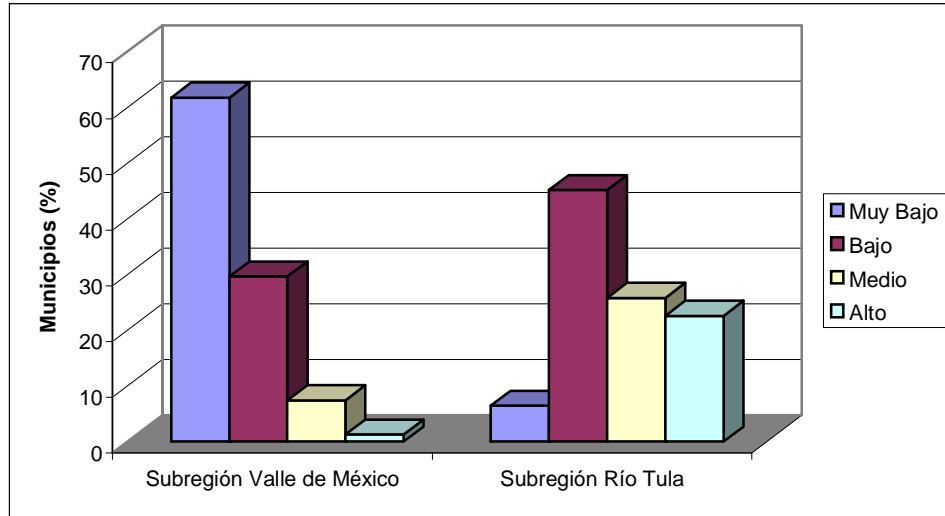


Figura 28. Grado de marginación presente en la Región XIII-Valle de México.

Servicios

a) Instituciones de salud

Debido a que la mayor parte de la Región XIII se asienta en ZMCM, la cobertura de los servicios públicos es satisfactoria. Un reflejo de lo anterior es que a nivel Regional el 92.5% de la población dispone de agua potable, En el caso del alcantarillado, en la Región XIII se tiene una cobertura global del 86.4%. El 98.1% de la población de la Región XIII cuenta con energía eléctrica.

De manera general dentro de la Región XIII, específicamente en la subregión del Valle de México, se tienen los mayores porcentajes de asistencia médica y hospitalaria del país. Esto se ve reflejado ya que el 45.7% de las personas que habitan la Región XIII son derechohabientes del servicio médico (Figura 29). El 45.9% de los habitantes no son derechohabientes. Sin embargo, en la subregión Río Tula sólo el 26.6% con respecto al total de la población de esa subregión son derechohabientes y mas del 66% no lo son; el 4.1% de la población, según INEGI, no especifica si es o no derechohabiente a algún servicio medico.

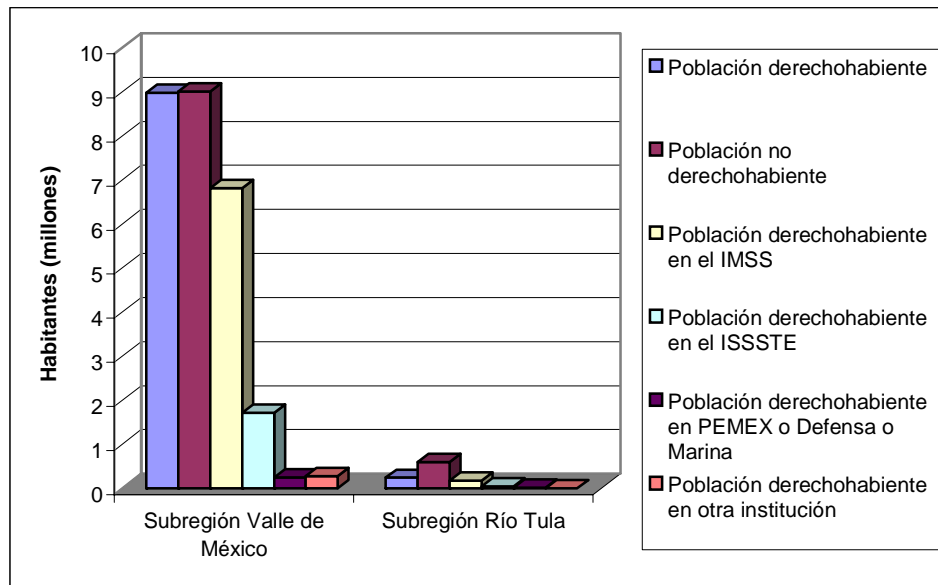


Figura 29. Población que cuenta con servicio médico en la Región XIII-Valle de México.

b) Instituciones educativas

Debido a la ubicación de la Región XIII se tienen buenas expectativas en cuanto a disponibilidad de instituciones educativas que ofrecen estudios superiores. De hecho, en la zona metropolitana del Valle de México es donde se concentran las principales instituciones educativas del país. Una muestra de lo anterior es que según la Secretaría de Educación Pública, en la subregión Valle de México existen 525 escuelas de educación superior, la mayoría distribuidas en la zona metropolitana del Valle de México.

Contrariamente, en la subregión Río Tula actualmente existen únicamente 8 instituciones de educación superior. Tres ubicadas en el municipio de Ixmiquilpan, cuatro en el municipio de Tula de Allende y una en el municipio de Actopan (SEP, 2002).

c) Servicios generales

Dentro de los servicios básicos que encontramos para las viviendas de ambas subregiones, tenemos que 4,106,956 viviendas cuentan con agua entubada, energía eléctrica y drenaje. De esta cifra el 97.3% se encuentra en la subregión Valle de México y el 2.7% restante corresponde a la subregión Río Tula (Figura 30). Otra cifra importante es la de viviendas que no disponen de agua entubada (8,744 viviendas). De ellas, el 59.5% pertenece a la subregión Valle de México y el 40.5% restante a la subregión Río Tula.

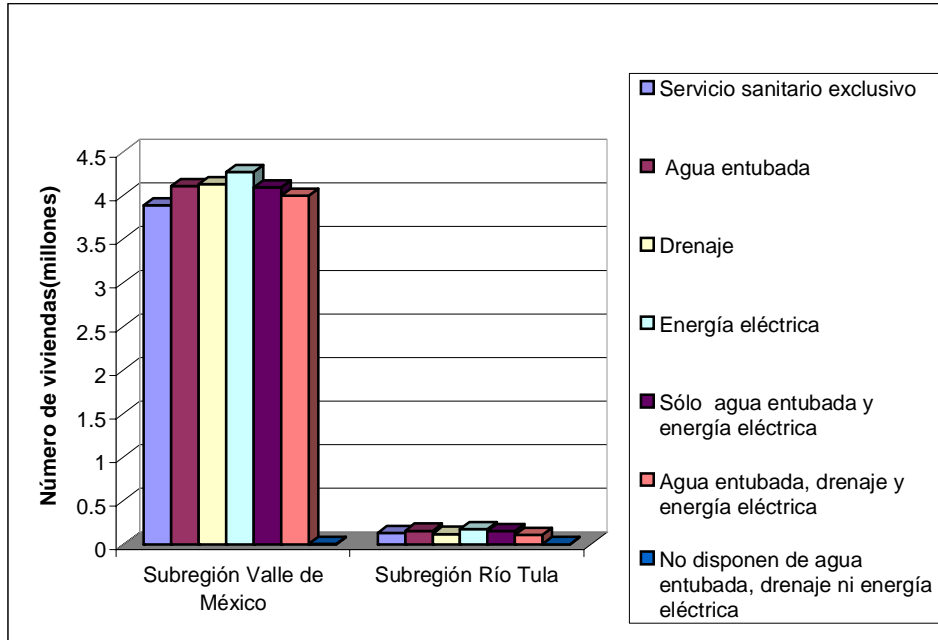


Figura 30. Servicios con los que se cuentan en la Región XIII-Valle de México.

d) Instituciones de gobierno y ONG's relevantes al sector hidrológico y forestal.

Dentro de las instituciones relevantes al sector hidrológico y forestal podemos definir a las instituciones de enseñanza e investigación tales como las universidades, las instituciones de investigación y servicios, las organizaciones publicas con orientación al sector hidrológico y/o forestal.

Instituciones de Gobierno:

- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Comisión Nacional del Agua (CNA)
- Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- Instituto Nacional de Ecología
- Consejo Consultivo de la Cuenca del Valle de México (CCVM)
- Protectora de Bosques (PROBOSQUE)
- Secretaría de Ecología del Estado de México
- Secretaría de Ecología del Estado de Hidalgo
- Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal (CORENA)

Universidades y otras Instituciones Educativas:

- Colegio de Postgraduados
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Universidad Autónoma Chapingo
- Instituto Politécnico Nacional
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey

Universidad Autónoma del Estado de México  
 Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
 Universidad del Valle de México

Organización social y tenencia de la tierra

El número de ejidos y comunidades agrarias presentes de acuerdo al censo Ejidal elaborado por INEGI (1991) es de 485 ejidos en la subregión Valle de México y 330 ejidos presentes en la subregión Río Tula (Figura 31).

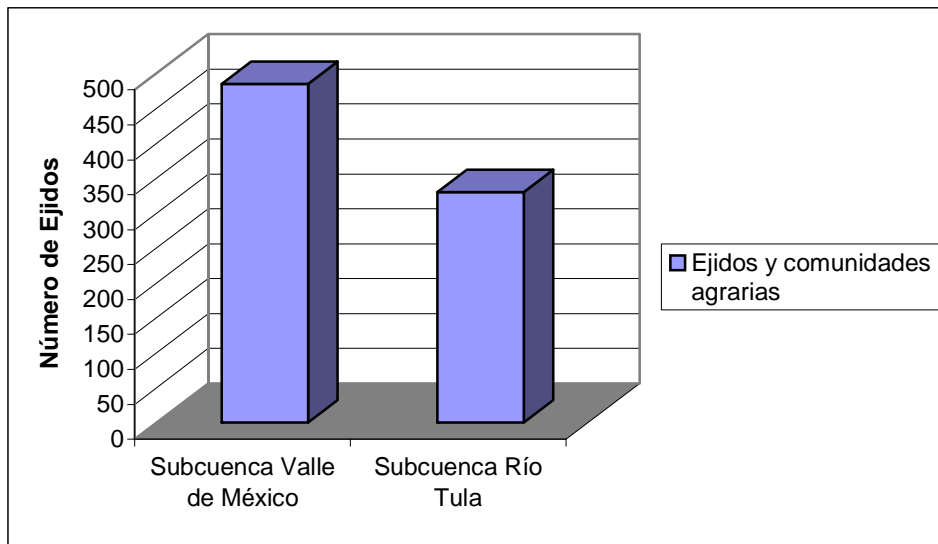


Figura 31. Ejidos y comunidades agrarias en la Región XIII-Valle de México.

De lo anterior se desprende que para la Región en estudio encontramos un total de 327,611 ejidatarios y comuneros (incluyendo ejidatarios con parcela individual). Estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera: el 60.9% en la subregión Valle de México y el 39.1% en la subregión Río Tula (Figura 32).

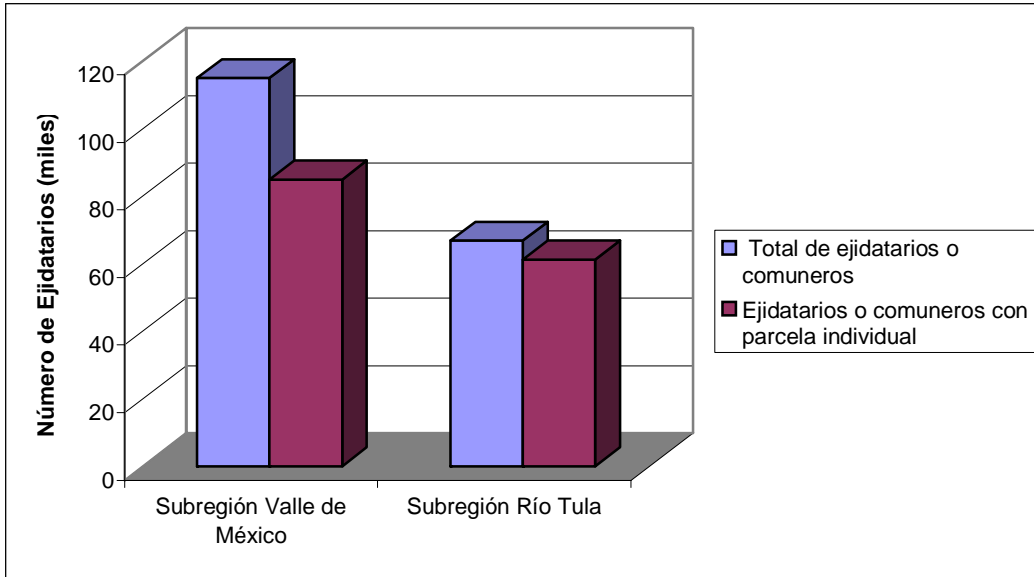


Figura 32. Número de ejidatarios por tipo de propiedad, Región XIII-Valle de México.

Es importante mencionar que la actividad principal, a nivel ejidal es la agricultura, como lo demuestra la Figura 33. De ella se deriva que el 93.2% de los ejidos en la subregión Valle de México se dedican a la agricultura, el 2.3% a la ganadería y apenas el 1% a la actividad forestal. En la subregión Río Tula el 93.7% de los ejidos se dedican a la agricultura, el 0.7% a la ganadería y el 1.7% de los ejidos se dedican a la actividad forestal.

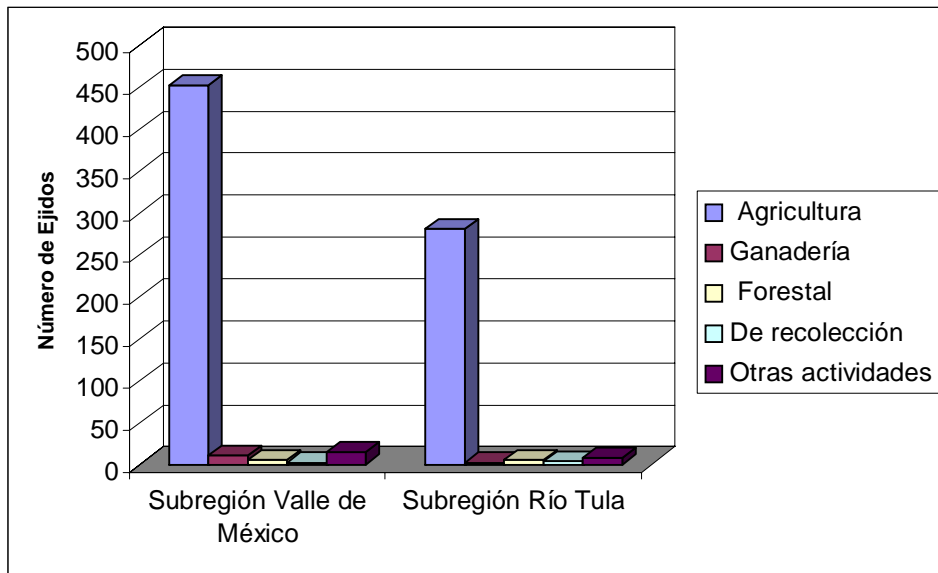


Figura 33. Actividades principales de los ejidos de la Región XIII.

En cuanto a la organización social de los ejidos presentes en el área de estudio, encontramos como las más importantes las uniones de ejidos y los grupos de producción agropecuaria o forestal. Sin embargo, existe un gran contraste ya que la



mayoría de los ejidos no se encuentran registrados en ningún tipo de organización; tanto para el Valle de México como para la subregión Río Tula (Figura 34). Esto muestra que se requiere de un fuerte proceso de organización interna y externa para implementar actividades productivas y de protección de los recursos forestales en las partes altas de las subregiones.

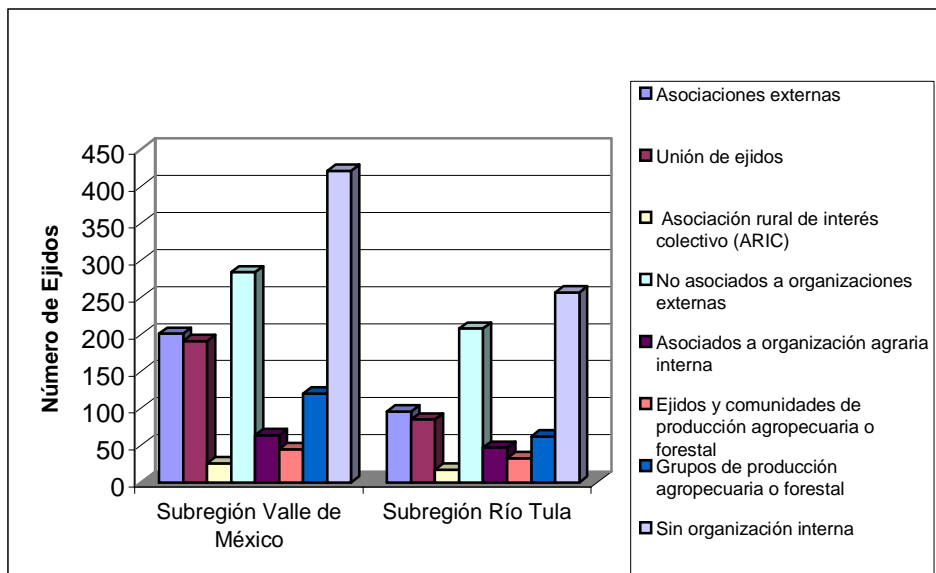


Figura 34. Tipo de asociaciones presentes en la Región XIII-Valle de México

### 2.4.10 Recursos forestales

Dada la variedad de climas y suelos que se presentan en la Región XIII, existe un número importante de tipos de vegetación forestal. Esta diversidad se ve incrementada, en primer lugar, porque la vegetación de la zona se ha visto intensamente alterada desde hace varios siglos. Así, en sitios donde la perturbación ha alcanzado niveles elevados se han implementado programas de reforestación con los subsecuentes cambios en la estructura y composición florística de las comunidades vegetales naturales.

Dentro de las comunidades con potencial para uso forestal se consideran los bosques de coníferas (pino, oyamel y pino-encino), los bosques de encino, bosques mesófilos de montaña, selva baja caducifolia y matorral crasicale.

Sobresalen las masas boscosas de pináceas de las que se pueden obtener recursos maderables con niveles industriales. Sin embargo, debido a la ubicación de estos recursos en la parte alta de la cuenca, a las condiciones de terreno que existen especialmente en la subregión Valle de México y a la gran demanda de agua para consumo humano e industrial, es mucho más importante la función protectora y los servicios ambientales que proporciona este tipo de vegetación. Sólo en algunas áreas bien definidas y después de un análisis detallado de las condiciones en que se encuentren se podrían hacer aprovechamientos maderables con restricciones de

manejo adecuados. Alternativamente, el uso de zonas forestales para recreación podría disminuir los efectos de la deforestación

#### **2.4.11 Bosques naturales**

Los bosques de la Región, no solo ocupan grandes superficies (303,882 ha) sino que con frecuencia, sus condiciones permiten el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables. Sin embargo, en ocasiones lo abrupto de la topografía de la Región dificulta en gran medida la extracción de los productos del bosque.

La distribución de las áreas forestales en la Región XIII-Valle de México se presenta de la siguiente manera: según el Inventario Nacional Periódico más reciente (2001), la subregión Valle de México tiene una superficie estimada de 196,310 ha; lo que representa un 65% del total de la superficie forestal de la Región. La subregión Río Tula cuenta con 107,570 ha de masas arboladas, lo que representa el 35% del total.

De las 196,310 ha de bosque descritas para la subregión Valle de México, se tiene que el 46.63% está representado por los bosques de pino que se encuentran en el Sur y Sureste de la subregión; el bosque de encino ocupa el 25.12% de la superficie forestal de la subregión; el bosque de oyamel ocupa el 15.61% y el bosque de pino-encino ocupa el 12.64% del total de la superficie forestada de la subregión.

En cuanto a la superficie forestal de la subregión Río Tula, la mayor extensión la ocupan los bosques de encino con el 54.8%. Se encuentran distribuidos principalmente en los municipios de Alfajayucan, Tula de Allende, Chapatongo, San Salvador y Actopan en el estado de Hidalgo y en los municipios de Chapa de Mota y Villa del Carbón en el Estado de México. Los bosques de pino y pino-encino ocupan el 20.53% y 23.65%, respectivamente, del total de la superficie forestal de la subregión Río Tula. Se localizan principalmente, según el Inventario Nacional, en los municipios de Ixmiquilpan, Actopan, El Cardonal y Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo. De acuerdo con la misma fuente, existe una pequeña porción de bosque de oyamel en la subregión Río Tula ubicada específicamente en el municipio de Morelos en el Estado de México que representa apenas el 1.03% de la superficie forestada de la subregión.

A pesar de que cierto número de las comunidades vegetales forestales aún se consideran como primarias, en numerosos casos muestran evidentes signos de alteración por actividades agrícolas, pecuarias o forestales. El nomadismo, cambio de uso para la inducción de pastizales, talas inmoderadas y mal manejo de la extracción de recursos son las principales causas.

#### **Producción forestal**

La producción forestal en la Región XIII está determinada por la distribución de los recursos forestales en la parte alta de ambas subregiones. De acuerdo con datos de 1991, proporcionados por el censo ejidal de ese año, el número de ejidos en la región

XIII establecidos en zonas forestales es de apenas 71. La mayoría de ellos en la subregión Valle de México.

Cabe señalar que para la subregión Río Tula no hay reportes de aprovechamientos de pino. El encino es la principal especie que se aprovecha en 17 ejidos y en menor escala otras especies.

Para la subregión Valle de México la principal especie aprovechada es el pino, aunque el registro nos indica que sólo se presenta en 19 ejidos de la subregión; le siguen el encino con 16 ejidos dedicados a aprovechamientos, 7 ejidos a oyamel, y finalmente 3 ejidos dedicados al aprovechamiento de otras especies.

El Cuadro siguiente nos muestra la producción maderable de los estados que conforman la Región XIII. La información del Cuadro 21 fue obtenida del Anuario Forestal del 2000 publicado por SEMARNAT y se muestran datos a nivel estatal. Por lo tanto, esta información debe ser tomada con reserva, ya que sin duda el volumen de la producción maderable aquí presentados es solo para tener una idea del comportamiento real de la producción maderable en la Región XIII Valle de México.

Cuadro 21. Producción maderable (m<sup>3</sup> rollo) de los estados que conforman la Región XIII-Valle de México (Datos de 2000).

|                    | D. F. | México  | Hidalgo | Tlaxcala |
|--------------------|-------|---------|---------|----------|
| Pino               | 2,078 | 384,258 | 58,491  | 21,465   |
| Oyamel             | 7,390 | 180,061 | 11,992  | 27,998   |
| Otras coníferas    | 0     | 9,961   | 0       | 906      |
| Encino             | 0     | 24,518  | 34,419  | 560      |
| Otras latifoliadas | 0     | 5,991   | 19,822  | 11       |

De igual manera que en el Cuadro anterior, en el Cuadro 22 se presenta de forma general el volumen y el valor de la producción forestal. Los datos, como ya se había mencionado anteriormente, engloban a los estados que conforman la región XIII y la información presentada corresponde a todo el estado citado.

Cuadro 22. Volumen y valor de la producción forestal de los estados que conforman la Región XIII -Valle de México (Datos de 2000).

|                     |                                | D. F.            | Hidalgo        | México            | Tlaxcala       |
|---------------------|--------------------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| <b>Maderable</b>    | <b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b> | <b>9,468</b>     | <b>124,724</b> | <b>604,789</b>    | <b>50,940</b>  |
|                     | Valor (\$)                     | 2,135,795        | 46,292,763     | 378,047,250       | 26,580,740     |
|                     | Volumen (m <sup>3</sup> )      | 57,668           | 122            | 41,894            | 1,911          |
| <b>No maderable</b> | <b>Valor (\$)</b>              | <b>5,766,800</b> | <b>886,946</b> | <b>15,492,841</b> | <b>345,676</b> |
|                     | Valor total                    | 7,969,731        | 47,304,555     | 394,186,774       | 26,979,267     |

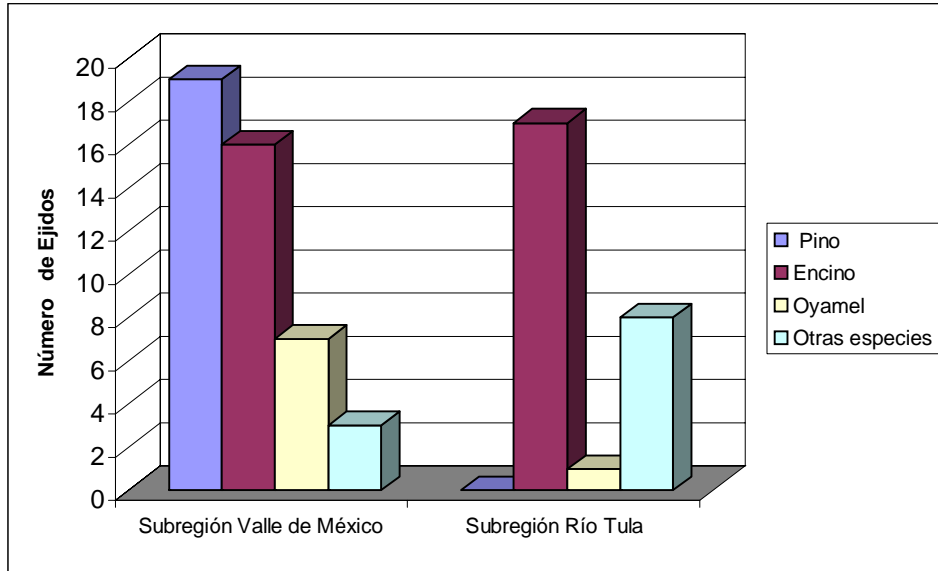


Figura 35. Aprovechamientos forestales en la Región XIII-Valle de México.

Como lo muestra la Figura 35, para la subregión Valle de México las principales especies que se utilizan en aprovechamientos forestales son pino, encino y oyamel. Es importante también mencionar el destino de la producción forestal. Resalta el hecho de que la mayoría de los ejidos dedicados a los aprovechamientos forestales la destinan al autoconsumo (Figura 36). Una minoría a la venta local o nacional, y no hay registro acerca de la venta para exportación.

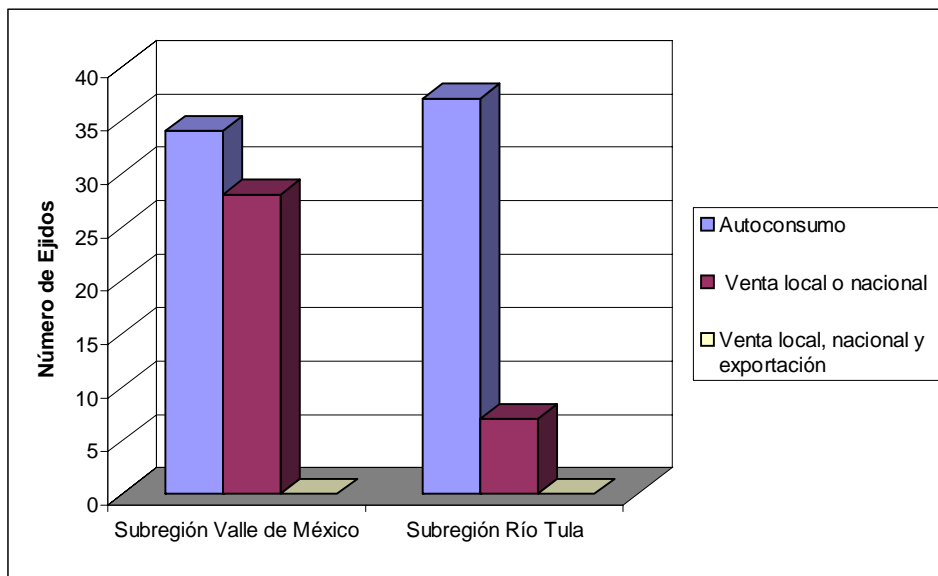


Figura 36. Destino de la producción en los ejidos que realizan actividad forestal.

De acuerdo también con el censo ejidal realizado por INEGI (1991), las principales actividades realizadas por los ejidos que están utilizando sus zonas forestales son

(Figura 37): reforestación, control de plagas, aclareos y selección de árboles para su aprovechamiento maderable (esto para la Subregión Valle de México). Debido a la menor extensión de los recursos forestales en la subregión Río Tula, estas actividades no tienen mayor relevancia en esa subregión.

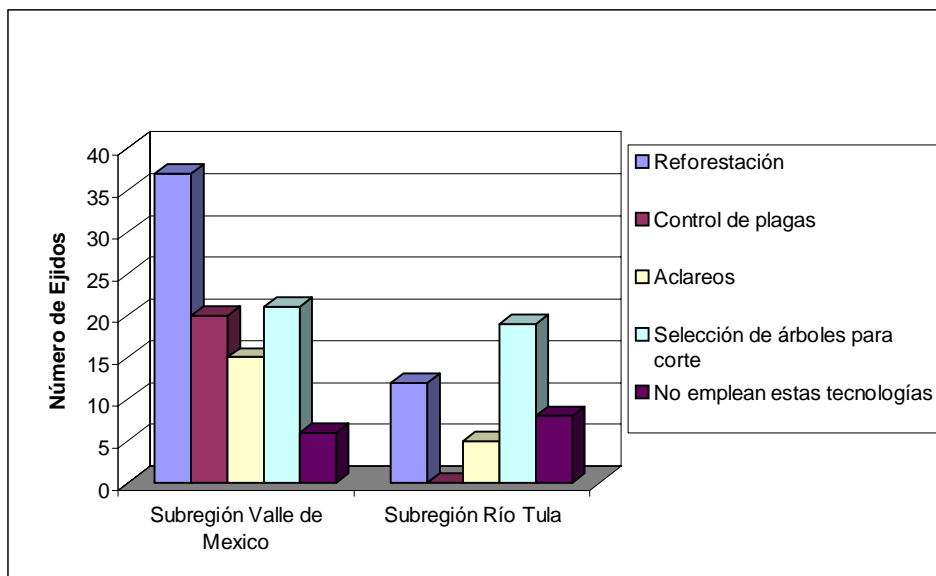


Figura 37. Aprovechamientos forestales que utilizan algún tipo de Tecnología.

### Industria forestal

A partir de 1995, año en que se eliminó la veda forestal en el Estado de México, se inició el manejo de los bosques para ese estado. En ese año, se produjeron 96 mil metros cúbicos; en 1996, 122 mil; en 1997, 280 mil; y, para 1998, 406 mil (Montiel, 1999).

La industria de aserrío se caracteriza por sus bajos niveles de inversión, tecnología obsoleta y la falta de integración. En 1995, de las 70 industrias forestales, 62 eran aserraderos, cinco de chapa y triplay, una fábrica de tableros aglomerados y dos industrias resineras, con una capacidad instalada para procesar 860 mil metros cúbicos. Actualmente existen 168 industrias establecidas, con una capacidad instalada de 1.3 millones de metros cúbicos. Una sola industria integra 34% de esta capacidad. De las 168 industrias forestales existentes, 160 son aserraderos, seis son del sector social y 154 del sector privado; cinco de chapa y triplay, una de aglomerados, una de molduradoras y una resinera en el Estado de México (Montiel, 1999).

De acuerdo al Anuario Estadístico de la Producción Forestal (SEMARNAT, 2000), el Distrito Federal presenta un total de 28 industrias forestales, como lo muestra el Cuadro 23, donde también se observan las industrias existentes en los estados que comprenden la Región XIII-Valle de México.

Cuadro 23. Industrias forestales maderables por giro industrial en los estados que corresponden a la Región XIII-Valle de México.

|                          | D. F. | Hidalgo | México | Tlaxcala |
|--------------------------|-------|---------|--------|----------|
| Aserraderos*             | 19    | 118     | 202    | 36       |
| Fabrica de chapa triplay | 1     | 0       | 4      | 1        |
| Fabrica de cajas         | 0     | 1       | 0      | 2        |
| Talleres de secundarios  | 4     | 8       | 0      | 0        |
| Fabrica de muebles       | 1     | 0       | 2      | 0        |
| Impregnadores            | 0     | 0       | 0      | 2        |
| Otras**                  | 3     | 3       | 2      | 8        |
| Total                    | 28    | 130     | 210    | 49       |

\*Incluye aserraderos, aserraderos-fábrica, aserraderos-fábricas de cajas, aserraderos-taller de secundarios.

\*\*Establecimientos que no reportan giro industrial.

Según Protectora de Bosques del estado de México (PROBOSQUE, 2002), la Subregión Valle de México existen 40 aserraderos (38 privados y 2 sociales) con una capacidad instalada de 143,425 m<sup>3</sup>/año, ubicados en los municipios de Atenco (2), Chalco (7), Chicoloapan (1), Chimalhuacan (1), Chiautla (1), Ixtapaluca (11), La Paz (2), Nezahualcóyotl (1), Tepetlaoxtoc (2), Texcoco (7), Tlalmanalco (3) y Valle de Chalco Solidaridad (2).

Para la subregión Río Tula PROBOSQUE reporta 6 aserraderos distribuidos en los municipios de Chapa de Mota (1) y Villa del Carbón (5) en el Estado de México.

#### 2.4.12 Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales comerciales tienen diferentes objetivos; la mayor parte se establecen con la finalidad de proporcionar bienes materiales en forma de madera para uso directo o materias primas para transformación industrial.

Con la finalidad de reducir el déficit en la balanza comercial forestal, especialmente en el rubro de celulosa y papel, aprovechando la enorme superficie potencial de México, en 1997 se puso en marcha el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) que asigna subsidios a esta actividad.

De acuerdo con datos proporcionados por PROBOSQUE, en la subregión Valle de México se establecieron en el 2001 plantaciones forestales comerciales y no comerciales alcanzando una superficie total de 1,127 ha distribuidas entre los municipios de Chalco, Amecameca, Texcoco, Tepetlaoxtoc, Ixtapaluca y Nezahualcoyotl.

Los datos proporcionados por CONAFOR en su informe de avances del 2002, muestran que a la fecha se han apoyado 21 proyectos destinados a la obtención de materias primas forestales maderables y otros productos en la Región XIII, Valle de México. El Cuadro 24 muestra las superficies y apoyos monetarios asignados.

Cuadro 24. Proyectos de plantaciones forestales aprobados por el PRODEPLAN 2002 en la Región XIII-Valle de México.

| Nombre del Solicitante                       | Superficie a Plantar (ha) | Apoyo Total Asignado (pesos) | Estado  |
|--|---------------------------|------------------------------|---------|
| Agros Navidad, S.A. de C.V.                  | 100.00                    | 796,851.00                   | México  |
| Bienes Comunales de Calimalaya               | 20.00                     | 159,370.20                   | México  |
| Bienes Ejidales de Temoya                    | 12.00                     | 95,622.12                    | México  |
| Regina Silva Estudillo                       | 1.50                      | 11,952.77                    | México  |
| José Luis Estrada Portilla                   | 9.00                      | 71,716.59                    | México  |
| Comunidad Indígena San Miguel Tecpan         | 18.00                     | 143,433.18                   | México  |
| Abdón Colin López                            | 7.00                      | 55,779.57                    | México  |
| Gerardo Tejeda Aguirre                       | 7.00                      | 55,779.57                    | México  |
| Fernando Domínguez González                  | 3.00                      | 23,905.53                    | México  |
| Alejandro Romero Castro                      | 3.00                      | 23,905.53                    | México  |
| Tiburcio Colin Nava                          | 7.00                      | 55,779.57                    | México  |
| Fabián Gomora Nieto                          | 5.00                      | 39,842.55                    | México  |
| Bienes Comunales de Santa María Atorasquillo | 5.00                      | 39,842.55                    | México  |
| Gerardo Fernández Linares                    | 1.00                      | 7,968.51                     | México  |
| Apolonio Carvajal Cuandon                    | 10.00                     | 79,685.10                    | México  |
| Arturo Alcántara Chávez                      | 12.00                     | 95,622.12                    | México  |
| Oscar Jiménez Rayón                          | 10.00                     | 79,685.10                    | México  |
| Efraín Maya Morales                          | 10.00                     | 79,685.10                    | México  |
| Juan Monroy Velásquez                        | 3.00                      | 23,905.53                    | México  |
| René Gabriel Montiel Peña                    | 20.00                     | 159,370.20                   | México  |
| Martha Cecilia Chávez Peón-Hoffmann Pinther  | 60.00                     | 478,110.60                   | Hidalgo |

#### 2.4.13 Protección y restauración

Para la Subregión Valle de México, específicamente en el Vaso del ex Lago de Texcoco, el programa de reforestación en terrenos degradados ha tenido gran repercusión en el ambiente, ya que las obras y la vegetación forestal ha propiciado un aumento en la biodiversidad, con la aparición de 41 especies vegetales, logrando cubrir en un 55 % las áreas rehabilitadas.

Las especies forestales más eficientes para el programa de control de la erosión, para la reducción de arrastre de sedimentos y en general en el impacto ecológico, son las plantaciones de eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis*) pinos (*Pinus montezumae*, *P. michoacana*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *P. patula*, *P. radiata* *P. halpensis* y *P.oaxacana*) (Cruickshank, 1998).

Se ha recuperado un 90% las cuatro subcuencas mas deterioradas (Texcoco, Chapingo, San Bernardino y Santa Mónica) las cuales presentaban en 1971 los mayores índices de asolves, de áreas erosionadas y de desaparición de cubierta vegetal en sus áreas de aporte (parte media y alta). Este avance representa una superficie total beneficiada de 11,277 ha, habiendo logrado recuperar 2,100 ha que se

encontraban completamente erosionadas en esta zona denominada Oriente del Valle de México (Cruickshank, 1998).

En la parte Sur del Distrito Federal, específicamente en las delegaciones de Tlalpan y Milpa alta, se esta llevando a cabo un monitoreo de especies de reforestación desarrollado por la UAM Xochimilco, con cuatro especies de pinos (*P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. hartwegii*). Se plantea que la producción de plantas forestales para la reforestación del Sur de la Ciudad de México y en general del Valle de México sea asumida por el nuevo complejo de viveros de (NVC), creado por el Departamento del Distrito Federal bajo un ambicioso plan en el cual participa un complejo organizacional que responde a un financiamiento internacional encabezado por Japón (CONSERVA, 1998).

En el Desierto de los Leones, también en el Distrito Federal, la corporación de Ingenieros y Urbanistas S.A. de C.V., desarrolló el Programa de Rescate del Desierto de los Leones. Su objetivo principal fue el ordenar las actividades en el Parque y las regiones aledañas, con el fin de evitar el deterioro ecológico y la urbanización ilegal de las áreas señaladas (CONSERVA, 1998).

Según la delegación regional de la SEMARNAT en el estado de Hidalgo, para la subregión Río Tula específicamente en los municipios de el Cardonal e Ixmiquilpan se aprobaron para este año los proyectos de “Conservación y restauración de suelos a través del establecimiento de plantaciones agroforestales con la construcción de terrazas y zanjas a nivel” y “Revegetación de suelos mediante el establecimiento de plantaciones forestales y reforestación”, respectivamente (PRODERS, 2002).

#### **2.4.14 Recursos no maderables**

Las posibilidades para la obtención de productos no maderables en la subregión Valle de México, por extensión, son mínimas. A pesar de ello, revisten importancia económica sobre todo en las comunidades rurales. A nivel local los usos más importantes consisten en la extracción de resina (en pináceas) para la producción de ciertos subproductos utilizados en los procesos industriales y el aprovechamiento de ciertas plantas en la fabricación de artesanías, actividad que representa un ingreso económico notable (PROBOSQUE, 1996).

La resina es aprovechada en niveles poco significativos a pesar de que las posibilidades de uso son buenas al utilizar especies resinables como *Pinus leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. michoacana* y *P. teocote*.

Existen varias especies no maderables que son aprovechadas de manera tradicional al ser recolectadas por las poblaciones rurales de los alrededores. Se trata principalmente de especies alimenticias como la zarzamora (*Rubus liebmannii*), el capulín (*Prunus Serotina*) el madroño (*arbutus xalapensis*), de las cuales se consume el fruto; y medicinales, como el gordolobo (*Gnaphalium raseum*), la hierba del carbonero (*Satureja macrostema*), el tepozán (*Buddlia cordata*) y la jarilla (*Senecia salignus*) (PROBOSQUE, 1996).



En terrenos muy específicos de pequeñas localidades del territorio del Valle de México se aprovecha la *Yuca filifera*. Esta es una especie de la cual se obtienen fibras a partir de sus hojas, materia prima para la elaboración de sombreros, artesanías, cuerdas y petates. Algunas de las comunidades vegetales por su extensión, no son cartografiables a la escala del proyecto aquí reportado. Dichas áreas han sido sometidas a pastoreo de ganado caprino, actividad que ha provocado procesos erosivos en el terreno. Esta especie necesita de un periodo largo para su recuperación y propagación.

Dentro del rubro de la industria forestal dedicada a los recursos no maderables, podemos apreciar según el Cuadro 25 que es casi inexistente la industria forestal no maderable para la Región XIII. En la subregión Valle de México, específicamente en el Distrito Federal, existen 14 industrias dedicadas al aprovechamiento de tierra de monte. Para los demás estados que conforman la Región XIII, las expectativas de la industria forestal no maderables son poco alentadoras (SEMARNAT, 2000).

Cuadro 25. Industrias forestales no maderables por giro industrial en la Región XIII- Valle de México.

|                 | D.F. | Hidalgo | México | Tlaxcala             |
|-----------------|------|---------|--------|----------------------|
| Resina          | 0    | 0       | 2      | no reporta actividad |
| Fibras          | 0    | 0       | 0      | no reporta actividad |
| Gomas           | 0    | 0       | 0      | no reporta actividad |
| Ceras           | 0    | 0       | 0      | no reporta actividad |
| Otros           | 4    | 4       | 0      | no reporta actividad |
| Tierra de monte | 14   | 0       | 0      | no reporta actividad |

### 2.4.15 Protección de recursos

#### Áreas naturales protegidas

En la subregión del Valle de México existen 51 áreas naturales de las cuales 24 son por decreto estatal y 27 por decreto federal. Se destacan el Parque Nacional Serranía del Ajusco y el Parque Nacional Izta-Popo, por su gran importancia a nivel Forestal. En la subregión Río Tula únicamente existen tres reservas federales (Ver Cuadros 26 y 27).

Cuadro 26. Áreas naturales protegidas establecidas por decretos estatales en la Región XIII-Valle de México.

| <b>Subregión Valle de México</b>   |   |                       |                        |
|--|---|-----------------------|------------------------|
| <b>Distrito Federal</b>  | <b>Ubicación</b>  | <b>Año de Decreto</b> | <b>Superficie (Ha)</b> |
| Tlalpan y que forma parte del Ajusco-Medio.  | Delegación Tlalpan  | 1998                  | 727.61                 |
| Cuautepec, San Pedro Zacatenco, San Lucas Patoni, San Miguel Chalma, Santa María Ticomán, y Santa Isabel Tola. | Ejididos del Mismo Nombre   | 1990                  | 687.41                 |
| Cerro de la Estrella   | Delegación Iztapalapa   | 1991                  | 143.14                 |
| Xochimilco y San Gregorio  | Ejididos Xochimilco y San Gregorio                                    | 1992                  | 2,657.08               |
| Atlapulco  |   |                       |                        |
| Tercera sección del Bosque de Chapultepec  | Chapultepec   | 1992                  | 141.60                 |
| Bosques de las Lomas   | Delegación Miguel Hidalgo   | 1994                  | 26.40                  |
| Sierra de Santa Catarina   | Delegaciones Tlahuac e Iztapalapa                                     | 1994                  | 576.33                 |
| Bosque de Tlalpan  | Delegación Tlalpan  | 1997                  | 252.86                 |
| <b>Estado de México</b>  |   |                       |                        |
| Sierra de Guadalupe  | Municipios de Tlalnepantla, Ecatepec de Morelos, Coacalco Y Tultitlán | 1976                  | 5,306.75               |
| Sierra Patlachique   | Municipios de Acolman, Tepetlaoxtoc y Chiautla                        | 1977                  | 2,915.03               |
| Sierra de Tepetzotlán.   | Municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca                                | 1977                  | 10,606.83              |
| Cerro Gordo  | Municipios de Temascalapa, Axapusco y San Martín de Las Pirámides     | 1977                  | 2,915.03               |
| Parque Atizapán-Valle Escondido  | Municipio de Atizapán de Zaragoza                                     | 1978                  | 300                    |
| Metropolitano de Naucalpan   | Municipio de Naucalpan de Juárez                                      | 1979                  | 157.07                 |
| Parque Tlalnepantla  | Municipio de Tlalnepantla   | 1979                  | 4.2                    |
| Parque Estado de México-Naucalli   | Municipio de Naucalpan de Juárez                                      | 1982                  | 53.23                  |
| Sierra Hermosa   | Municipio de Tecamac  | 1994                  | 618.00                 |
| San José Chalco  | Municipio de Ixtapaluca   | 1994                  | 16.93                  |
| Espíritu Santo   | Municipio de Jilotzingo   | 1994                  | 234.01                 |
| Barrancas del Huizachal  | Municipio de Naucalpan  | 1994                  | 61.40                  |
| Barrancas Río La Pastora, Río de la Loma y Río San Joaquín   | Municipio de Huixquilucan.  | 1994                  | 129.77                 |
| Barranca Tecamachalco  | Municipio de Naucalpan de Juárez                                      | 1996                  | 15.42                  |
| Barranca México 68   | Municipio de Naucalpan de Juárez                                      | 1996                  | 1.15                   |

Cuadro 27. Áreas naturales protegidas establecidas por decretos federales en la Región XIII-Valle de México.

| <b>Distrito Federal</b>                                | <b>Ubicación</b>               | <b>Año de Decreto</b> | <b>Superficie (Ha)</b> |
|--|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Parque Nacional Desierto de los Leones                 | Delegación Cuajimalpa          | 1917                  | 1,529                  |
| Zona Protectora Forestal Bosque de la Cañada Contreras | Delegación Magdalena Contreras | 1932                  | 3,100                  |
| Parque Nacional Cumbres del Ajusco                     | Serranía del Ajusco            | 1936                  | 515                    |
| Parque Nacional Fuentes Brotantes de                   | Delegación Tlalpan             | 1936                  | 129                    |

|   |   |                       |                      |
|---|---|-----------------------|----------------------|
| Tlalpan   |   |                       |                      |
| Parque Nacional El Tepeyac  | Serranía de Guadalupe,  | 1937                  | 1,500                |
| Parque Nacional Cerro de la Estrella  | Iztapalapa  | 1938                  | 143.14               |
| Parque Nacional Histórico Coyoacán  | Delegación Coyoacán   | 1938                  | 584                  |
| Zona Protectora Forestal Río La Magdalena   | La Magdalena  | 1947                  | 60                   |
| Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin  | Municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos | 1988                  | 37,302               |
| <b>Estado de México</b>   | <b>Ubicación</b>  |                       | <b>Ha</b>            |
| Zona Protectora Forestal de la superficie que comprenden los terrenos municipales de la Sierra de Guadalupe | Municipios de Tlalnepantla, Ecatepec de Morelos, Coacalco y Tultitlán,  | 1923                  | 5,306.75             |
| Zona Protectora Forestal de los terrenos forestales de la Hacienda de San José de los Leones                | Terrenos de la Hacienda de San José de Los Leones,  | 1923                  | 25,679               |
| Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla  | Los Llanos de Salazar, Estado de México   | 1936                  | 1,760                |
| Parque Nacional Iztaccíhuatl–Popocatepetl   | Las Montañas Denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl.   | 1935                  | 25,679               |
| Parque Nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl   | Los Terrenos de la Hacienda El Molino de Flores, en Texcoco   | 1937                  | 49                   |
| Parque Nacional Los Remedios  | cerro Moctezuma, Tenatongo y Tepalcata.   | 1938                  | 400                  |
| Parque Nacional Sacromonte  | Amecameca   | 1939                  | 45                   |
| Zona Protectora Forestal Poblado de Río Frío y Zoquiapan  | Las Montañas denominadas Iztaccíhuatl y Popocatepetl  | 1935                  | 19,413               |
|   |   | <b>Año de Decreto</b> | <b>Superficie Ha</b> |
| <b>Hidalgo</b>  | <b>Ubicación</b>  |                       |                      |
| Zona Protectora Forestal Terrenos Forestales que rodean la Ciudad de Pachuca                                | Pachuca   | 1937                  |                      |
| Parque Nacional El Chico  | La Sierra De Pachuca  | 1982                  | 2,739                |
|   | <b>Subregión Río Tula</b>   |                       |                      |
| <b>Edo. de México</b>   | <b>Ubicación</b>  | <b>Año de Decreto</b> | <b>Superficie Ha</b> |
| Chapa de Mota   | Municipios De Chapa De Mota y Villa Del Carbón  | 1977                  | 6,215                |
| Parque Nacional Tula  | Tula (Hidalgo)  | 1981                  | 99                   |

Es importante mantener áreas naturales protegidas para preservar la diversidad biológica y para proporcionar otras alternativas de ingresos económicos para los pobladores que se encuentran en dichas áreas. Una alternativa real y viable de estas zonas protegidas son los llamados servicios ambientales. Se define como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas (incluyendo las especies y los genes) por medio de los cuales el hombre obtiene algún tipo de beneficio.

Estos servicios mantienen la biodiversidad y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Varios son los servicios que

proporciona la biodiversidad, control y manejo de desechos orgánicos, la formación de suelo y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de bióxido de carbono y producción de agua (Cairns, 1995).

#### Especies incluidas en la NOM-059-ECOL-2001

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de Marzo del 2002, las especies que resaltan en el listado por su importancia forestal en dicha norma y que se distribuyen dentro de la Región XIII-Valle de México son: *Taxus spp*, *Pseudotsuga spp*, y *Pinus pinceana*. Estas especies se encuentran en la categoría de protección especial que asigna la Norma Oficial Mexicana. Cabe señalar que la distribución de estas especies en la Región XIII-Valle de México es predominante para la subregión Río Tula.

## CAPÍTULO

### ¿A DÓNDE QUEREMOS LLEGAR?

# 3

## EL SECTOR EN LA REGIÓN

### 3.1 Desafíos del sector en la Región

El diagnóstico presentado en apartados anteriores muestra que la Región XIII-Valle de México presenta una de las problemáticas más complejas, tanto a nivel nacional como internacional, en relación con el deterioro de los recursos naturales. La problemática está asociada, por un lado, con el hecho de que en esta región históricamente se ha concentrado un elevado porcentaje de la población total del país, con una serie de implicaciones socio-económicas, que han impactado drásticamente en los recursos forestales e hidrológicos de la Región. Por otro lado, también influyen en esta problemática los factores físicos del ambiente, como la topografía del terreno, el origen geológico de los suelos y las condiciones climáticas, entre otros.

El deterioro de los recursos naturales ha ocasionado una severa crisis en la región desde el punto de vista hidrológico. La Comisión Nacional del Agua en su diagnóstico de la situación de los recursos hidráulicos en la Región XIII señala los siguientes (CNA, 2002):

- a) Insuficiencia en el suministro de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (la zona urbana que mayor presión ejerce sobre el recurso hidráulico en todo el país).
- b) Suministro insuficiente de agua potable fuera de la Zona Metropolitana.
- c) Contaminación de cuerpos de agua.
- d) Presencia de inundaciones frecuentes.
- e) Sobreexplotación de acuíferos.
- f) Suministro insuficiente de agua para uso agropecuario.

La presión demográfica sobre los recursos naturales ha llevado a la degradación de bosques y suelos, a la sobreexplotación de los recursos de agua subterránea, a la degradación de la cuenca, con su máxima expresión en la desaparición de los sistemas lagunarios existentes en su origen, así como a la generación de un gran volumen de aguas residuales que si bien han contribuido al desarrollo agrícola en el Valle de Tula, han generado problemas asociados con la contaminación de los cuerpos de agua receptores.

Además de las consecuencias bien conocidas de la presión excesiva sobre los recursos, como es la deforestación, el hundimiento de la ciudad, la desecación del lago de Texcoco y otros de carácter ambiental, actualmente también se perciben otros problemas derivados de las condiciones socio-económicas prevalecientes. Sin embargo, la variabilidad espacial de los factores físicos y socioeconómicos hace que existan variantes importantes en cuanto al origen y naturaleza de la problemática

existente en la región. Estas diferencias son más notorias si se considera el diagnóstico de las condiciones existentes en las dos subregiones en que se ha dividido a esta Región Hidrológica (subregión Tula y subregión Valle de México). Por lo tanto, la identificación de áreas o zonas prioritarias (ver Figura 36), la descripción de su problemática y de las acciones que se proponen para atender esa situación, se hace por separado para cada subregión.

### **3.2 Visión y misión de la Gerencia Regional.**

Dado el panorama crítico de los recursos naturales existentes, resultado de la alta densidad de población, la preservación de recursos forestales y sus recursos asociados, suelo y agua, debe ser uno de los objetivos principales de la Gerencia Regional. Se debe proyectar a futuro y visualizar la región con mayores oportunidades recreativas para los habitantes de la zona. Es decir, se debe fomentar el propósito múltiple del uso de los recursos forestales con la finalidad de conservar del suelo y retener de agua para su uso continuo durante las diferentes épocas del año. Lo anterior podría consolidarse fomentando la venta de servicios ambientales y turísticos, más que de productos maderables. La cercanía de la Ciudad de México debe aprovecharse implementando políticas adecuadas para la venta de servicios del bosque.

Las condiciones sociodemográficas existentes en la zona hacen que la conservación de los recursos naturales en la Región sea más que prioritaria. Es materia de seguridad nacional el fomentar un uso del suelo compatible con la más primordial de todas las necesidades en esta parte del país; el abastecimiento de agua de calidad a los pobladores.

De manera más específica, y en congruencia con la visión del sector forestal para el país, definida en el Programa Estratégico Forestal 2025 y el Programa de Desarrollo Forestal 2001 2006, la Gerencia Regional visualiza un sector donde:

- Las personas que habitan las zonas forestales mejorarán su calidad de vida a través de la implementación de acciones que generarán más y mejores fuentes de empleo, y mediante la captación de beneficios producto de una retribución económica por el suministro de servicios ambientales a los habitantes de las áreas región.
- Los impactos ambientales negativos disminuirán a consecuencia de una merma en la tasa de deforestación anual.
- Un porcentaje considerable de la superficie actualmente degradada será restaurada mediante programas de reforestación con especies adecuadas a la región, y mediante la restauración de suelos.
- Las reforestaciones y obras de conservación-restauración de suelos serán monitoreadas para asegurar su impacto positivo en la recuperación del ambiente de la región.
- Existirá un cambio positivo en la actitud de los pobladores de la región en relación al respeto por el entorno ecológico. Mediante campañas de educación y

- concientización, enfocadas preferentemente a niños y juventud, se logrará un uso más adecuado y racional de los recursos agua, suelo y bosque.
- Existirá un mejor entendimiento entre la sociedad y el gobierno en materia de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.
  - Se contará con un plan de ordenamiento territorial que defina los mejores usos de las diferentes áreas de la región. Además de que se habrá regulado el tipo de actividades permitidas en cada condición en función de su capacidad innata y en el consenso de uso por parte de los diversos actores involucrados –sociedad, gobierno.

Así, la misión de la Gerencia de la Región XIII-Valle de México es impulsar mediante la gestión, los programas y acciones pertinentes para lograr, en el mediano y largo plazos, la visión del sector forestal resumida en los puntos anteriores. El objetivo final es elevar la calidad de vida de los mexicanos mediante un incremento en las oportunidades de empleo en el sector.

### **3.3 Principios.**

La Comisión Nacional Forestal de manera sucinta enunció en el Programa Nacional Forestal 2001-2006 los principios que deben regir sus planes, programas y acciones. Es entendible, y además congruente, que estos principios deben ser aplicados a las actividades que desarrolla la Gerencia Regional XIII-Valle de México.

Con el único fin de evitar cualquier distorsión o interpretación errónea de los principios enunciados por la CONAFOR, los párrafos siguientes presentan extractos literales de lo más importante enunciado en ellos (CONAFOR, 2001).

#### *Humanismo*

Cada persona es un ser único y, por ello, el fin primordial de las acciones del estado es lograr el desarrollo integral del ser humano y de sus comunidades. Con respeto a la diversidad cultural y étnica y a las tradiciones de las comunidades que viven en zonas forestales, así como en estricto apego a las leyes de nuestro país, se trabajará en coordinación con los estados para el mejoramiento de las condiciones de vida que aseguren un mejor futuro para todos.

#### *Equidad*

Los ciudadanos son iguales ante la ley y deben tener las mismas oportunidades para desarrollarse. El trato equitativo y respetuoso para todos los estados y municipios del país, para los poseedores de los terrenos, para las comunidades que habitan las zonas forestales así como para los inversionistas del sector, será la base del desarrollo forestal sustentable. La CONAFOR ofrecerá oportunidades de desarrollo, capacitación, financiamiento y programas de apoyo para todos, tomando en cuenta las diferencias,

capacidades e intereses en cada uno y exigiendo resultados que beneficien a todos y consideren el cuidado de nuestros bosques y medio ambiente.

### *Cambio*

El cambio en México exige el establecimiento de un sistema democrático y responsabilidad compartida entre las instituciones públicas y las organizaciones de la sociedad. Exige también un trabajo serio y entusiasta para dejar atrás prácticas y supuestos obsoletos y emprender un proceso de cambio y transformación con ideas innovadoras y creativas. Se requiere un cambio de paradigmas; un cambio de cultura que permita la evolución hacia enfoques proactivos y visionarios.

### *Inclusión*

Para lograr que las oportunidades lleguen a toda la población, se requiere una nueva relación entre el gobierno y la sociedad que permita la creación de nuevas formas de inclusión, así como la reconstitución del tejido social. La CONAFOR tiene entre sus prioridades, el promover la organización e integración de asociaciones privadas para el manejo de recursos forestales, fortalecer ejidos y comunidades y desarrollar nuevos esquemas de cooperación y solidaridad entre los integrantes de la cadena productiva, con el fin de que los beneficios no excluyan a nadie y lleguen al mayor número de personas y comunidades.

### *Sustentabilidad*

Es un hecho que en los procesos de desarrollo industrial, de urbanización y de dotación de servicios, los recursos naturales no se han cuidado de manera responsable, al anteponer el interés económico a la sustentabilidad del desarrollo. El desarrollo debe ser, de ahora en adelante, limpio, preservador del ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza. Así, el desarrollo debe sustentarse en la vida porque de otra manera no sería sustentable en función del país que queremos. A través del manejo forestal sustentable que significa integrar aspectos ambientales, sociales y económicos que garanticen la conservación de los ecosistemas forestales, lograremos que el desarrollo de nuestro país sea sustentable para asegurarnos la protección, conservación y desarrollo de nuestro capital natural y el futuro de las próximas generaciones.

### *Competitividad*

En el mundo globalizado, el país requiere un sector productivo más competitivo y sólido para afrontar las exigencias que este entorno presenta. Este gobierno tendrá a la competitividad como uno de los criterios básicos para el desarrollo. En materia forestal sabemos dónde estamos y qué queremos y, a pesar de los escenarios difíciles que se presentan, sabemos que la capacidad de los mexicanos, la mano de obra calificada, el entusiasmo y la voluntad para trabajar que hay en México, son el gran capital con que contamos para competir con eficiencia y éxito a nivel nacional e internacional. Las estrategias y programas de acción en materia forestal, contemplan el desarrollo de



sistemas de información avanzados y de alta tecnología que serán puestos al alcance de todos los usuarios del sector con el fin de ir reduciendo la brecha entre comunidades y regiones y así contribuir al desarrollo de un México más competitivo.

### *Desarrollo regional*

Vivimos en un México de fuertes contrastes. Existen enormes diferencias en cuanto a condiciones geográficas y una inmensa diversidad en sus recursos naturales. El desarrollo económico y humano es desigual a lo largo y ancho del país, causando grandes desequilibrios: algunas zonas son modernas e industrializadas, mientras que otras son pobres y poco desarrolladas. Para atender y resolver los problemas del sector forestal, la CONAFOR trabaja bajo un esquema regional de trece sedes que prende dar atención a los habitantes más marginados, trabajar mano con mano con los dueños de la tierra y promover el desarrollo de planes concretos para cada región que sean acordes a las necesidades propias de cada una de ellas. México exige que todas sus regiones desarrollen sus potencialidades y atiendan sus necesidades a partir de sus propios recursos y de aquellos que el gobierno, los inversionistas y la sociedad aporten para hacer realidad el desarrollo equilibrado, sustentable y justo que la población reclama.

### *Apego a la legalidad*

El principio que dispone que la autoridad gubernamental sólo puede hacer aquello que le está expresamente permitido por las normas jurídicas y que debe actuar respetando los límites, acotamientos y condiciones que le impone el orden jurídico para el caso particular de que se trate, será estrictamente respetado por el Ejecutivo y por todos sus colaboradores. Es prioridad del Ejecutivo convertir a México en un país de leyes, que dé certidumbre, seguridad y confianza a los ciudadanos. La conservación y el uso sustentable de los ecosistemas forestales son una responsabilidad social que se rige por leyes y ordenamientos jurídicos para todos. Es labor de la CONAFOR coordinar estos objetivos aplicando la ley sin excepciones de ninguna naturaleza. Asimismo, la Comisión asume el compromiso de ajustar las leyes vinculadas al sector forestal en coordinación con los Congresos Estatales y con el Congreso de la Unión, bajo un esquema de corresponsabilidad y considerando la representación de la ciudadanía que garantice el crecimiento y el ordenamiento del sector forestal y que México sea un país de leyes.

### *Gobernabilidad democrática*

La administración pública ejercerá el poder público en ella depositado con las formas propias de la democracia. La participación ciudadana se impulsará, desde los espacios de atribución del Ejecutivo, en la administración pública de los tres órdenes de gobierno, para tener lugar desde la planeación del desarrollo hasta el seguimiento y control del mismo. Este gobierno se compromete a fortalecer la participación ciudadana en las acciones de gobierno, respetando los causes institucionales creados para ello. Entre las metas más importantes que guían el trabajo de la CONAFOR está la de fortalecer las organizaciones forestales comunitarias, los comités y los consejos

consultivo nacional, regionales, estatales y municipales del sector forestal, con el fin de que la planeación, el seguimiento, el desarrollo y la evaluación de programas, sean actividades ciudadanas y no sólo responsabilidad del gobierno.

### *Federalismo*

En el mundo moderno y globalizado en el que vivimos, es cada vez más evidente que la descentralización responsable y cuidadosa, basada en criterios de eficacia, respeto a la autonomía y equidad, rinde mayores frutos que la concentración de funciones, facultades y recursos; al mismo tiempo, facilita el ahorro de recursos, la eficacia y el desarrollo sustentable. En la medida en que fortalezcamos a los estados, municipios y les transfiramos atribuciones que hoy tiene la Federación en materia forestal, en esa medida estaremos promoviendo una gestión ambiental integral descentralizada. La CONAFOR está comprometida a acelerar el proceso de federalismo con el fin de avanzar en la justa distribución del gasto, en la capacidad para generar mayores ingresos por parte de los estados y en el poder de decisión y de ejecución de obras y programas.

### *Transparencia*

El Ejecutivo Federal actuará con transparencia en el ejercicio de sus facultades, por lo que los servidores públicos de la Administración Pública Federal estarán obligados a informar con amplitud y puntualidad sobre los programas que tienen encomendados, en términos de logros y alcanzados y recursos utilizados. El objetivo que se persigue es muy claro, se trata de lograr que el gobierno y la sociedad colaboren para erradicar, de una vez por todas, el mal que tanto daño a hecho a nuestro país: la corrupción. Es obligación de la CONAFOR, contribuir en el combate a la corrupción del sector forestal, a través de un trabajo profesional, de calidad y abierto al escrutinio social.

### *Rendición de cuentas*

El establecimiento de un sistema nítido de rendición de cuentas públicas requiere la designación de responsabilidades en las distintas actividades y programas de la administración pública federal, de tal manera que los culpables de la ineficacia o corrupción puedan ser inmediatamente detectados e identificados, para proceder en consecuencia. La rendición de cuentas exige un sistema de planeación que, basado en el Plan Nacional de Desarrollo, defina las prioridades, actividades y metas de cada área de gobierno, así como un sistema de indicadores que mida su cumplimiento y los evalúe en relación con los objetivos del desarrollo nacional. Desde la creación de la CONAFOR, se definió con toda claridad, la obligación de informar en tiempo y forma, a la junta de Gobierno, órgano máximo de decisión, sobre avances, programas y propuestas del sector forestal. Rendir cuentas es una premisa fundamental de nuestro trabajo y constituye una de las actividades más importantes y frecuentes de nuestro quehacer diario.

## CAPÍTULO

### ¿CÓMO VAMOS A LLEGAR?

# 4

## ÁREAS PRIORITARIAS

Este apartado identifica en congruencia con lo definido en el PNF 2001-2006, las estrategias y acciones a desarrollar para cumplir uno de los objetivos fundamentales expresados en el PNF: revertir la condición actual de deterioro en que se encuentran parte de los recursos bosque suelo y agua en la región.

Presenta de manera general, el camino a seguir para alcanzar los objetivos plasmados en el PNF. Acciones detalladas y precisas tendrán que definirse en proyectos y/o programas desarrollados a nivel zona prioritaria con información de escalas grandes a 1:50000 y con recorridos de campo locales.

Para facilitar el entendimiento de las acciones propuestas, la superficie que conforma la Región XIII fue dividida en dos subregiones (Tula y Valle de México, ver Figura 38). Cada una de estas subregiones sirvió como base para identificar las zonas prioritarias; en total se definieron ocho de estas zonas (Figura 38). Posteriormente, para cada zona prioritaria se definieron las estrategias y acciones que deben implementarse.

Antes de entrar a la definición de estrategias y acciones se presenta una descripción general de los principales problemas existentes en la Región. Es de destacarse de acuerdo con el diagnóstico descrito en páginas anteriores, la Región XIII-Valle de México presenta una de las problemáticas más complejas, tanto a nivel nacional como internacional, en relación con el deterioro de los recursos naturales. La problemática está asociada, por un lado, con el hecho de que en esta región históricamente se ha concentrado un elevado porcentaje de la población total del país, con una serie de implicaciones socio-económicas, que han impactado drásticamente en los recursos forestales e hidrológicos de la Región. Por otro lado, también influyen en esta problemática los factores físicos del ambiente, como la topografía del terreno, el origen geológico de los suelos y las condiciones climáticas, entre otros.

El deterioro de los recursos naturales ha ocasionado una severa crisis en la región desde el punto de vista hidrológico. La Comisión Nacional del Agua en su diagnóstico de la situación de los recursos hidráulicos en la Región XIII señala los siguientes (CNA, 2002):

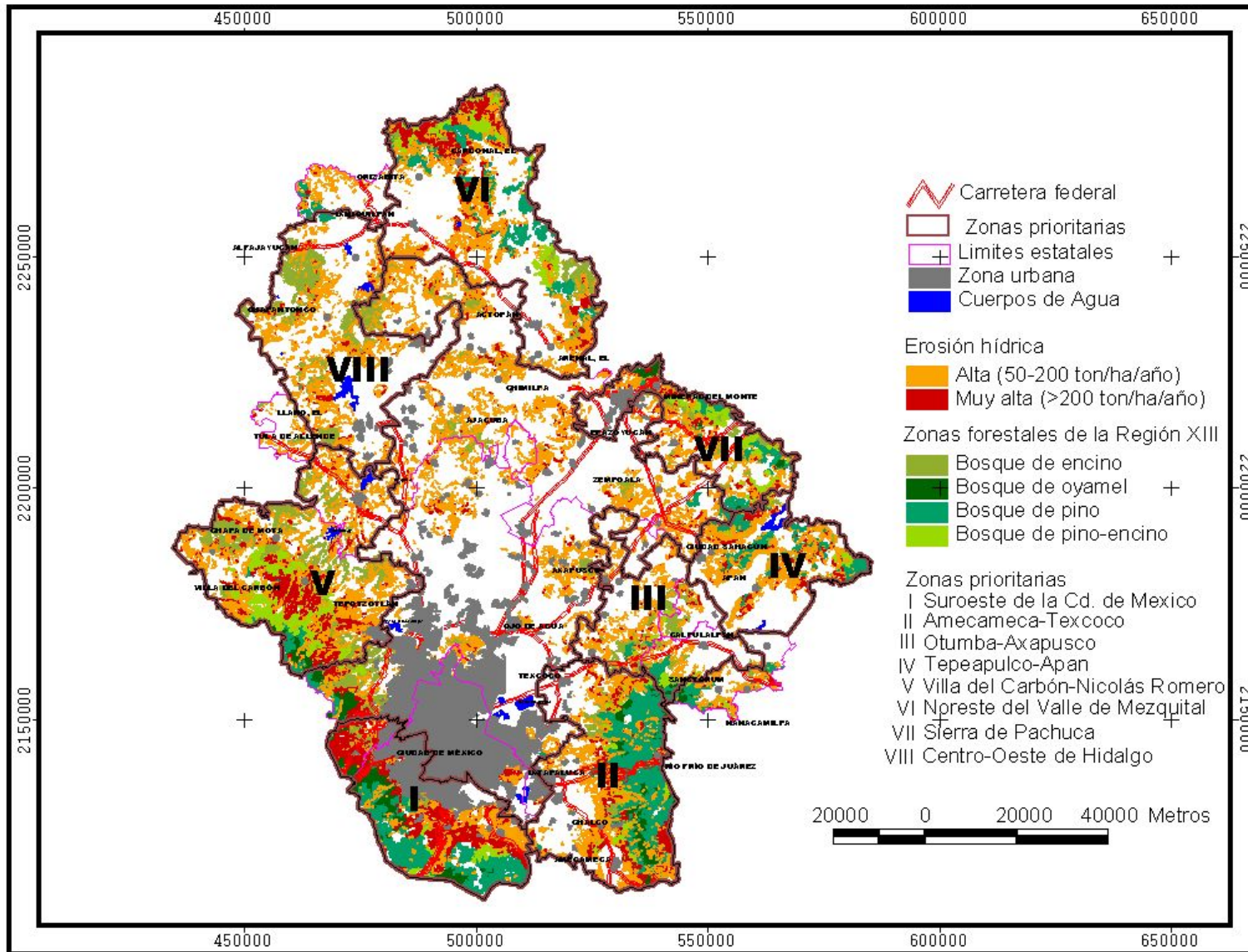


Figura 38. Zonas críticas identificadas en la Región XIII-Valle de México.

- a) Insuficiencia en el suministro de agua potable para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (la zona urbana que mayor presión ejerce sobre el recurso hidráulico en todo el país).
- b) Suministro insuficiente de agua potable fuera de la Zona Metropolitana.
- c) Contaminación de cuerpos de agua.
- d) Presencia de inundaciones frecuentes.
- e) Sobreexplotación de acuíferos.
- f) Suministro insuficiente de agua para uso agropecuario.

La presión demográfica sobre los recursos naturales ha llevado a la degradación de bosques y suelos, a la sobreexplotación de los recursos de agua subterránea, a la degradación de la cuenca, con su máxima expresión en la desaparición de los sistemas lagunarios existentes en su origen, así como a la generación de un gran volumen de aguas residuales que si bien han contribuido al desarrollo agrícola en el Valle de Tula, han generado problemas asociados con la contaminación de los cuerpos de agua receptores.

Además de las consecuencias bien conocidas de la presión excesiva sobre los recursos, como es la deforestación, el hundimiento de la ciudad, la desecación del lago de Texcoco y otros de carácter ambiental, actualmente también se perciben otros problemas derivados de las condiciones socio-económicas prevalecientes. Sin embargo, la variabilidad espacial de los factores físicos y socioeconómicos hace que existan variantes importantes en cuanto al origen y naturaleza de la problemática existente en la región. Estas diferencias son más notorias si se considera el diagnóstico de las condiciones existentes en las dos subregiones en que se ha dividido a esta Región Hidrológica (subregión Tula y subregión Valle de México). Por lo tanto, la identificación de áreas o zonas prioritarias, la descripción de su problemática y de las acciones que se proponen para atender esa situación, se hace por separado para cada subregión. La Figura 38 muestra la totalidad de las zonas prioritarias identificadas en la Región XIII. A pesar del panorama crítico por la alta densidad de población, la preservación de recursos forestales podría consolidarse fomentando la venta de servicios ambientales y turísticos, más que productos maderables. La cercanía de la Ciudad de México debe aprovecharse implementando políticas adecuadas para la venta de servicios del bosque.

Antes de describir las zonas señaladas como críticas es importante resaltar que su problemática y propuestas de acciones a desarrollar fueron definidas con base en información geográfica y de atributos de la Región a escala 1:250 000, por lo que no se pretende proponer acciones detalladas para dar solución a los problemas identificados. Tales recomendaciones tendrán que emerger de estudios específicos posteriores para cada una de las áreas prioritarias señaladas en el presente documento. Adicionalmente, es necesario mencionar la existencia del documento denominado "Programa Hidráulico Regional de la Región XIII, Valle de México" elaborado por la Comisión Nacional del Agua. Dicho documento describe en buena parte la problemática hidrológica de la Región aquí mencionada.

## 4.1 Subregión Valle de México

En esta subregión, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) - una de las mayores concentraciones urbanas y la más grande localizada a más de 2,000 metros sobre el nivel del mar representa un claro ejemplo de la vulnerabilidad del equilibrio ecológico ante la degradación constante de las masas forestales en la partes altas de las cuencas, la creciente necesidad de agua en cantidad y calidad suficiente para la subsistencia humana, así como las necesidades adicionales de servicios ambientales (producción de oxígeno, recreación, etc.). Esta subregión constituye el centro de gravedad demográfico y de actividad económica de la Región y del país. En esta área se presenta más del 95% de la población de toda la Región XIII.

El crecimiento demográfico en el Valle de México es tal, que el deterioro ecológico ocasionado por la expansión de las áreas urbanas, desde el punto de vista exclusivo de los recursos hidráulicos, ha afectado la cantidad y la calidad de los escurrimientos superficiales y de la infiltración del agua. Esta situación ha convertido al agua en la Región en un recurso escaso con incrementos en sus costos a valores sin precedentes. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, el Valle de México representa uno de los casos mundiales de mayor crisis del agua, que pone en peligro a la mayor concentración urbana de la nación. La pérdida irreversible que anualmente sufre su acuífero equivale al agua necesaria para servir a siete millones de habitantes durante un año. La deforestación y la sobreexplotación de los acuíferos en el valle, han reducido la capacidad de recarga de agua subterránea desde hace varias décadas.

Desde este punto de vista, el abastecimiento a los acuíferos subterráneos y la producción de agua superficial de calidad aceptable, junto con la generación de otros servicios ambientales deben ser los objetivos prioritarios del manejo de los recursos forestales en las partes altas de las cuencas vecinas a la zona Metropolitana. En esta subregión se identificaron las siguientes áreas críticas que requieren atención prioritaria:

### 4.1.1 Zona I. Sur-Suroeste de la Ciudad de México.

#### Condición general y problemática

Las montañas del Sur del Distrito Federal son esencialmente de origen volcánico, característica que le permite a los suelos de esta zona tener un alto grado de permeabilidad. Esto favorece la filtración de agua de lluvia hacia los mantos acuíferos, mismos que proporcionan alrededor del 60% del agua que consume la zona metropolitana de la Ciudad de México (CNA, 2000). Conservar en buenas condiciones las áreas boscosas de esta zona, así como evitar el cambio de uso del suelo son prioridades fundamentales de esta área. Existen varias áreas de naturales protegidas en esta zona, incluyendo el Parque Nacional Desierto de los Leones, la Zona Protectora Forestal, los Bosques de la Cañada de Contreras y el Parque Nacional Cumbres del Ajusco, entre otras. Desafortunadamente todas ellas están sometidas a una fuerte presión y amenaza constante de ocupación por parte de pobladores del área urbana.

Esta zona incluye los terrenos de vocación forestal del suelo de conservación de la Ciudad de México, abarca parte de las Delegaciones de Xochimilco, Tlalpan, Milpa Alta y Magdalena Contreras en el Distrito Federal y algunos Municipios aledaños del Estado de México, como Topilejo, Naucalpan y Huixquilucan (Figura 39). En términos generales, representa una superficie de 108 790 ha, de las cuales aproximadamente el 40% todavía mantiene una cobertura de vegetación natural adecuada, y el resto presenta niveles moderados o elevados de disturbio y destrucción de los recursos naturales (Cuadro 28).

El Cuadro 28 muestra la superficie aproximada de esta Zona que aún mantiene niveles aceptables de cobertura vegetal forestal, así como de los terrenos que presentan un grado de erosión alta (50 – 200 ton/ha/año de pérdida de suelo) y muy alta (más de 200 ton/ha/año). Son estas áreas, que representan alrededor del 75% de la superficie total en la Zona las que tienen mayor prioridad para ser atendidas mediante algunos de los programas esenciales de la CONAFOR, como PRODEFOR, PROCYMAF, PRONARE Y PRODEPLAN. Con el fin de simplificar la exposición y para resaltar las áreas de mayor relevancia en cuanto a prioridad, no se presentan las áreas con grados de erosión nula, ligera y moderada, que también representan porcentajes importantes de la superficie total en esta zona.

Cuadro 28. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona I Suroeste de la Cd. de México.

| <b>Característica</b>                     | <b>Superficie<br/>(ha)</b> | <b>% de la Zona</b> |
|---|----------------------------|---------------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>43, 465.82</b>          | <b>39.95</b>        |
| Bosque de Encino                          | 4, 789.46                  | 4.40                |
| Bosque de Oyamel                          | 10, 869.04                 | 9.99                |
| Bosque de Pino                            | 24, 961.96                 | 22.94               |
| Bosque de Pino-Encino                     | 2, 845.37                  | 2.62                |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>39, 605.55</b>          | <b>36.40</b>        |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 20, 407.02                 | 18.76               |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 19, 198.53                 | 17.65               |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>108, 793.29</b>         |                     |

Como se mencionó al inicio, esta zona tiene una posición estratégica con respecto a la recarga de los mantos acuíferos del subsuelo de la Ciudad de México; sin embargo, el nivel de deterioro que presenta actualmente hace que no cumpla adecuadamente su función. La mayoría de los ecosistemas forestales naturales se encuentran fuertemente fragmentados por el cambio de uso del suelo. La fuerte presión demográfica y expansión de la Ciudad de México, ha fomentado la urbanización de estos suelos de conservación, siendo en muchas ocasiones asentamientos irregulares. Existen en la zona varios asentamientos humanos regulares e irregulares, algunos de ellos ocupando

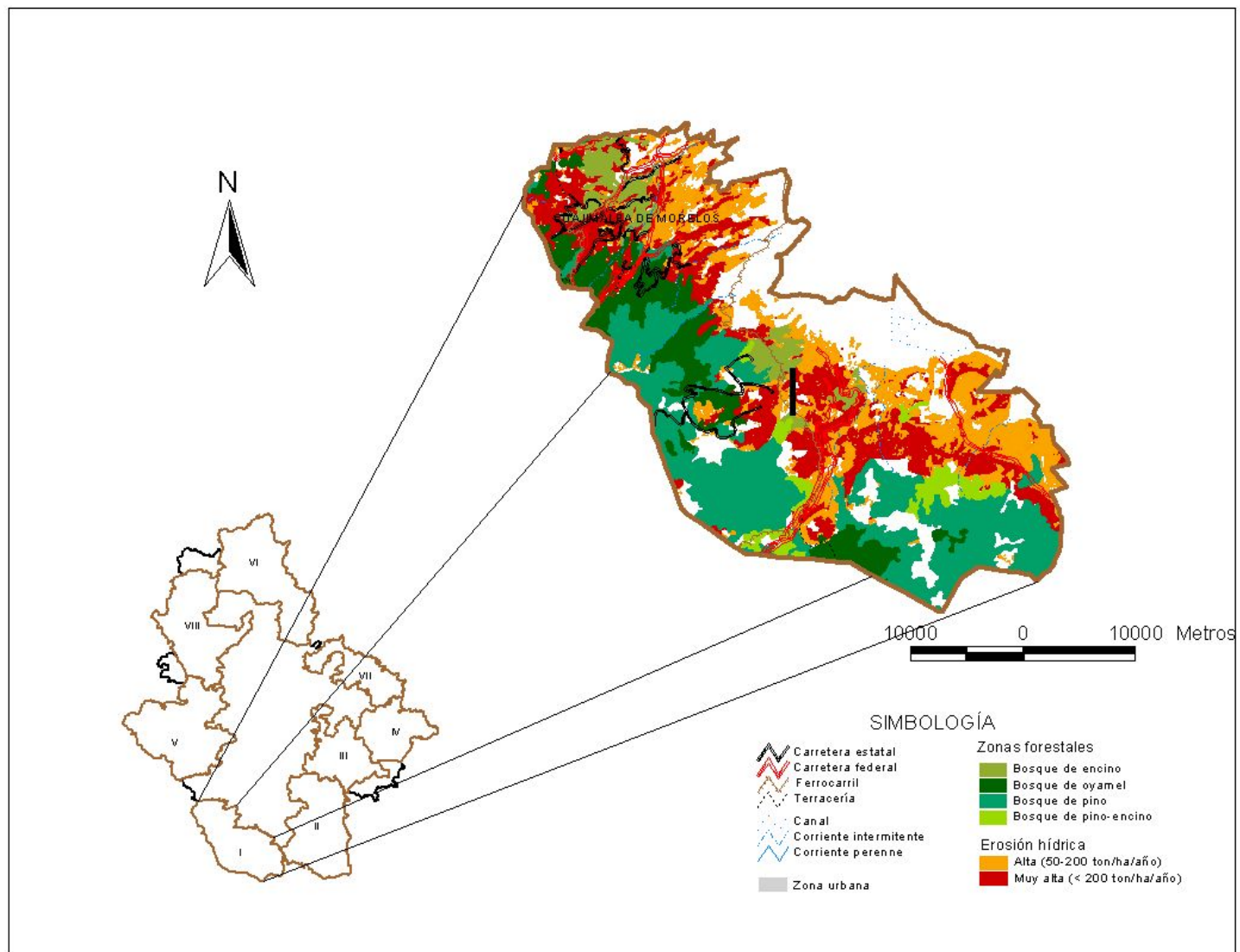


Figura 39. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en el Zona Suroeste de la Ciudad de México.



incluso áreas naturales protegidas, zonas de recarga de acuíferos y sitios de alto riesgo en cañadas y barrancas, cerca de las corrientes superficiales.

La deforestación de los bosques y la pérdida de suelos, así como la invasión de los mismos con áreas impermeables pavimentadas han generado condiciones de escurrimiento diferentes a las que se tenían en condiciones naturales. En términos generales, se ha reducido la capacidad de retención de agua en la cuenca, con la correspondiente reducción de la capacidad de recarga del acuífero y la generación de escurrimientos torrenciales de gran magnitud y corta duración que saturan más fácilmente la infraestructura hidráulica y, por lo tanto, provocan mayores problemas de inundaciones.

Asociado a los problemas de urbanización, existe un daño adicional a los ecosistemas naturales por contaminación atmosférica que varía de moderado a severo, lo que está ocasionando problemas de regeneración natural y declinación de la vegetación arbolada. A estos efectos se suman los problemas de aprovechamientos no regulados, y alta incidencia de incendios provocados o accidentales (Fotografía 1). En particular se puede mencionar las elevadas importaciones de nitrógeno (20 kg/ha/año) en los bosques aledaños, lo cual ha generado acidez del suelo y desbalances nutricionales en bosques de pino y oyamel (Fenn *et al.*, 2002).



Fotografía 1. Cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, urbano y pecuario en el municipio de Huixquilucan, Estado de México. Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) del punto de toma 461,625 m longitud y 2,140,822 m latitud.

Debido a la fragilidad natural de los suelos por su origen geológico, las fuertes pendientes del terreno, las condiciones de precipitación pluvial con eventos torrenciales frecuentes, y la reducida cubierta vegetal, existen fuertes problemas de erosión. La baja capacidad de infiltración del agua de lluvia en las partes altas de la cuenca, producto de la pérdida de la cobertura vegetal y la falta de sistemas de regulación de los caudales superficiales generan problemas de desborde de los cauces en las barrancas, destrucción de infraestructura e inundaciones periódicas en las áreas urbanas aledañas. Las partículas suspendidas, producto de la erosión, generan problemas adicionales de calidad del agua y obstrucción de la red de drenaje en las comunidades urbanas aledañas, que deriva en costos elevados de mantenimiento periódico.

### **Objetivos, estrategias y líneas de acción**

Para atender esta situación crítica en esta zona de amortiguamiento ambiental y recarga de acuíferos, se deben enfocar los esfuerzos y acciones de la CONAFOR y acciones para cumplir los siguientes objetivos.

*Objetivo 1.* Minimizar el cambio de uso del suelo.

#### *Estrategias*

- Impulsar políticas que aseguren la aplicación de un plan de Ordenamiento Territorial de la zona.

#### *Acciones*

- Promover mecanismos legales y normas básicas que desincentiven el cambio de uso del suelo para fines urbanos, especialmente en aquellas áreas donde todavía existe una cubierta forestal suficiente para favorecer la infiltración del agua de lluvia.
- Iniciar programas de apoyo a los propietarios de estos terrenos para que tengan otras opciones de ingreso económico que permitan un uso sustentable de estos ecosistemas sin que se recurra al cambio de uso del suelo.
- Promover el establecimiento de compensaciones económicas a los dueños de los recursos forestales por los servicios ambientales que representan estos bosques a la zona urbana. En palabras de Fernández-Eguiarte et al. (2002), “es necesario darle a los terrenos situados en el suelo de conservación un valor de uso mayor a su valor de cambio”.
- Fomentar el aprovechamiento de recursos no maderables, incluyendo actividades de recreación y ecoturismo.

*Objetivo 2.* Restaurar áreas degradadas y fragmentadas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

### *Estrategia*

- Concertar con anticipación áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y mantenimiento.

### *Acciones*

- En las áreas que se encuentran deterioradas o con una pérdida significativa de la cubierta forestal se deben continuar los programas de recuperación y reforestación que ha iniciado desde hace varios años la Comisión de Recursos Naturales del Distrito Federal, utilizando en lo posible las especies nativas de la zona.
- Planear, diseñar y establecer obras de conservación de suelos e infiltración in situ del agua de lluvia, obras de corrección, protección y estabilización de los cauces superficiales, así como obras de regulación de caudales y retención de azolves en las partes altas de la cuenca.

*Objetivo 3.* Estabilizar la erosión en áreas agrícolas.

### *Estrategias*

- Identificar mediante proyectos específicos áreas agrícolas con potencialidad de ser reconvertidas a un uso forestal o agroforestal.

### *Acciones*

- En terrenos forestales que ya han sido convertidos a un uso agrícola, es necesario propiciar el establecimiento de sistemas agroforestales compatibles o cultivos que permitan mantener una cubierta vegetal permanente, para reducir los problemas de erosión del suelo.
- Promover la reconversión de áreas con uso actual agrícola a uso forestal mediante la promoción de políticas de pago de servicios ambientales.

*Objetivo 4.* Lograr un estado saludable del recurso forestal

### *Estrategias*

- Fortalecer la prevención de incendios atendiendo las causas que los originan.
- Mejorar los sistemas de manejo silvícola en los bosques naturales de la zona.

### *Acciones*

- Implementar campañas de educación a nivel escolar y en medios masivos de comunicación para concienciar a la población sobre los efectos de los incendios forestales en el ambiente.
- Promover e implementar programas de prevención y control de incendios forestales. Esto implica adquirir herramientas y tecnología de punta para lograr una detección a temprana de incendios y para optimizar los recursos disponibles para prevenir eventos catastróficos como el ocurrido en 1998 en el Parque Nacional Desierto de los Leones.
- Implementar un programa de saneamiento y repoblación de los ecosistemas que se encuentran en proceso de declinación por la contaminación ambiental.
- Reforzar el programa de detección, control y combate de plagas y enfermedades en los ecosistemas forestales que se encuentran debilitados por la acción de diversos factores abióticos.

#### **4.1.2 Zona II. Amecameca-Texcoco.**

##### **Condición general y problemática**

Esta zona representa la parte Oriente de la cuenca del Valle de México, en la Sierra Nevada, desde el Municipio de Amecameca hasta el Municipio de Texcoco y San Salvador Atenco, a lo largo de los límites con los estados de Puebla, Tlaxcala e Hidalgo (Figura 40). Representa una superficie de más de 140, 000 ha, de las cuales aproximadamente el 40 % mantiene una cobertura forestal aceptable, pero existen niveles elevados de deterioro en al menos el 20 % de su superficie, sin considerar otra superficie similar en las partes bajas de la cuenca que presenta una erosión moderada (Cuadro 29). Al igual que la zona anterior, también constituye una zona de recarga importante de los acuíferos superficiales y subterráneos del Valle de México, incluyendo los ex-lagos de Chalco, Xochimilco y Texcoco.

El Cuadro 29 muestra la superficie aproximada de esta Zona (57, 000 ha) que aún mantiene niveles aceptables de cobertura vegetal forestal, así como de los terrenos que presentan un grado de erosión alta (50 – 200 ton/ha/año de pérdida de suelo) y muy alta (más de 200 ton/ha/año). El total de estas dos categorías de terrenos, que representan alrededor del 60 % de la superficie total en la Zona (alrededor de 87, 000 ha), representa los terrenos que tienen mayor prioridad para ser atendidos con los programas y acciones esenciales de la CONAFOR. Sin embargo, también existe una superficie aproximada de 20,000 has adicionales en la parte baja que también requieren atención para revertir los problemas de deterioro que se presentan en ellos.

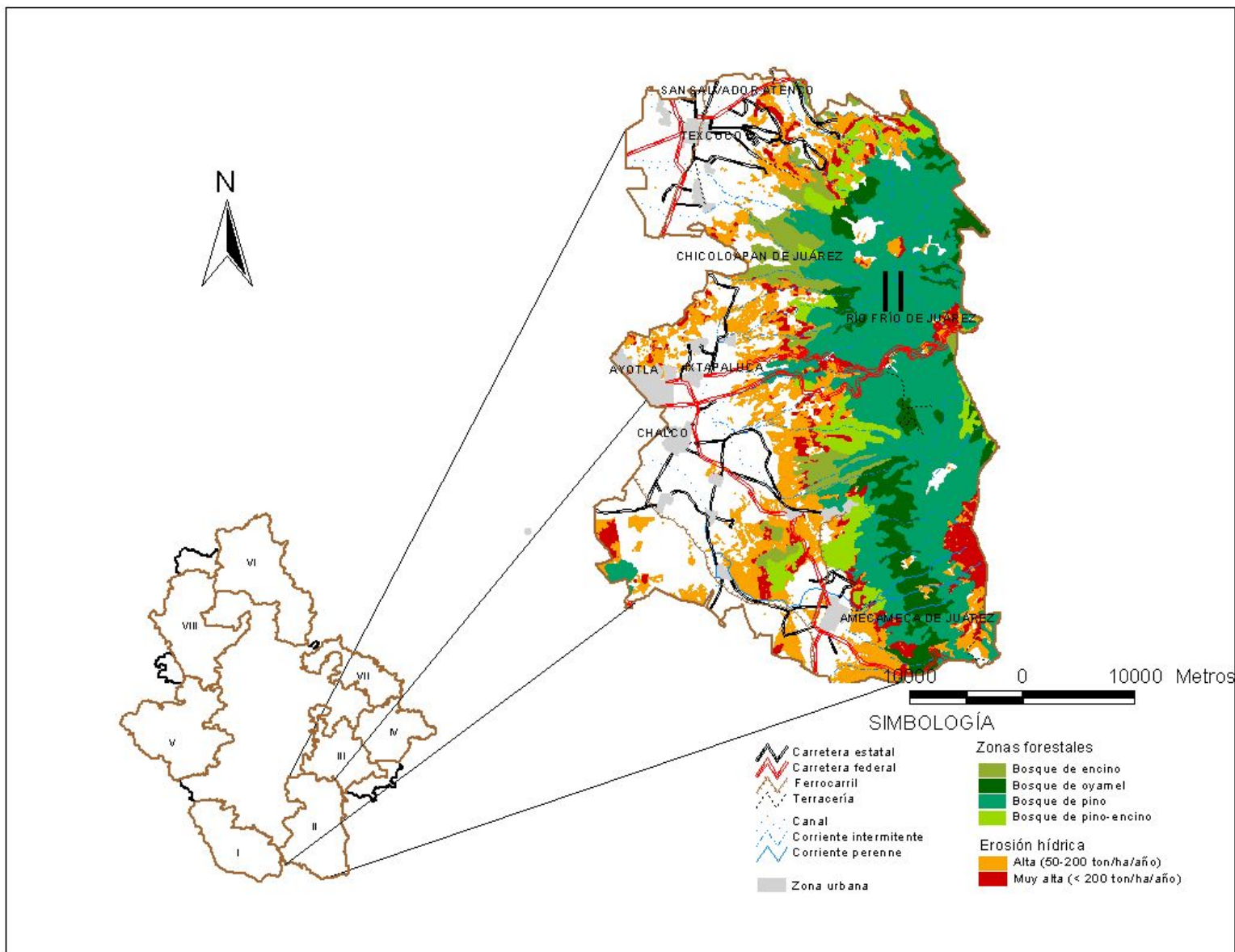


Figura 40. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de Amecameca–Tezcoco.

Cuadro 29. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Amecameca - Texcoco.

| <b>Característica</b>                     | <b>Superficie<br/>(ha)</b> | <b>% de la Zona</b> |
|---|----------------------------|---------------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>57, 080.62</b>          | <b>40.29</b>        |
| Bosque de Encino                          | 6, 192.61                  | 4.37                |
| Bosque de Oyamel                          | 9, 479.27                  | 6.69                |
| Bosque de Pino                            | 35, 461.87                 | 25.03               |
| Bosque de Pino-Encino                     | 5, 946.87                  | 4.20                |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>29, 155.92</b>          | <b>20.58</b>        |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 21, 145.61                 | 14.93               |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 8, 010.31                  | 5.65                |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>141, 656.95</b>         |                     |

En esta zona forestal se presentan los valores de precipitación más elevados de todo el Valle de México, por lo que desde ese punto de vista constituye una zona importante de abasto de agua a la cuenca. Sin embargo, los suelos son relativamente frágiles por su origen volcánico, someros, pedregosos, y presentan niveles elevados de pendiente. Todas estas condiciones naturales predisponen a un índice elevado de erosión si no se maneja adecuadamente la cubierta vegetal, con todas las consecuencias negativas que esto ocasiona.

Aunque la situación no es tan grave como en la zona anterior, aquí también existe una fuerte presión por cambio de uso del suelo con fines agrícolas y urbanos. Los asentamientos humanos en las partes bajas, en terrenos agrícolas, están desplazando a éstos a las partes intermedias y altas de la cuenca. A pesar de los esfuerzos realizados desde hace más de veinte años en la reforestación de algunas zonas erosionadas, todavía existe un fuerte desbalance en la pérdida de cubierta vegetal (Fotografía 2). En los terrenos que todavía mantienen vegetación forestal natural en la zona, la pérdida de cobertura vegetal esta asociada a diferentes agentes y factores, incluyendo el cambio de uso del suelo, aprovechamientos forestales no controlados, presencia de incendios provocados, e incidencia de plagas y enfermedades, especialmente descortezadores y epifitas.

Aunque no existen corrientes superficiales permanentes de agua en esta zona, existen varios ríos, como el llamado Río de la Compañía, que durante la época de lluvias generan problemas de inundaciones en las partes bajas aledañas a la Ciudad de México. Debido a los problemas de erosión en la parte alta de las cuencas, estas corrientes arrastran una cantidad considerable de azolves que, además de reducir la calidad del agua superficial, generan grandes problemas en los sistemas de drenaje urbanos de la parte baja de la cuenca. El problema de arrastre de suelo por las corrientes superficiales en esta zona se ve aumentado por el hecho de que existe una gran cantidad de minas de arena a cielo abierto que también hacen aportaciones importantes al proceso de erosión. La erosión eólica también es importante en ciertos



meses del año debido a la presencia de vientos fuertes que vienen del Golfo, ocasionando fuertes tolvaneras hacia las zonas urbanas del Valle de México. Aunque este problema se ha reducido en gran medida en la zona urbana de la Ciudad de México con la cubierta vegetal establecida en el vaso del Lago de Texcoco y en la zona considerada como “Barrera Forestal de Oriente”, todavía persiste con niveles críticos en otros puntos de esta zona.



Fotografía 2. Cambio de uso de suelo de forestal a urbano y agrícola en el municipio de Ixtapaluca. Coordenadas UTM de punto de toma de fotografía 516,896 m longitud y 2,136,203 m latitud.

## Objetivos, estrategias y líneas de acción

Para atender esta situación crítica en esta zona de amortiguamiento ambiental y recarga de acuíferos, se deben enfocar los esfuerzos y acciones de la CONAFOR para cumplir los siguientes objetivos.

*Objetivo 1.* Minimizar el cambio de uso del suelo.

### *Estrategia*

- Impulsar políticas que aseguren la aplicación de un plan de Ordenamiento Territorial de la zona.

### *Acciones*

- Promover mecanismos legales y normas básicas que desincentiven el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y urbanos, especialmente en aquellos terrenos donde todavía existe una cubierta forestal suficiente para favorecer la infiltración del agua de lluvia.
- Establecer programas de apoyo y capacitación a los propietarios de los terrenos que tienen vegetación forestal para que aprovechen los recursos forestales no maderables de manera sustentable, que elimine la necesidad de recurrir al cambio de uso del suelo.
- Promover alternativas de aprovechamiento sustentable de los recursos forestales en la zona, limitando o eliminando por completo los aprovechamientos maderables. Por la riqueza en paisajes naturales y su cercanía a las zona urbana de mayor población en el país, esta zona tiene un alto valor para usos recreativos, ecoturismo y otros servicios ambientales que se deben impulsar.
- Establecer un programa de compensaciones económicas a los dueños de los recursos forestales por los servicios ambientales que representan estos ecosistemas forestales a los terrenos agrícolas y urbanos de la zona metropolitana y lago de Texcoco.

*Objetivo 2.* Reducir la presión sobre los bosques naturales.

### *Estrategias*

- Atender las necesidades locales de productos forestales para construcciones rurales y combustible.
- Atender las necesidades locales de forraje para ganado de diferente tipo

### *Acciones*

- Establecer un programa de apoyo y capacitación a las comunidades ejidales para impulsar las plantaciones de árboles con fines especiales (producción de



postes, leña, carbón, árboles de navidad, etc.) en masas puras o en sistemas agroforestales.

- Ampliar la aplicación del PRODEPLAN, aumentando los incentivos y apoyo técnico para favorecer la aceptación del programa entre los ejidatarios y comuneros de la zona.
- Establecer un programa de apoyo y capacitación a las comunidades ejidales para la producción de forrajes en terrenos que no requieran la alteración de la cubierta forestal.
- Implementar sistemas de manejo silvopastoril en los terrenos forestales.

*Objetivo 3.* Restaurar áreas degradadas y fragmentadas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

#### *Estrategia*

- Concertar con anticipación áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y mantenimiento.

#### *Acciones*

- Establecer un programa de acopio y manejo de germoplasma de las especies nativas que aún se encuentran en la zona.
- Promover la capacitación en los sistemas de producción de planta y propagación de especies forestales nativas.
- Continuar las actividades de reforestación en terrenos degradados o donde no existe suficiente cobertura vegetal para favorecer la infiltración de agua y reducir la pérdida de suelos, utilizando especies nativas que se adapten a las condiciones de deterioro ambiental existentes de la zona.
- Continuar el mantenimiento de las reforestaciones efectuadas en épocas anteriores en esta zona, algunas de las cuales presentan signos visibles de pérdida de vigor y deterioro.
- Impulsar el establecimiento y mantenimiento de obras de conservación de suelos, que favorezcan la captación e infiltración de agua en estos terrenos. Estas obras deben incluir la estabilización de caminos, y estructuras de corrección y regulación de cauces y retención de azolves en las corrientes superficiales. Esta infraestructura es indispensable en la parte alta de la cuenca, debido a las fuertes pendientes de los terrenos. Además, una buena proporción de las obras de conservación de suelos y retención de azolves efectuadas en periodos anteriores en esta zona requieren mantenimiento.

*Objetivo 4.* Estabilizar la erosión en terrenos agrícolas.

*Estrategia*

- Identificar mediante proyectos específicos áreas agrícolas con potencialidad de ser reconvertidas a un uso forestal o agroforestal.

*Acciones*

- En los terrenos de vocación forestal que ya han sido convertidos a un uso agrícola, es necesario promover y apoyar su reconversión a cultivos permanentes, para mantener una cubierta vegetal estable.
- Implementación de sistemas agroforestales, mediante el establecimiento de cortinas rompevientos que reduzcan los problemas de erosión. Esta puede ser una acción con mayor aceptación entre los productores.
- Como complemento a las acciones del objetivo 2, la creación de un programa de plantaciones para árboles de navidad, producción de leña, o frutales, puede ser una buena alternativa al uso actual de estos terrenos.

*Objetivo 5.* Lograr un estado saludable del recurso forestal

*Estrategia*

- Reducir el impacto negativo causado por los incendios y otros agentes de destrucción.

*Acciones*

- Fortalecer el programa de prevención y control de incendios en la zona. Esta es una acción indispensable, debido al alto índice de siniestros que se presentan año con año.
- Fomentar las actividades de saneamiento, prevención y control de plagas en las áreas que actualmente se encuentran dañadas para evitar su dispersión a otros sitios.
- Ampliar el programa de reforestación para reponer inmediatamente la cubierta forestal dañada por los incendios, extraída por aprovechamientos forestales no regulados, o afectada por plagas y enfermedades

### 4.1.3 Zona III. Otumba-Axapusco.

#### Condición general y problemática

Como su nombre lo indica, esta zona se encuentra en los Municipios de Otumba, Axapusco y otros municipios aledaños en los límites del Estado de México con el estado de Hidalgo (Figura 41). Incluye una superficie aproximada de 92, 000 ha. La vegetación natural en esta zona incluye bosques de encinos, pinos, oyameles y matorrales, aunque los bosques de encinos, puros o en combinación con pinos, representan la mayor proporción de la superficie forestal arbolada (Cuadro 30). Sin embargo, el total de la superficie que aún mantiene algún tipo de cubierta forestal representa menos del 20 % del área total en la región. Esta zona constituye el área de recarga de los acuíferos superficiales y subterráneos del valle agrícola de Teotihuacan. Debido a la sobreexplotación de los acuíferos con fines agrícolas y urbanos, esta zona también está considerada como deficitaria en recursos hidráulicos por la Comisión Nacional del Agua (CNA). A pesar de que en esta zona los problemas de deterioro ecológico no son tan críticos como en las zonas anteriores, porque la presión demográfica y la precipitación pluvial son menores, también muestra el sello evidente de pérdida de la cubierta vegetal y erosión del suelo severa en una proporción importante de los terrenos de la parte alta de la cuenca, que representa cerca del 15 % de la superficie total. Esta proporción aumenta a niveles similares a los de las otras zonas si se incluyen los terrenos con niveles ligeros y moderados de erosión del suelo.

Cuadro 30. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Otumba–Axapusco.

| Característica                            | Superficie<br>(ha) | % de la Zona |
|---|--------------------|--------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>15, 644.78</b>  | <b>16.96</b> |
| Bosque de Encino                          | 9, 798.42          | 10.62        |
| Bosque de Oyamel                          | 1, 017.00          | 1.10         |
| Bosque de Pino                            | 2, 638.01          | 2.86         |
| Bosque de Pino-Encino                     | 2, 191.34          | 2.38         |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>12, 849.71</b>  | <b>13.93</b> |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 11, 158.71         | 12.10        |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 1, 691.00          | 1.83         |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>92, 256.22</b>  |              |

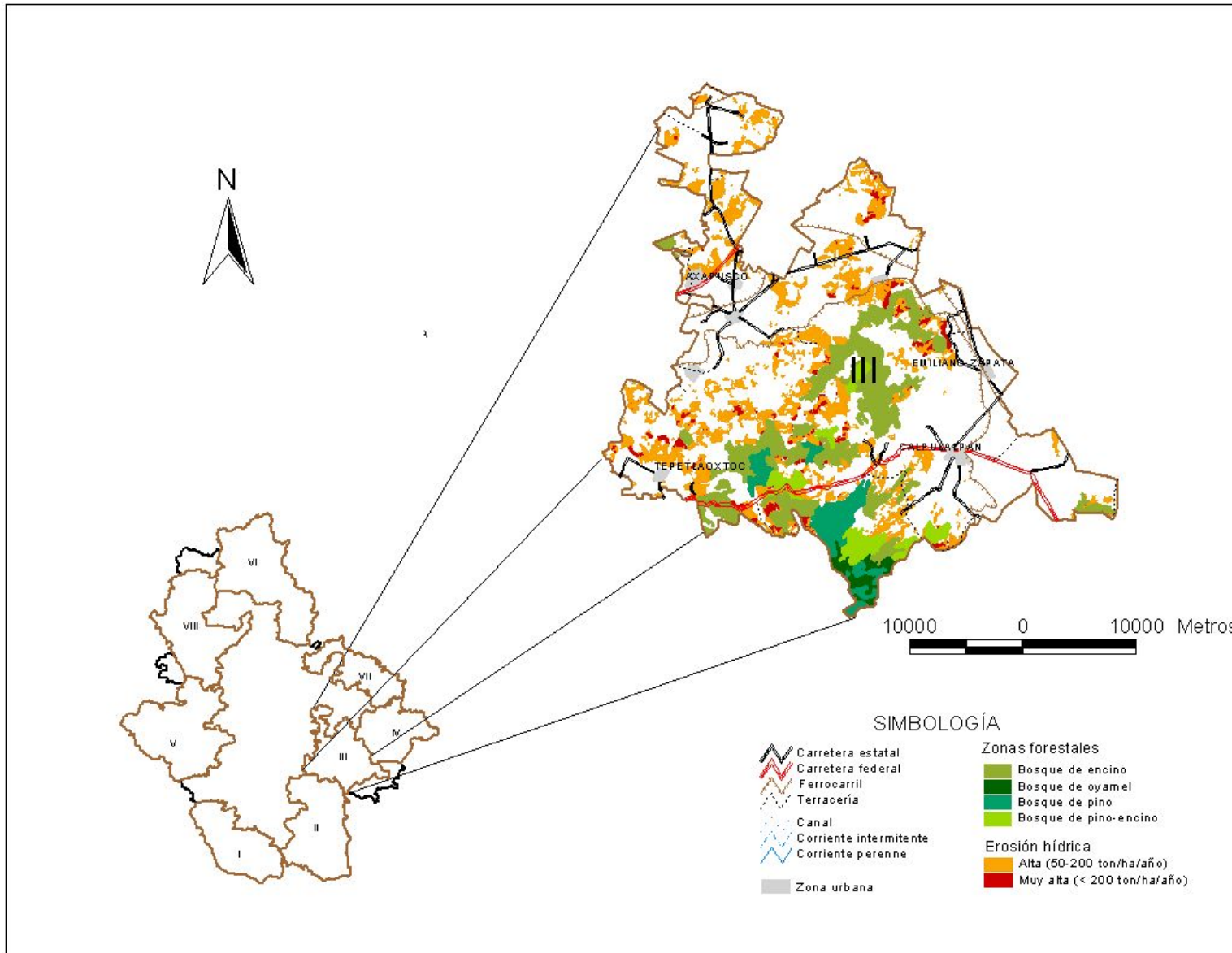


Figura 41. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de Otumba – Axapusco.

Asociado con cambios en el uso del suelo de forestal a agrícola, existen problemas de deforestación y fragmentación de los ecosistemas forestales naturales. Esta dinámica ha estado asociada a los bajos niveles de productividad de los suelos forestales, que son relativamente superficiales y pedregosos, y a las condiciones ambientales de baja precipitación pluvial. Sin embargo, por esas mismas razones, su conversión a terrenos de uso agrícola solo aumenta el problema pues de algunos ciclos de cultivo, los suelos se han vuelto improductivos y erosionados (Fotografía 3). En esta zona los problemas de inundaciones periódicas en la parte baja de la cuenca son relativamente bajos, pero de cualquier manera se tienen problemas de tolveneras y arrastre de suelos.

Además del cambio del suelo, existen evidencias de aprovechamientos forestales no regulados, especialmente para obtención de leña, carbón y otros usos locales de subsistencia. Esto ha propiciado que en algunos terrenos de esta zona exista una fuerte degradación del suelo y de la vegetación. Desde el punto de vista socio-económico, los habitantes de esta zona presentan un mayor nivel de marginación que en otras zonas de la Subregión Valle de México.



Fotografía 3. Cambio de uso de suelo de forestal a agrícola. Zona altamente erosionada en el municipio de Tepetlaoxtoc en el estado de México. Coordenadas UTM de punto de toma 530,604 longitud y 2,169,510 latitud.

## Objetivos, estrategias y líneas de acción

Para atender la situación de deterioro en esta zona de amortiguamiento ambiental, reducir la destrucción de los recursos forestales, favorecer la recarga de acuíferos, disminuir los niveles de marginación y mejorar las condiciones socioeconómicas de los habitantes rurales en esta zona, los esfuerzos y acciones de la CONAFOR, en colaboración con otras instituciones federales, estatales y municipales, se deben orientar a los siguientes objetivos.

*Objetivo 1.* Minimizar el cambio de uso del suelo.

### *Estrategia*

- Impulsar políticas que aseguren la aplicación de un plan de Ordenamiento Territorial de la zona.

### *Acciones*

- Promover mecanismos legales y normas básicas que desincentiven el cambio de uso del suelo para fines agrícolas o pecuarios, especialmente en aquellos terrenos donde todavía existe una cubierta forestal suficiente para favorecer la infiltración del agua de lluvia.
- Establecer programas de apoyo y capacitación a los propietarios de los terrenos que tienen vegetación forestal para que aprovechen los recursos forestales maderables y no maderables de manera sustentable. Esto debe reducir la necesidad de recurrir al cambio de uso del suelo.
- Desarrollar e implementar técnicas apropiadas para el manejo silvícola y aprovechamiento industrial de especies de encino.
- Implementar el establecimiento de incentivos económicos al manejo forestal sustentable de bosques naturales de encino.
- Fomentar el valor escénico de las zonas forestales y generar otras opciones de ingresos económicos para los habitantes de las comunidades aledañas. Aunque las actividades de ecoturismo y recreación en esta zona son limitadas por el tipo de paisaje y las condiciones de accesibilidad, existen algunos sitios particulares como el Parque Estatal Cerro Gordo, donde existe potencial desarrollar este tipo de actividades productivas

*Objetivo 2.* Reducir la presión sobre los bosques naturales.

### *Estrategias*

- Atender las necesidades locales de leña y combustible.
- Atender las necesidades locales de forraje para ganado de diferente tipo.

### Acciones

- Establecer un programa de plantaciones de tipo dendro-energético, con especies leguminosas u otras especies arbóreas locales apropiadas para estos fines.
- Fomentar el uso técnicas apropiadas para el manejo silvícola sustentable y el aprovechamiento local de las especies de encino en los bosques naturales remanentes.
- Desarrollar un programa de producción de forrajes en áreas que actualmente no tengan un uso forestal.
- Implementar sistemas de manejo silvopastoril en áreas con vegetación forestal y desarrollar métodos sustentables y de bajo impacto para favorecer la producción de forrajes en terrenos forestales.

*Objetivo 3.* Restaurar áreas degradadas y fragmentadas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

### Estrategia

- Concertar con anticipación áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y mantenimiento.

### Acciones

- Establecer un programa de acopio y manejo de germoplasma de las especies nativas, principalmente encinos, leguminosas y especies arbustivas que aún se encuentran en la zona.
- Desarrollar métodos adecuados para la producción de planta y propagación de las especies nativas de encinos, pinos y leguminosas.
- Fomentar el programa de reforestación con las mismas especies nativas de la zona, con mayor énfasis en los terrenos abandonados que han perdido la cubierta forestal original, en especial las comunidades vegetales de encinos.
- Desarrollar e implementar sistemas de plantación con obras adicionales para favorecer la captación de agua in situ, como terrazas, zanjas trinchera, etc. Esta acción es necesaria debido a las condiciones ambientales naturales de la zona y a las condiciones edáficas adversas que se han generado en estos terrenos como consecuencia de la erosión.
- Impulsar el establecimiento de obras de conservación de suelos, que favorezcan la captación e infiltración de agua y la recarga de los acuíferos del subsuelo. Estas obras deben incluir la estabilización de caminos, y estructuras de

corrección y control de las corrientes superficiales, que permitan además la retención de azolves.

*Objetivo 4.* Estabilizar la erosión en terrenos agrícolas.

*Estrategia*

- Identificar mediante proyectos específicos áreas agrícolas con potencialidad de ser reconvertidas a un uso forestal o agroforestal.

*Acciones*

- En los terrenos de vocación forestal que ya han sido convertidos a un uso agrícola, es necesario promover y apoyar su reconversión a cultivos permanentes, para mantener una cubierta vegetal estable.
- También es necesaria la promoción e implementación de sistemas agroforestales para reducir los problemas de erosión eólica y mantener una cubierta vegetal permanente en los terrenos que ya se han convertido a usos agrícolas.



#### 4.1.4 Zona IV. Tepeapulco-Apan.

##### Condición general y problemática

Esta zona cubre parte de los Municipios de Tepeapulco, Apan y Almoloya en el estado de Hidalgo, en los límites de la Región Hidrológica XIII con la Región IX (Figura 42). Esta zona constituye la parte alta de la cuenca que vierte sus aguas superficiales en lago Tecocomulco, y cubre una superficie aproximada de 84, 000 has. La vegetación natural en esta zona incluye bosques de pinos, encinos, *Juniperus*, y matorrales, con una superficie aproximada de 16, 000 has, que representan cerca del 20 % de la superficie total en estos municipios (Cuadro 31). En la zona existe una corriente de agua permanente que abastece al lago de Tecocomulco.

Cuadro 31. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona de Tepeapulco – Apan.

| Característica                            | Superficie<br>(ha) | % de la Zona |
|---|--------------------|--------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>15, 995.68</b>  | <b>19.12</b> |
| Bosque de Encino                          | 2, 163.81          | 2.59         |
| Bosque de Oyamel                          | 5.95               | 0.01         |
| Bosque de Pino                            | 11, 959.01         | 14.29        |
| Bosque de Pino-Encino                     | 1, 866.91          | 2.23         |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>18, 886.09</b>  | <b>22.57</b> |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 14, 642.70         | 17.50        |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 4, 243.39          | 5.07         |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>83, 659.94</b>  |              |

Aunque de acuerdo con los datos de la CNA en esta zona no existe una sobreexplotación de los acuíferos con fines agrícolas y urbanos, si existen fuertes problemas de deterioro de los recursos naturales que están ocasionando efectos negativos en los cuerpos de agua de la parte baja de la cuenca. Cerca de 20, 000 has, que representan casi el 25 % de la zona presentan problemas de erosión alta o muy alta (Cuadro 31), y una superficie similar tiene niveles ligeros o moderados de erosión (Figura 42). En la laderas de los cerros cercanos que conforman la cuenca (incluyendo los cerros de La Paita, Agua azul, Los Cides y Viejo Tultengo) existen problemas severos de deforestación. Debido a que se trata de suelos someros, pedregosos y de baja productividad, en estos sitios se presentan niveles moderados a fuertes de erosión, con la presencia de cárcavas y pequeñas barrancas (Fotografía 4). Al igual que en las otras zonas consideradas como prioritarias existen aprovechamientos forestales no regulados y cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, principalmente.

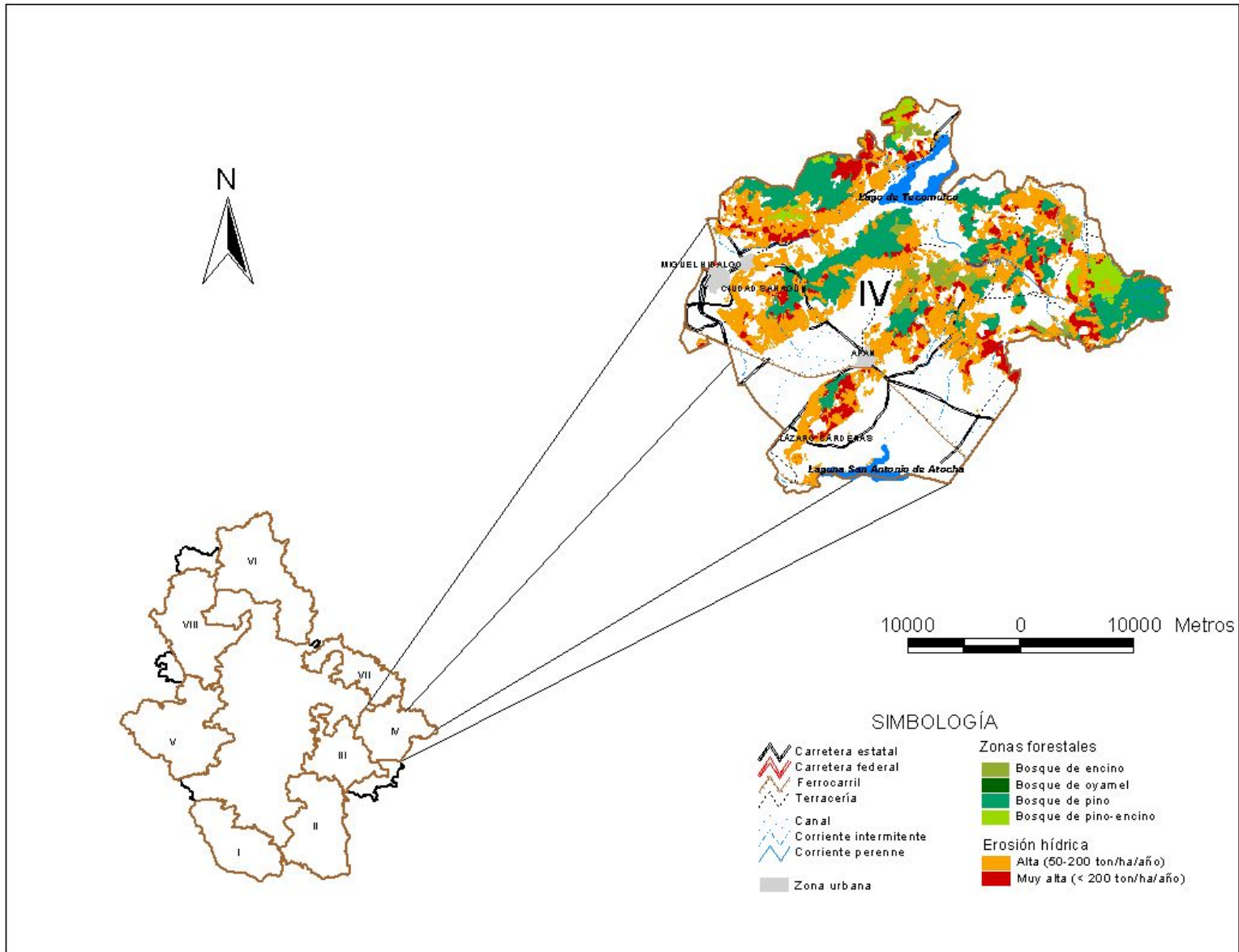


Figura 42. Ubicación y condición general de la vegetación y suelos en la Zona de Tepeapulco



Fotografía 4. Cambio de uso del suelo y deforestación en el municipio de Apan, Hidalgo. Coordenadas UTM del punto de toma 555,000 m longitud y 2,181,820.

### **Objetivos, estrategias y líneas de acción**

Al igual que en las otras zonas de esta Subregión hidrológica, para atender la situación de deterioro, reducir la destrucción de los recursos forestales, y favorecer la recarga de acuíferos, los esfuerzos y acciones de la CONAFOR, se deben orientar a los siguientes objetivos.

*Objetivo 1.* Minimizar el cambio de uso del suelo.

#### *Estrategia*

- Impulsar políticas que aseguren la aplicación de un plan de Ordenamiento Territorial de la zona.

#### *Acciones*

- Promover mecanismos legales y normas básicas que desincentiven el cambio de uso del suelo para fines agrícolas, especialmente en aquellos terrenos donde todavía existe una cubierta forestal suficiente para favorecer la infiltración del agua de lluvia.
- Establecer programas de apoyo y capacitación a los propietarios de los terrenos que tienen vegetación forestal para que aprovechen los recursos forestales maderables y no maderables de manera sustentable.
- Desarrollar e implementar técnicas apropiadas para el manejo silvícola y aprovechamiento industrial y local de las especies de encino.

*Objetivo 2.* Reducir la presión sobre los bosques naturales.

### Estrategias

- Atender las necesidades locales de leña y combustible.
- Diversificar las actividades forestales productivas y fuentes de ingreso económico.

### Acciones

- Establecer un programa de plantaciones de tipo dendro-energético, para la producción de leña y otros combustibles, con especies leguminosas u otras especies arbóreas locales apropiadas para estos fines.
- Fomentar el uso técnicas apropiadas para el manejo silvícola sustentable y el aprovechamiento local de las especies de encino en los bosques naturales remanentes.
- Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales productivas (por ejemplo, producción de árboles de navidad), que generen alternativas viables de ingreso económico a los habitantes de esta zona. En algunos sitios muy localizados de la zona, como en la parte sureste del municipio de Apan, existen condiciones ambientales favorables para este tipo de proyectos productivos.

*Objetivo 3.* Restaurar áreas degradadas y fragmentadas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

### Estrategia

- Concertar con anticipación áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y mantenimiento.

### Acciones

- Establecer un programa de acopio y manejo de germoplasma de las especies nativas, incluyendo pinos, encinos, y otras especies arbóreas y arbustivas que aún se encuentran presentes en la zona.
- Fomentar el programa de reforestación con las mismas especies nativas de la zona, con mayor énfasis en los terrenos abandonados que han perdido la cubierta forestal original, en especial las comunidades vegetales de pinos y encinos.
- Desarrollar e implementar sistemas de plantación con obras adicionales para favorecer la captación de agua *in situ*, dado que la precipitación es relativamente baja en esta zona (500-700 mm anuales).

- Establecer un programa con prácticas de conservación del suelo tanto en terrenos abandonados como en terrenos de uso agrícola para favorecer la captación e infiltración de agua de lluvia. De manera complementaria, se debe impulsar el desarrollo de estructuras de corrección de cauces y retención de suelo, tanto en la corriente permanente como en las corrientes temporales de la zona, para reducir la cantidad de suelo que termina en el cuerpo de agua de la parte baja de la cuenca. La ladera sureste del cerro Agua azul es una de las más deterioradas en la zona, con fuertes problemas de erosión.

*Objetivo 4.* Estabilizar la erosión en terrenos agrícolas.

#### *Estrategia*

- Identificar mediante proyectos específicos áreas agrícolas con potencialidad de ser reconvertidas a un uso forestal o agroforestal.

#### *Acciones*

- En los terrenos de vocación forestal que ya han sido convertidos a un uso agrícola, es necesario promover y apoyar su reconversión a cultivos permanentes, para mantener una cubierta vegetal estable.
- Promover el uso de sistemas agroforestales, con prácticas de labranza complementarias para favorecer la conservación de suelos.
- Promover la reforestación en los linderos de los terrenos de uso agrícola para reducir la erosión eólica en la zona. Debido a las limitantes ambientales existentes en estos terrenos, se requiere utilizar especies arbóreas y arbustivas rústicas, que se adapten a esas condiciones.

*Objetivo 5.* Lograr un estado saludable del recurso forestal

#### *Estrategia*

- Reducir el impacto negativo causado por los incendios y otros agentes de destrucción.

#### *Acciones*

- Fortalecer el programa de prevención y control de incendios en la zona.
- Implementar medidas de vigilancia y supervisión para reducir la incidencia de aprovechamientos maderables ilegales.

## 4.2 Subregión Tula

### 4.2.1 Zona V. Villa del Carbón-Nicolás Romero.

#### Condición general y problemática

Esta zona se localiza sobre el límite Noroeste de las dos subregiones que conforman la Región Hidrológica XIII-Valle de México (Figura 43). Comprende las serranías de los municipios de Chapa de Mota y Villa del Carbón en la subregión Tula, además de las áreas forestales de Tepetzotlán, Nicolás Romero e Isidro Fabela, pertenecientes a la subregión Valle de México. En términos orográficos, la zona comprende las laderas Noreste y Este de los cerros La Iglesia Vieja, Los Lobos, Cañada Onda, La Aguja, La Piñuela y Yeguaxhí, entre otros. Es una zona de naturaleza eminentemente forestal, con pendientes pronunciadas, que ha sido sometida a cambios de uso del suelo drásticos (urbanización y agricultura) poco adecuados dadas sus características fisiográficas (Fotografía 5). Se mezclan áreas de ambas subregiones (Tula y Valle de México) dado que presentan condiciones y problemática similar, aún cuando pertenecen a cuencas diferentes.

Esta zona comprende una superficie aproximada de 169,466 ha, de las cuales según el Inventario Nacional Forestal 2001-02, alrededor de 53,359 ha aún conservan una cobertura forestal adecuada con predominancia de encino, pino-encino y áreas reducidas de oyamel. Sin embargo, existe un alto grado de fragmentación de las áreas forestales a consecuencia de la alta tasa de deforestación a que han sido sometidas estas áreas desde tiempos de la Colonia. Actualmente, aproximadamente 43,589 ha de esta zona presentan grados de erosión alta o muy alta (erosión superficial del suelo y presencia de cárcavas en varios lugares) o en proceso de degradarse. Esta condición se hace más patente en la Sierra de Tepetzotlán, pero también existe en el resto de la zona. El Cuadro 32 muestra la superficie de la Zona V, que por poseer una alta tasa de degradación, se considera prioritaria para la implementación de programas de recuperación y manejo.

Cuadro 32. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona V, Villa del Carbon-Nicolas Romero.

| <b>Característica</b>                     | <b>Superficie<br/>(ha)</b> | <b>% de la Zona</b> |
|---|----------------------------|---------------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>53359.31</b>            | <b>31.48</b>        |
| Bosque de Encino                          | 26886.14                   | 15.86               |
| Bosque de Oyamel                          | 3536.71                    | 2.08                |
| Bosque de Pino                            | 3515.54                    | 2.07                |
| Bosque de Pino-Encino                     | 19420.91                   | 11.46               |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>43589.4</b>             | <b>25.72</b>        |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 30115.6                    | 17.77               |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 13473.8                    | 7.95                |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>169465.99</b>           |                     |

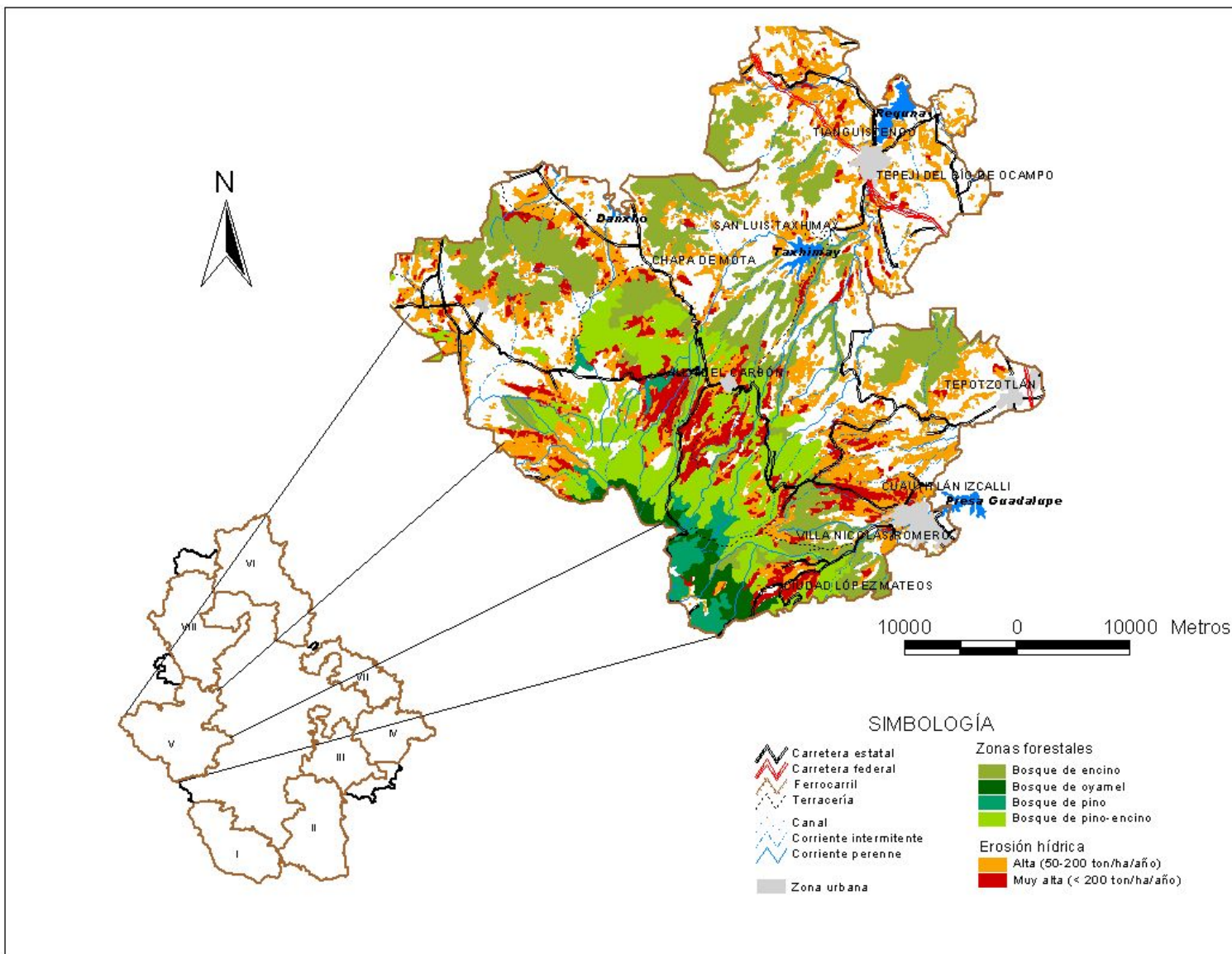


Figura 43. Zona V. Villa del Carbón-Nicolás Romero.

Su ubicación próxima a la Cd. de México y la alta densidad poblacional ha propiciado un cambio de uso de suelo de forestal a sub-urbano y agrícola; principalmente en los municipios de Tepetzotlán, Nicolás Romero y Villa del Carbón. Existe una sobreexplotación de los encinares y huizachales de las partes bajas de la zona. Mención especial merece la condición de alta degradación en que se encuentran las laderas cerriles sureñas que captan el agua de lluvia que se almacena en la presa Taxhimay. Existen áreas severamente erosionadas en las cañadas que se localizan en los alrededores del poblado con el mismo nombre, La Cañada. La razón aparente de esta degradación es el cambio de uso de suelo a agrícola y ganadero en áreas con suelos demasiado someros e inestables ante la pérdida de cobertura vegetal arbórea.

Las zonas forestales de esta área contribuyen de manera significativa a la recarga del Río Tula, la Laguna Jorobas y las presas San Luis Taxhimay, Requena, Guadalupe y La Concepción. De seguir fragmentándose la vegetación forestal, para dar paso a la agricultura y la ganadería, no sólo se reducirá la capacidad de infiltración de agua al subsuelo, sino que el arrastre de partículas sólidas hacia las partes bajas contribuirá a empeorar el asolvamiento de las presas de la zona. La parte alta de la zona Villa del Carbón-Nicolás Romero se encuentra enmarcada dentro del área que más precipitación recibe dentro de la Región XIII (1000 mm anuales, según García, CONABIO, 1998).

Esto refuerza la importancia de mantener una cobertura vegetal aceptable para evitar el deterioro de la cuenca, de la calidad del agua y su disponibilidad, además de fomentar la presencia de flora y fauna en la región.

En los últimos cinco años, la Secretaría de Ecología del Edo. de México a través del Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México ha intentado recuperar parte de las zonas degradadas en ésta y otras zonas. Sin embargo, aunque los esfuerzos han sido de magnitud considerable, han resultado insuficientes para rescatar una zona que ha acumulado degradación en al menos un par de siglos. Es necesario entender que esta zona, al igual que gran parte de la Región XIII, ha sido sometida a un deterioro continuo por decenas de décadas a consecuencia de la alta densidad demográfica de la Región desde principios del siglo pasado. El daño causado es de proporciones mayores, lo cual exige del mismo modo una solución mayor, es decir, la implementación de costosos proyectos de restauración, conservación, estabilización y reconversión de áreas.





Fotografía 5. Cambio de uso del suelo de forestal a agrícola, pecuario y urbano en el municipio de Chapa de Mota en el Estado de México. Coordenadas UTM de punto de toma 451,939 m longitud y 2,190,810 m latitud.

### **Objetivos, estrategias y líneas de acción:**

*Objetivo 1.* Crear mas opciones de empleo e ingreso para que la población que habita los bosques pueda satisfacer sus necesidades sin destruirlos.

#### *Estrategias*

- Impulsar esquemas de asociación entre dueños y poseedores de los terrenos forestales para facilitar la introducción del manejo forestal sustentable.

#### *Acciones*

- Se recomienda que la mayor parte de esta zona se maneje con fines de uso y no de explotación mediante la implementación de proyectos sustentables de ecoturismo y la creación de oportunidades recreativas al aire libre para los habitantes de la zona y alrededores. Un ejemplo actual de este tipo de manejo es el esfuerzo actual por desarrollar el proyecto ecoturístico "Arcos

del Sitio”, desarrollado por la Secretaría de Ecología del Gobierno del estado de México, y que entrará en funcionamiento a partir de junio del año 2003. Existen masas forestales de gran belleza escénica que pueden ser manejadas con este propósito.

- Existen varios cuerpos de agua en la zona, lo cual indica que es factible implementar proyectos turísticos, que incluyan la crianza y venta de peces, o bien senderos turísticos.

*Objetivo 2.* Generar condiciones para la protección de las cuencas hidrográficas, los suelos y la conservación de la biodiversidad

#### *Estrategias*

- Impulsar ajustes a las políticas y programas de gobierno

#### *Acciones*

- Gestionar e impulsar políticas y acciones que desincentiven el desarrollo urbano en la zona.
- Fomentar la conservación de las áreas que aún mantienen vegetación forestal; es decir, que se limiten los aprovechamientos forestales maderables.

*Objetivo 3.* Restaurar áreas degradadas y zonas críticas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

*Objetivo 4.* Recuperar áreas degradadas o perturbadas para el uso forestal o agroforestal, mediante reconversión productiva.

#### *Estrategia*

- Restaurar suelos degradados.

#### *Acciones*

- Las partes altas que han sufrido cambio de uso del suelo de forestal a agrícola pueden ser reconvertidas a uso forestal mediante el “cultivo” de árboles de navidad o de reforestación con especies nativas; de ser así, o de continuar como terrenos agrícolas, se debe implementar un programa agresivo de construcción y reconstrucción de terrazas para minimizar la pérdida de suelo.
- Experiencias anteriores en la Región han mostrado que la reforestación por sí sola rara vez es exitosa en terrenos con erosión fuerte. A la par de las

reforestaciones es necesario provocar la formación de suelo y captación *in situ* de agua de lluvia para lograr porcentajes de supervivencia aceptables. Es decir, es necesario realizar obras de conservación y estabilización de suelos e infiltración de agua; además de obras de estabilización de caminos rurales, lo cuales son focos importantes de erosión .

*Objetivo 5.* Restaurar una mayor superficie de áreas degradadas por medio de la implementación de parámetros de calidad en la producción de planta y en la reforestación.

*Objetivo 6.* Convertir áreas degradadas e improductivas en plantaciones con especies maderables, no maderables, endémicas y de cobertera, para mejorar el ambiente y aumentar la recarga de mantos acuíferos.

#### *Estrategia*

- Concertar áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y el mantenimiento.

#### *Acciones*

- Con la finalidad de recuperar las áreas deterioradas y severamente erosionadas (ver Cuadro 32), se deben realizar acciones de reforestación con especies y fuentes locales de encino. Para esto, además de la identificación de especies, se deben realizar estudios de manejo de semilla, y producción de planta en vivero.

*Objetivo 7.* Establecer y coordinar el programa nacional de investigación y desarrollo tecnológico que requiere el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos forestales.

#### *Estrategia*

- Identificar los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico prioritarios en la región.

#### *Acciones*

- Con al finalidad de conocer mejor los ecosistemas de la zona, sobre todo los encinales, se deben desarrollar estudios de identificación de especies, de manejo silvícola, y de requerimientos ecológicos para realizar un manejo bajo criterios estrictos de sustentabilidad.

#### 4.2.2 Zona VI. Noreste del Valle de Mezquital

##### Condición general y problemática

Esta zona incluye las serranías de la parte Noreste del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo. Comprende los municipios de Santiago de Anaya, Actopan, Cardonal y la porción Norte de Ixmiquilpan (Figura 44). Esta zona representa una superficie aproximada de 174 280 has, de las cuales aproximadamente el 22% mantiene alguna cubierta de vegetación forestal natural adecuada, y el resto presenta niveles moderados a muy elevados de disturbio y destrucción de los recursos naturales

La zona tiene una posición estratégica para la recarga de los mantos acuíferos que apoyan en parte a la agricultura del Valle del Mezquital en su porción norte, además de ser la zona de abastecimiento de agua potable de las cabeceras municipales y de las muchas comunidades que habitan los municipios que la conforman. Además, aportan el agua necesaria para los diversos balnearios y parques acuáticos que existen en la zona, y que forman parte importante de la generación de recursos económicos

Debido a la fragilidad de los ecosistemas de la zona, se presentan grandes áreas degradadas por la sobre explotación y el mal manejo forestal que ha ocurrido en la zona desde los tiempos de la colonia. Existe varios lugares con problemas serios de erosión hídrica (Cuadro 33) y con fuertes problemas de pérdida del suelo, con afloraciones de roca madre (Fotografía 6). El cambio de uso de suelo para actividades de agricultura y ganadería menor de subsistencia ha sido común en la zona, con un impacto drástico en la vegetación nativa. A pesar de que el área presenta precipitaciones pluviales menores que otras zonas del Valle de México, éstas ocurren de manera torrencial, con los consecuentes problemas de avenidas y erosión de suelo en las épocas de lluvias.

Cuadro 33. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona 6 Noreste del Valle del Mezquital

| <b>Característica</b>                     | <b>Superficie<br/>(ha)</b> | <b>% de la Zona</b> |
|---|----------------------------|---------------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>38239.50</b>            | <b>21.94</b>        |
| Bosque de Encino                          | 9450.90                    | 5.42                |
| Bosque de Pino                            | 18366.52                   | 10.53               |
| Bosque de Pino-Encino                     | 10422.06                   | 5.98                |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>34190.93</b>            | <b>19.61</b>        |
| Alta (50-200 ton/ha/año)                  | 22878.29                   | 13.12               |
| Muy Alta (>200 ton/ha/año)                | 11312.63                   | 6.49                |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>174278.94</b>           |                     |

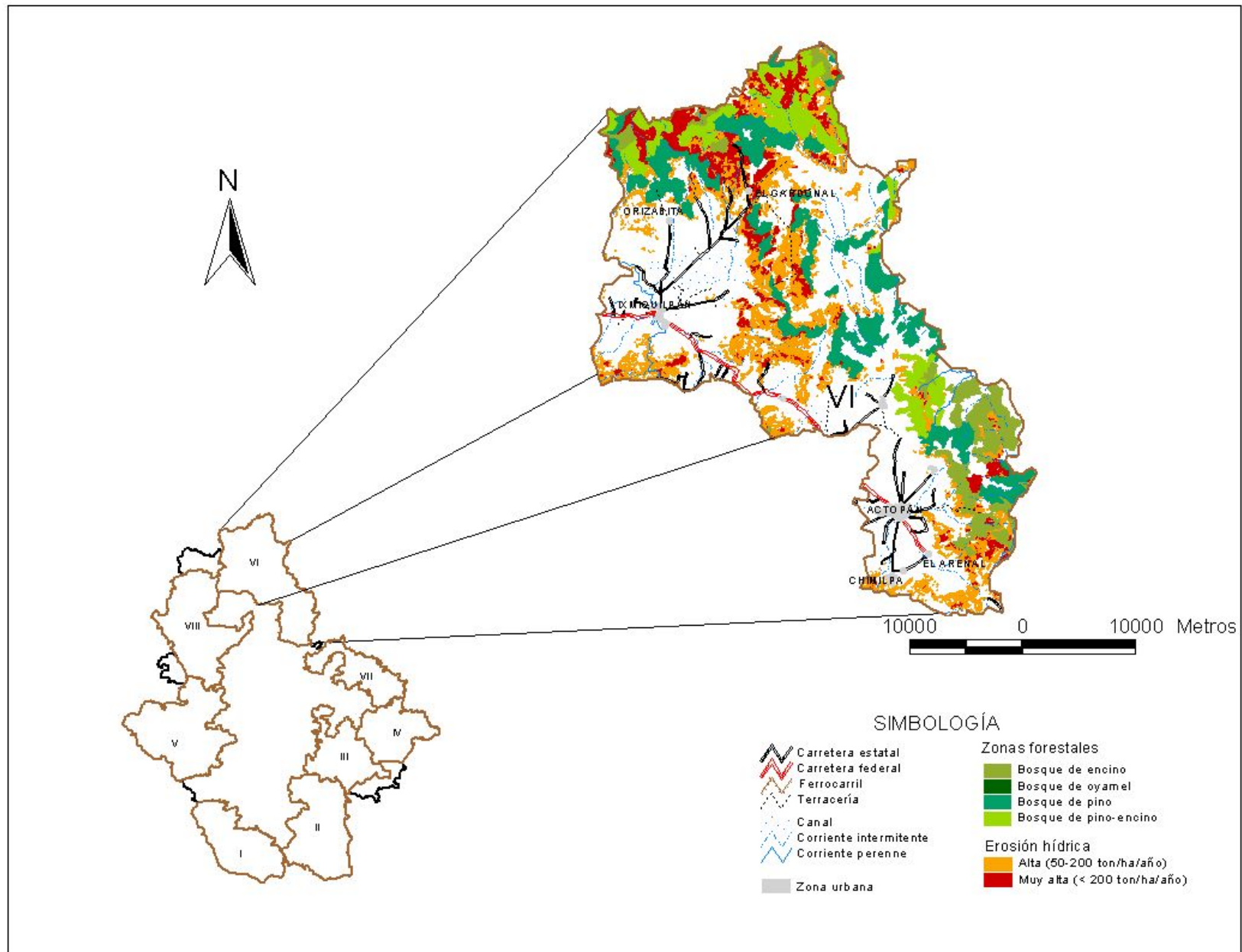


Figura 44. Zona VI. Noreste del Valle del Mezquital



En la parte montañosa de esta zona se presentan asentamientos indígenas (Otomíes) con alto nivel de marginación social, cuya fuente principal de recursos es la agricultura con cultivos de maíz y frijol con rendimientos ridículamente bajos, y la ganadería extensiva con pastoreo de ganado caprino, cuya actividad de sobrepastoreo ha reducido al mínimo la vegetación natural. En las escasas zonas donde todavía quedan bosques de piñoneros, como es *Pinus cembroides* y *P. pinceana*, las actividades de colecta de piñón han bajado año con año debido entre otros factores a la compactación por pastoreo de ganado caprino, y al arbolado sobremaduro, siendo la repoblación natural extremadamente escasa. Incluso, porciones importantes del bosque de *P. cembroides* están sometidas al ataque de descortezadores.

La deforestación en la zona llegó a tal grado que varias comunidades se quedaron sin agua. Actualmente gracias a algunas reforestaciones exitosas con *P. greggii*, comunidades como Fontezuelas tiene agua de nuevo. En los municipios de Santiago de Anaya y de Metztitlán las actividades de reforestación han generado resultados sobresalientes usando especies no nativas a estos lugares.



Fotografía 6. Zona forestal con cambio de uso del suelo a agrícola y pecuario en el municipio de El Cardonal en Hidalgo. Coordenadas UTM de punto de toma 490,773 m longitud y 2,290,812 m latitud.

Sin embargo, sería conveniente incrementar la utilización de especies naturales del lugar, como son *Juniperus flaccida*, y las varias especies de encino que habitan naturalmente estos municipios. Si el objetivo de la plantación es generar madera, la utilización de *P. greggii* y *P. oaxacana* parece acertada; no obstante si el objetivo es restauración, protección de las cuencas y el que exista de nuevo agua en los manantiales, como se cita anteriormente, se debiera dar preferencia a las especies nativas. Para esto se deberá desarrollar debidamente las técnicas de colecta de germoplasma y la producción de las plantas de *Juniperus* y *Quercus*.

Este último género requiere una selección de sitios no tan perturbados o erosionados. En estos municipios las varias especies de encino habitan lugares con suelos medianamente profundos, lugares protegidos como cañadas y mayormente en terrenos con exposición norte.

### **Objetivos, estrategias y acciones**

Para atender esta situación crítica en esta zona de amortiguamiento ambiental y recarga de acuíferos, se deben enfocar esfuerzos y acciones para cumplir los siguientes objetivos.

*Objetivo 1.* Minimizar el cambio de uso del suelo para reducir los problemas de erosión del suelo.

#### *Estrategias*

- Impulsar políticas que aseguren la aplicación de un plan de ordenamiento Territorial de la zona.
- En terrenos forestales que han sido convertidos a un uso agrícolas, fomentar el uso de sistemas agroforestales compatibles o cultivos que permitan mantener una cubierta vegetal permanente.
- Reducir las actividades de pastoreo en la zonas forestales.

#### *Acciones*

- Iniciar programas de apoyo a los propietarios de estos terrenos para que tengan otras opciones de ingreso económico que permitan un uso sustentable de estos ecosistemas sin que se recurra al cambio de uso del suelo, como es el ganadero.
- Promover el establecimiento de compensaciones económicas a los dueños de los recursos forestales por los servicios ambientales que representan estos bosques a las zonas urbanas.
- Fomentar el aprovechamiento de recursos no maderables, incluyendo actividades de recreación y ecoturismo. Especialmente fomentar e impulsar las actividades de ecoturismo en la zona, como son las grutas de Tolantongo, los balnearios y parques acuáticos existentes en la zona que tienen mayor potencial para atraer visitantes de la zona metropolitana.

Existen otros lugares naturales en la zona con gran valor escénico, incluyendo los ecosistemas de piñoneros, mezquiales y otros monumentos naturales.

- Fomentar el cultivo de cactáceas como el nopal forrajero y para fruta, como de otros cultivos anuales o semipermanentes que complementen la alimentación del ganado.
- Fomentar el cambio a ganado ovino en lugar de caprino, considerando que los primeros son menos agresivos a la vegetación y su carne más valiosa para la elaboración de barbacoa, cuya venta genera importantes ingresos a los pobladores de las comunidades a lo largo de las principales carreteras en la zona.

*Objetivo 2.* Disminuir el número de incendios y la superficie afectada.

#### *Estrategias*

- Reforzar la capacidad de detección y tiempo de llegada a los incendios forestales, así como la infraestructura de combate y control de incendios.

#### *Acciones*

- Aumentar el número y mejorar la operación de control de control. Mejorar infraestructura terrestre y aérea de detección.
- Adquisición de herramienta y equipo, capacitación de personal, concertación de acciones con municipios, sociedad y propietarios.

*Objetivo 3.* Disminuir el riesgo de afectación de los recursos forestales por el efecto de plagas y enfermedades.

#### *Estrategias*

- Hacer más eficientes los procesos de control y evaluación en puntos críticos de la zona.
- Mejorar la sanidad de las masas forestales

#### *Acciones*

- Incrementar las acciones de prevención en zonas críticas o de alto riesgo.
- Combatir los daños por descortezadores en los piñoneros a través de la extracción de material plagado y el reforzamiento del vigor de los árboles a través de zangas trincheras para aumentar infiltración de agua, y exclusión del pastoreo.



*Objetivo 4.* Restaurar áreas degradadas y fragmentadas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación el asolvamiento de cuerpos de agua.

#### *Estrategias*

- Restaurar suelos degradados.

#### *Acciones*

- Establecer obras de protección de cauces como son las presas de gaviones y las de mampostería para capturar el agua, definiendo previamente las áreas prioritarias, aunque destaca la parte alta del valle del mezquital.
- Establecer programas de capacitación y asistencia técnica continua para lo habitantes de la zona, mostrando ejemplos exitosos de obras que existen en la región.

*Objetivo 5.* Restaurar una mayor superficie de áreas degradadas por medio de mejorar la selección de especies, la calidad de planta en vivero y el sistema de plantación.

#### *Estrategias*

- Continuar los programas de recuperación y reforestación que han iniciado desde hace varios años la SEMARNAT.
- Vincular las actividades operativas con las de investigación para producir planta y reforestar.

#### *Acciones*

- Continuar con los programas de empleo temporal (PET) para el apoyo a estas reforestaciones.
- En los municipios de Santiago de Anaya, Actopan y la parte alta de Metztlán se debe continuar con la utilización de las especies no nativas al área como son *Pinus greggii* y *P. oaxacana*.
- Establecer investigación sobre la producción de planta de calidad y de métodos eficientes de reforestación.

*Objetivo 6.* Convertir áreas degradadas e improductivas en plantaciones con especies maderables, no maderables endémicas y que protejan el suelo.

#### *Estrategias*

- Continuar programas de reforestación que han sido exitosos en varias áreas de esta zona.

- Mejorar la calidad del germoplasma utilizado.

#### Acciones

- Debido a las condiciones de aridez de la zona y a la baja precipitación pluvial, las reforestaciones deberán de realizarse con sistemas de plantación que permitan la captación de agua para poder elevar la supervivencia de las plántulas.
- Determinar con precisión las especies de encino nativo a la zona y las prácticas de manejo de germoplasma y producción de planta adecuadas a éstas.
- Ampliar la reforestación de especies locales, como es el *Juniperus flaccida*, *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, y *Acacia*.
- Ampliar la base genética de *Pinus greggii* a través de incorporar semilla de las áreas cercanas a la zona, como es el caso del material de *P. greggii* de los Municipios de Ixmiquilpan, Cardonal o Zimapán. Ampliar la base genética de *Pinus oaxacana* proveniente de El Seco o Las Derrumbadas, Puebla.
- Realizar evaluaciones de las condiciones físicas y de fertilidad del suelo antes de llevar a cabo la reforestación para decidir practicas previas de fertilización.

Objetivo 7. Obtener germoplasma de calidad para asegurar el éxito en las plantaciones.

#### Estrategias

- Conservar germoplasma *in situ* y *ex situ*.
- Establecer unidades productoras de germoplasma de alta calidad genética.

#### Acciones

- Fomentar el establecimiento de unidades productoras de germoplasma de las especies más importantes en la zona, *P. greggii*, *P. cembroides*, *P. pinceana*, *Juniperus flaccida*, *Acacia* sp. y algunas especies de *Quercus*.
- Guardar germoplasma en bancos para reforestar en años no semilleros.
- Establecer huertos semilleros de *P. greggii*, y *P. cembroides* con material selecto en campo, y que sea evaluado en ensayos.

*Objetivo 8.* Garantizar la conservación de la biodiversidad.

*Estrategias*

- Determinar áreas para conservación ecológica con beneficios a los poseedores.

*Acciones*

- Reproducir especies endémicas y en peligro de extinción como son *Pinus pinceana* y algunas cactáceas de la zona.
- Establecer mayor protección y de manera definitiva a las especies endémicas enlistadas en la NOM-059-ECOL-1994 que existen en la zona como son las cactáceas endémicas a la zona, y a las poblaciones remanentes de *Pinus pinceana*.
- Establecer un incentivos a las comunidades que protejan dichas especies.

#### **4.2.3 Zona VII. Sierra de Pachuca**

##### **Condición general y problemática**

Esta zona, fuente de recarga de acuíferos que abastecen a la ciudad de Pachuca, comprende los municipios de Pachuca, Mineral del Monte, Singuilucan y Epazoyucan. El área forestal que engloba representa el 29% de las 75 880 ha de la zona (Figura 45); se caracteriza por presentar en su parte alta bosques con una gran diversidad de especies del género *Quercus*. Asimismo, existen bosques de pino, oyamel y táscate. Sin embargo, la presión sobre ellos es cada vez más fuerte, y poco a poco están siendo relegados a lugares inaccesibles.

Son numerosos los problemas que enfrentan los recursos forestales en esta zona, entre los que se pueden mencionar están: la deforestación y el cambio de uso del suelo hacia terrenos agrícolas; alta incidencia de incendios forestales que se ven acrecentados por la falta de caminos, ataque de plagas y enfermedades, cortas clandestinas y sobrepastoreo, entre otras (Fotografía 7).

Como resultado de la destrucción de la cubierta forestal en la parte alta, en la zona se tienen terrenos con erosión hídrica de alta a muy alta 17% de los terrenos, (Cuadro 34), baja infiltración del agua de lluvia que trae como resultado el asolvamiento de embalses y presas, y sobretodo fuertes avenidas que provocan inundaciones en el valle durante la temporada de lluvias. Este problema se ve acrecentado por las fuertes pendientes de los terrenos. Asimismo, la pérdida de la cubierta forestal ha provocado una severa erosión eólica; durante la época seca del año ocurren tolvaneras de importantes magnitudes por los fuertes vientos característicos de esta región.

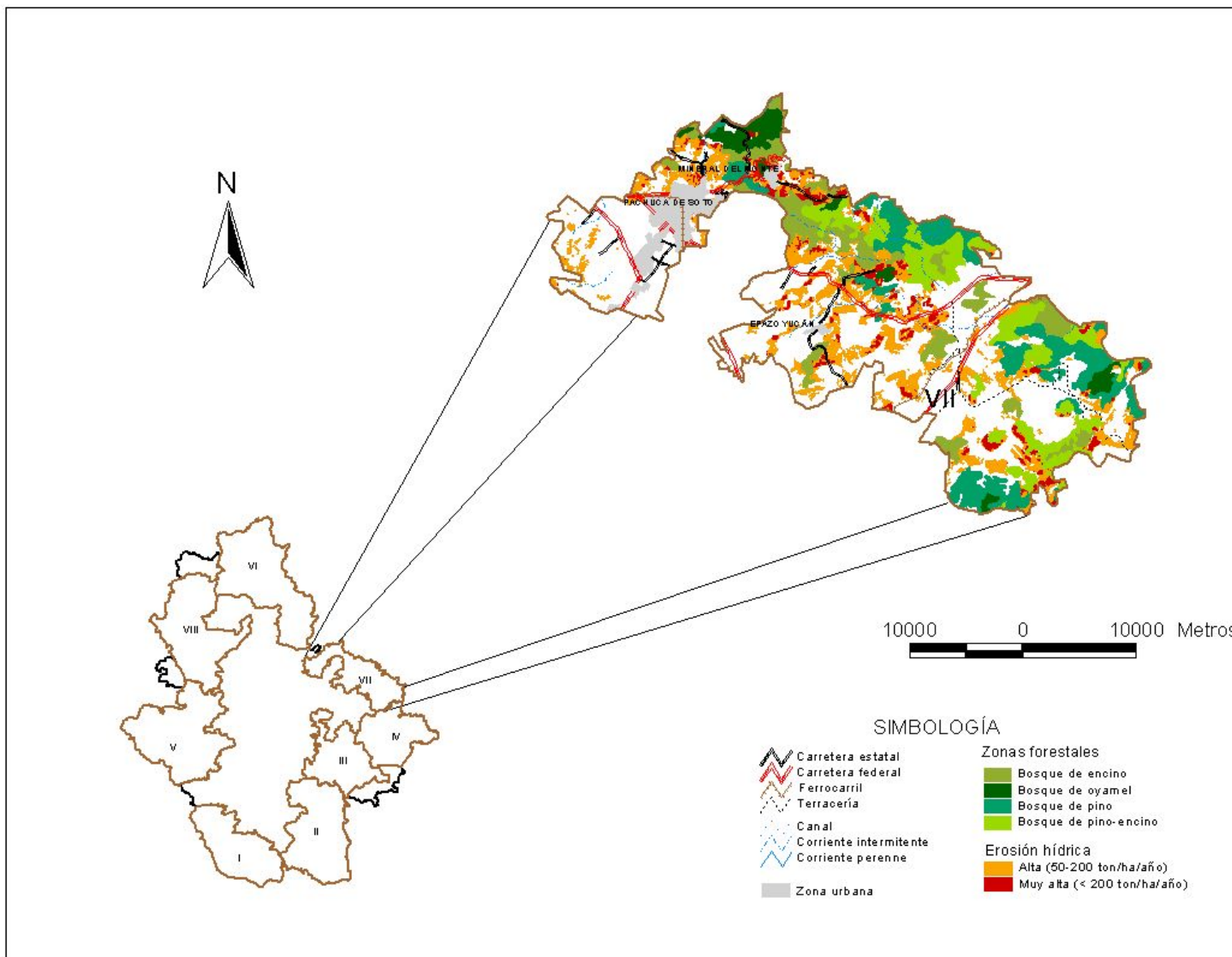


Figura 45. Zona VII. Sierra de Pachuca

Cuadro 34. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona VII Sierra de Pachuca

| Característica                            | Superficie (ha) | % de la Zona |
|---|-----------------|--------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>22066.54</b> | <b>29.08</b> |
| Bosque de Encino                          | 6204.78         | 8.17         |
| Bosque de Oyamel                          | 2452.61         | 3.23         |
| Bosque de Pino                            | 7454.29         | 9.82         |
| Bosque de Pino-Encino                     | 5954.84         | 7.84         |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>12964.47</b> | <b>17.08</b> |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 9903.27         | 13.05        |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 3061.20         | 4.03         |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>75877.95</b> |              |

En los últimos años, la presión sobre los terrenos forestales ha aumentado debido al crecimiento de la mancha urbana en los alrededores de Pachuca, lo que ha ocasionado, además del efecto directo sobre los recursos forestales, una mayor demanda de servicios urbanos como el suministro de agua potable.



Fotografía 7. Zona forestal con cambios de uso del suelo en el municipio de Epazoyucan en Hidalgo. Coordenadas UTM de punto de toma 543,857 m longitud y 2,220,021 m latitud.

Asimismo, ha aumentado la presión sobre los bosques que comprenden el parque nacional de El Chico, y la recarga de los acuíferos y presas que abastecen de agua a la Cd. de Pachuca y otras ciudades cercanas de menor tamaño.

El problema es complejo, como consecuencia ante la situación anterior, es urgente la necesidad de instrumentar acciones tendientes a revertir el efecto de los problemas de la destrucción de los recursos forestales.

### **Objetivos, estrategias y líneas de acción:**

*Objetivo 1.* Generar condiciones para la protección de las cuencas hidrográficas, los suelos y la conservación de la biodiversidad.

#### *Estrategia*

- Impulsar esquemas de asociación entre dueños y poseedores de terrenos forestales para facilitar la introducción del manejo forestal sustentable.

#### *Acciones*

- En la región existen algunos ejidos y comunidades con planes de manejo forestal. A ellos, se les debería proponer la instrumentación de prácticas de manejo sustentable de los recursos forestales. Haciendo énfasis en la multiplicidad de bienes y servicios que los bosques proporcionan. Actividades alternativas a la producción forestal maderable como las unidades de Manejo (UMAS), podrían ser una alternativa de producción. Asimismo, el desarrollo de actividades de ecoturismo y paisajismo deberán ser apoyadas como medidas de uso alternativo y conservación de los recursos forestales. La ubicación de la zona forestal y su cercanía a grandes centros de población representa una ventaja para estas actividades.

*Objetivo 2.* Mejorar la calidad de las masas forestales mediante la correcta aplicación de técnicas silvícolas.

#### *Estrategia.*

- Mejorar los sistemas de manejo forestal.

#### *Acciones*

- Dado que existe una superficie importante de terrenos que todavía tienen una cubierta forestal aceptable, es necesario establecer una serie de medidas de manejo en ellos que aseguren su permanencia, regulando los aprovechamientos forestales comerciales que se realizan en la zona. De igual forma se debe restringir el tipo de uso que se le da al área que ocupa el parque nacional El Chico, con el fin de que cumpla la función para lo cual

fue establecido. Esto implica favorecer la creación de fuentes de ingreso económico asociados a la recreación en el área, de tal manera que se desincentiven los aprovechamientos maderables y los usos no compatibles con el mantenimiento de la cubierta forestal.

*Objetivo 3.* Disminuir el número de incendios y la superficie afectada privilegiándola prevención y mejorando la eficacia del combate y control de incendios.

#### *Estrategias*

- Fortalecer la prevención atendiendo primordialmente las causas que originan mayor incidencia de los incendios por la intervención humana.
- Reforzar la capacidad de detección y tiempo de llegada a los incendios forestales.

#### *Acciones*

- Mantener una vigilancia estrecha para el control de los incendios forestales que se presenten en la zona involucrando a la gente que habita la zona.
- Es necesario la construcción de caminos que permita el acceso a las áreas que han sido afectadas por los incendios forestales, con el propósito de recuperarlas a través de reforestaciones preferentemente con especies y fuentes locales de semilla.

*Objetivo 4.* Reducir la presión sobre los bosques naturales.

#### *Estrategias*

- Crear las condiciones para establecer plantaciones forestales industriales a gran escala.
- Proporcionar los apoyos necesarios para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales.

#### *Acciones*

- Los terrenos agrícolas que han sido abandonados, así como aquellos que tienen vocación eminentemente forestal pero que su uso actual es diferente, deberían tratar de reconvertirse a terrenos con vegetación forestal. Para ello se proponen alternativas como plantaciones comerciales de árboles de navidad, actividad que podría ser favorecida por su cercanía a centros urbanos como Pachuca o incluso la Ciudad de México.
- Existen terrenos en la parte alta de la zona que se encuentran abandonados y que bien podrían utilizarse para el establecimiento de

plantaciones forestales comerciales, o con fines dendroenergéticos, o incluso plantaciones de árboles frutales. Los programas sectoriales de la CONAFOR como el PRODEPLAN tendría un gran campo de acción en este sentido.

*Objetivo 5.* Restaurar áreas degradadas y zonas críticas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

#### *Estrategia*

- Restaurar suelos degradados.

#### *Acciones*

- Restauración de áreas degradadas y actividades de protección. Como parte de los programas de restauración ecológica, es urgente la instrumentación de programas de conservación de suelos, a través la construcción de obras de retención de azolves, control de avenidas, corrección de causes y obras que permitan la infiltración del agua de lluvia.

*Objetivo 6.* Convertir áreas degradadas e improductivas en plantaciones con especies maderables, endémicas y de cobertera, para mejorar el ambiente y aumentar la recarga de mantos acuíferos.

#### *Estrategias*

- Utilizar especies nativas en las plantaciones de conservación y restauración, para contribuir a la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas forestales.

#### *Acciones*

- Es necesario el establecimiento de plantaciones con fines de protección, con especies locales en donde se incluyan tanto especies herbáceas, arbustivas y arbóreas. Las especies de encino de la región son propicias para este tipo de tareas, aunque es posible utilizar otras que soporten bajos niveles de humedad.
- En la parte baja, una alternativa para disminuir el efecto de los fuertes vientos, es el establecimiento de cortinas rompevientos y la utilización de especies arbóreas en los límites de las parcelas agrícolas.

*Objetivo 7.* Garantizar la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas forestales con especial atención a las especies de flora y fauna amenazadas o en peligro de extinción.



### *Estrategia*

- Promover el uso sustentable de la biodiversidad por las comunidades como alternativa económica.

### *Acciones*

- Instrumentar políticas de uso del suelo y evitar que la mancha urbana siga aumentando sin una planeación estratégica de asentamientos humanos, especialmente en las áreas de vegetación forestal.
- Garantizar la permanencia de las especies forestales endémicas que existen en esta zona, como son las población de *Pseudotsuga* y *Taxus*.

## **4.2.4 Zona VIII. Sierra Centro-Oeste de Hidalgo.**

### **Condición general y problemática**

Ubicada en la región Centro-Oeste del estado de Hidalgo, esta zona abarca las serranías formadas por las elevaciones del Cerro El Astillero, Cerro La Estancia, Cerro Grande, Cerro Moctezuma, Cerro Llano Grande y el Cerro Los Amates, que en su conjunto forman parte del área de captación de cuerpos de agua como la Presa Endhó, Presa El Marqués, Presa El Astillero, Presa Enríquez, Presa Javier Rojo Gómez, y Presa Vicente Aguirre (Figura 46). Estas presas almacenan el agua para irrigar el área que comprende el Distrito de Riego, localizado en los municipios de Tula de Allende, Mixquiahuala, Tezontepec de Aldama, Tepetitlán, Chapantongo y Alfajayucan. Gran parte del agua para consumo humano en las ciudades y pueblos asentados en el valle, proviene de la infiltración del agua de lluvia que ocurre en esta sierra.

La vegetación corresponde a bosques de encinos y matorral crasicaule en las partes altas de la sierra. Sin embargo, debido a la fuerte presión a que han estado sujetos estos bosques, actualmente sólo cubren una superficie de aproximadamente el 13% de la zona. La zona cubre un área aproximada de 151 404 has. Entre los factores que inciden sobre la reducción de la cubierta forestal está el cambio de uso del suelo, incendios forestales y el sobrepastoreo (Fotografía 8).

La disminución de la cubierta forestal ha ocasionado problemas asociados colaterales como la reducción de la capacidad de infiltración de agua de lluvia, aumento de la escorrentía superficial y por tanto altas tasas de erosión de los suelos. Aproximadamente el 14% de la superficie total de esta zona presenta problemas de erosión altos y muy altos (Cuadro 35) En la parte baja, se tienen problemas de asolvamiento de las presas y un gran desabasto de agua potable.

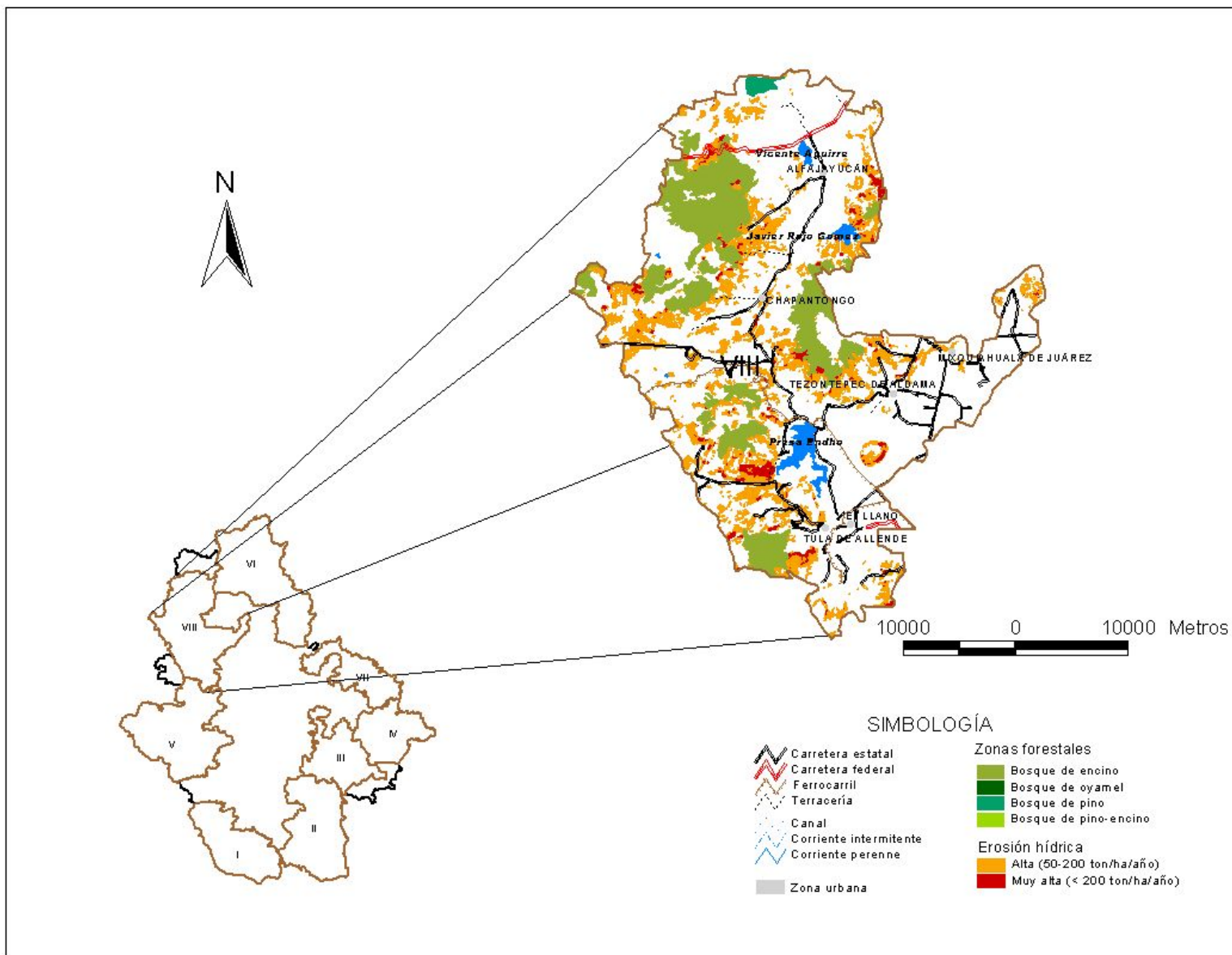


Figura 46. Zona VIII. Sierra Centro-Oeste de Hidalgo

Cuadro 35. Superficie con vegetación forestal y suelos con niveles de erosión elevada y muy elevada en la Zona VIII Sierra Centro-Oeste de Hidalgo

| <b>Característica</b>                     | <b>Superficie (ha)</b> | <b>% de la Zona</b> |
|---|------------------------|---------------------|
| <b>Superficie con vegetación arbórea:</b> | <b>19350.34</b>        | <b>12.78</b>        |
| Bosque de Encino                          | 18763.23               | 12.39               |
| Bosque de Pino                            | 587.10                 | 0.38                |
| <b>Superficie erosionada:</b>             | <b>20925.49</b>        | <b>13.8</b>         |
| Alta (50 – 200 ton/ha/año)                | 18074.42               | 11.93               |
| Muy alta (> 200 ton/ha/año)               | 2851.06                | 1.88                |
| <b>Superficie total en la Zona</b>        | <b>151404.30</b>       |                     |



Fotografía 8. Cambio de uso del suelo y sobrepastoreo en la zona cercana a la presa Vicente Aguirre en el municipio de Alfajayucan en Hidalgo. Coordenadas UTM de punto de toma 463,499 m longitud y 2,261,611 m latitud.

**Objetivos, estrategias y líneas de acción:**

*Objetivo 1.* Restaurar áreas degradadas y zonas críticas para incrementar la recarga de mantos acuíferos y detener la sedimentación y el asolvamiento de cuerpos de agua.

*Estrategia*

- Establecer un plan integral de restauración de cuencas degradadas.

*Acciones*

- Como parte del programa de restauración ecológica se deben implementar obras de conservación de suelos, que favorezcan la infiltración del agua de lluvia en estos terrenos. Por otro lado, la corrección de cauces y obras de retención de azolves en las corrientes principales y en aquellas que ya presentan cárcavas, son actividades necesarias, debido a la cantidad de material que se pierde por erosión hídrica.

*Objetivo 2.* Restaurar una mayor superficie de áreas degradadas por medio de la observación de parámetros de calidad en la producción de planta y en la reforestación.

*Estrategia*

- Concertar con anticipación áreas a reforestar para planear debidamente la recolección de germoplasma, la producción de planta, el transporte, la plantación, la protección y el mantenimiento.

*Acciones*

- Debido a las condiciones de aridez de la zona y a la baja precipitación pluvial, las reforestaciones deberán de realizarse con sistemas de plantación que permitan la captación de agua para poder elevar la supervivencia de las plántulas. Se recomienda utilizar las experiencias de otras zonas como en el municipio Santiago de Anaya, Hgo., donde se incluye la reforestación con pago de empleos temporales y sistemas de preparación de sitios adecuados a la deficiencia de humedad.
- Otra acción que es necesario instrumentar, como parte del programa de recuperación de las áreas forestales, es la definición de zonas de exclusión del ganado, como mecanismo que permita el establecimiento de la regeneración natural de las especies nativas. Por otra lado, en la zona existen terrenos abandonados que bien podrían utilizarse para el establecimiento de plantaciones con fines dendroenergéticos. En la parte baja, una alternativa para disminuir el efecto de los fuertes vientos, es el establecimiento de cortinas rompevientos y la

utilización de especies arbóreas de doble propósito en los límites de las parcelas agrícolas.

*Objetivo 3.* Convertir áreas degradadas e improductivas en plantaciones con especies maderables, no maderables, endémicas y de cobertera, para mejorar el ambiente y aumentar la recarga de mantos acuíferos.

#### *Estrategias*

- Utilizar especies nativas en las plantaciones de conservación y restauración, para contribuir a la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas forestales.

#### *Acciones*

- Es urgente la necesidad de generar programas de restauración ecológica de los ecosistemas forestales. Por lo cual se proponen iniciar actividades de revegetación y reforestación de los terrenos desnudos, con especies locales del género *Quercus* y leguminosas arbóreas del género *Acacia*, y donde la disponibilidad de agua lo permita, la utilización de pinos. Debe realizarse la identificación de las especies nativas de encinos, además de realizar estudios de manejo de semilla, y producción de planta en vivero. Asimismo, no se debe olvidar el potencial de vegetación herbácea y arbustiva de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico como fertilizadoras naturales.

### 4.3 Metas 2002-2006

- Incorporar las 265,202 ha de superficie arbolada forestal de la Región al manejo sustentable con el apoyo de programas como PRODEFOR, principalmente con fines de uso y no de aprovechamiento forestal. Es decir, en actividades como recreación y producción de bienes y servicios no maderables (ambientales, faunísticos, de protección, etc.).
- Apoyar el desarrollo e implementación de programas locales de conservación de recursos forestales en las 265,202 ha de áreas arboladas en las partes altas de la Región. Esto contribuirá a la reducción de los problemas de asolvamiento de los cuerpos de agua localizados en las partes bajas, además de reducir los problemas de inundaciones y escasez de agua.
- Apoyar el desarrollo e implementación de programas locales de restauración de áreas forestales degradadas en sus componentes suelos y vegetación, en las 212,167 ha existentes con grados de erosión altos y muy altos en la Región.
- Reforestar, a través del PRONARE, el 30% de las 212,167 ha con alta degradación actual y potencial en la Región, asegurando un índice de sobrevivencia de al menos el 50% de las plántulas .
- Incrementar la participación social en los consejos estatales de los estados que conforman la Región.
- Reducir en un 15% la superficie promedio histórica de afectación por incendio (31 ha/evento). Esto en concordancia con la meta nacionales definida en este rubro de acción.
- Atender con programas de desarrollo forestal a los ejidos con población indígena de la Región.
- Incorporar los estados que conforman la Región al Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Bosques en México (PROCYMAF).

### 4.4 Seguimiento y evaluación

Como se mencionó al inicio del reporte, éste es un documento perfectible que requiere darle seguimiento para asegurar su implementación en planes locales específicos que contribuyan a lograr un manejo sustentable en la Región. A juicio de los participantes en el desarrollo del proyecto, y en congruencia con lo expresado por la mayoría de los servidores públicos y privados que participaron en las reuniones de trabajo realizadas durante el desarrollo del mismo, es imperativo que este primer intento de programa-diagnóstico evolucione hasta presentar un panorama completo de la realidad de la Región.

En la medida que los actores importantes del sector forestal e hidrológico del país y de regiones específicas manifiesten su interés y dispongan de recursos para fomentar su avance, su elaboración se habrá justificado. El futuro inmediato debe reflejar un flujo de esfuerzos humano y monetario que se enfoquen a la definición e implementación de proyectos específicos, a nivel local, que resulten en la mejora de los recursos forestales e hidrológicos de la Región. Es decir, que contribuyan de manera positiva para implementar planes de manejo, de conservación y de restauración acordes a las exigencias actuales de sustentabilidad de los recursos forestales del país y del mundo.

La evaluación de los avances deberá cuantificar el logro de las metas planteadas párrafos atrás. En la medida que éstas se logren acorde a lo planeado, la evaluación será positiva o negativa.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Aranda Sánchez, J. 1980. Los mamíferos de la sierra del Ajusco México, D. F.: Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agropecuario.

Cairns, J. 1995. Ecosystem Services: An Essential Component of Sustainable Use. *Environmental Health Perspectives* 103, Núm. 6, junio.

Carro Xochipa, M. 1992. Los mazahuas. México : INI. il. (Monografías de los Pueblos Indígenas de México). 58 p.

Carro Xochipa, M. 1994. Mazahuas. Sínt. María Guadalupe Ángeles. México: INI - SEDESOL, il. (Pueblos Indígenas de México). 23 p.

CCVM. 1999. La cuenca del Valle de México, Acerca de la cuenca. Consejo Consultivo de la Cuenca del Valle de México. México.

CNA. 2000. Diagnósticos Regionales Valle de México, Región XIII. Comisión Nacional del Agua. México.

CNA. 1996. "*Normales Climatológicas (1941-1990)*". Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional.

CNA. 1991. "*Isoyetas Normales Anuales de la República Mexicana periodo 1931-1990*". Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.

CONABIO, 1996. Relación de especies registradas para el estado de Hidalgo en el banco de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

CONABIO, 1996. Relación de especies registradas para el estado de México en el banco de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

CONAPO. 2002. La Población de los Municipios de México. Consejo Nacional de Población. México.

CORENA, SEMARNAP. 1997. Programa Metropolitano de Recursos Naturales. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

CONSERVA. 1998. Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental. México. pp. 466-475.

Cruickshank García, G. 1998. Proyecto Lago de Texcoco, Rescate Hidroecológico. Segunda Edición. México. Memoria de la evolución del proyecto que mejora en forma



importante las condiciones ambientales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

“*Estadísticas Vitales 1994*”. Secretaría de Salud, Dirección General de Estadísticas e Informática, Junio 1996.

Fenn, M. E., L. I. Bauer, K. Zeller, A. Quevedo, C. Rodríguez, and T. Hernández-Tejeda. 2002. Nitrogen and sulfur deposition in the Mexico City air basin: Impacts of forest nutrients status and nitrate levels in drainage waters. Pages 194-221 *in*: M. E. Fenn, L. I. Bauer, and T. Hernandez-Tejeda, Editors. Urban air pollution and forest. Resources at risk in the Mexico City Air Basin. Springer-Verlag, New York, USA.

Fernández Eguiarte, A., F. Uribe-Cruz, I. Ramírez del Razo, B. De J. Apolinar y F. Vázquez Márquez. 2002. Evaluación de la mancha urbana sobre el área natural protegida de la Cañada de los Dinamos. Gaceta Ecológica. No. 62. INE-SEMARNAT. México. p. 56-67.

García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana.-- México : Universidad Nacional Autónoma de México, 246 p.

García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. "Climas (Clasificación de Koppen, modificado por García)". Escala 1:1,000,000. México.

García, E. – CONABIO. 1998. "Temperaturas máxima promedio". Escala 1:1,000,000. México.

García, E. – CONABIO. 1998. "Temperaturas mínima promedio". Escala 1:1,000,000. México.

García G., R. 2002. Composición isotópica de carbono y crecimiento en procedencias de *Pinus greggii* Engelm, Tesis de Maestría. Programa Forestal, Colegio de Postgraduados. 71 p.

Gobierno del Edo. de México-Secretaría de Ecología. 2001. Proyecto de conservación ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México: cinco parques estatales del estado de México. Toluca, Edo. de México. 239 p.

IMTA. 1996.“*ERIC Extractor Rápido de Información Climatológica*”. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

INEGI. 1992. Síntesis Geográfica Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 2001. Síntesis Geográfica México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1992. Síntesis Geográfica Tlaxcala. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1995. Anuario Estadístico del Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI).

INEGI. 1995. Anuario Estadístico de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI).

INEGI. 1995. Anuario Estadístico del Estado de México. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI).

INEGI. 1995. Anuario Estadístico de Tlaxcala. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI).

INEGI. 2001 .Censo General de Población y Vivienda, Censo General de Población y Vivienda, de 1950 (VII) a 1990 (XI). Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.

INEGI. 1991. VII Censo Ejidal. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

INEGI. 1991. VII Censo Agrícola-Ganadero. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. 1999. XII Censo Económico. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

INEGI. 1997. "*ITER (Integración Territorial )*". XI Censo General de Población y Vivienda, Resultados Definitivos. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.

INEGI. 2002. Sistema municipal de bases de datos (SIMBAD). Resultados Definitivos XI Censo General de Población y Vivienda", 2000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

INIFAP-CONABIO. 1995. "Mapa edafológico". Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escalas 1:250,000 y 1:1 000,000. México.

Isidro Morales, G. 1992. Los otomíes del Estado de México. INI, il. (Monografías de los Pueblos Indígenas de México). 45 p.

Isidro Morales, G. 1994. Otomíes del Estado de México. Sínt. Laura Ruiz Mondragón. México: INI - SEDESOL. il. (Pueblos Indígenas de México). 23 p.

Iturbide, R. 1995. Calidad del Agua del acuífero de la Ciudad de México en memoria del Foro sobre servicio de agua potable en el D.F. Ed. III Asamblea de Representantes del D.F., 1ª Legislatura.

Jáuregui Ostos, E. 2000. El clima de la Ciudad de México.-- México : Instituto de Geografía, (Temas selectos de Geografía de México: I textos monográficos. Urbanización 4). 131 p.

Leopold, A. S. 1965. Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza. México : IMRNR. 655 p.

Montiel Rojas, A. 1999. Tercer informe de Gobierno. Gobierno del Estado de México.

Mooser Federico. 1961. Informe sobre la Geología de la cuenca del Valle de México y Zonas Colindantes. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México.

Ortiz Villanueva, B. 1990. Edafología. México : Universidad Autónoma Chapingo, 394 p. : ilus.

PROBOSQUE. 1996. Programas de Manejo Forestal para el municipio de Amecameca Edo. de México. Protectora de Bosques del Estado de México.

PROBOSQUE. 1996. Programas de Manejo Forestal para el municipio de Ixtapaluca Edo. de México. Protectora de Bosques del Estado de México.

PROBOSQUE. 1996. Programas de Manejo Forestal para el municipio de Tepetlaoxtoc Edo. de México. Protectora de Bosques del Estado de México.

PROBOSQUE. 2002. Restauración Integral de la subcuenca del Río San Francisco. Protectora de Bosque, SEMARNAT-CONAFOR. Gobierno del Estado de México.

PROBOSQUE. 2002. Restauración Integral de la subcuenca Ocuilan. Protectora de Bosque, SEMARNAT-CONAFOR. Gobierno del Estado de México.

PRODERS. 2002. Programa de desarrollo regional sustentable. SEMARNAT, Delegación Regional Hidalgo.

Ramírez Contreras, A. 1992. Los Nahuas de Milpa Alta: versión preliminar. México : INI. (Pueblos Indígenas de México). 39 p.

Ramírez Contreras, A. 1992. Los Nahuas de Milpa Alta. México: INI. il. (Monografías de los Pueblos Indígenas de México). 31 p.

SAGAR. 1998. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I y II. México.

SAHAB, H. 1995. El abastecimiento de agua potable para el Distrito Federal, en memoria del Foro sobre servicio de agua potable. De III Asamblea de Representantes del D.F., 1ª legislatura.

Schelesinger. 2002. Carbon sequestration in soils: Some cautions amidst optimism. *Agriculture, Ecosystems and environment* 82: 121-127.

SEMARNAP-UACH. 1997. Programa de Desarrollo Regional Sustentable del Valle del Mezquital y Sierra Gorda. Hgo. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca-Universidad Autónoma Chapingo.

SEMARNAT-UACH. 1999. Atlas Forestal de México.

SEMARNAT. 2000. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Dirección General Forestal, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 154 pp.

SEMARNAT. 2000. Inventario Nacional Forestal Periódico. Cartas 1:250,000. Formato digital.

SEMARNAT-UACH. 2002. Evaluación de la Perdida de Suelo por Erosión Eólica. Datos preliminares. México.

SEMARNAT-UACH. 2002. Evaluación de la Perdida de Suelo por Erosión Hídrica. Datos preliminares. México.

SEMARNAT-CP. 2002 . Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la Republica Mexicana. Escala 1:250,000. Anexo cartográfico.

SNIM. 2002. Sistema nacional de información municipal. Secretaria de Gobernación. Centro nacional de desarrollo municipal. México.

Subsecretaria de Recursos Naturales-Dirección General Forestal. 2001. Las plantaciones comerciales en México. SEMARNAT. Documento informativo.

Vargas Márquez, F., del Pont Lalli, R., y Escobar Maravillas, S. (compiladores). 2001. Áreas Naturales Protegidas en México con decretos Estatales. INE-SEMARNAT. México.

Vázquez Valdivia, H. 1992. Los Otomíes del Valle del Mezquital. México: INI.. (Pueblos Indígenas de México). 42 p

Vázquez Valdivia, H. 1992. Los Otomíes hña hñu del Valle del Mezquital. México: INI.: il. (Monografías de los Pueblos Indígenas de México). 34 p.

Vázquez Valdivia, H. 1994. Otomíes del Valle del Mezquital. Sínt. Ma. Cristina Saldaña. México : INI - SEDESOL.: il. (Pueblos Indígenas de México). 24 p.