

# Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Lago de Cuitzeo



## **COORDINACION GENERAL**

Alejandro Torres García, Rocío Aguirre López, Alejandro Velázquez Montes y Gerardo Bocco Verdinelli

## **RESPONSABLES TECNICOS**

Ma.Alejandra Acosta Villegas y Rocío Aguirre López

## **GRUPO TECNICO**

***Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente***

***Dirección de Ordenamiento y Gestión Ambiental***

***Departamento de Ordenamiento Ecológico Territorial***

**Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo**

**Lázaro Cárdenas Batel**

Gobernador Constitucional del Estado de Michoacán

**César Fernando Flores García**

Secretario de Urbanismo y Medio Ambiente

**Alejandro Torres García**

Director de Ordenamiento y Gestión Ambiental

**Rocío Aguirre López**

Jefe del Departamento de Ordenamiento Ecológico

## **INDICE**

	<b>TEMA</b>	<b>PAG.</b>
<b>I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
I.1	Ordenamiento Ecológico del Territorio	1
I.2	Marco Jurídico del Ordenamiento Ecológico del Territorio	4
I.3	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio en el Estado de Michoacán	8
I.4	Ordenamiento Ecológico del Territorio de la cuenca del lago de Cuitzeo	13
<b>II</b>	<b>ETAPA DE CARACTERIZACIÓN</b>	<b>15</b>
II.1	<b>Medio natural</b>	<b>15</b>
II.1.1	Geología	15
II.1.2	Geomorfología	18
II.1.3	Edafología	29
II.1.4	Cobertura vegetal y uso del suelo	34
II.1.5	Hidrología	39
II.1.6	Áreas Naturales Protegidas (ANPs)	58
II.1.7	Sitios Arqueológicos	61
II.2	<b>Medio socioeconómico</b>	<b>62</b>
II.2.1	Municipios	63
II.2.2	Distribución de la población	64
II.2.3	Tipo de población	69
II.2.4	Crecimiento	82
II.2.5	Dinámica de la población	86
II.2.6	Coeficiente o indicador de dependencia económica	98
II.2.7	Ocupación	98
II.2.8	Educación	100
II.2.9	Marginación	102
<b>III</b>	<b>ETAPA DE DIAGNOSTICO</b>	<b>110</b>
III.1	Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo entre los años de 1975 y 2000	110
III.2	Evaluación de tierras	116
III.3	Erosión	127
III.4	Análisis de conflictos territoriales y sectoriales	134
III.5	Áreas susceptibles de restauración	137
<b>IV</b>	<b>ETAPA DE PRONÓSTICO</b>	<b>138</b>
<b>V</b>	<b>ETAPA DE PROPUESTA</b>	<b>146</b>
V.1	Talleres participativos	147
V.2	Modelo de Ordenamiento Ecológico	153
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>160</b>
<b>VII</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>163</b>

<b>CUADRO</b>	<b>INDICE DE CUADROS TITULO</b>	<b>PAG</b>
<b>II</b>	<b>ETAPA DE CARACTERIZACION</b>	
II.1	Geología generalizada de la cuenca del lago de Cuitzeo	16
II.2	Geocronología de la cuenca del lago de Cuitzeo	17
II.3	Uso de atributos del terreno según importancia relativa	20
II.4	Esquema básico de la clasificación taxonómica	21
II.5	Cartografía utilizada en el estudio de suelos de la cuenca del lago de Cuitzeo	30
II.6	Superficie y porcentaje de los diferentes tipos de suelo de la cuenca del lago de Cuitzeo	32
II.7	Superficie y porcentaje de las fases físicas del suelo de la cuenca del lago de Cuitzeo	33
II.8	Leyenda de cobertura generalizada	35
II.9	Área y porcentaje para cada clase de cobertura y uso del suelo en cada tiempo para toda la cuenca de Cuitzeo	37
II.10	Parámetros estadísticos de los mapas de valores de EMA, PEF, ETA, EXE y DEF medio anual de 1975 y 2000.	43
II.11	Cambio de la superficie de escurrimiento medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.	43
II.12	Cambio de la superficie de precipitación efectiva media anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.	45
II.13	Cambio de la superficie de evapotranspiración real media anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.	46
II.14	Cambio de la superficie de excedente medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.	47
II.15	Cambio de la superficie de déficit medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.	48
II.16	Áreas naturales Protegidas en la cuenca	59
II.17	Sitios arqueológicos en la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: INAH, 2004)	62
	<b>MEDIO SOCIAL</b>	
II.18	Municipios y área que ocupan en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	64
II.19	Densidad de población en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000	67
II.20	Dispersión de la población en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000	69
II.21	Coeficiente de localización de la población urbana, mixta o rural en la Cuenca del lago de Cuitzeo	73
II.22	Índice de urbanización en el municipio de Morelia en el año 2000	75
II.23	Índice de urbanización por municipio en la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	76
II.24	Proporción de población hablante de lengua indígena por municipio en la Cuenca del lago de Cuitzeo, en el año 2000	77
II.25	PHLI en el estado de Michoacán de acuerdo al tamaño de las localidades	81
II.26	Coeficiente de localización de la población hablante de lengua Indígena (PHLI) en la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	81
II.27	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 1990 en la Cuenca del lago de Cuitzeo	85

II.28	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 2000 en la Cuenca del lago de Cuitzeo	85
II.29	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1990 y 2000 en la Cuenca del lago de Cuitzeo	86
II.30	Proporción de población inmigrante reciente en los municipios de la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	91
II.31	Coficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad a nivel municipal en la Cuenca del lago de Cuitzeo	96
II.32	Coficiente o indicador de dependencia económica de los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	99
II.33	Coficiente de localización de la población ocupada por sector de actividad económica por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	101
II.34	Índice de rezago educativo en los municipios de la cuenca del Lago de Cuitzeo	102
II.35	Índice de Marginación de la población en los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo	109
<b>III</b>	<b>ETAPA DE DIAGNOSTICO</b>	
III.1	Superficie de pérdida o ganancia y porcentaje de cambio por clase de cobertura y uso del suelo entre 1975 y 2000	111
III.2	Existencias de ganado en la cuenca del lago de Cuitzeo (1970 – 1980)	112
III.3	Superficie y número de bordos en la Cuenca en los años de 1975 y 2000	114
III.4	Matriz de transición de 1975 a 2000	115
III.5	Requisitos para la selección de áreas para conservación de bienes y servicios ambientales	127
III.6	Superficie en porcentaje afectada por erosión por municipio y por año	130
III.7	Comparación de las superficies en porcentaje erosionadas por subcuenca para 1975 y 2000	131
<b>V</b>	<b>ETAPA DE PROPUESTA</b>	
V.1	Talleres participativos realizados en la cuenca del lago de Cuitzeo	149
V.2	Tabla de usos propuestos respecto al total de la superficie de la cuenca decretada en el OET	154
V.3	UGA´s de agricultura de riego de acuerdo a la política	155
V.4	UGA´s de uso propuesto agropecuario de acuerdo a la política	155
V.5	UGA´s de uso propuesto forestal de acuerdo a la política	156
V.6	UGA´s de uso propuesto de Bienes y servicios ambientales de acuerdo a la política	156
V.7	UGA´s de uso propuesto pecuario de acuerdo a la política	157
V.8	UGA´s de uso propuesto pesca de acuerdo a la política	157
V.9	Políticas ambientales en la cuenca del lago de Cuitzeo	158
V.10	Política de aprovechamiento de acuerdo al uso propuesto	159
V.11	Política de conservación de acuerdo al uso propuesto	159
V.12	Política de restauración de acuerdo al uso propuesto	160

<b>MAPA</b>	<b>INDICE DE MAPAS</b>	<b>PAG</b>
	<b>TITULO</b>	
<b>II</b>	<b>ETAPA DE CARACTERIZACIÓN</b>	
II.1	Geología de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>17</b>
II.2	Geocronología de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>18</b>
II.3	Topografía de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>25</b>
II.4	Modelo sombrado del terreno de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>25</b>
II.5	Hipsometría de la cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>26</b>
II.6	Pendientes de la cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>26</b>
II.7	Zonificación Geomorfológica o Paisajes Geomorfológicos de la cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>27</b>
II.8	Relieve generalizado de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>29</b>
II.9	Suelos generalizados de la cuenca del lago de Cuitzeo.	<b>32</b>
II.10	Fases físicas de los suelos de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>33</b>
II.11	Distribución de la cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Cuitzeo en 1975	<b>38</b>
II.12	Distribución de la cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Cuitzeo en 2000	<b>38</b>
II.13	Escurrimiento medio anual de 1975 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>53</b>
II.14	Escurrimiento medio anual de 2000 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>53</b>
II.15	Precipitación efectiva media anual de 1975 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>54</b>
II.16	Precipitación efectiva media anual de 2000 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>54</b>
II.17	Evapotranspiración real media anual de 1975 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>55</b>
II.18	Evapotranspiración real media anual de 2000 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>55</b>
II.19	Excedente medio anual de agua de 1975 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>56</b>
II.20	Excedente medio anual de agua de 2000 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>56</b>
II.21	Déficit medio anual de agua de 1975 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>57</b>
II.22	Déficit medio anual de agua de 2000 en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>57</b>
II.23	Áreas Naturales Protegidas en la cuenca del lago de Cuitzeo.	<b>60</b>
II.24	Áreas Naturales Protegidas en el municipio de Morelia	<b>60</b>
	<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>	
II.25	Localización de Municipios en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>65</b>
II.26	Distribución de localidades de la Cuenca del lago de Cuitzeo	<b>66</b>
II.27	Densidad de población en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>70</b>
II.28	Dispersión de la población en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>71</b>
II.29	Coeficiente de localización de la población urbana, mixta o rural en la Cuenca del lago de Cuitzeo	<b>74</b>
II.30	Índice de urbanización por municipio en la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>78</b>
II.31	Proporción de población hablante de lengua indígena por municipio en la Cuenca del lago de Cuitzeo, en el año 2000	<b>79</b>
II.32	Coeficiente de localización de la población hablante de lengua Indígena (PHLI) en la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>84</b>
II.33	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 1990	<b>87</b>

II.34	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 2000	<b>88</b>
II.35	Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1990 y 2000	<b>89</b>
II.36	Proporción de población inmigrante reciente en los municipios de la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>92</b>
II.37	Coefficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad a nivel municipal en la Cuenca del lago de Cuitzeo	<b>97</b>
II.38	Coefficiente o indicador de dependencia económica de los municipios de la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>103</b>
II.39	Coefficiente de localización de la población ocupada por sector de actividad económica por municipio en la Cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000	<b>104</b>
II.40	Índice de rezago educativo en los municipios de la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>105</b>
II.41	Índice de Marginación de la población en los municipios de la Cuenca del lago de Cuitzeo	<b>108</b>
<b>III</b>	<b>ETAPA DE DIAGNOSTICO</b>	
III.1	Aptitud para la agricultura de temporal en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>120</b>
III.2	Aptitud para agricultura de riego en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>121</b>
III.3	Aptitud forestal en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>122</b>
III.4	Aptitud pecuaria en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>123</b>
III.5	Aptitud frutícola en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>125</b>
III.6	Aptitud para conservación en la Cuenca del lago de Cuitzeo, 2000	<b>127</b>
III.7	Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en 1975	<b>133</b>
III.8	Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en 2000	<b>133</b>
III.9	Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo	<b>134</b>
III.10	Mapa de conflicto de uso del suelo	<b>136</b>
III.11	Distribución de las áreas que requieren restauración	<b>137</b>



<b>FIGURAS</b>	<b>INDICE DE FIGURAS TITULO</b>	<b>PAG.</b>
<b>I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	
I.1	Escalas del Ordenamiento Ecológico Territorial.	<b>10</b>
I.2	Proceso de Ordenamiento Ecológico Territorial seguido por la SUMA	<b>11</b>
I.3	Localización de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>14</b>
<b>II</b>	<b>ETAPA DE CARACTERIZACIÓN</b>	
	MEDIO NATURAL	
II.1	Descripción de la importancia relativa de los atributos de terreno	<b>20</b>
II.2	Diagrama del método utilizada para la regionalización geomorfológica	<b>22</b>
II.3	Unidades de Paisaje Geomorfológico en la Cuenca del lago de Cuitzeo	<b>27</b>
II.4	Diagrama de flujo de la secuencia de pasos metodológicos seguidos en la investigación de cambio de uso de suelo López y Bocco (2001)	<b>36</b>
II.5	Distribución de las superficies por clase y por año	<b>37</b>
II.6	Esquema del método utilizado en la investigación	<b>44</b>
II.7	Distribución de las superficies por clase de escurrimiento para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.	<b>45</b>
II.8	Distribución de las superficies por clase de precipitación efectiva media anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.	<b>46</b>
II.9	Distribución de las superficies por clase de evapotranspiración real media anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>47</b>
II.10	Distribución de las superficies por clase de excedente medio anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>48</b>
II.11	Distribución de las superficies por clase de déficit medio anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo	<b>49</b>
<b>III</b>	<b>ETAPA DE DIAGNOSTICO</b>	
III.1	Representación Esquemática de Actividades en la Evaluación de Tierras	<b>118</b>
III.2	Porcentaje erosión en la Cuenca por municipio y por año	<b>132</b>
III.3	Distribución de la erosión por subcuencas para 1975 y 2000	<b>132</b>
III.4	Superficies ocupadas por las clases de conflicto de uso del suelo	<b>136</b>
<b>V</b>	<b>ETAPA DE PROPUESTA</b>	
V.1	Proceso general para la construcción del esquema de ordenamiento ecológico territorial	<b>148</b>

## INDICE DE ANEXOS

### ANEXOS

### TITULO

#### II ETAPA DE CARACTERIZACION

- II.1 Unidades de relieve generalizadas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.
- II.2 Datos de información sobre los perfiles de suelos en la Cuenca de Cuitzeo.
- II.3 Datos de campo y laboratorio de los perfiles de suelos en la Cuenca de Cuitzeo.
- II.4 Descripción de perfiles de suelo
- II.5 Datos de información sobre las barrenaciones de suelos en la Cuenca de Cuitzeo.
- II.6 Datos de campo y laboratorio de los sitios de muestreo de suelos por medio de barrenaciones en la Cuenca de Cuitzeo
  
- II.7 Resumen de las clases de tierras encontrados en la Cuenca del lago de Cuitzeo, de acuerdo al conocimiento local, y su correspondencia con el sistema FAO.
- II.8 Reclasificación de los mapas de valores de EMA, PEF, ETA, EXE y DEF medio anual de 1975 y 2000
- II.9 Superficie en porcentaje de las clases de escurrimiento medio anual por unidades formas de relieve de la Cuenca de lago de Cuitzeo para 1975 y 2000
- II.10 Superficie en porcentaje de precipitación efectiva media anual por formas de relieve de la Cuenca del lago de Cuitzeo para 1975 y 2000
- II.11 Superficie en porcentaje de la evapotranspiración real media anual por formas de relieve en la Cuenca del lago de Cuitzeo para 1975 y 2000
- II.12 Superficie en porcentaje del excedente medio anual del agua por unidades de relieve en la Cuenca del lago de Cuitzeo para 1975 y 2000
- II.13 Superficie en porcentaje del déficit medio anual de agua por unidades de relieve de la Cuenca del lago de Cuitzeo para 1975 y 2000
- II.14 Sitios Arqueológicos en la cuenca del Lago de Cuitzeo

#### III ETAPA DE DIAGNOSTICO

- III.1 Identificación y Características Generales de la Unidades de Relieve Generalizadas para la Evaluación de Tierras de la Cuenca de Cuitzeo.
- III.2 Características Promedio de las Unidades Geomorfológicas (generalizadas) Utilizadas para la Evaluación de Tierras en la Cuenca del Lago de Cuitzeo.
- III.3 Resultados de la Evaluación de Tierras Usando el Esquema FAO para las Unidades de Relieve Generalizadas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.
- III.4 Comparación del uso actual vs. uso más apropiado (aptitud física) de las unidades de relieve de la Cuenca de Cuitzeo.

#### V ETAPA DE PROPUESTA

- V.1 Tabla de Unidades de Gestión Ambiental
- V.2 Criterios de Regulación Económica
- V.3 Tabla de estrategias y lineamientos ecológicos

# ***I. INTRODUCCIÓN***

## **I.1 Ordenamiento Ecológico del Territorio**

El territorio es el espacio físico donde se desarrollan los diferentes procesos de interacción entre las actividades sociales, culturales y económicas con el medio natural. Dichos procesos determinan el paisaje el cual refleja una historia ambiental única producto de la transformación humana de los ecosistemas (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2003). La transformación humana de los hábitats naturales es la causa más grande de pérdida de diversidad biológica, funciones ecológicas, así como de alteraciones del ciclo hidrológico. El balance entre hábitat natural y el paisaje humano podría determinar el futuro de la conservación de la diversidad biológica en grandes áreas del planeta. Por lo tanto es importante cartografiar y cuantificar el grado de conversión humana del hábitat natural al perturbado o dominado por el hombre (Lee, *et al.*, 1995). Por lo anterior, surge la necesidad de planear dicho territorio a través de herramientas que permitan dar seguimiento a un proceso dinámico de cambio y transformaciones del entorno humano. Para esto la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) a nivel federal y la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán contemplan el Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), como un proceso de planeación de los usos del suelo en relación con los recursos naturales (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2003). El propósito del OET es garantizar la funcionalidad y sostenibilidad del medio natural, de la población y de la actividad productiva, con la intención de lograr un equilibrio entre la transformación y la conservación del medio.

### ***Tipos de Ordenamiento Ecológico del Territorio***

De acuerdo la LGEEPA (2003), el ordenamiento ecológico presenta cuatro modalidades de según la superficie a ordenar, la participación de entidades federativas y el tipo de ambiente. De tal manera que los OET pueden ser general, regional, local y marino

***El Ordenamiento Ecológico General del Territorio:*** tiene por objeto determinar la regionalización ecológica del territorio nacional a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y b) los lineamientos y estrategias

ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es de competencia federal, por lo que debe ser formulado por la SEMARNAT. Su elaboración técnica corresponde al Instituto Nacional de Ecología y su proceso de gestión se encuentra a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental (Diario Oficial de la Federación, 2000).

***El Ordenamiento Ecológico Regional:*** debe determinar el área o región a ordenar, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, la determinación de los criterios de regulación ecológica para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y los lineamientos para su ejecución, evaluación y seguimiento. El ordenamiento regional es expedido por los gobiernos estatales siempre y cuando abarque dos o más municipios o la totalidad del territorio del estado y estará bajo coordinación de la federación cuando la región involucra a dos o más entidades federativas (Diario Oficial de la Federación, 2000).

***El Ordenamiento Ecológico Local:*** es atribución de las autoridades municipales y deben basarse en las leyes locales en materia ambiental. Tiene por objeto: determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales. Regula, fuera de los centros de población los usos del suelo y establece los criterios de regulación con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes. Los procedimientos bajo los cuales serán formulados, aprobados, expedidos, evaluados y modificados los programas de ordenamiento ecológico local, estarán establecidos en las leyes (Diario Oficial de la Federación, 2000).

***El Ordenamiento ecológico marino:*** Corresponde a la SEMARNAT, formular, expedir y ejecutar, en coordinación con las dependencias competentes, los programas de ordenamiento ecológico marino. Estos programas tendrán por objeto establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales (Diario Oficial de la Federación, 2000).

## ***Etapas del Ordenamiento Ecológico del Territorio***

El proceso de ordenamiento se divide en las siguientes etapas: caracterización, diagnóstico, pronóstico, propuesta, instrumentación y gestión (Diario Oficial de la Federación, 2003).

***Etapas de caracterización;*** en esta etapa se da respuesta a preguntas como: ¿qué se tiene?, ¿cuánto se tiene? y ¿dónde está?, su objetivo es delimitar el área de estudio, considerando las actividades e intereses sectoriales, las cuencas, las áreas de atención prioritaria.

***Etapas de diagnóstico;*** responde a la pregunta ¿cómo está?, su objetivo es identificar y analizar los conflictos ambientales a partir del análisis de la concurrencia espacial de actividades sectoriales incompatibles; delimitar áreas a preservar, conservar, proteger o restaurar.

***Etapas de pronóstico;*** su objetivo es examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas considerando, entre otras cosas, las tendencias de degradación de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

***Etapas de propuesta;*** tiene por objeto generar el modelo de ordenamiento ecológico del territorio, en el que se incluyen los lineamientos y estrategias ecológicas.

***Instrumentación;*** en esta se integra todo el procedimiento jurídico para llevar la propuesta de OET al nivel de decreto o Programa. Su objetivo es que los tomadores de decisiones usen y se apropien de este instrumento.

***Gestión;*** implica la negociación con todos los sectores sociales involucrados en el proceso de planificación, comprende desde el comienzo del proyecto hasta mas allá de su ejecución. Su objetivo es vincular el proyecto de Ordenamiento con la población local, y la

coordinación y concertación con los sectores involucrados. A partir de reconocer la función social del territorio, donde las políticas y programas interinstitucionales beneficien al conjunto de la sociedad, la gestión se encarga de concertar y validar, en el ámbito sectorial, el estilo de desarrollo que cumpla con las aspiraciones sociales.

Dicho modelo deberá traducirse en una propuesta de Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) que contenga las políticas, los lineamientos y las estrategias. Esta propuesta deberá ser considerada social e institucionalmente para, en su momento, ser complementada con las consideraciones de carácter programático y presupuestal pertinentes, entre las que se incluirán los mecanismos orientados a la administración regional del territorio.

## **I.2 Marco Jurídico del Ordenamiento Ecológico del Territorio**

El marco jurídico para el Ordenamiento Ecológico del Territorio esta constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras formas jurídicas asociadas. El ordenamiento Ecológico tiene su fundamento legal en instrumentos normativos de diferente orden:

***Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos:*** Establece que cada persona debe contar con un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar (artículo 4). El Estado deberá dirigir un desarrollo nacional integral y sustentable, mediante el crecimiento económico y el empleo y una justa distribución del ingreso y la riqueza, que permita la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales. Promueve el apoyo e impulso de las empresas de los sectores social y privado de la economía, de acuerdo al interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente (Artículo 25). Además el estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo mediante la participación de los diversos sectores sociales, el cual deberá permitir el crecimiento económico (Artículo 26). Así mismo, la nación tiene derecho de establecer el interés publico en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana (artículo 27) (Diario Oficial de la Federación, 2000b).

**Ley Orgánica de la Administración Pública Federal:** en sus artículos 2, 14, 17 y 26 establece las bases de la administración pública federal y en sus artículos 32 y 32 *bis* que establece las atribuciones de de la Secretaría de Desarrollo Social y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales respectivamente (Diario Oficial de la Federación, 2000a).

**Ley de Planeación:** reglamenta el Sistema Nacional de Planeación Democrática, en sus artículos 2, 3, 33, 34, 35 y 44, hace referencia a la participación del gobierno federal con los gobiernos locales para lograr los objetivos de la Planeación Nacional del Desarrollo (Diario Oficial de la Federación, 1983).

**Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):** ésta es reglamentaria de la preservación y restauración del equilibrio ecológico. En los artículos 1 fracciones I, II, VIII y IX, 2 fracción I, artículo 3 fracción XXIII se definen y establecen las bases para la formulación del Ordenamiento Ecológico, considerándolo de interés y utilidad pública y social. En sus artículos 4, 5, 6, 7 fracciones I, II y IX, y artículos 15 y 16, señalan las atribuciones de la federación a través de la SEMARNAT, los estados y los municipios en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente. En la planeación Nacional del Desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico de acuerdo con el artículo 17. En la sección II de esta ley se trata lo referente al Ordenamiento Ecológico del Territorio, 19, 19 BIS fracción II, 20 BIS 1 párrafo primero, 20 BIS 2 párrafo primero, 20 BIS 3 y 60 último párrafo (Diario Oficial de la Federación, 2000).

**Ley General de Asentamientos Humanos:** en su artículo 3 establece los objetivos del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población. En los artículos 6, 7, 8 y 9 señala las atribuciones de la Federación, los Estados y los municipios en la materia. El artículo 11 se menciona que la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población forma parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática, como una política sectorial que coadyuva al logro de los objetivos de los planes de desarrollo nacional, estatal y municipal. Finalmente en el artículo 19 señala el cumplimiento de lo establecido en la LGEEPA (Diario Oficial de la Federación, 1993).

### ***Reglamento de la LGEEPA***

Los OE Regionales deberán contener un convenio de coordinación entre la federación y el estado (Artículo 38 y 39), en el cual se deberán establecer las materias y actividades que constituyen el objeto del convenio que deberán estar en congruencia con las disposiciones del Plan Nacional de Desarrollo, el programa sectorial ambiental y el programa de ordenamiento ecológico general del territorio. Así como, las obligaciones de las partes y las autoridades de los tres niveles de gobierno y las personas, organizaciones e instituciones del sector privado y social que formarán parte del comité. Además de un plan de trabajo con los objetivos y metas que se pretendan alcanzar (Artículo 9 y 39) (Diario Oficial de la Federación, 2003).

Los programas de OE regional del territorio deberán identificar las actividades sectoriales y su relación con los conflictos ambientales que generan, principalmente con la oferta y la demanda de recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Ubicar las zonas donde se presenten conflictos ambientales que deban resolverse con la aplicación de las estrategias ecológicas a definirse en el programa de ordenamiento ecológico. Generar un modelo de ordenamiento ecológico del territorio que maximice el consenso entre los sectores, minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo sustentable en la región (Artículo 41) (Diario Oficial de la Federación, 2003).

Los estudios técnicos para la realización de los programas de Ordenamiento Ecológico regional del territorio deberán realizarse a través de las siguientes fases: a) caracterización, tendrá por objeto describir el estado actual de los componentes natural, social y económico del territorio, b) diagnóstico, tendrá por objeto identificar y analizar los conflictos ambientales en el área de estudio, c) pronóstico, tendrá por objeto examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la predicción del estado futuro de los componentes natural, social y económico del ambiente y d) propuesta, tendrá por objeto generar el modelo de ordenamiento ecológico del territorio, en el cual se incluirán los lineamientos ecológicos y las estrategias ecológicas (artículo 42 al 47) (Diario Oficial de la Federación, 2003).

Se promoverán talleres de planeación participativa por medio de una convocatoria dirigida



a todos los sectores involucrados con el objeto de incorporar las propuestas procedentes (artículo 48). Se podrán realizar modificaciones a los programas de ordenamiento ecológico (artículo 49, 50 y 51) (Diario Oficial de la Federación, 2003).

***Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006:*** es una estrategia de desarrollo que busca el equilibrio global y regional entre sistemas económicos, sociales y ambientales a fin de contener los procesos de deterioro del ambiente; induciendo a un ordenamiento ambiental, con el objeto de que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región, con el fin de aprovechar de manera plena y sustentable los recursos naturales, como condición básica para superar la pobreza (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2001).

***Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo (LEEPAEMO)*** en sus artículos 3, 4, 5 Establece las disposiciones generales para el Ordenamiento Ecológico. Los artículos 6 y 8 hacen referencia a las atribuciones en el cumplimiento de esta ley por parte del Poder Ejecutivo del Estado, a través de sus dependencias, entidades y organismos auxiliares, así como de las autoridades municipales. La Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente del Estado deberá proponer al poder Ejecutivo del Estado, el establecimiento del Ordenamiento Ecológico (artículo 9). El artículo 11 establece que los ordenamientos deberán formular y aplicar programas de ordenamiento ecológico municipal. Los artículos 21 y 22 se refieren a la formulación, conducción y expedición de la política ecológica del estado y por parte de los municipios, en materia de preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente y a los recursos naturales. El artículo 23 establece que en la planeación del desarrollo integral del Estado, se considerarán las políticas que definan el Ordenamiento Ecológico que establezca la Federación (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2000).

La LEEPAEMO establece que el OE deberá considerar que los ecosistemas tienen sus propias características y funciones, que deben ser respetados para su conservación, preservación y aprovechamiento, así como la vocación natural del suelo, el uso actual y potencial, y los usos condicionados que conlleven al desarrollo sustentable del territorio estatal (artículo 25). El OE será considerado en los programas de desarrollo urbano, en la creación de reservas territoriales y la determinación de los usos del suelo; los apoyos a

las actividades productivas, la realización de obras públicas, que implique el aprovechamiento de recursos naturales, Las autorizaciones para la construcción y operación de plantas o establecimientos industriales, comerciales o de servicios; (artículo 26) . El OE se formulará en congruencia con el ordenamiento ecológico general del territorio (artículo 27) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2000).

La regulación ecológica de los asentamientos humanos deberá preservar, mejorar y restaurar el entorno ambiental para elevar la calidad de vida de la población (artículo 29). Además no se autorizarán obras o actividades que contravengan lo establecido en el OE y en los programas de desarrollo urbano (artículo 36). El desarrollo urbano deberá cumplir con lo establecido en el OE del Estado (artículo 32). Así mismo, los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico, deberán observarse por las autoridades estatales y municipales, de conformidad con las disposiciones que al efecto se establezcan el OE del Estado (artículo 51) (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2000).

***Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Michoacán 2003-2008:*** considera el fomento al desarrollo regional basado en la elaboración de los programas de Ordenamiento Ecológico como instrumento de política ambiental (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2003).

### **I.3 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio en el Estado de Michoacán**

**El OET en el Estado de Michoacán se define como** un instrumento de planeación técnica y política de un territorio que permite la organización del uso y ocupación del mismo, a mediano y largo plazo, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo. Esto permite un uso adecuado de los recursos naturales de acuerdo a las estrategias de aprovechamiento con base en la aptitud natural del territorio y la demanda actual que tiene la población de dichos recursos.

**Los programas de OET pueden ser utilizados en diversos planes y programas como:**

- Planeación y regulación del uso de suelo.
- Evaluación de sistemas de producción actual y potencial.
- Planeación de áreas naturales protegidas.
- Definición de áreas para garantizar bienes y servicios ambientales.
- Definición de potencialidades socioeconómicas de una región.
- Definición de sitios para la instalación de rellenos sanitarios, reforestación, unidades de manejo de vida silvestre (UMAs), infraestructura, etc.
- Caracterización de la degradación ambiental (erosión, riesgos, deforestación, biodiversidad, etc.).
- Caracterización y proyecciones socioeconómicas.
- Apoyo en la toma de decisiones.
- Apoyo en la programación presupuestal
- Facilita los consensos y las negociaciones entre sectores

En el estado los OET se realizan en tres niveles: estatal, regional y municipal, cada uno de ellos con una escala de trabajo, gestión y objetivos particulares como se muestra en la figura I.1.

El programa de OET en el Estado de Michoacán está a cargo de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA), la cual trabaja en coordinación con el gobierno federal (SEMARNAT, INE, SAGARPA, CNA, etc.), el gobierno estatal (SEDAGRO, COFOM, COMAPAS, SEPLADE, etc.), los gobiernos municipales e instituciones de investigación (UMSNH, UNAM, COLMICH).

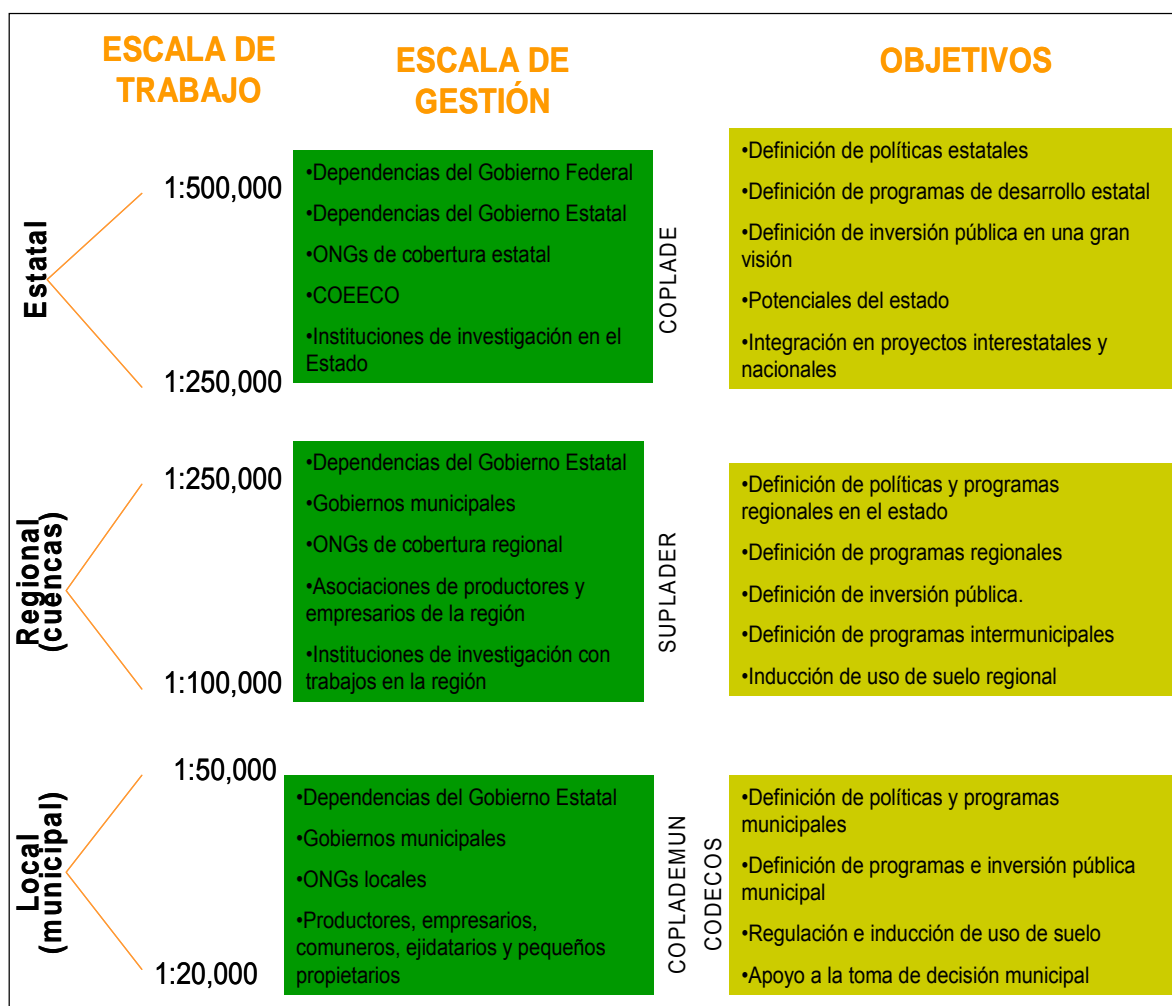
El proceso de OET que se ha seguido en el Estado de Michoacán se describe a continuación (figura I.2):

1) Generalmente se inicia con la formación de un comité que será el responsable de dar seguimiento al proceso de ordenamiento ecológico y vigilará que se realice conforme a la normativa. Dicho comité debe promover la participación de personas, organizaciones, grupos e instituciones de los sectores público, privado y social, con el fin de lograr la congruencia de planes, programas y acciones sectoriales en el área de estudio, así como resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable (Diario Oficial de la Federación, 2003).

El Comité está integrado por un órgano Ejecutivo y uno Técnico

El Órgano Ejecutivo es el responsable de la toma de decisiones para la instrumentación de las acciones, procedimientos, estrategias y programas del proceso de ordenamiento ecológico, y está integrado por autoridades y miembros de la sociedad civil.

Figura I.1. Escalas de gestión del OET en el estado de Michoacán.



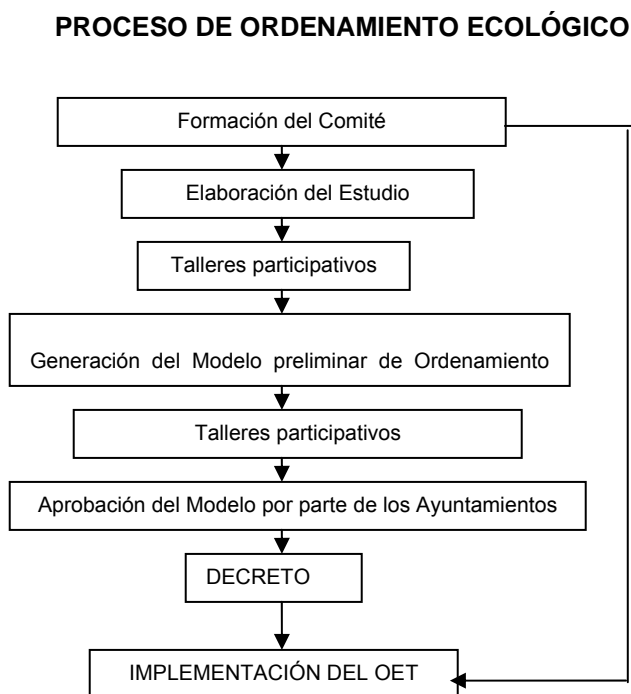
El Órgano Técnico se encarga de la realización de los estudios y los análisis técnicos necesarios para la instrumentación de las acciones, procedimientos, estrategias y programas del proceso de ordenamiento ecológico (Diario Oficial de la Federación, 2003).

2) Estudio Técnico. Los estudios técnicos (etapas de caracterización, diagnóstico y

pronóstico) de los OET desarrollados en la SUMA han sido elaborados por instituciones de investigación, lo cual garantiza la participación de personal capacitado en los componentes socio-ambiental y físico-biológico, así como la calidad de la información base para el desarrollo de la etapa de propuesta.

Los estudios técnicos deben apegarse a los términos de referencia correspondientes.

Figura I.2. Proceso de Ordenamiento Ecológico Territorial seguido por la SUMA.



### 3) Talleres participativos

La SUMA ha desarrollado talleres participativos cuyo objeto es lograr el consenso social para garantizar el mejor uso del suelo, bajo el concepto de sustentabilidad ambiental y económica. Son parte fundamental del proceso de OET ya que permiten la participación en la planeación del uso del territorio a través de la creación del OET. Es mediante estos talleres que se construye el modelo de ordenamiento consensuado con los principales actores así como recopilar información sobre las condiciones y problemática socio-ambiental del área de estudio.

Los talleres deben contar con la participación de:

- Dependencias del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.
- Organizaciones no gubernamentales.
- Instituciones de Investigación.
- Asociaciones de productores y empresarios de la región.
- Representantes de los sectores: Pecuario, Agrícola, Forestal, Turismo, Pesca, Industrial, Comercial y Minero.

#### 4) Generación del MOET

Basándose en los resultados del estudio técnico y en la información obtenida en los talleres participativos se elabora la etapa de propuesta, es decir, el modelo de ordenamiento ecológico, en el cual se plasma la distribución óptima de las actividades productivas las cuales se delimitan mediante unidades de gestión ambiental (UGAs) y se le asignan las políticas ambientales, criterios ecológicos, lineamientos ecológicos y las estrategias.

#### 5) Talleres participativos

Se realiza una segunda fase de talleres participativos. En esta etapa se presenta la propuesta de Modelo de Ordenamiento Ecológico, generada a partir de los primeros talleres a la sociedad para su modificación y/o aprobación.

#### 6) Aprobación por parte de los ayuntamientos

El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial consensuado, la tabla de usos y políticas, los criterios ecológicos, los lineamientos y estrategias ecológicas son sometidos para su aprobación por parte de los ayuntamientos correspondientes. Si los cabildos consideran que deben hacerse modificaciones al MOET, las hacen llegar a la SUMA, mediante oficio a fin de integrar dichas modificaciones y proceder a su aprobación definitiva mediante el Acta de Cabildo certificada.

#### 7) Decreto

Una vez aprobado el MOE se procede a su decreto, el cual se publica en el Periódico Oficial del Estado y se Inscribe en el Registro Público de la Propiedad para su observancia.

El Programa de OET en su totalidad se publica en la bitácora ambiental del Estado, en la

página web de la SUMA (<http://www.bitacoraambiental.suma.michoacan.gob.mx>)

#### 8) Implementación

Una vez decretado el ordenamiento, la SUMA hace la entrega oficial a los ayuntamientos del programa y su sistema de información geográfica, capacita al personal que se hará responsable del manejo de la información para que posteriormente puedan hacer consultas y tomar decisiones en base al mismo.

### **I.4. Ordenamiento Ecológico del Territorio de la Cuenca del Lago de Cuitzeo**

La unidad de estudio del OET debe ser la región, que representa un espacio geográfico integrado por un conjunto de ecosistemas que interactúan entre sí, que permite establecer balances regionales entre la disponibilidad, la demanda y el deterioro de los recursos naturales.

Las regiones presentan dinámicas y condiciones específicas por lo que son el territorio ideal para concertar políticas y acciones que incorporen criterios ambientales en la atención de problemas económicos y sociales, que permitan orientar el desarrollo hacia la sustentabilidad (Mendoza, et al. 2001). Por lo anterior surge la necesidad de realizar el Ordenamiento Ecológico de la región de la cuenca del Lago de Cuitzeo, la cual presenta procesos particulares de tipo natural, social y económico.

La cuenca se localiza en el Sistema Volcánico Transversal, entre los 19°30' latitud norte y 100°30' longitud oeste y cuenta con una superficie de aproximadamente 4026 km<sup>2</sup> (Figura I.3). En ella se encuentra el segundo cuerpo de agua más grande del país, el cual presenta grandes periodos de desecación y ha sido considerado dentro de los humedales prioritarios para la conservación de especies migratorias (Villaseñor, 1994). Además, se presentan fuertes procesos migratorios y de urbanización (especialmente en la ciudad de Morelia) (López, 2001).

La cuenca ha sido habitada desde tiempos remotos, pero es en las últimas décadas que se han originado problemáticas de tipo ambiental, como; deterioro de los recursos, cambio en el uso del suelo, erosión, contaminación, abatimiento del manto freático, disminución del vaso del lago de Cuitzeo y eutroficación de sus aguas (LXVII Legislatura-UMSNH,

1996, Mendoza et al., 2001).

Existe una estrecha relación entre el crecimiento de la población y la expansión de los asentamientos humanos. Este crecimiento implica una mayor presión sobre los recursos naturales, ya sea porque la mancha urbana se extiende hacia terrenos agrícolas, bosques u otros tipos de coberturas, o por la demanda de recursos para alimentación y satisfacción de necesidades (López, 2001).

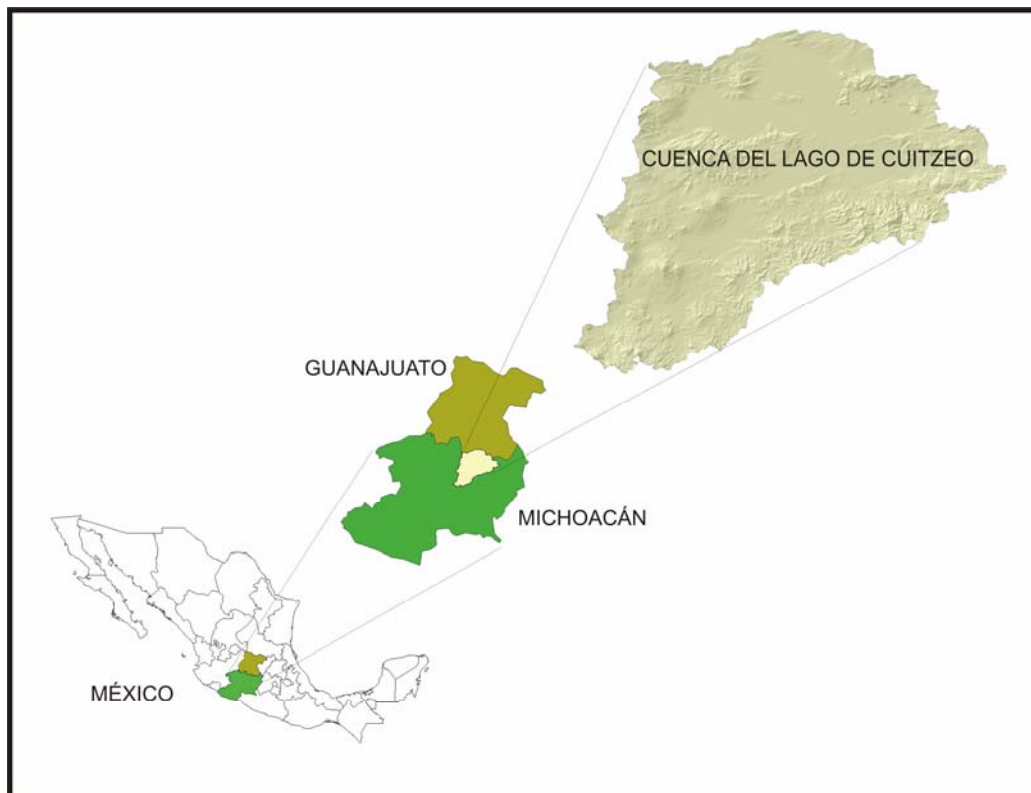


Figura I.3. Localización de la cuenca del lago de Cuitzeo.



## **II. ETAPA DE CARACTERIZACIÓN**

### **II.1 Medio natural**

#### **II.1.1 Geología**

La geología es la ciencia que estudia la forma interior del globo terrestre, las materias que lo componen y su formación, los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen, y la colocación que tienen en su actual estado (<http://es.wikipedia.org>).

México adquirió su actual configuración geológica durante el Cenozoico que en los periodos cuaternario y terciario se caracterizó por la intensa actividad tectónica y sísmica. Las zonas de mayor actividad volcánica se sitúan al sur de la gran falla transversal que sigue la línea del paralelo 19. Precisamente sobre esta gran fractura se formó, durante el Eoceno, la cordillera Neovolcánica o Eje Volcánico, reborde meridional de la Altiplanicie Mexicana (<http://mexico.udg.mx/geografia/geografiamexico/geologia.html>) y es precisamente en este Cinturón Volcánico Mexicano donde se localiza la cuenca del lago de Cuitzeo, mas específicamente dentro de la Depresión lacustre Cuitzeo-Chapala, donde se encuentran los lagos más importantes de México (Chapala y Cuitzeo). Por el tipo de geometría y fallamiento se han separado las regiones de Chapala y Cuitzeo (Garduño, 1999).

El área de Tafetán, Tzitzio, Morelia, Mil Cumbres y Angangueo corresponde al periodo terciario medio superior volcánico y está conformada por las sucesiones volcánicas pseudoestratificadas. Esta constituida por derrames de lavas basálticas a dacíticas, conglomerados volcánicos, ignimbritas, brechas andesíticas o riolíticas y algunos delgados horizontes de arenisca y limonita (COREM, 1995). Al periodo terciario superior clástico esta representada por una alternancia de limonitas y areniscas de origen lacustre, tal es el caso de Charo donde existen algunos depósitos de diatomita (COREM, 1995).

La depresión Cuitzeo se extiende desde el municipio de Zacapu hasta los límites entre los Estados de Michoacán y México, en la cual se presentan los denominados Altos de Purúandiro-Huaniqueo y el Alto de los Azufres. Estos elementos estructurales están cortados por fallas NE-SW en el sector occidental y E-W en el sector oriental (Garduño,

1999). Lo anterior permite que la región de Cuitzeo se caracterice por presentar una morfología donde se alternan altos y fosas tectónicas E-W y NE-SW (Israde-Alcántara, 1999).

|

En el límite septentrional de la cuenca del lago de Cuitzeo se localiza el lago del mismo nombre el cual esta tectónicamente delimitado por semigrabens constituidos principalmente de rocas volcánicas y productos fluvio lacustres que tienden a depositarse hacia el lago el cual presenta un desecamiento continuo en su sector occidente (Israde-Alcántara, 1999).

Las bases de datos cartográficas de la geología se construyeron a partir de la digitalización del “Geologic map of central sector of Mexican Volcanic Belt, State of Guanajuato and Michoacán, México”, a escala 1: 300,000 (Pasquarè et al, 1991).

La cuenca esta representada por un 25% de depósitos superficiales los cuales se encuentran en el centro de la cuenca que corresponde a las zonas mas bajas. Los conos de lava están distribuidos en toda la cuenca y representan el 11% de la superficie. Los basaltos y dacitas ocupan el 7% de la cuenca y se localizan en la porción suroeste, mientras que los conos andesíticos ocupan un 8% y se ubican en toda la cuenca (Cuadro II.1 y Mapa II.1).

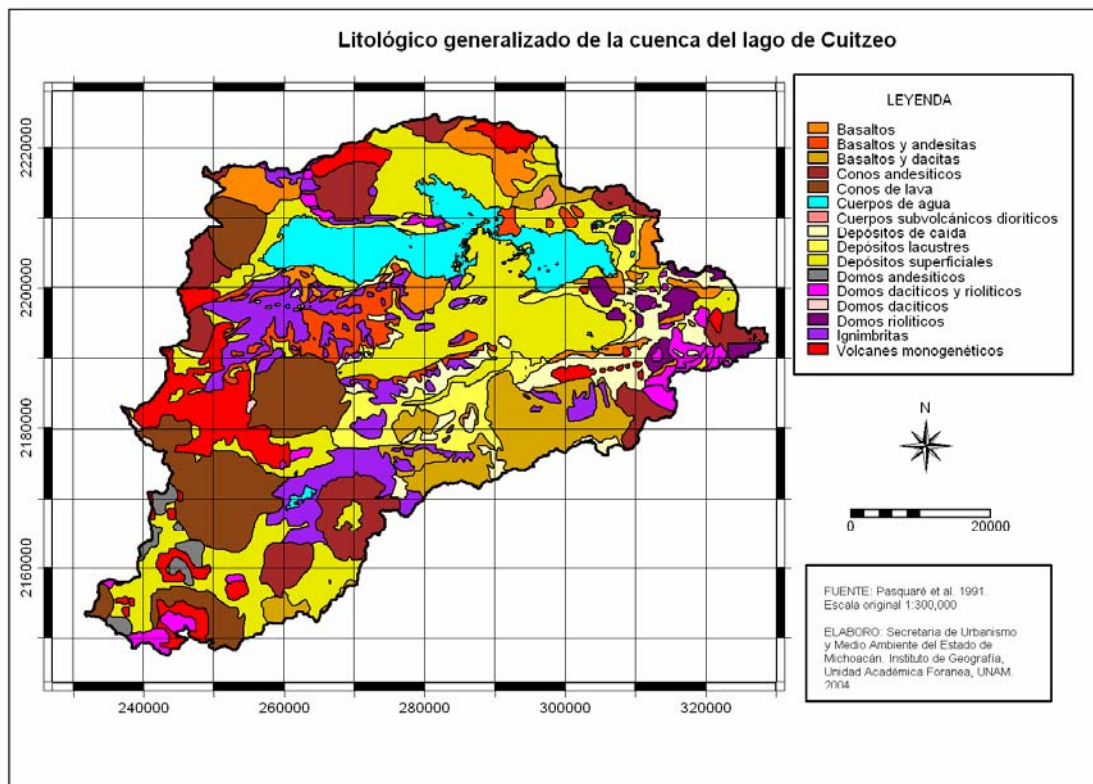
Cuadro II.1. Geología generalizada de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Pasquarè et al. 1991).

<b>GEOLOGIA</b>	<b>SUPERFICIE (HA)</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
Basaltos	20255	5.1
Basaltos y andesitas	14655	3.7
Basaltos y dacitas	29404	7.4
Conos andesíticos	33145	8.3
Conos de lava	44712	11.2
Cuerpos subvolcánicos dioríticos	586	0.2
Depósitos de caída	20142	5.0
Depósitos lacustre	20054	5.0
Depósitos superficiales	98332	24.6
Domos andesíticos	4087	1.0
Domos dacíticos y riolíticos	10302.4	2.6
Domos dacíticos	485.7	0.1
Domos riolíticos	6930.6	1.7
Ignimbritas	35303.6	8.8
Volcanes monogenéticos	30061.2	7.5
Cuerpos de agua	31863	8.0

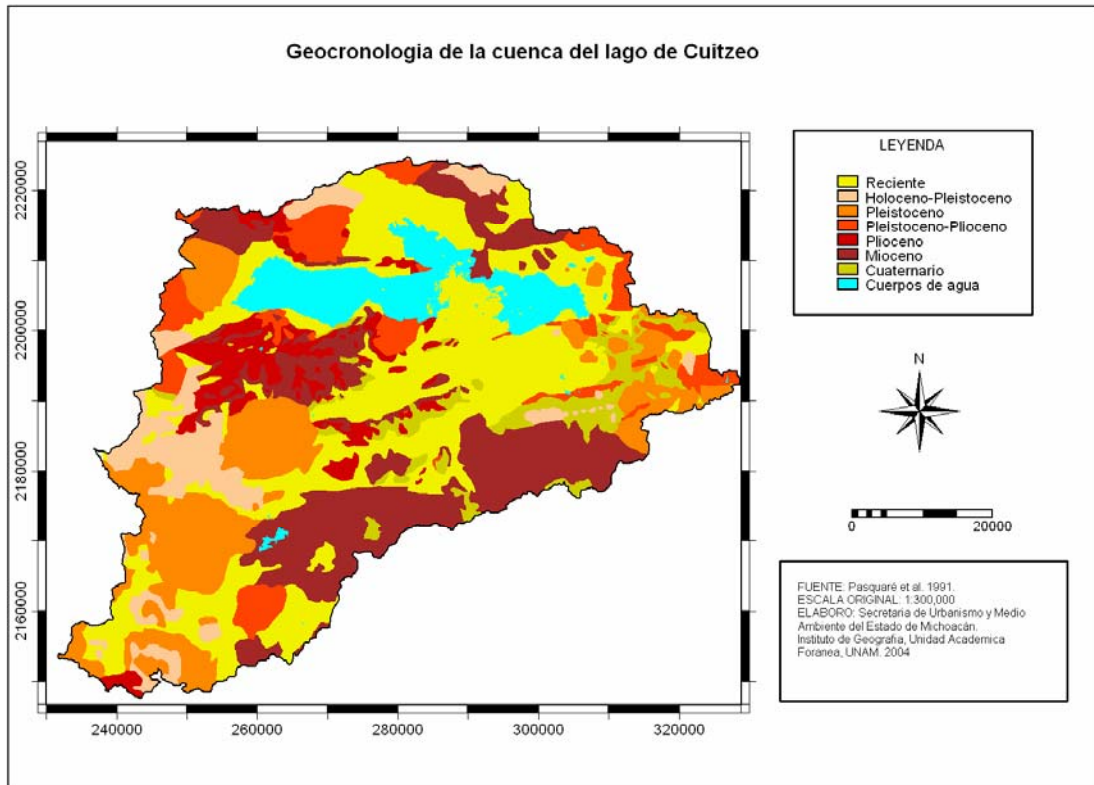
Cronológicamente la cuenca corresponde principalmente al reciente, con una superficie aproximada del 30%, distribuyéndose sobre todas las partes bajas de la cuenca. Al mioceno corresponde un 20% y se distribuye en el sureste y norte de la cuenca. Al pleistoceno corresponde un 16% y se distribuye en las partes altas de la cuenca (Cuadro II.2 y Mapa II.2).

Cuadro II.2. Geocronología de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Pasquaré et al. 1991).

CRONOLOGIA	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE %
Reciente	118452	29.6
Holoceno-Pleistoceno	30069	7.5
Pleistoceno	63643	16
Pleistoceno-Plioceno	31342	7.8
Plioceno	23812	5.9
Mioceno	80961	20.2
Cuaternario	20132	5.0
Cuerpos de agua	31847	8.0



Mapa II.1. Geología de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Pasquaré et al. 1991).



Mapa II.2. Geocronología de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Pasquaré et al. 1991).

## II.1.2 Geomorfología

La regionalización geomorfológica ha probado su utilidad en el manejo de recursos naturales en países subdesarrollados (Bocco *et al.*, 2001), mas específicamente en el proceso de ordenamiento ecológico donde define las unidades espaciales apropiadas para utilizarse como base territorial para evaluar la oferta ambiental y la demanda social, por un lado, y su manejo para efectos de planificación sectorial y espacial (Bocco, G. y Mendoza, M. 1999). La generación de dichas unidades espaciales es a través del uso de cartografía y de la observación directa en el terreno, lo cual permite obtener información, modelar y analizar datos. El propósito de la cartografía geomorfológica, edafológica y de

cobertura en forma integrada consiste en generar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno, los procesos geomorfológicos, la estructura, composición, dinámica de los suelos, agua y de la vegetación, así como de los fenómenos naturales relacionados (Zonneveld, 1979; Meijerink, 1988). El método de regionalización geomorfológica está basado en los principios de la ecología del paisaje, puesto que reconoce una concepción sistémica de las unidades de relieve; es decir, por sus atributos cada unidad presenta distintos tipos de procesos de modelamiento por efecto de las condiciones climáticas, el tipo de roca, suelos y cobertura; en consecuencia cada unidad tiene una función ecológica distribuida en el espacio (Mendoza, et al. 2001).

Se generó el mapa geomorfológico según la metodología expuesta por Lamadrid-Maron y Horta-Carballal (1984) y Lugo-Hubp (1988), la cual consiste en extraer de los mapas topográficos y fotografías aéreas los elementos principales del relieve. Dicha metodología requiere de la utilización de la carta: hipsométrica (Mapa II.3), de pendientes (Mapa II.4) y de densidad de drenaje, en este caso basados en el Modelo Digital de Terreno (MDT) y la red hidrográfica.

El análisis geomorfológico siguió parcialmente el procedimiento de levantamiento geomorfológico utilizado en el ITC (Verstappen y Van Zuidam, 1991). Para lo cual se realizó la delimitación de las formas del relieve a través de la interpretación detallada de la fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro (escala 1:50,000) del año 1975, utilizando criterios y reglas de interpretación aerofotográfica (Zonneveld, 1979; Van Zuidam y Van Zuidam, 1979; Verstappen y Van Zuidam, 1991).

El sistema jerárquico seleccionado fue el levantamiento geopedológico (Zinck, 1988; Mendoza y Bocco, 1998), el cual se ajustó a las características locales. Se consideraron las clases: ambiente morfogenético, paisaje geomorfológico (zonalidad geomorfológica), relieve/modelado, litología/facies y forma de relieve (Bocco *et al.*, 2001). Este sistema fue seleccionado porque las jerarquías están definidas con precisión, los rasgos apreciables a cada nivel pueden aplicarse en cualquier ambiente y además ofrece la posibilidad de establecer una relación coherente con otros componentes del paisaje (suelos y vegetación). Las consideraciones morfogenéticas de muy alta complejidad se manejan y analizan a niveles inferiores, lo cual presenta ventajas en la replicabilidad del método a

escala regional (Cuadro II.3).

El enfoque jerárquico de este sistema se basa en la delimitación de rasgos a partir de una mayor abstracción y generalización de información para las unidades mayores; mientras que las unidades menores se delimitan mediante un proceso de análisis con mayor detalle (Cuadro II.4 y Figura II.1).

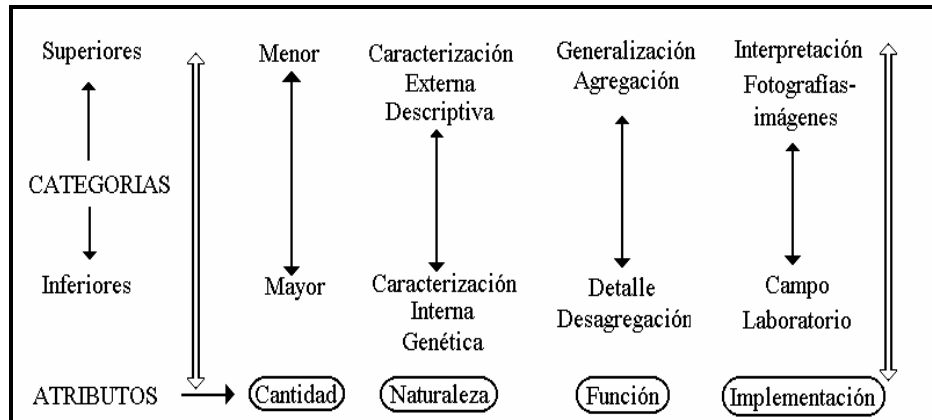


Figura II.1. Descripción de la importancia relativa de los atributos de terreno (Basado en Zinck, 1986, Mendoza y Bocco, 1998).

Cuadro II.3. Uso de atributos del terreno según importancia relativa. Simplificada de Zinck (1988), en Mendoza y Bocco, 1998.

Atributos	Paisaje Geomorfológico	Relieve	Forma de Relieve
<b>Morfométricos</b>			
Amplitud de relieve	X	X	O
Pendiente del terreno	X	X	X
Densidad de valles	X	X	
<b>Morfográficos</b>			
Forma topográfica	X	O	
Perfil topográfico		X	X
Exposición		X	X
Configuración		X	X
Patrón del drenaje	X	X	
Condiciones limítrofes		X	
Arreglo de las curvas de nivel	X	X	X
<b>Morfogenéticos</b>			
Granulometría		O	X
Estructura			X
Mineralogía			X
Consistencia			X
Morfoscopia			X
<b>Morfocronológicos</b>			
Grado de intemperismo de las partículas			X
Grado de desarrollo del suelo			X
Mineralogía de arcillas			X
Índices de lixiviación			X
Complejo de absorción			X

x = atributo muy importante

lo = atributo moderadamente importante

Cuadro II.4. Esquema básico de la clasificación taxonómica. Modificado de Zinck (1988), en Mendoza y Bocco 1998b.

Nivel	Concepto genérico	↑ Abstracción y Generalización	↑ clasificación-	
4	Ambiente morfogenético	(menos atributos)		
3	Paisaje geomorfológico			
2	Relieve	Análisis y Detalle		
1	Forma de terreno	↓ (más atributos)		↓ identificación

Las características que distinguen a las unidades de relieve utilizadas en su delimitación y que forman parte de la leyenda fueron:

**La litología:** Las rocas en las cuales se desarrolla el relieve están íntimamente relacionadas al origen de las formas y los procesos que en la actualidad los modelan. La información geológica básica fue extraída de la cartografía temática (Pasquarè *et al.*, 1991).

**La pendiente:** La inclinación del relieve permite distinguir las diferentes formas de modelado y los procesos que en el se desarrollan. La información de pendientes se obtuvo del MDT.

**Tipos de suelo:** La génesis de los suelos está íntimamente relacionada con la forma del relieve en que se desarrollan, debido a que la roca o sedimento que constituye el sustrato, conocido como roca madre, se transforma por procesos exógenos (intemperismo), y la presencia de diferentes pendientes, en las cuales los procesos pedogénicos varían. Los tipos de suelos fueron consultados en la cartografía temática de INEGI.

**Uso de suelo y vegetación:** La presencia de la vegetación y los usos del terreno, siempre indican, de alguna manera, las cualidades o características del área donde se ubican. La información de cobertura vegetal y uso de suelo se obtuvo de López y Bocco (2001).

Se utilizó principalmente el criterio morfológico, es decir de amplitud de relieve y pendiente para la definición de unidades a nivel de paisaje geomorfológico o zonificación geomorfológica; al nivel de forma de relieve se consideraron la geometría y la posición topográfica de las formas de relieve. Un esquema de la secuencia de pasos seguidos en

la regionalización se presenta en la Figura II.2.

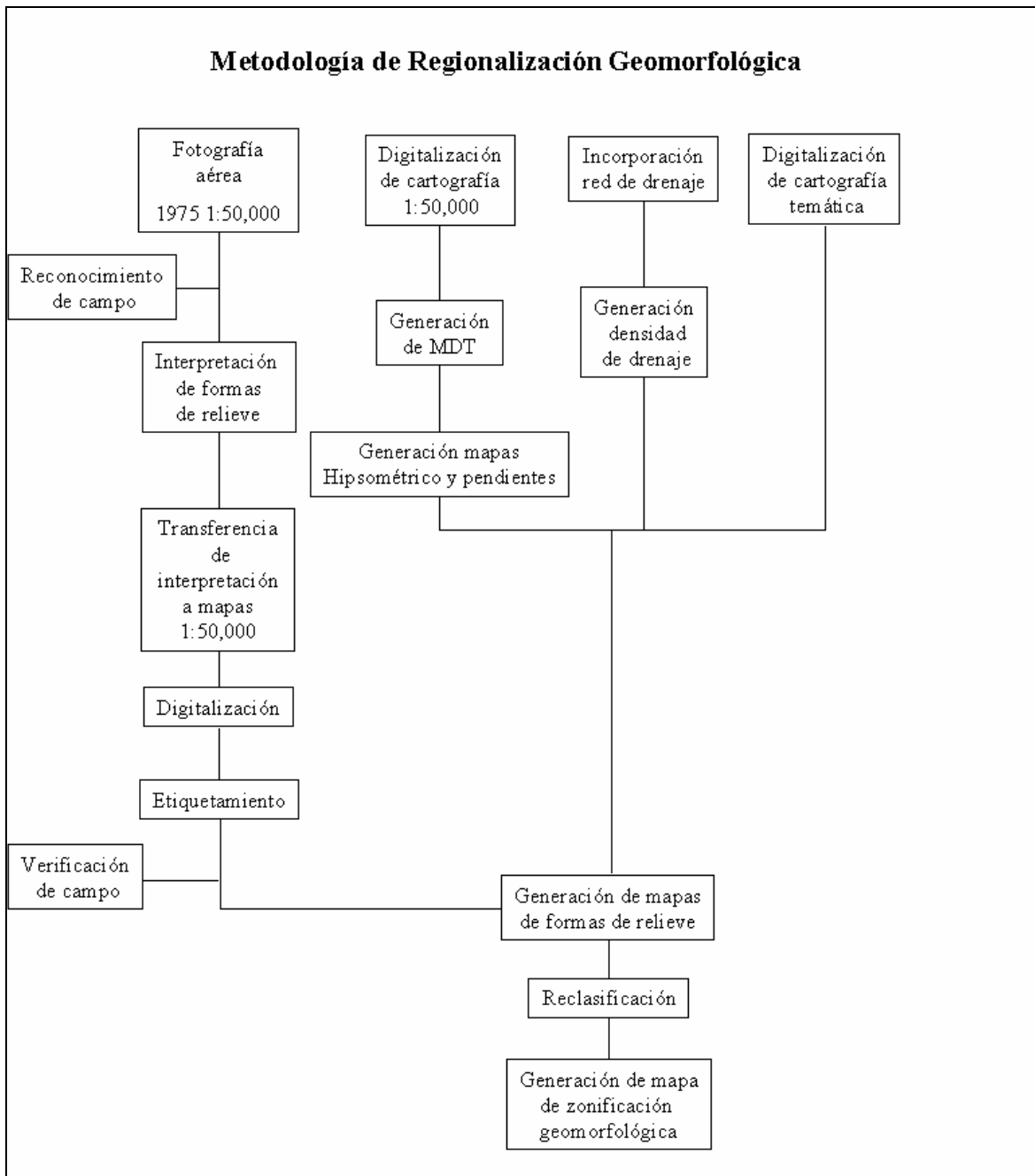


Figura II.2. Diagrama del método utilizado para la regionalización geomorfológica.

## Morfometría

La cartografía morfométrica (hipsometría, pendientes y densidad de drenaje) indica que la



cuenca es en general una unidad hidrológica de baja amplitud de relieve. La cuenca se desarrolla desde los 1,830 hasta los 3,420 msnm; sin embargo, el 90 % de la cuenca se localiza por debajo de la curva de 2,500 msnm. En relación a las pendientes, éstas varían principalmente entre 0 y 20° (90 %). En consecuencia, el 90 % de la densidad de la disección es de nula a moderada, lo que tiene importantes implicaciones en los procesos de desprendimiento y transporte de materiales (erosión). Las características morfométricas de la cuenca no favorecen los procesos erosivos y en consecuencia no existe suficiente material para ser depositado en las porciones más bajas de la cuenca, especialmente en el vaso del lago de Cuitzeo.

### Zonificación geomorfológica

La distribución espacial de los paisajes geomorfológicos o zonificación geomorfológica se presenta en el Mapa II.7 y su superficie en la Figura II.3. La caracterización se realizó en función de la información ambiental existente (rocas, hidrología superficial y subterránea, suelos, pendientes, hipsometría y distribución de localidades de la cuenca de Cuitzeo).

Las planicies cubren una superficie de 727 km<sup>2</sup> (18.6% de la cuenca). Se caracterizan por encontrarse en altitudes menores a los 1900 m y presentan pendientes menores al 3°, se conforman por depósitos superficiales y lacustres recientes, en donde se desarrollan suelos tipo Vertisol, Feozem y Zolonchak. El coeficiente de escurrimiento predominante se encuentra entre 10% y 20%, con materiales no consolidados con posibilidades bajas y altas de almacenamiento de agua. En las planicies se localizan 95 localidades (19%).

Los piedemontes cubren una superficie de 449 km<sup>2</sup> (1.2%); su altitud dentro de la cuenca varía de los 1900 a los 2500 msnm, con pendientes menores a 10°. Los piedemontes se conforman principalmente por conos de lava y cenizas del Pleistoceno y depósitos superficiales del reciente. En estos se desarrollan principalmente suelos luvisoles, vertisoles y andosoles. El coeficiente de escurrimiento varía de 10% a 20%, en materiales consolidados con posibilidades bajas de almacenamiento de agua. En este paisaje se localizan 67 localidades (15.5 %).

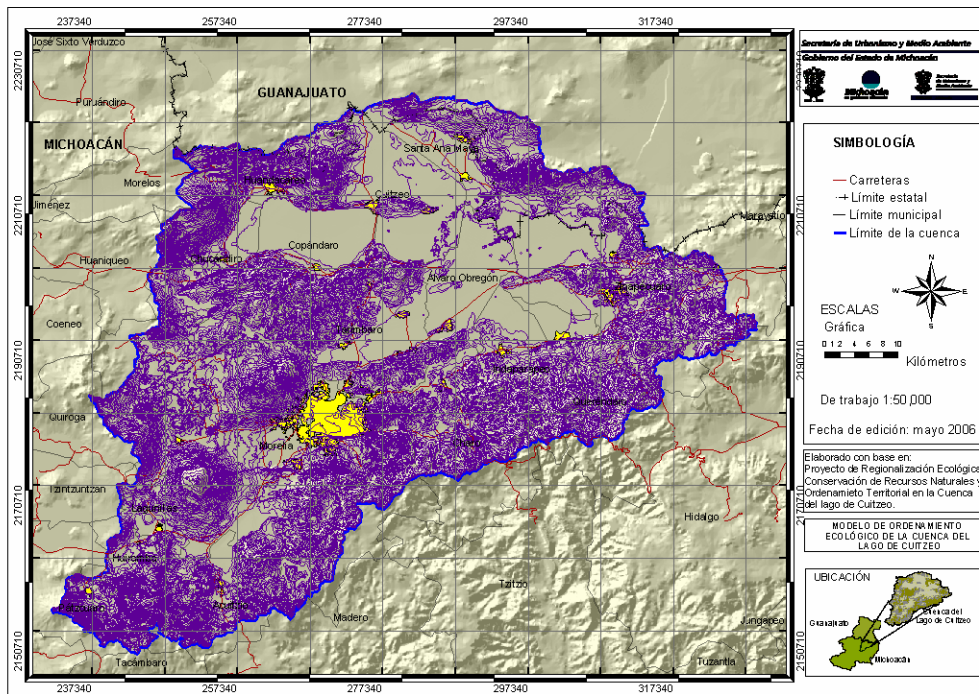
Las colinas representan una superficie de 943 km<sup>2</sup> (23.6% de la cuenca), se ubican desde altitudes menores a los 1900 hasta los 2300 msnm, con pendientes menores de 3° hasta

20°. Se desarrollan sobre depósitos superficiales del Reciente, volcanes monogenéticos del Holoceno-Pleistoceno y depósitos de caída de diferentes épocas dentro del Cuaternario. Los suelos predominantes son Vertisol, Feozem, Luvisol, Acrisol y Andosol. El coeficiente de escurrimiento que domina se encuentra entre 10 y 20 %, en materiales consolidados de posibilidades bajas de almacenamiento de agua; en las colinas se localizan 190 localidades (38%).

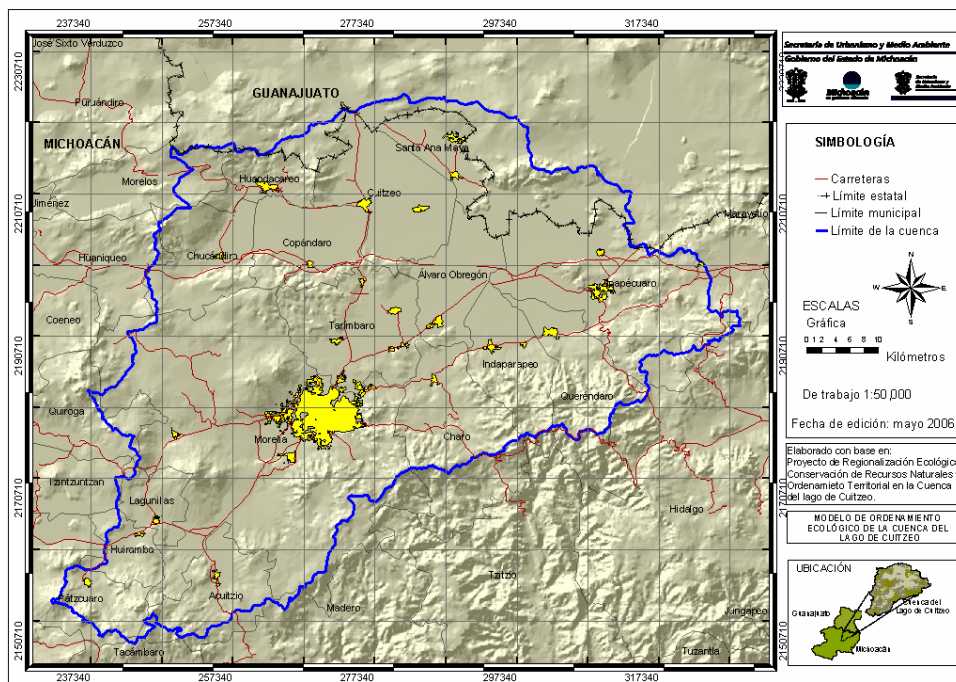
Los lomeríos bajos tienen una superficie de 393 km<sup>2</sup> (9.7%). Se presentan en altitudes entre los 1900 hasta los 2700 msnm, con pendientes de entre 6° y 20°. Se desarrollan sobre conos andesíticos, de lava y cenizas, derrames de basaltos, domos dacíticos y riolíticos y depósitos superficiales. Los suelos predominantes son Vertisol, Andosol, Luvisol y Acrisol. El coeficiente de escurrimiento oscila entre 5 y 20%, en materiales consolidados de posibilidades bajas de almacenamiento de agua. En este paisaje se localizan 33 localidades (6.6%).

Los lomeríos altos cubren una superficie de 899 km<sup>2</sup> (22.5 %). Se ubican entre los 2100 y 2500 msnm, sus pendientes oscilan entre los 6° y los 20°. Se desarrollan sobre Ignimbritas, en conos andesíticos y de lava y cenizas y derrames de andesitas y basaltos. Los suelos predominantes son Vertisol, Luvisol Andosol y Acrisol. El coeficiente de escurrimiento varía entre 5 y 20%, en materiales consolidados de posibilidades bajas de almacenamiento de agua. En los Lomeríos altos se ubican 84 localidades (16.9%).

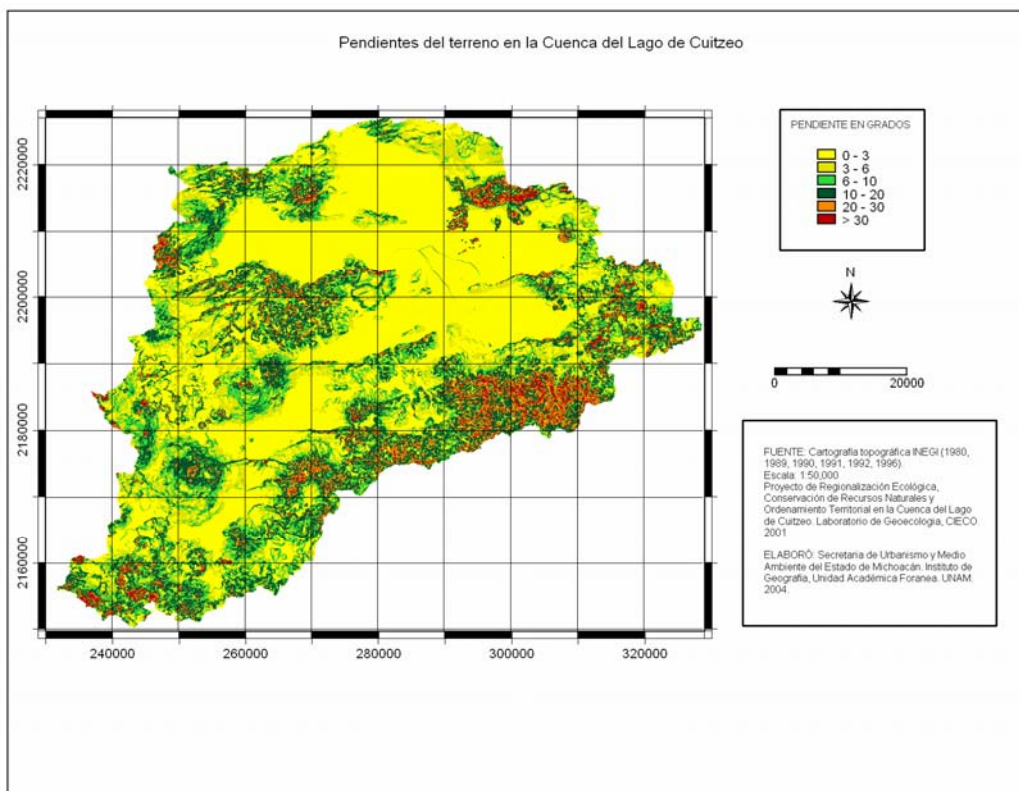
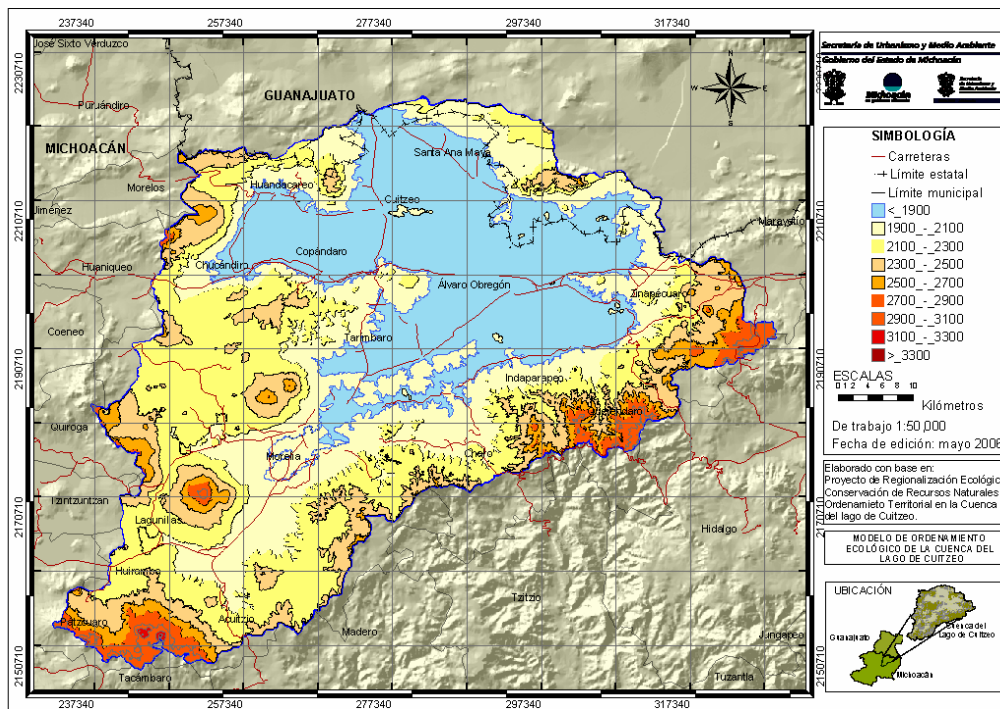
Las sierras cubren 286 km<sup>2</sup> (7.2 %). Sus alturas sobre el nivel del mar varían desde los 2100 hasta los 2900 msnm, con pendientes desde 6 hasta mayores de 30°. Se desarrollan sobre basaltos y andesitas, conos de lava, cenizas y derrames andesíticos. El coeficiente de escurrimiento predominante es de 10 a 20%, sobre materiales consolidados con posibilidades bajas. En ella se ubican solo 28 localidades (5.6%).

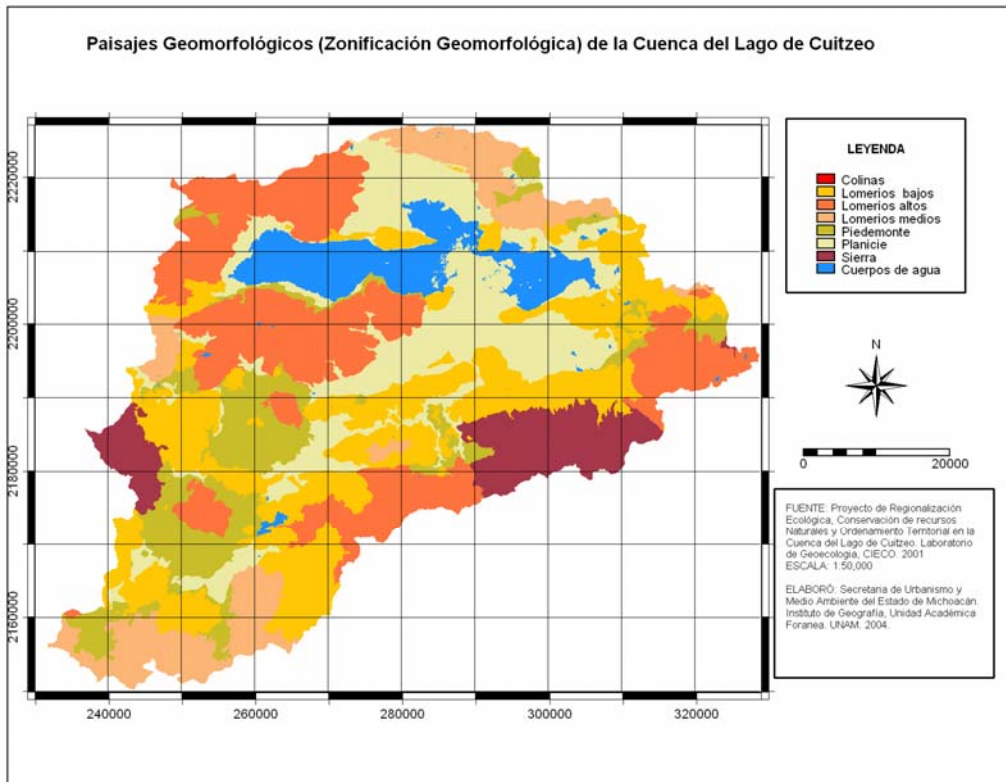


Mapa II.3. Topografía de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Mendoza y Bocco, 2001).



Mapa II.4. Modelo sombreado de la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: Mendoza y Bocco, 2001).





Mapa II.7. Zonificación Geomorfológica o Paisajes Geomorfológicos de la Cuenca del Lago de Cuitzeo (Fuente: Mendoza y Bocco, 2001).

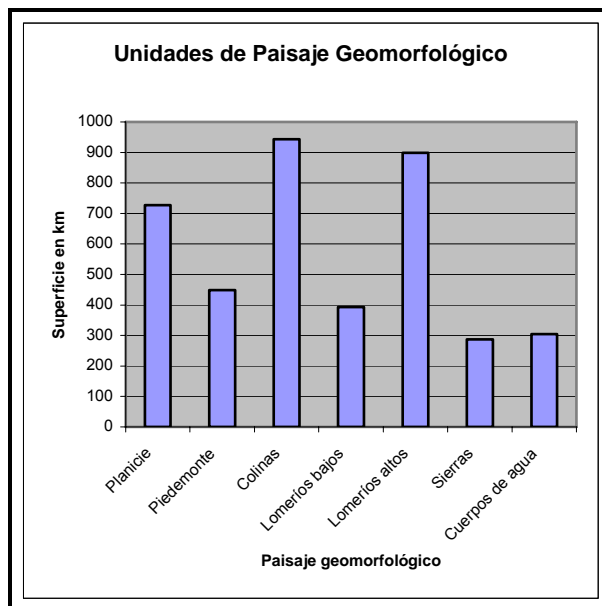


Figura II.3. Unidades de Paisaje Geomorfológico en la cuenca del lago de Cuitzeo.

## Unidades de relieve

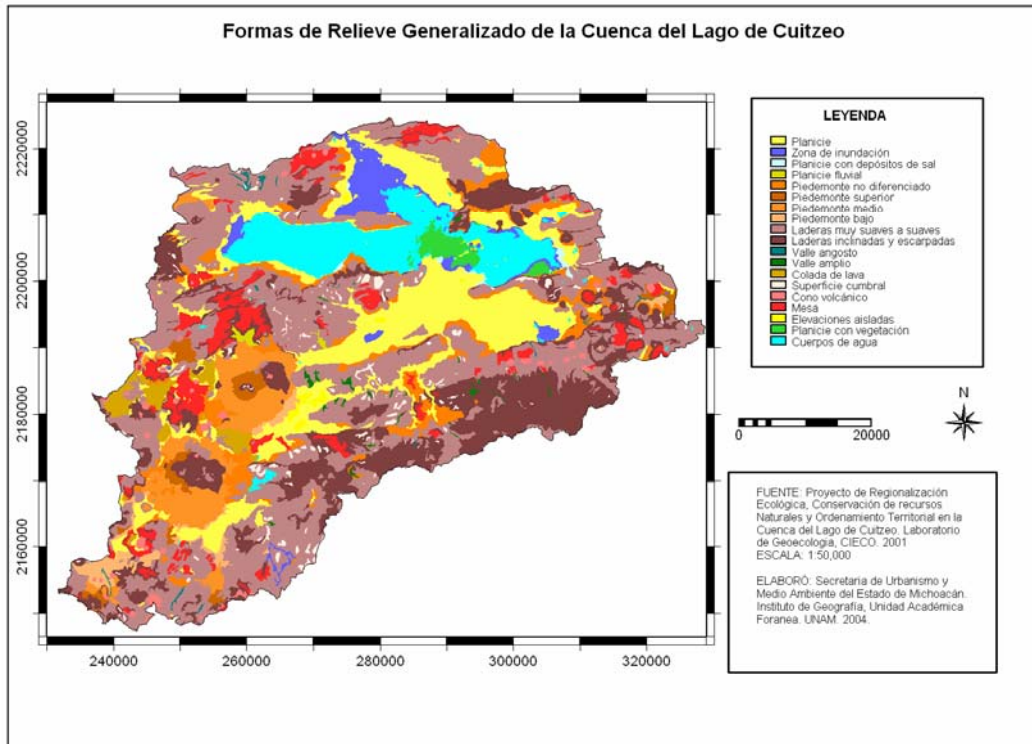
Del mapa original de unidades de relieve se generalizó y se construyó un mapa simplificado (Mapa II.8) donde se aprecia la distribución de las distintas unidades de relieve presentes en la cuenca. A continuación se incluye una síntesis de las características ambientales de las unidades de relieve generalizadas en el Anexo II.1.

Las unidades más representativas de la cuenca son las laderas suaves y muy suaves, las laderas inclinadas y escarpadas y la planicie. Ellas cubren el 65% de la cuenca. La clase que más superficie presenta corresponde a las laderas suaves y muy suaves con 1321 km<sup>2</sup> (33 % de la cuenca); la unidad está compuesta por depósitos superficiales, conos andesíticos, basaltos, conos de lava y ceniza, e ignimbritas. Los suelos que se desarrollan sobre la unidad son principalmente vertisoles, acrisoles, luvisoles, andosoles y feozem. Su pendiente varía de algunos grados hasta 20°. Se ubica preferentemente entre los 1900 y los 2500 msnm. Considerando los datos de cobertura elaborados por López y Bocco (2001) (escala 1:50,000) para 1975 y 2000, esta unidad presentó preferentemente cultivos de temporal, bosque templado y Matorral.

La segunda unidad en importancia corresponde a las laderas inclinadas y escarpadas, las cuales cubren una superficie de 711 km<sup>2</sup> (18 %). Se caracterizan por presentar pendientes superiores a los 20° y por ubicarse en un rango variado de altitudes desde los 1900 hasta los 2700 msnm; esta unidad se desarrolla sobre basaltos andesíticos, conos andesíticos, ignimbritas y conos de lava y ceniza. Los suelos representativos son luvisoles, acrisoles, vertisoles y feozem. Para 1975 y 2000 las laderas estaban cubiertas por bosque templado, cultivos de temporal, Matorral y pastizal.

La planicie, tercera clase en importancia, representa el 15% (586 km<sup>2</sup>) ubicada a menos de 1900 msnm y con pendientes inferiores a 3°. La planicie se conforma por depósitos superficiales (aluviales) y lacustres, sobre los cuales se desarrollan vertisoles, feozem y luvisoles. Sobre estos suelos se practica actividad agrícola intensiva tanto de riego como de temporal.





Mapa II.8. Relieve generalizado de la Cuenca del lago de Cuitzeo (Mendoza y Bocco, 2001).

### II.1.3 Edafología

El suelo es un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos y se le considera un hábitat para el desarrollo y soporte de las plantas, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento del índice demográfico. Por lo anterior, es necesario realizar una valoración del grado de deterioro o conservación del estado actual del recurso suelo durante el estudio técnico de Ordenamiento Ecológico Territorial (Pulido, et al. 2001a). Para lo cual se realizan estudios o levantamientos de suelos, que consisten en procesos de clasificación y cartografía.

Los levantamientos de suelos se realizaron mediante dos enfoques; el técnico que utiliza el conocimiento científico y esta basado en procedimientos y esquemas ya establecidos para el estudio, descripción, cartografía e interpretación del recurso suelo; y el enfoque del conocimiento local o campesino (etnoedafológicos), el cual se basa en el rescate de la nomenclatura y conocimientos de las clases de suelos en un área determinada. Para este

trabajo se utilizó un enfoque “híbrido” el cual es una combinación del conocimiento técnico y el conocimiento local (Pulido, et al. 2001a).

El sistema de clasificación FAO/UNESCO es un sistema de clasificación que ha sido utilizado en México desde sus versiones primarias, sin embargo en 1988 la FAO realizó una revisión de su esquema donde se hace más precisa y sustentada estableciéndose como un verdadero sistema taxonómico (Pulido, et al. 2001a). Dicho sistema de clasificación FAO (1990) debe ser incorporado a la cartografía edafológica existente la cual requiere ser actualizada.

Se realizó un diagnóstico de los suelos en la cuenca del Lago de Cuitzeo, con el objeto de generar una base de datos de las características del suelo, que permitan complementar y corroborar la cartografía existente. Esto permitió actualizar la nomenclatura de las unidades cartográficas que sirvieron de referencia para la evaluación de la aptitud de tierras.

Para este trabajo se utilizó un levantamiento semidetallado, al cual se le integró la información cartográfica existente, la cartografía generada en campo y el conocimiento local.

Se utilizó la cartografía edafológica del INEGI (1985) a escala 1:50, 000 de las cuales se digitalizaron las unidades de suelo, las subunidades y las fases (Cuadro II.5). Además, la base de datos de los perfiles de suelo y puntos de control que aparecen al reverso de las cartas se introdujeron a una base de datos. Dicha base de datos se cotejó con los datos de campo y de laboratorio obtenidos de los perfiles de suelo (Pulido, et al. 2001a).

Cuadro II.5. Cartografía utilizada en el estudio de suelos de la cuenca del lago de Cuitzeo.

CARTA	CLAVE INEGI
Morelia	E14A23
Pátzcuaro	E14A22
Villa Madero	E14A33
Villa Escalante	E14A32
Coeneo de la Libertad	E14A12
Cuitzeo	E14A13
Zinapécuaro	E14A14
Tzitzio	E14A24
Acámbaro	E14C84
Puruándiro	E14C82
Moroleón	E14A83



Se realizaron 22 perfiles de suelo que se describieron por medio de un esquema convencional que consiste en la apertura de pozos edafológicos, donde se diferencian las capas existentes cara del corte. Posteriormente se registraron los datos de campo de las capas delimitadas y se tomaron muestras para complementar con los de laboratorio (Anexo II.2 y II.3). Posteriormente las muestras de suelo fueron preparados para su análisis en el laboratorio (Anexo II.4). Además, se realizaron 28 barrenaciones para tomar muestras de suelo en pozos superficiales y en registrar datos de campo, los cuales fueron analizados parcialmente en el laboratorio por lo que no se consideran como puntos de control (Anexo II.5 y II.6).

Se realizó la clasificación de los suelos utilizando el sistema de clasificación de la FAO (1990) para designar las subunidades correspondientes a cada perfil.

Con este análisis se complementó las determinaciones de campo para precisar la codificación correspondiente y para hacer la clasificación correspondiente y la discusión sobre características químicas y grado de deterioro del suelo.

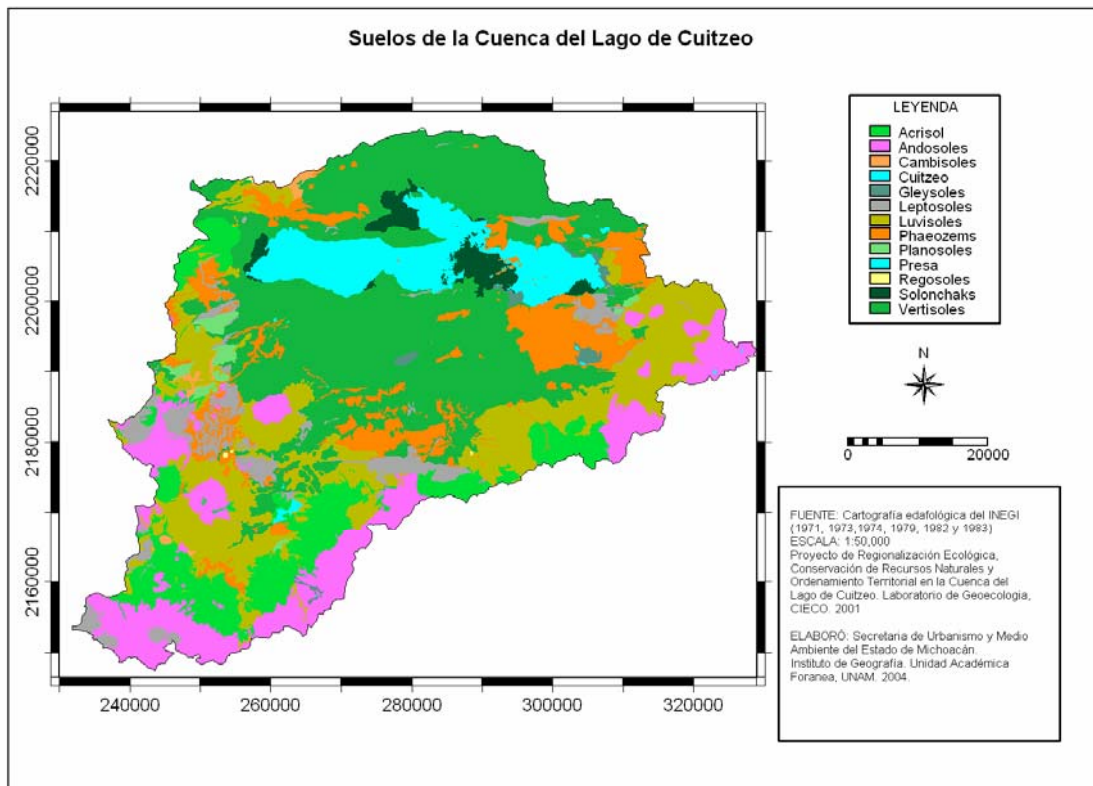
Los productores locales reconocen varias clases de suelos, que derivan de un sistema de clasificación práctico basado en algunas características y cualidades simples tales como color, capacidad de retención de humedad, consistencia, presencia de sales y productividad.

Las clases de tierra como las designa el productor son estudiados aquí debido a que su concepción conjuga una percepción holística o ecosistémica, por lo que en el nombre va implícita la calidad o utilidad de la tierra (Anexo 2.7).

En la cuenca los principales tipos de suelo son los vertisol con un 34% de la superficie de la cuenca y se localizan principalmente en el centro y norte, luvisol con un 17% se encuentran en el este y en el centro occidente, andosol con un 12% estos se localizan en el sur y sureste de la cuenca, y acrisol con un 10% y se encuentran en el sur (Cuadro II.6 y mapa II.9).

Cuadro II.6. Superficie y porcentaje de los diferentes tipos de suelo de la cuenca del lago de Cuitzeo (Pulido et al, 2001a).

Suelo	Superficie (ha)	Porcentaje %
Acrisol	41222.4	10.3
Andosol	46242.5	11.6
Cambisol	1681.2	0.4
Cuerpos de agua	31859.6	8
Feozem	39974.6	10
Gleysol	2706	0.7
Litosol	13493.7	3.4
Luvisol	69419.4	17.3
Planosol	3493.3	0.9
Ranker	6010.3	1.5
Regosol	137.1	0
Solonchak	8584.9	2.1
Vertisol	135498	33.8



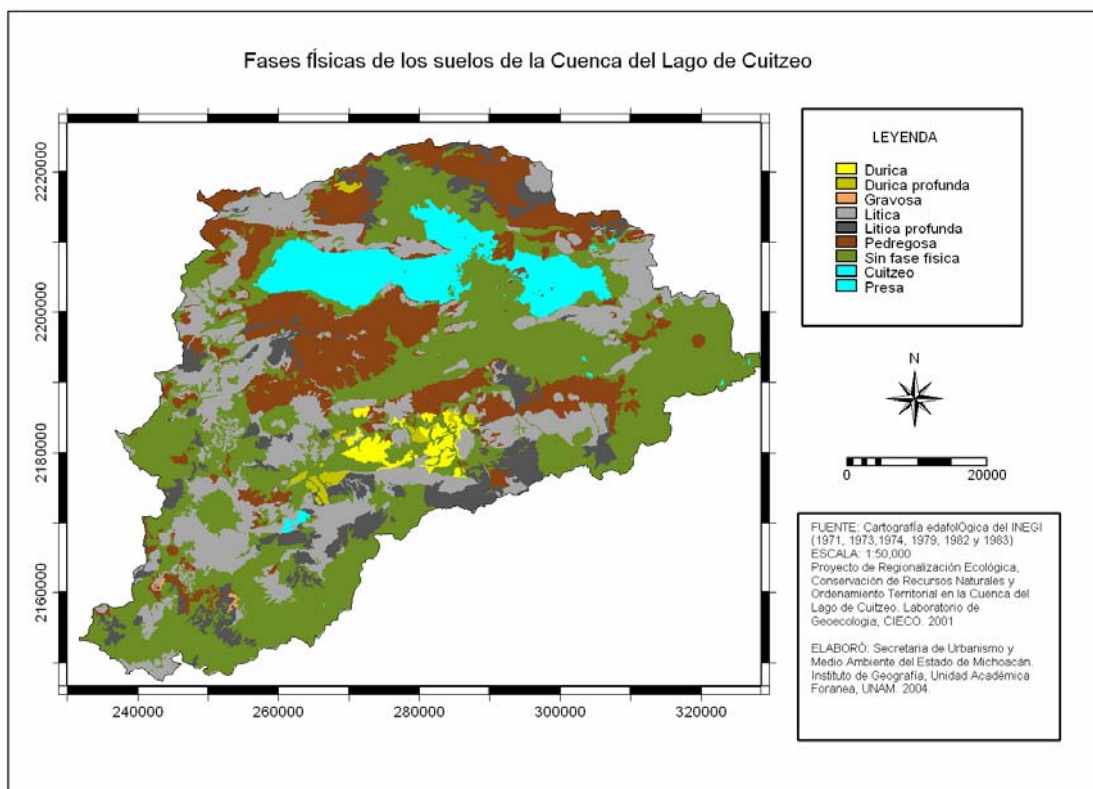
Mapa II.9. Suelos generalizados de la cuenca del lago de Cuitzeo.

La fase física de los suelos es principalmente lítica con un 21% y pedregosa con un 18%,

los cuales se encuentran distribuidos en casi toda la cuenca (Cuadro II.7 y Mapa II.10).

Cuadro II.7. Superficie y porcentaje de las fases físicas del suelo de la cuenca del lago de Cuitzeo (Pulido et al. 2001a).

Fase física	Superficie (ha)	Porcentaje %
Durica	5362.7	1.34
Durica profunda	2656.6	0.66
Gravosa	260.9	0.07
Lítica	83881.9	20.95
Lítica profunda	33432	8.35
Pedregosa	73734	18.42
Presa	487	0.12
Sin fase física	169135.3	42.25
Lago de Cuitzeo	31372.6	7.84



Mapa II.10. Fases físicas de los suelos de la cuenca del lago de Cuitzeo.

#### **II.1.4 Cobertura vegetal y uso del suelo**

La cobertura vegetal y el uso del suelo nos permiten realizar estimaciones sobre el estado actual de nuestros recursos naturales y de la manera en que han sido utilizados, así como realizar proyecciones a futuro.

La cobertura son aquellos objetos naturales o artificiales que cubren la superficie del suelo, los cuales pueden originarse de ambientes naturales como resultado de la evolución ecológica (bosques, sabanas, lagunas, etc.) o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre (cultivos, represas, ciudades, etc.) (López et al, 2001).

El uso del suelo resulta de las actividades productivas y asentamientos humanos que se desarrollan sobre la cobertura del suelo para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales. Las características del uso del suelo son el resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales y los factores culturales o humanos (López y Bocco, 2001).

Los mapas de cobertura y uso del suelo fueron los realizados por López et al. (2001). Dichos mapas se realizaron por medio de la interpretación de las fotos aéreas pancromáticas (blanco y negro) a una escala aproximada 1:50,000 de los años 1975 (1:50,000) y 2000 (1:37,000). Se construyó una leyenda de 35 clases la cual se generalizó a 10 categorías (Cuadro II.8).

Con la fotointerpretación de la cobertura y uso de suelo, así como su validación en campo, se procedió a su digitalización. Posteriormente, los arcos digitalizados se restituyeron automatizadamente, lo que permitió conocer las alturas de los puntos de control, lo que da como resultado la corrección geométrica de los mapas digitales en los dos tiempos.

La calidad espacial de la base de datos se validó por medio de la verificación de polígonos siguiendo la técnica descrita por Bocco y Riemmann (1997), en la cual se describe a la verificación del etiquetamiento de los polígonos en términos de un caso binomial de criterio de éxito-fracaso.

Cuadro II.8. Leyenda de cobertura generalizada (FUENTE: López et al, 2001).

Cobertura generalizada	Generalización
Bosques	Encino Pino Abies Mixto
Matorral	Matorral- pastizal abierto Matorral- pastizal semiabierto Matorral cerrado
Pastizal	Pastizal Pastizal halófito Suelo desnudo
Cultivos temporales	Estacionales temporales Estacionales temporales en terrazas
Cultivos de riego	Estacionales de riego Riego en zonas de inundación Huertas
Plantaciones	Árboles Eucaliptos Pinos
Vegetación acuática	Vegetación acuática
Lago	Lago Acuicultura Zonas de inundación del lago
Bordos	Bordos Zonas de inundación de bordos
Asentamientos humanos	Asentamientos humanos Terrenos baldíos

El análisis de las bases de datos espaciales nos permitió conocer cual es el área y el porcentaje de cobertura de las clases generalizadas para cada tiempo (Cuadro II.9).

Las categorías que cubren la mayor parte de la zona de estudio en el año de 1975, son los cultivos de temporal (117,560 ha), los Matorrales (74,634 ha), los bosques (67,512 ha) y la agricultura de riego (56,871 ha). Las coberturas y usos de suelo mencionados cubren en conjunto el 79% de la cuenca (Cuadro II.9, Mapa II.11 y Figura II.5).

En el año 2000 las categorías que se encuentran mejor representadas en la zona son las mismas que en el año de 1975; sin embargo, el orden de importancia cambia: Matorral (96,955 ha), bosques (79,890 ha), cultivos de temporal (78,928 ha) y cultivos de riego (52,773 ha) (Cuadro II.8). Las categorías mencionadas cubren el 77% de toda la cuenca (Cuadro II.9, Mapa II.12 y Figura II.5).

Un diagrama que describe la metodología seguida se presenta en la figura II.4.

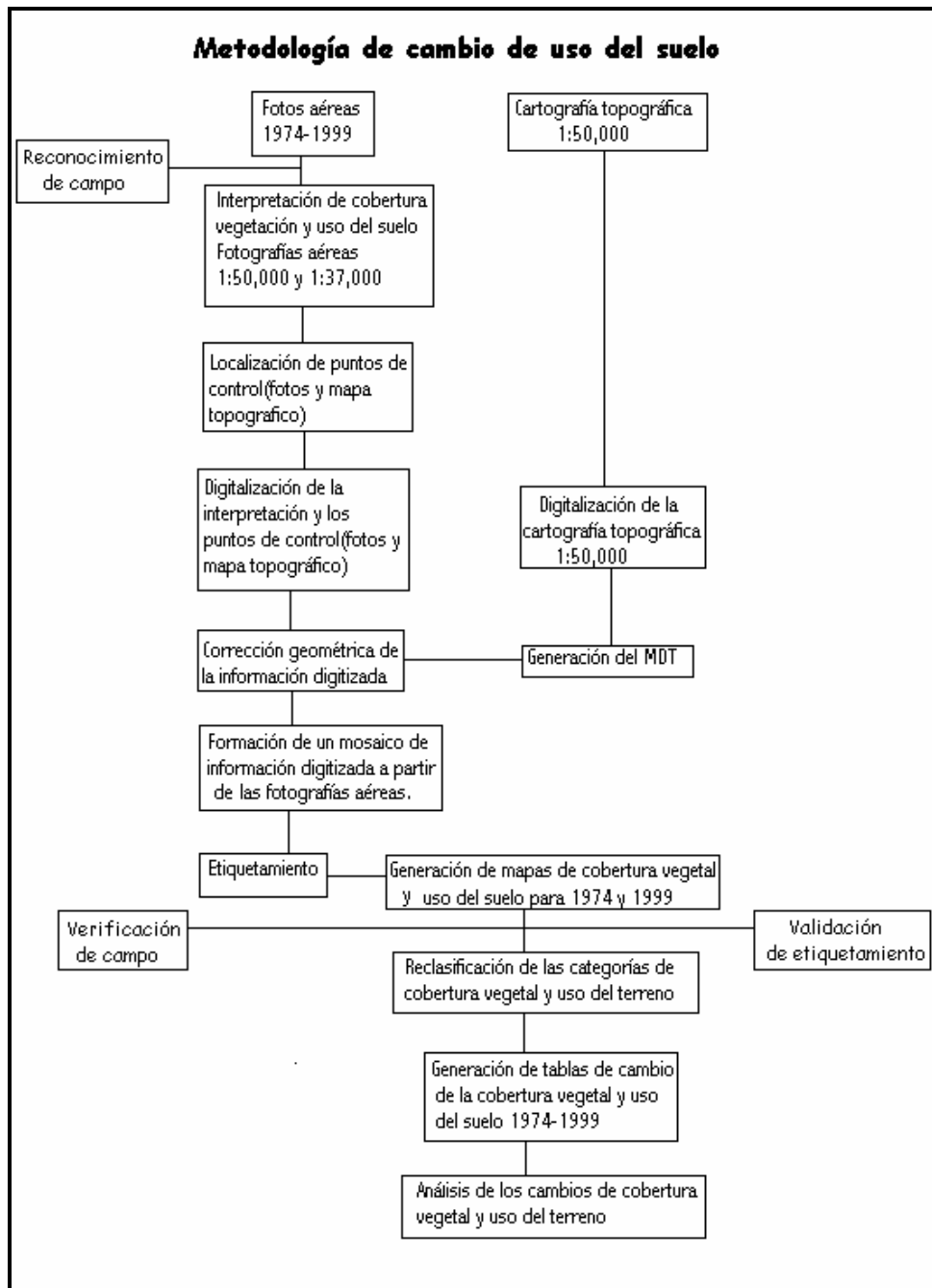


Figura II.4. Diagrama de flujo de la secuencia de pasos metodológicos seguidos en la investigación de cambio de uso de suelo, López y Bocco (2001).

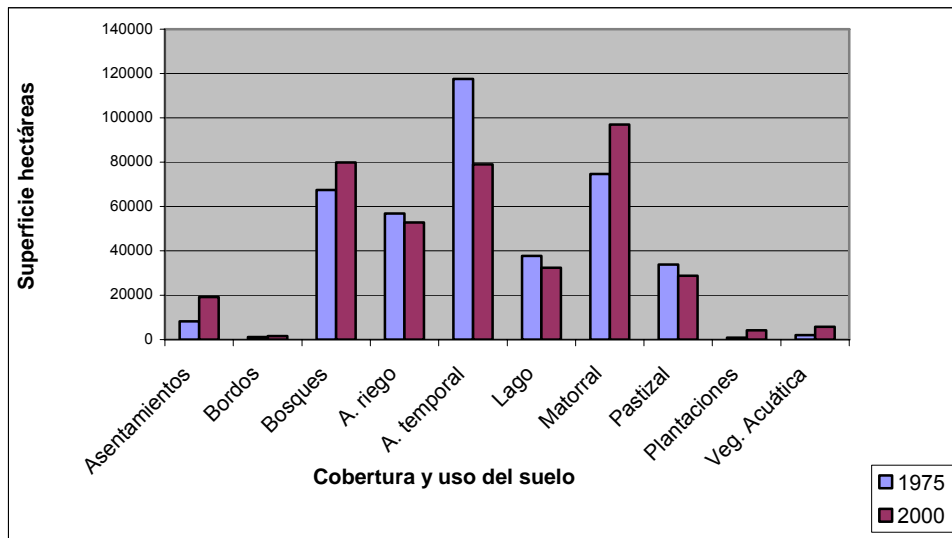
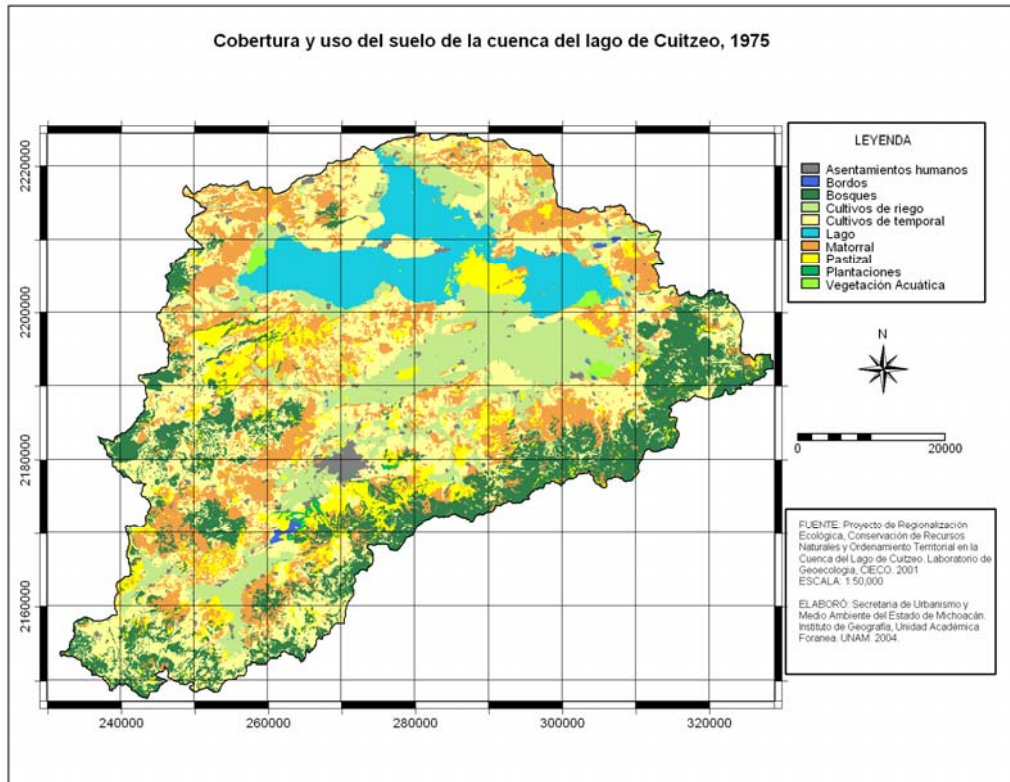


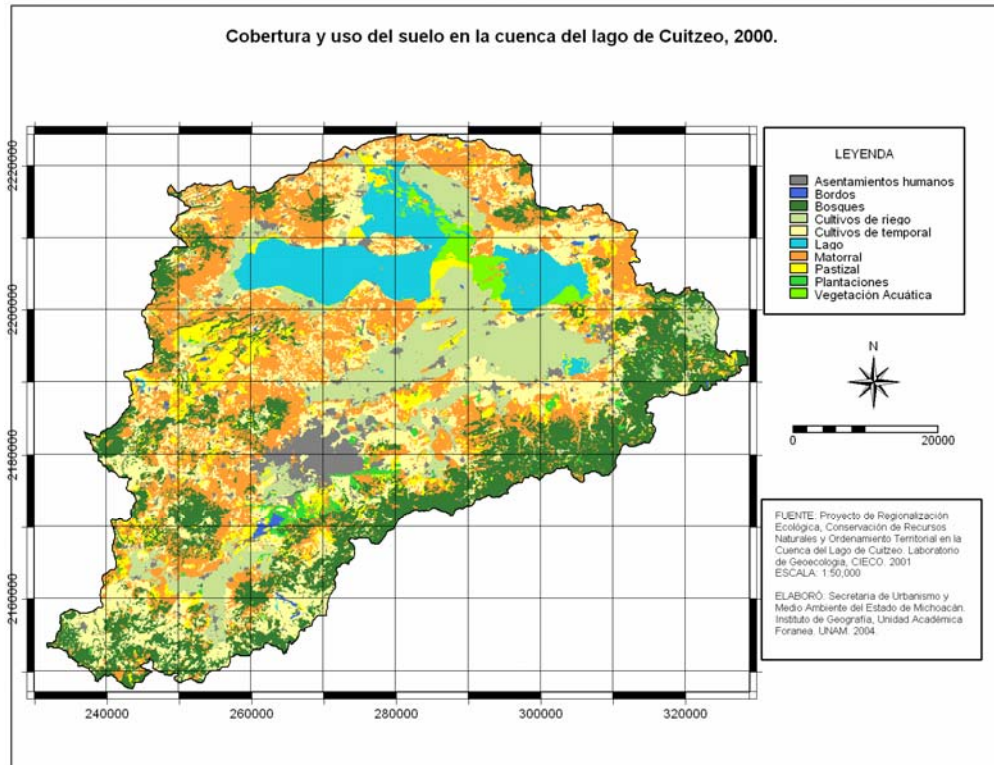
Figura II.5. Distribución de las superficies por clase y por año (López y Bocco, 2001).

Cuadro II.9. Área y porcentaje para cada clase de cobertura y uso del suelo en cada tiempo para toda la cuenca de Cuitzeo (López y Bocco, 2001).

COBERTURA Y USO DEL SUELO	SUPERFICIE 1975		SUPERFICIE 2000	
	HA	%	HA	%
Asentamientos humanos	8153	2	19100	5
Bordos	1207	0	1639	0
Bosques	67512	17	79890	20
Cultivos de riego	56871	14	52773	13
Cultivos de temporal	117560	29	78928	20
Lago	37679	9	32317	8
Matorral	74634	19	96955	24
Pastizal	33766	8	28742	7
Plantaciones	902	0	4225	1
Vegetación Acuática	2008	1	5727	1
	400291	100	400296	100



Mapa II.11. Distribución de la cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Cuitzeo en 1975 (López y Bocco, 2001).



Mapa II.12. Distribución de la cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Cuitzeo en 2000 (López y Bocco, 2001).



### II.1.5 Hidrología

El ciclo hidrológico describe la circulación y almacenamiento de agua en la tierra, es decir la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y regresar nuevamente a la atmósfera, incluye los procesos de evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masa de agua y reevaporación (Dunne y Leopold, 1978).

El ciclo hidrológico es afectado por el hombre a diferentes escalas, desde la local hasta la planetaria. El efecto del cambio de la cobertura vegetal asociado con la expansión de la agricultura ha tenido una profunda influencia en los procesos hidrológicos en pequeñas cuencas y a nivel regional (Sahagian, 2000). El manejo de cuencas proporciona el marco conceptual y espacial que permite el manejo ecosistémico de recursos, y en consecuencia minimiza los efectos del cambio de la cobertura.

El modelo de balance hídrico se basa en los cálculos de balance realizados por Thorthwaite y Matter (1957). El método permite calcular un registro continuo del almacenamiento real y potencial de la humedad en el suelo, la evapotranspiración real y potencial, déficit de agua, excedente de agua y el escurrimiento a partir de registros meteorológicos (precipitación y temperatura) y condiciones de la vegetación y los suelos (Dunne y Leopold, 1978; Campos-Aranda, 1992). Al utilizar un SIG, el balance del agua se modela tomando en cuenta la distribución espacial de la precipitación, evapotranspiración y las características del suelo (Mendoza y Bocco, 2001).

La expresión matemática del balance hídrico es (Dunne y Lepold, 1978):

$$P = I + AET + OF + \Delta SM + \Delta GWS + GWR$$

Donde:

P = Precipitación.

I = Intercepción.

AET = Evapotranspiración actual.

OF = Escurrimiento superficial.

$\Delta SM$  = Cambio en la humedad del suelo.

$\Delta GWS$  = Cambio en el almacenamiento de agua subterránea.

GWR = Escurrimiento subsuperficial.

La Precipitación es la entrada principal de agua al balance hídrico. Para sus cálculos y mapeo se utilizó un SIG y se generaron 12 mapas de isoyetas mensuales.

La Evotranspiración potencial se calculó con el modelo de Serruto (1993), por medio de la siguiente formula:

$$ETP=(0.003*(RS)^{2.5}+0.16*(T)^{0.88})^{31}$$

Donde:

T=temperatura media mensual en °C

RS=radiación solar en equivalente de evaporación en mm/día

La evapotranspiración real mensual se elaboró a partir del mapa de ETP y del mapa de almacenamiento real.

El Escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que no es absorbida por el suelo y que no se evapora inmediatamente. El escurrimiento se calculo mediante un cruce de los mapas de velocidad de infiltración con la vegetación generándose una tabla de dos dimensiones, la cual se cruza posteriormente con el mapa de pendientes en porcentaje generándose una segunda tabla de dos dimensiones con la cual se clasifico el porcentaje de escurrimiento de acuerdo al US Soil Conservation Service (1964, en Beek, 1996).

El almacenamiento potencial de la humedad en el suelo es la máxima cantidad de agua que puede estar almacenada en el suelo. Se calculó por medio de la pedregosidad y la textura en una tabla de doble entrada (Landon, 1984).

El almacenamiento real de humedad varía de acuerdo con la precipitación efectiva que entra y a la evapotranspiración que sale. El agua se almacenará hasta la capacidad máxima del almacenamiento potencial ( $S_{(a)} = S_{(p)}$ ). Si el agua entra al suelo se percolará como excedente de agua. La siguiente expresión expresa esta relación

$$S(a) = P(ef) + S(a) \text{ mes } -1 - ETp$$

donde:  $0 \leq S_{(a)} \geq S_{(p)}$

$S_{(a)}$  = almacenamiento real en mm

$P_{(pef)}$  = Precipitación efectiva en mm

$S_{(a) \text{ mes } - 1}$  = almacenamiento real del mes anterior

ETp = Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial es la cantidad que teóricamente puede evaporarse si existiera suficiente agua, tanto precipitada en el mes como almacenada en el suelo y en las plantas. La evapotranspiración actual, por su parte es la cantidad de agua que realmente es evaporada. La evapotranspiración actual depende de la precipitación efectiva, de la evapotranspiración potencial y del almacenamiento del agua en el suelo en el mes anterior.

$P_{(ef)} + S_{(a) \text{ mes anterior}} \geq Etp$  entonces  $Eta = Etp$

Sino  $Eta = P_{(ef)} + S_{(a) \text{ mes anterior}}$

El déficit de agua mensual que es la cantidad de agua en el suelo; descenderá cuando la precipitación efectiva es menor que la evapotranspiración potencial, manifestándose un almacenamiento igual a cero. Sin embargo siguen las plantas requiriendo agua para evaporar, entonces un déficit ocurre. El déficit se estima mediante la siguiente ecuación:

Déficit de agua =  $ETp - P_{(ef)} + S_{(a) \text{ mes anterior}}$

Donde:

ETp = evapotranspiración potencial de cada mes

$P_{(ef)}$  = precipitación efectiva

$S_{(a) \text{ mes anterior}}$  = almacenamiento real del mes anterior

Sólo existe déficit cuando se calculan valores positivos. Cuando los valores calculados son negativos para el déficit de agua, entonces los valores son reclasificados como cero. Los cálculos iniciaron en el mes de junio obteniéndose un mapa de déficit para cada mes.

El excedente de agua. Cuando la precipitación efectiva es mayor que la evapotranspiración potencial y la cantidad de agua almacenada en el suelo se incrementa, el agua se almacenará hasta el nivel máximo que permite la capacidad de almacenamiento potencial ( $S_{(a)} = S_{(p)}$ ), si mas agua entra al suelo, esta se percolará como excedente de agua. La siguiente expresión expresa esta relación:

$$\text{Excedente de agua} = P_{(ef)} - E_{ta} - S_{(a)} + S_{(a) \text{ mes anterior}}$$

Cuando los valores son negativos no existe exceso de agua. Los valores negativos por lo tanto se reclasifican como cero. Se calculó un mapa de excedente de agua para cada mes.

Se realizó el modelamiento espacial del balance hídrico el cual permitió identificar la distribución y cantidad del agua. Cada uno de los mapas de los componentes del balance hídrico medio mensuales de cada año se sumó a fin de generar mapas de componentes medios mensuales de 1975 y 2000. Estos mapas fueron reclasificados considerando un criterio estadístico para cada componente, para cada par de años, toda vez que estos mapas se comparan entre si. Los rangos de reclasificación se denominaron muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo. La reclasificación de los mapas se presenta en el Anexo II.8 y en el cuadro II.11. Posteriormente se analizó el cambio de los componentes del balance hídrico para toda la cuenca. Para estos se analizó el cambio general de las clases por componente.

Los mapas de valores medios anuales de los componentes del balance hídrico representan los valores en mm/año de agua. Con objeto de tener una primera aproximación del cambio en los componentes del balance hídrico regional se calcularon las estadísticas de los mapas de valores de escurrimiento medio anual (EMA),

precipitación efectiva media anual (PEF), Evapotranspiración real media anual (ETA), excedente medio anual de agua (EXE) y déficit del medio anual de agua (DEF) para cada año (Cuadro II.10).

Se reclasificaron todos los mapas de valores medios anuales en mapas de clase con intención de facilitar el análisis de la distribución de los valores dentro del mapa y las relaciones de los componentes del balance hídrico con el relieve de la cuenca.

Cuadro II.10 Parámetros estadísticos de los mapas de valores de EMA, PEF, ETA, EXE y DEF medio anual de 1975 y 2000.

EMA	Media	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
1975	412.5	410.9	0.0	778.6	97.5
2000 (+)	416.4	416.1	0.0	805.8	102.2
PEF					
1975 (+)	470.4	447.4	131.4	939.4	145.7
2000	450.1	433.9	138.2	922.6	127.6
ETA					
1975	486.1	499.8	138.2	1104.1	134.3
2000 (+)	490.3	500.67	138.2	1075.0	132.9
EXE					
1975 (+)	6.2	12.9	0.0	145.7	14.4
2000	6.1	12.6	0.0	133.7	14.6
DEF					
1975(+)	1140.4	1109.3	450.9	1538.1	157.6
2000	1127.8	1103.5	456.2	1566.3	156.4

Las clases de escurrimiento medio anual predominante en ambos años es moderada (49 y 35 % respectivamente), seguida por la clase alta (56 y 31%). Se aprecia un incremento en el escurrimiento en las clases muy bajo, bajo y moderado; y cambio negativo en la clase alto (Cuadro II.11 y Figura II.7, Mapas II.13 y II.14).

Cuadro II.11 Cambio de la superficie de escurrimiento medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Clases de escurrimiento	Superficie en Ha (1975)	Superficie en Ha 2000	Cambio en Ha
Muy bajo	1,718	4,971	3,253
Bajo	23,752	24,064	312
Moderado	196,725	212,898	16,173
Alto	140,307	122,787	-17,520
Muy alto	1,141	2,295	1,154

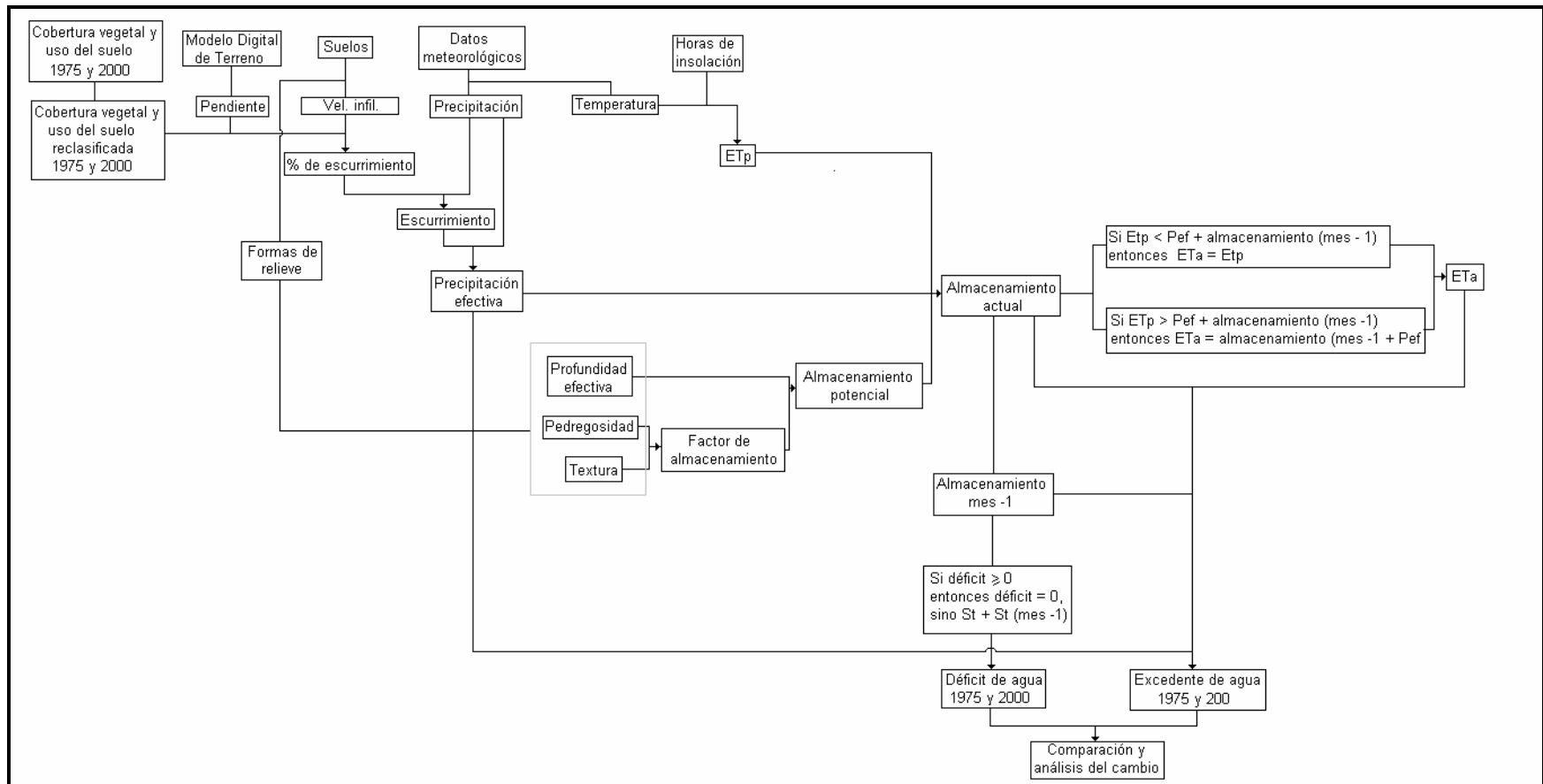


Figura II.6. Esquema del método utilizado en la investigación.

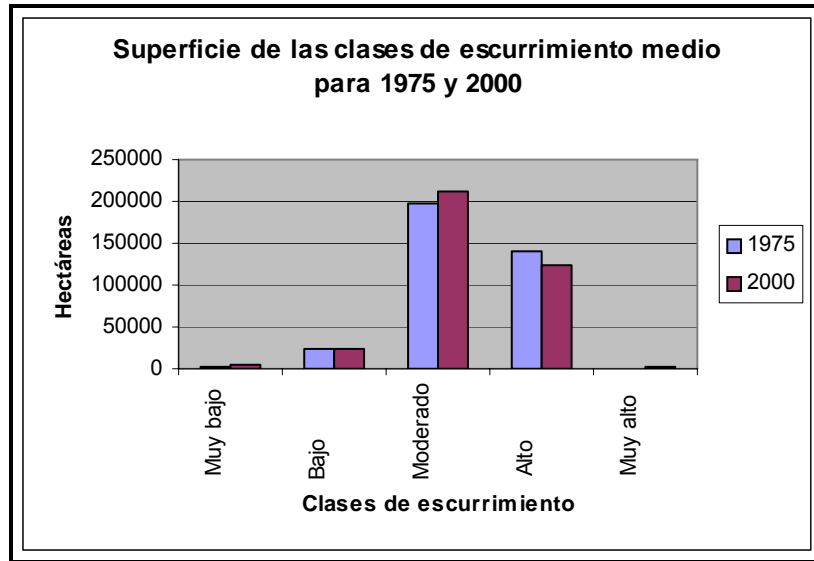


Figura II.7 Distribución de las superficies por clase de escurrimiento para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Las precipitación media anual con mayor superficie fue la baja (45 % en ambos años) y moderada (41 y 48% respectivamente) (Mapas II.15 y II.16). El análisis del cambio de las clases de precipitación efectiva para cada año indica que hubo un incremento de alrededor de 14,000 en la clase moderada, como resultado de un decremento de la misma magnitud de la clase baja (Cuadro II.12 y Figura II.8).

Cuadro II.12 Cambio de la superficie de precipitación efectiva media anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Clases de Precipitación efectiva	Superficie en ha 1975	Superficie en ha 2000	Cambio en ha
Muy baja	281	808	527
Baja	177,994	164,203	-13,791
Moderada	179,050	193,016	13,966
Alta	5,904	8,241	2,337
Muy alta	414	747	333

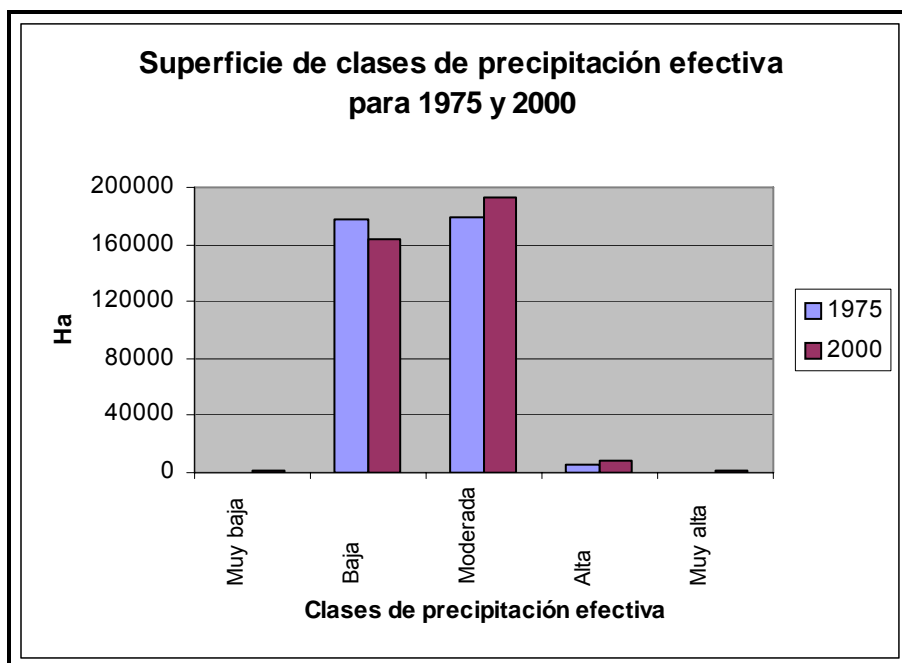


Figura II.8 Distribución de las superficies por clase de precipitación efectiva media anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Cuadro II.13 Cambio de la superficie de evapotranspiración real media anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Clases de evapotranspiración real	Superficie en ha 1975	Superficie en ha 2000	Cambio en ha
Muy baja	277,473	271,993	-5,480
Baja	80,737	86,629	5,892
Moderada	5,072	8,063	2,991
Alta	350	325	-25
Muy alta	9	4	-5

Las clases de evapotranspiración real media clases predominantes de ETA para 1975 y 2000 son muy bajas (70 y 68% respectivamente) y baja (20 y 22%) (Mapas II.17 y II.18). El cambio de la ETA por clases indica una reducción de casi 5,400 ha en la clase muy baja; mientras que las clases baja y moderada tuvieron un incremento de 8,000 ha (Cuadro II.13 y Figura II.9).



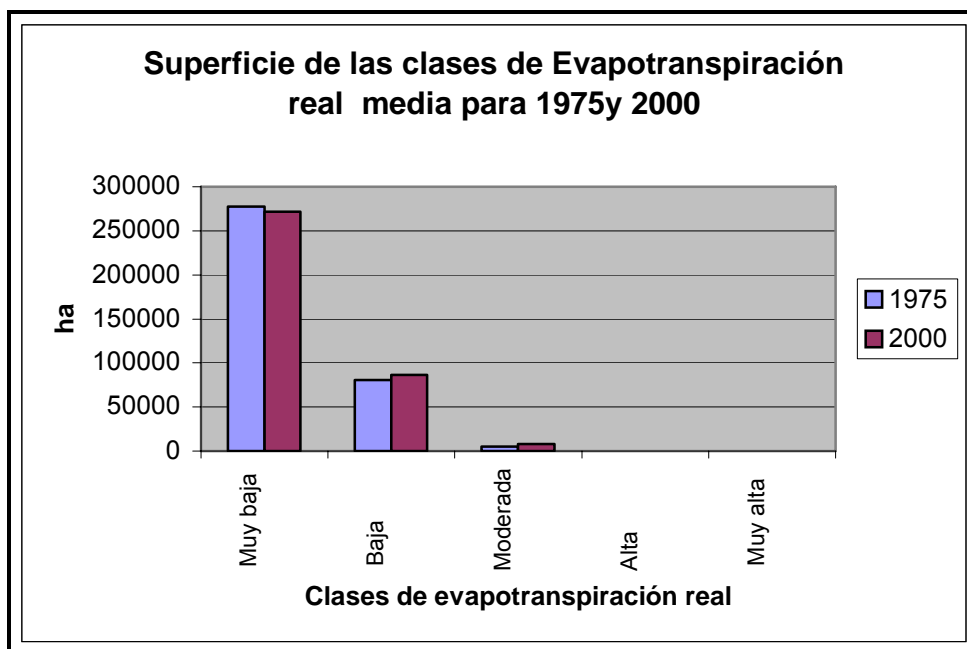


Figura II.9 Distribución de las superficies por clase de evapotranspiración real media anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.

El excedente del medio anual de agua es tan bajo en 1975 y 2000, que la mayor parte de la cuenca quedó clasificada en la clase cero o nula (65 y 63 % respectivamente) (Mapas II.19 y II.20); en 1975 el 11% quedó clasificada como muy bajo, y el 14% como bajo, mientras que para el 2000 las clases muy bajo y bajo sólo se incrementaron en un punto porcentual (Cuadro II.14 y Figura II.10).

Cuadro II.14 Cambio de la superficie de excedente medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Clases de excedente de agua	Superficie en ha 1975	Superficie en ha 2000	Cambio en ha
Cero	259,713	252,210	-7,503
Muy bajo	44,589	46,129	1,540
Bajo	54,618	60,348	5,730
Moderado	3,290	3,870	580
Alto	296	684	388
Muy alto	1,135	3,773	2,638

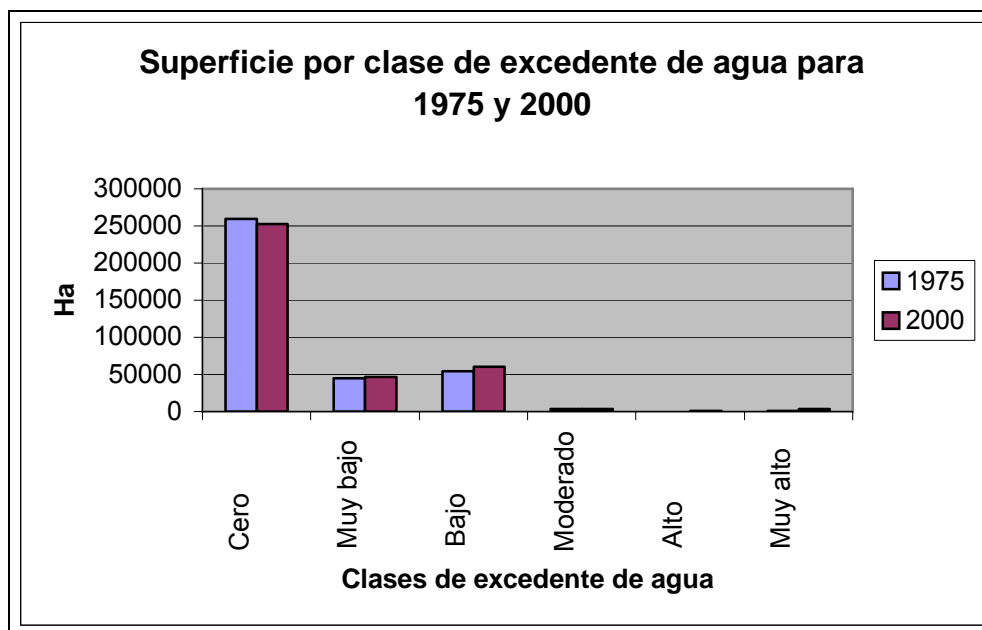


Figura II.10 Distribución de las superficies por clase de excedente medio anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Las clases predominantes de déficit para 1975 y 2000 son alta (37 y 35%, respectivamente), y muy alta (40 y 32 %) (Mapas II.21 y II.22). Sin embargo la clase muy alto redujo su superficie en más de 10,000 ha, y la clase alto aumento su superficie en más de 9,000 (Cuadro II.15 y Figura II.11).

Cuadro II.15 Cambio de la superficie de déficit medio anual de la cuenca del lago de Cuitzeo.

	Superficie en ha 1975	Superficie en ha 2000	Cambio en ha
Muy bajo	198	116	-82
Bajo	7,441	8,040	599
Moderado	68,173	72,683	4,510
Alto	149,336	158,442	9,106
Muy alto	138,493	127,733	-10,760

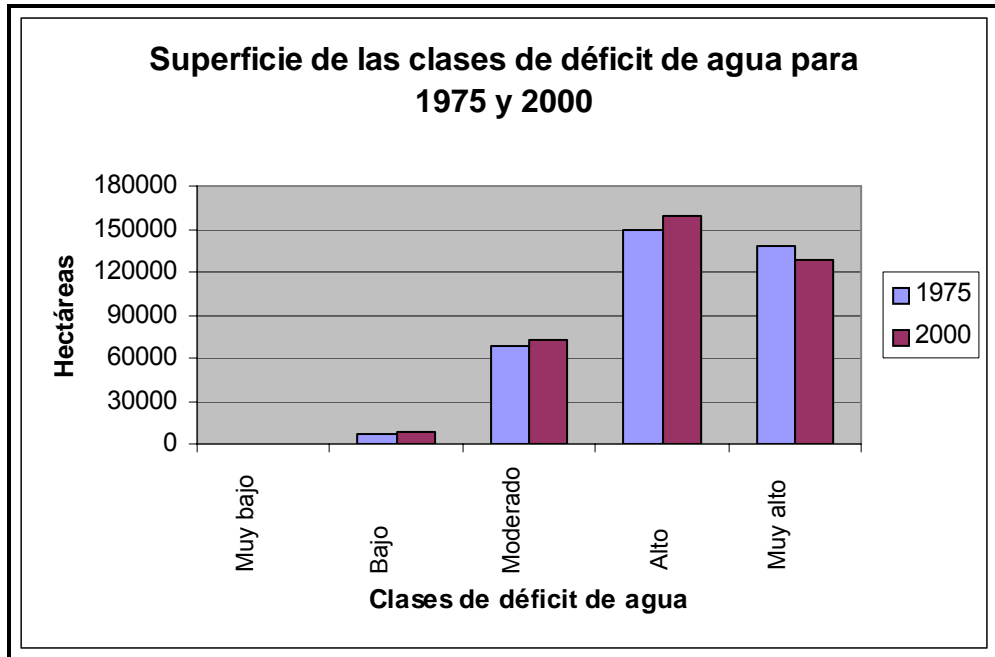


Figura II.11 Distribución de las superficies por clase de déficit medio anual para los años 1975 y 2000 de la cuenca del lago de Cuitzeo.

### Análisis del cambio en los componentes del balance hídrico por formas de relieve

Las clases más representativas de escurrimiento por unidades de relieve corresponden a las clase moderado y alto en ambos años, seguidas por la clase bajo. La dinámica entre años y clases de relieve indica cierta mejoría en las condiciones hidrológicas; 13 formas de relieve disminuyeron su superficie en clase alto, las mismas formas de relieve aumentaron su superficie en la clase moderado; 10 formas relieve aumentaron su superficie en la clase bajo (Anexo II.9). Las formas de relieve más afectadas por un incremento en la superficie de escurrimiento en la clase alto son planicie, valle amplio y piedemonte bajo. Las formas de relieve que aumentaron superficie en la clase moderado son planicie fluvial, planicie con vegetación, zonas de inundación, piedemonte bajo y piedemonte no diferenciado.

Las clases PEF más representativas por unidades de relieve corresponden a las clases baja y moderada. Estas cubren aproximadamente el 90 % de las clases de relieve en ambos años. También se presentaron condiciones de relativa mejoría en la cuenca. 13

formas de relieve aumentaron su superficie de PEF de clase baja a clase moderada; 5 formas de relieve pasaron de clase baja a clase moderada. Las formas de relieve que más aumentaron su superficie en la clase moderada son planicie con vegetación, zona de inundación, piedemonte medio y elevaciones aisladas (Anexo II.10).

La evapotranspiración por formas de relieve resultó de muy baja y baja, para ambos años. Los incrementos en porcentajes de superficie por clase de ETA en formas relieve se dan principalmente hacia las clases muy baja (14) y moderada (10). La superficie de 13 formas de relieve en la clase muy baja se redujeron, los resultados eran de esperarse toda vez que existe un aumento en la cobertura vegetal con mayor capacidad para evapotranspirar. Las formas de relieve que aumentaron más su superficie de evapotranspiración en la clase moderada son las zonas de inundación. Las formas de relieve que aumentaron su superficie en la clase baja son la planicie fluvial y piedemonte superior (Anexo II.11).

En relación al excedente de agua, las clases más representativas fueron cero, muy bajo y bajo. Además, es notorio que la mayor parte de las formas de relieve tienen excedente de cero en una superficie considerable en ambos años. Sin embargo existe una tendencia a que las formas de relieve incrementen su excedente a lo largo del tiempo es decir que cambien de clase cero a muy baja (6), muy baja a baja (7) y de baja a moderada (7) (Anexo II.12). Esta dinámica permite inferir que las condiciones hidrológicas regionales han mejorado, aunque sea ligeramente. Las formas de relieve con incremento importante en superficie en la clase moderado corresponden a las planicies fluviales. Las formas de relieve que más incrementaron su superficie en clase de excedente bajo son las planicies con depósitos

Las formas de relieve se caracterizan por presentar déficit de agua medio anual alto, muy alto y moderado, respectivamente. Sin embargo las condiciones hidrológicas regionales por unidad de relieve también presentan cierta mejoría. 12 formas de relieve pasaron de déficit muy alto a déficit alto; 5 formas de relieve pasaron de alto a moderado; 5 pasaron de moderado a bajo (Anexo II.13); sin embargo, 13 formas de relieve pasaron de déficit moderado a alto. Las formas de relieve que sufrieron los cambios más importantes son planicie con vegetación y elevaciones aisladas que cambiaron de alto a muy alto y

planicie con sal y zonas de inundación que pasaron de muy alto a alto.

#### Características de la precipitación

En base a los datos disponibles y el modelamiento espacial efectuado se puede concluir que el monitoreo de precipitación es moderadamente bueno, pero presenta serias deficiencias en la distribución de estaciones por tipo de cobertura y altitud. En consecuencia la distribución actual de las estaciones responde a criterios agroclimáticos y no de manejo de recursos naturales.

El procedimiento estadístico efectuado permite concluir que la precipitación es alta y muy variable para la zona de estudio (818 mm). El análisis de varianza permitió definir 10 grupos distintos en su comportamiento.

#### **Cambio del balance hídrico**

No existe un marcado cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo, en consecuencia, los cambios en los componentes del balance hídrico regional son relativamente pequeños. Sin embargo, el método utilizado permite evaluar cambios en la dinámica del balance hídrico regional de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

Se analizó la superficie ocupada por cada componente del balance hídrico para ambos años. Los parámetros estadísticos utilizados (promedio, media, mínimo, máximo y desviación estándar) indican un cambio ligeramente negativo en el balance hídrico regional. Sin embargo, el análisis a nivel de superficies de las clases de cada componente indica mejorías relativas en el balance hídrico a nivel regional. El análisis de la dinámica del cambio de los componentes del balance hídrico también apoya esta conclusión.

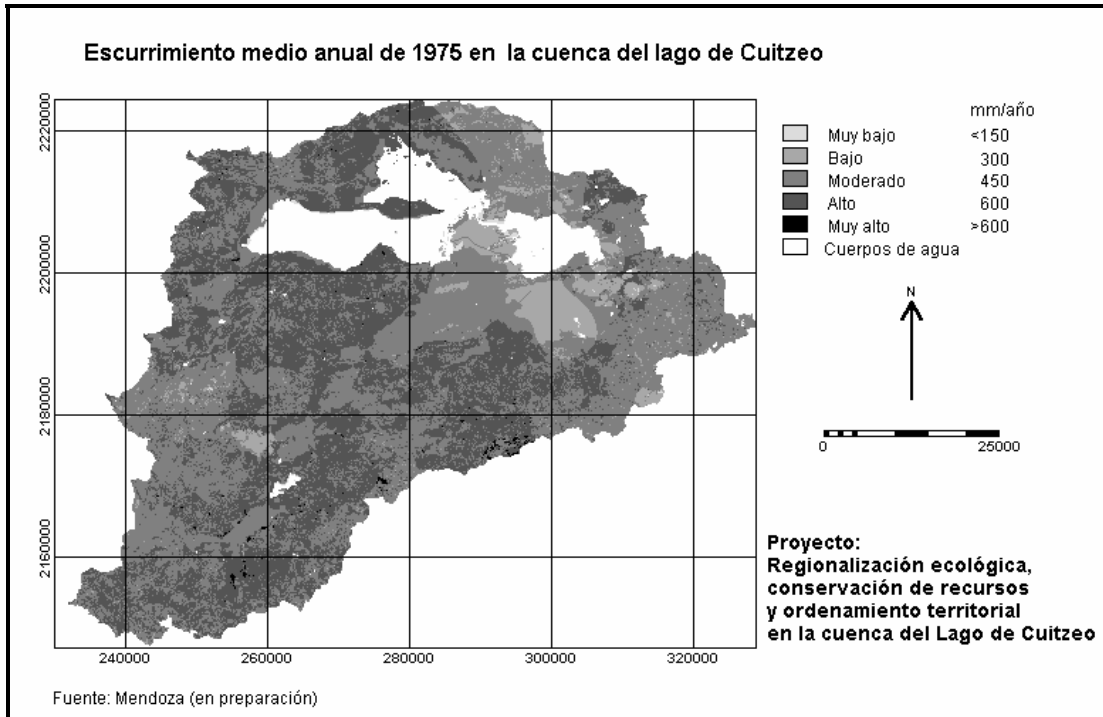
El análisis del cambio de los componentes del balance hídrico a nivel de formas de relieve también indica una tendencia pequeña a mejorar las condiciones hidrológicas regionales de la cuenca. Sin embargo, las planicies y las formas transicionales (piedemontes), presentan un incremento en los valores de escorrentía, los cuales se explican por el

incremento de la superficie ocupada por asentamientos humanos, los cuales se asocian principalmente a estas formas de relieve.

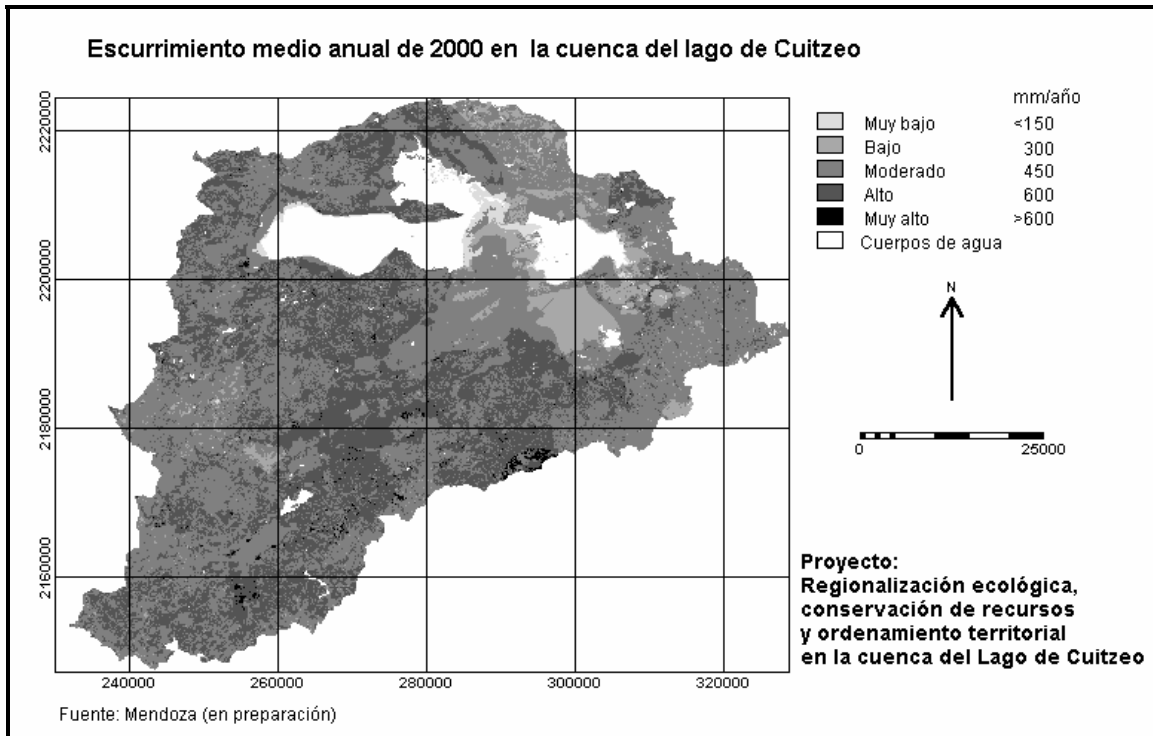
Por último es importante mencionar que para ambos años, en las formas de relieve, existe fuerte presión sobre el recurso hídrico en las zonas bajas de la cuenca. Por otro lado, aunque las condiciones hidrológicas regionales de la cuenca se encuentran al menos igual que hace 25 años, es indiscutible, que el lago de Cuitzeo sufre altos grados de deterioro por contaminación y falta de agua, la cual no está llegando al vaso del lago, ya sea por el uso inadecuado en las zonas de riego, o como consecuencia de un mayor uso en las ciudades, debido al incremento poblacional. Por ejemplo, la Ciudad de Morelia, capital del estado creció 600 % en 37 años (López, et al., 2002).

La variación y distribución superficial de bordos indica que el número de éstos al igual que su superficie se incrementaron en forma notoria en los últimos 25 años. En 1975 se cartografiaron 75 bordos de cuerpos de agua en esta clase, los cuales cubrían una superficie de 1,205 ha. Para el año 2000 se identificaron 146 bordos con una superficie de 1,630 ha, es decir en 25 años se incrementó la superficie de evaporación en 26 % y se duplicó el número de estructuras de retención de agua, aunque en su mayoría estas son menores a 3 ha.

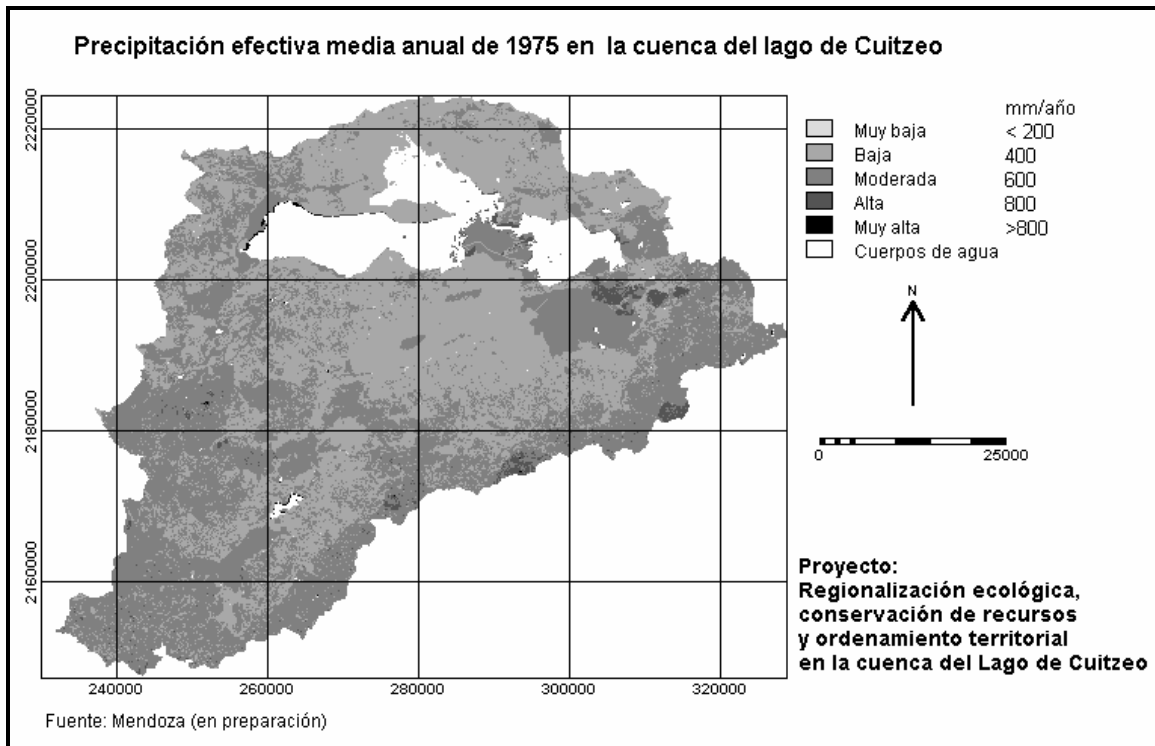
Los bordos se presentan principalmente sobre planicies, mesas, laderas suaves y muy suaves convexas, laderas suaves rectilíneas y piedemontes no diferenciados. Las coberturas vecinas más frecuentes a la ubicación de bordos en 1975 correspondieron en orden a cultivos temporales y de riego. Para el 2000 corresponden a cultivos de temporal, pastizales, arbustos, cultivos de riego, plantaciones de árboles y bosque. Se observó una diversificación de clases vecinas para el 2000, y un cambio en el orden de prioridad de las unidades vecinas. Este orden es coherente con la disminución de áreas de cultivo y permite interpretar que el incremento de bordos no responde a una intensificación de las actividades agrícolas sino más bien de las actividades pecuarias en la cuenca.



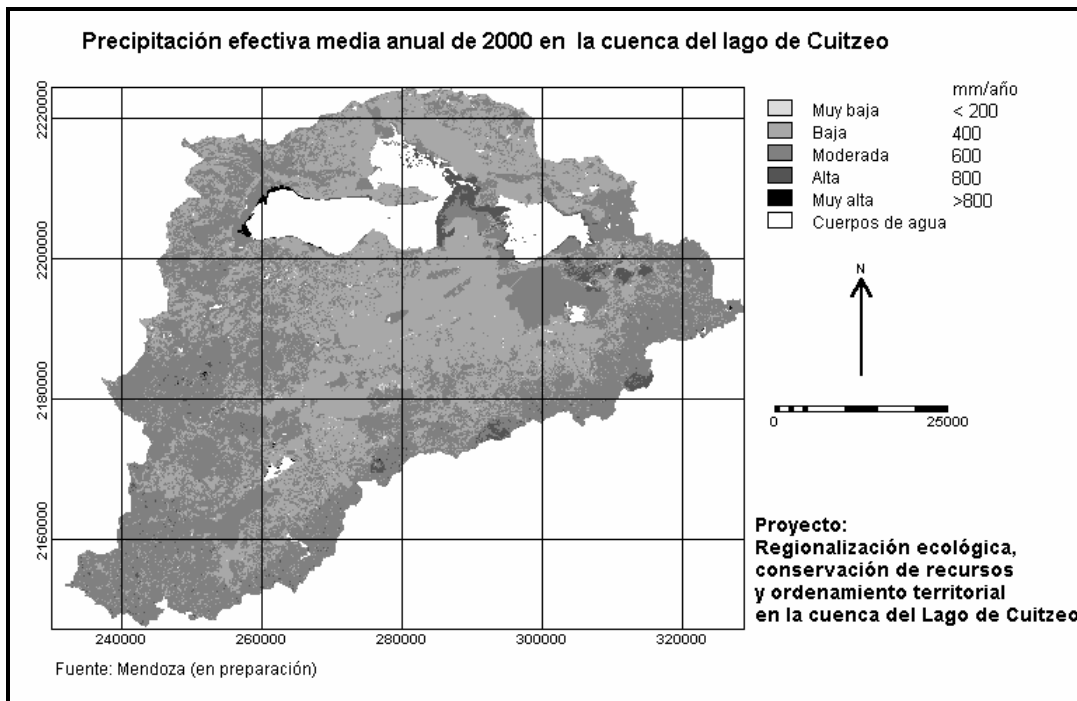
Mapa II.13. Escurrencio medio anual de 1975 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



Mapa II.14. Mapa de escurrencio medio anual de 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo.

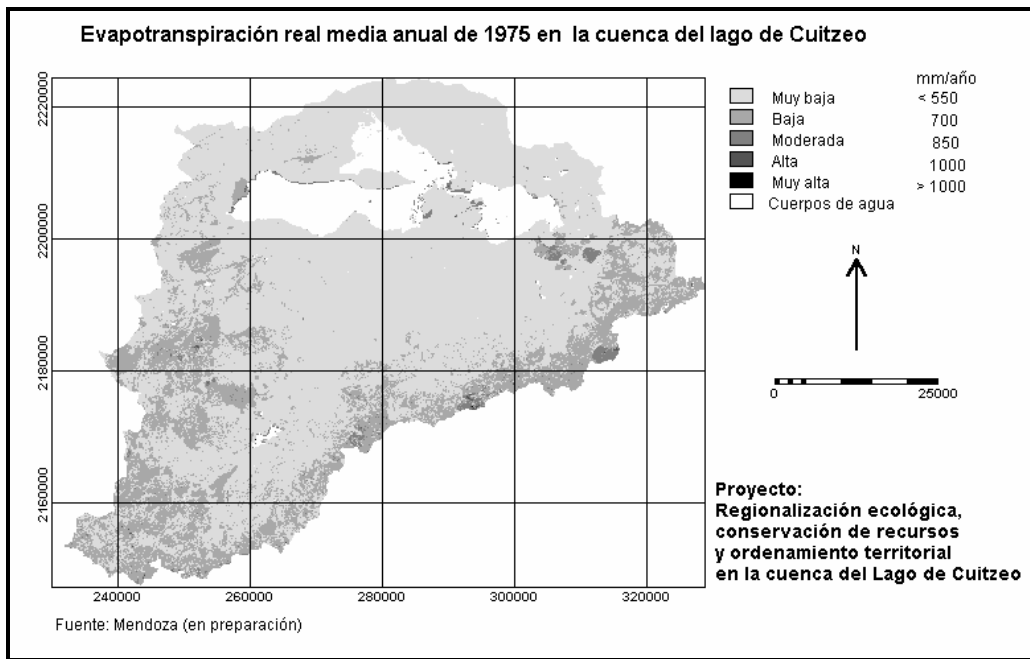


Mapa II.15. Precipitación efectiva media anual de 1975 en la cuenca del lago de Cuitzeo.

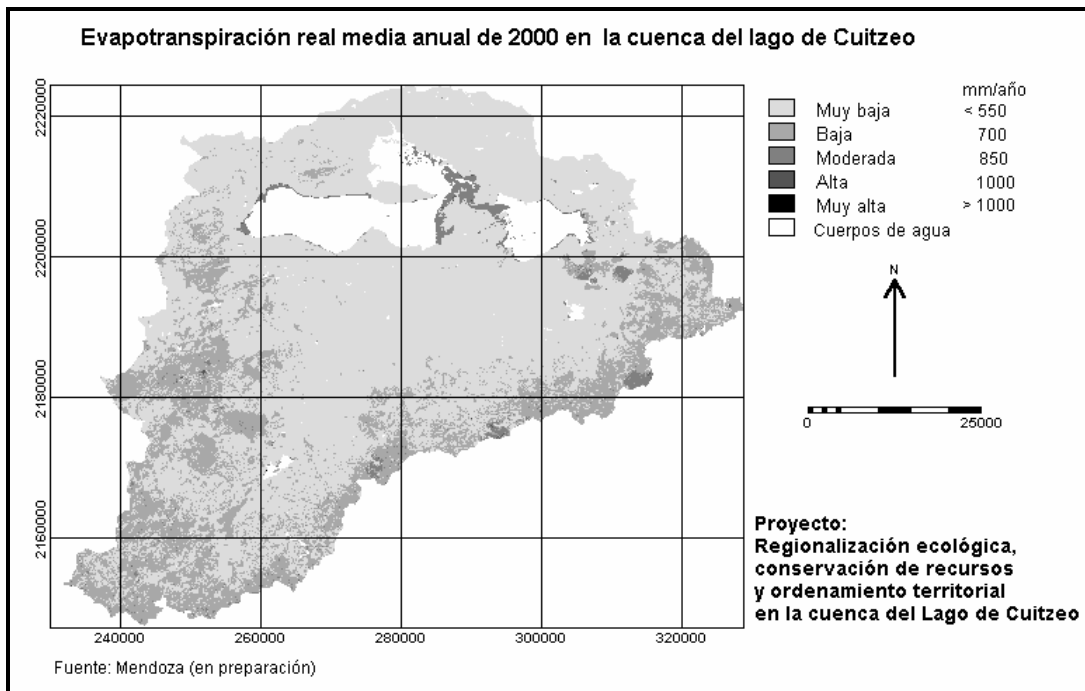


Mapa II.16. Precipitación efectiva media anual de 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo.

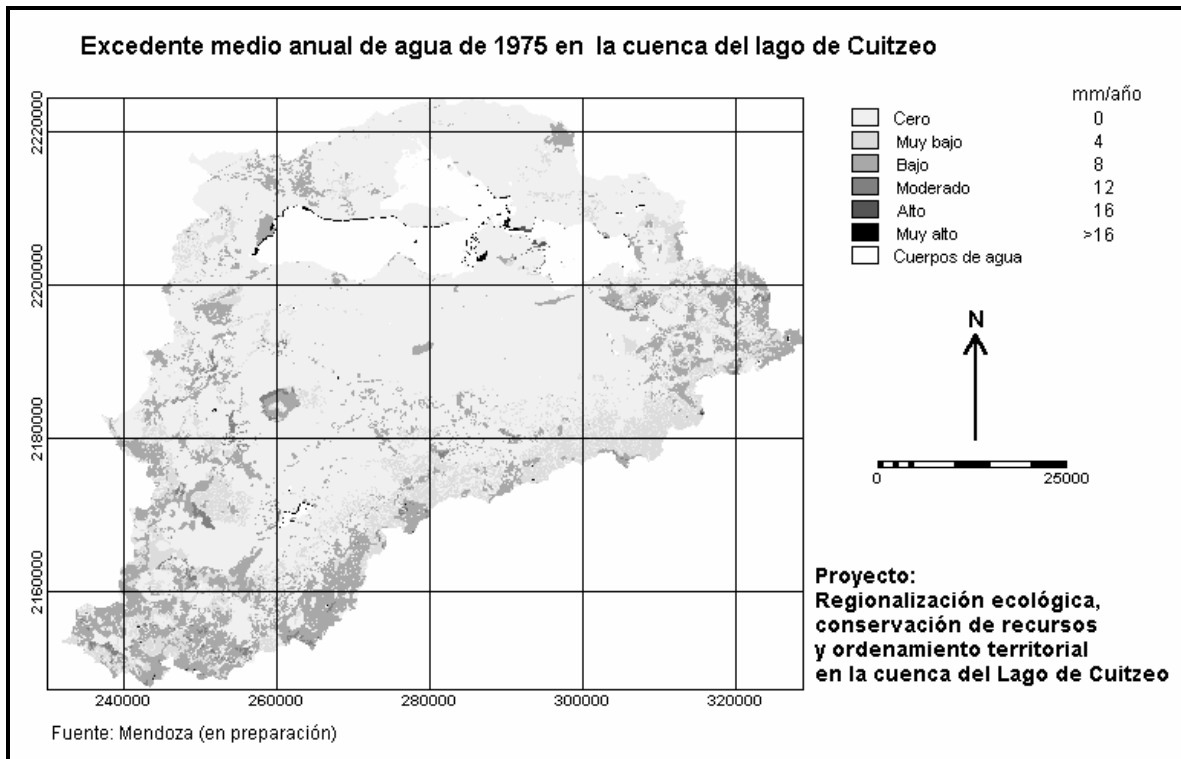




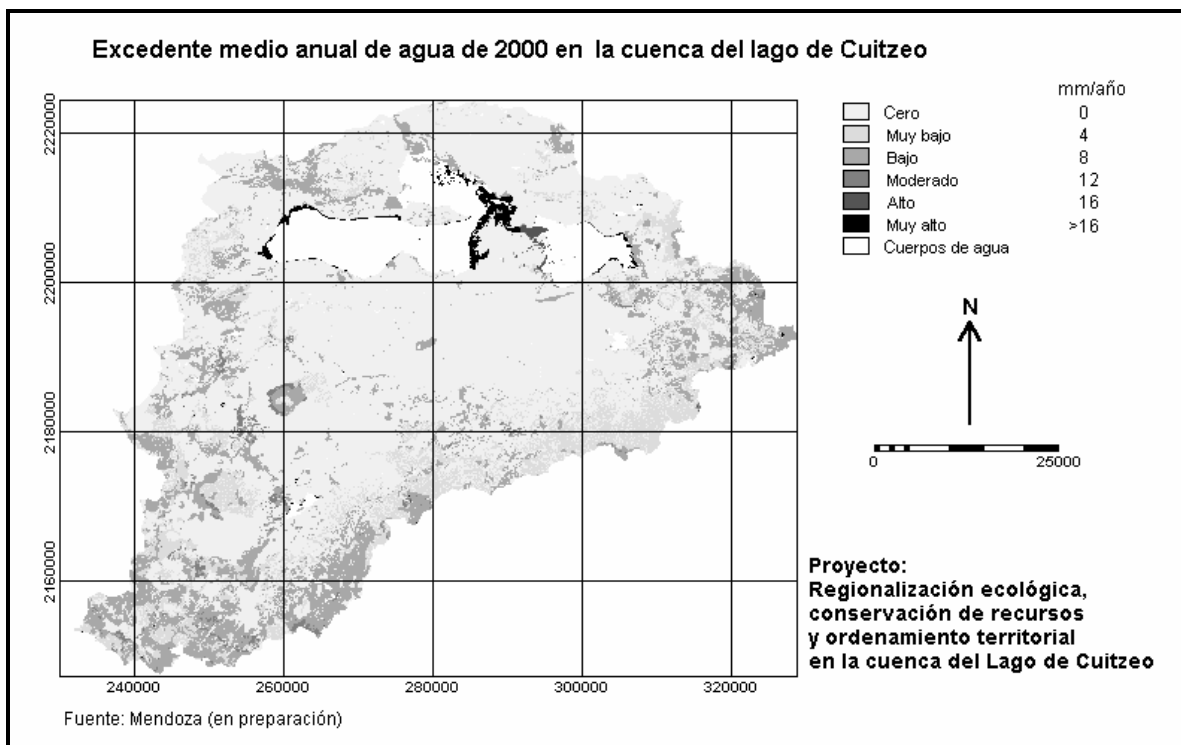
Mapa II.17. Evapotranspiración real media anual de 1975 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



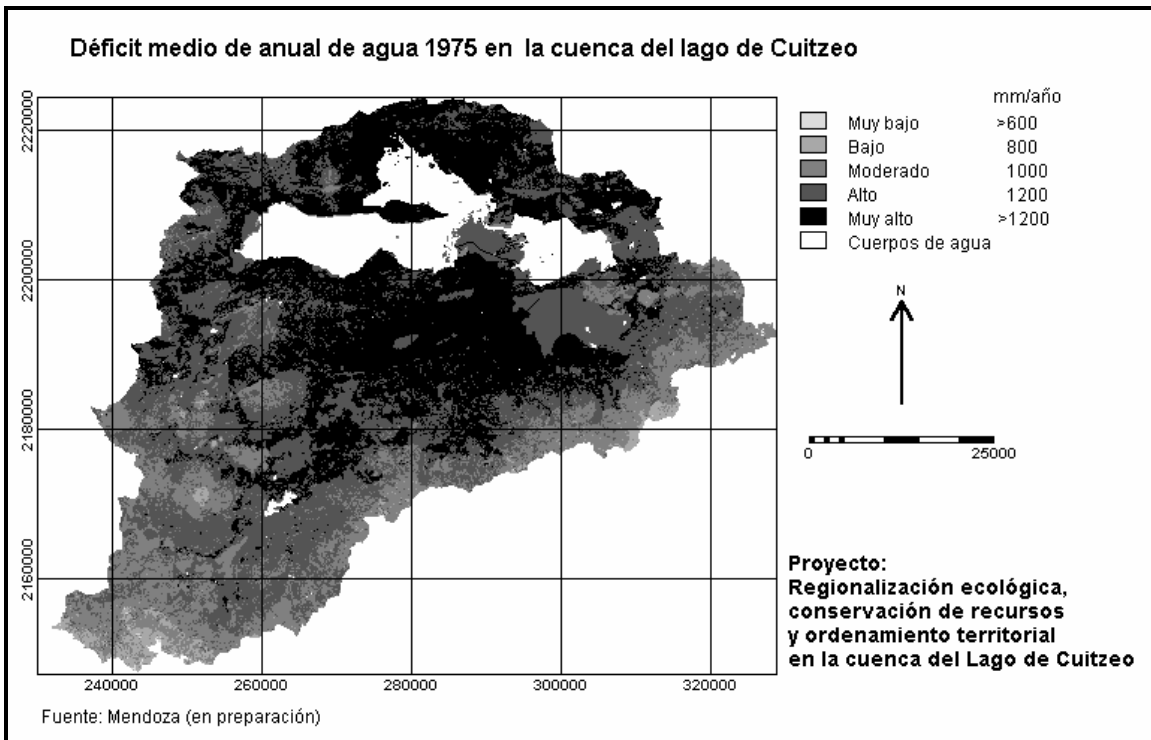
Mapa II.18. Evapotranspiración real media anual de 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



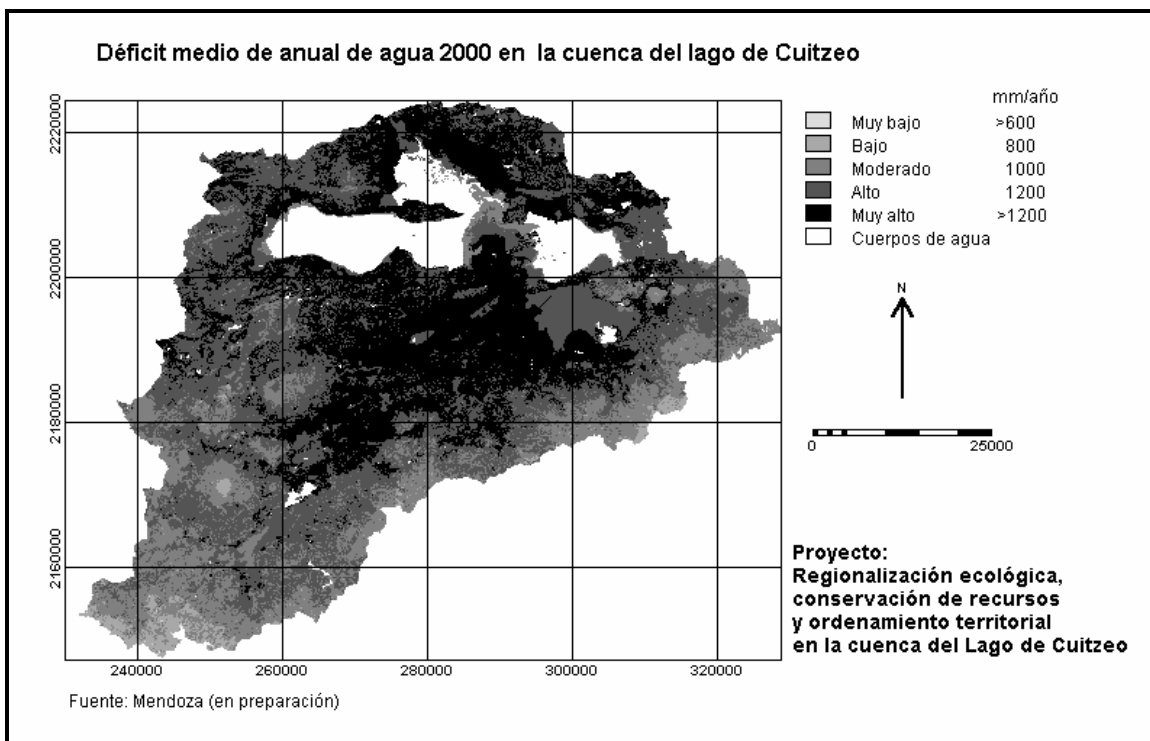
Mapa II.19. Excedente medio anual de agua de 1975 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



Mapa II.20. Excedente medio anual de agua de 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



Mapa II.21. Déficit medio anual de agua de 1975 en la cuenca del lago de Cuitzeo.



Mapa II.22. Déficit medio anual de agua de 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo.

Por lo tanto, se puede concluir que más del 90 % de la cuenca tiene pendientes menores a 20°, y se encuentra por debajo de los 2,500 msnm, por lo que la densidad de drenaje es moderada.

El levantamiento geomorfológico regional diferenció a la cuenca en 6 grandes unidades, las cuales definen que la unidad hidrológica está conformada principalmente por colinas; lomeríos altos y planicie. Geológicamente el relieve está conformado por materiales volcánicos de composición intermedia a básica, con edades que varían desde el Mioceno hasta el Cuaternario. Las características del sustrato han definido un escurrimiento predominante relativamente bajo y permiten clasificar a los materiales rocosos en la clase de consolidados con posibilidades bajas para almacenamiento de agua. Las formas de relieve de la cuenca pueden ser descritas como laderas suaves y muy suaves, laderas inclinadas y escarpadas y planicies, las cuales cubren el 65 % de la cuenca.

Por último, la regionalización geomorfológica sirvió de base para definir las unidades de la regionalización ecológica de la cuenca, las cuales son potencialmente unidades de manejo de recursos naturales (Bocco y Ortiz 1994; Bocco *et al.*, 2001). Esta delimitación es fundamental en el proceso de evaluación de tierras (Pulido *et al.*, 2001) y del proceso de ordenamiento territorial. Este tipo de información permite concentrar los esfuerzos en restauración de suelos, en aquellas áreas donde este problema es realmente importante.

#### **II.1.6. Áreas Naturales Protegidas (ANPs)**

La UICN (The World Conservación Union) en 1994 definió las áreas protegidas como “áreas de tierra y/o mar especialmente dedicadas a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica, recursos naturales y culturales asociados, y manejados a través de medios legales u otros medios efectivos” (Velásquez et al, 2005).

Las ANPs tienen el propósito de mantener la integridad de los ecosistemas (patrones y funciones) propios de una región. Además, proporcionan funciones como: resguardar el germoplasma de la naturaleza, son reguladoras de los ciclos biogeoquímicos, aportan bienes y servicios ambientales como la captación y filtración de agua, la adsorción de contaminantes atmosféricos, la producción de oxígeno, la regulación térmica, la protección de los recursos del suelo, entre otras y , provee de beneficios significativos a las

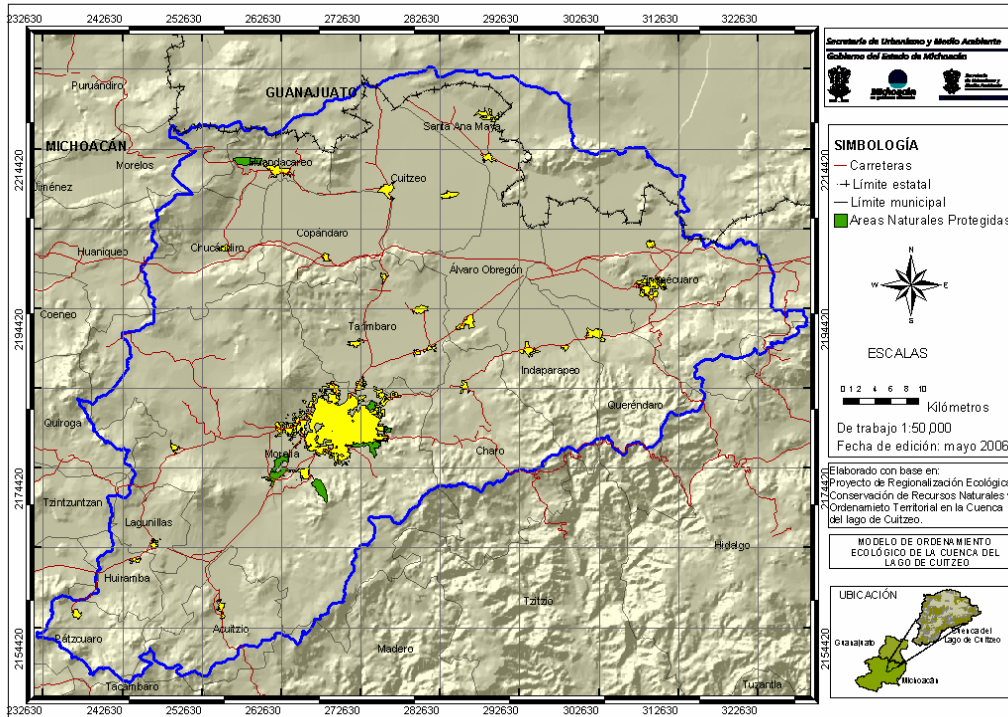
comunidades aledañas, favoreciendo el bienestar espiritual, mental, físico y fomenta la responsabilidad ética de respeto a la naturaleza (Velásquez et al, 2005).

El estado de Michoacán se encuentra entre los primeros cinco estados del país mas ricos por su biodiversidad. La integridad de los ecosistemas y la riqueza genética esta amenazada por fuertes presiones derivadas de una problemática sociocultural de gran complejidad. El estado cuenta actualmente con 35 ANPs, que cubren únicamente el 1.6% de su superficie. De estas 10 son de carácter federal (1.54% de la superficie estatal) y 25 de jurisdicción estatal (0.055% de la superficie estatal). De las ANPs en el estado solo cinco tienen un plan de manejo y cuatro lo tienen en proceso de elaboración (Velásquez et al, 2005).

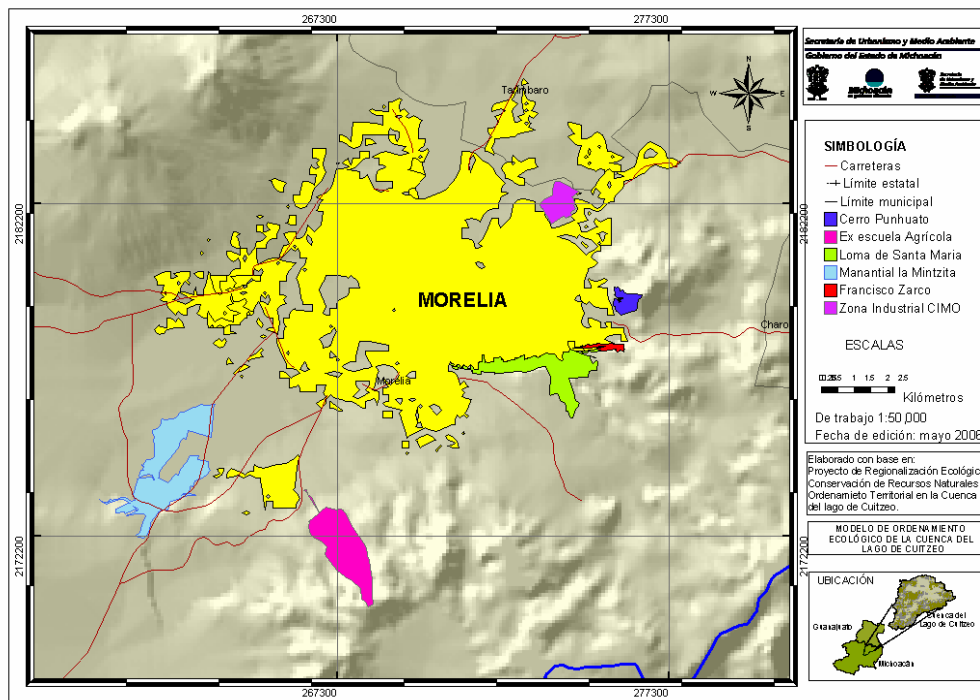
En la cuenca del lago de Cuitzeo se localizan 7 ANPs que ocupan una superficie de 1,354 ha y son las siguientes: Loma de Santa Maria y Depresiones aledañas de la ciudad de Morelia, Cerro Punhuato, Ex escuela agrícola denominada La Huerta, Manantial la Mintzita, Fideicomiso de la Ciudad Industrial de Morelia y Francisco Zarco localizadas en el municipio de Morelia y Las Tinajas de Huandacareo en el municipio de Huandacareo (Cuadro II.16 y Mapas II.23 y II.24).

Cuadro II.16. Áreas naturales Protegidas en la cuenca.

ANP	Tipo	Municipio	Decreto	Tenencia	Programa de Manejo	Superficie (ha)
Las Tinajas de Huandacareo	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Huandacareo	26/01/2005	Ejidal	No tiene	254-27-00
Manantial la Mintzita	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Morelia	31/01/2005	Federal, Ejidal y Privada	En proceso: UMSNH Tohtli Zubieta	419-60-64.62
Zona Industrial CIMO	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Morelia	30/06/1995	Privada y Ejidal	En proceso: UMSNH Roberto Lindig	89-11-20.81
Loma de Santa Maria y depresiones aledañas de la ciudad de Morelia	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Morelia	19/08/1993	Privada y Ejidal	UMSNH Xavier Madrigal 2004	323-79-73.88
Cerro Punhuato	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Morelia	26/01/2005	Privada	Cabeza arq. y Asociados	78-86-00
Ex escuela Agrícola denominada la Huerta (Piedra del Indio)	Zonas Sujetas a Preservación Ecológica	Morelia	31/01/2005	Estatal	En proceso: Inst. de Geog. UNAM. Horacio Paz	271-48-89.25
Francisco Zarco	Prototipo	Morelia				



Mapa II.23. Áreas Naturales protegidas en la cuenca del lago de Cuitzeo.



Mapa II.24. Áreas Naturales Protegidas en el Municipio de Morelia.

### II.1.7 Sitios Arqueológicos

En todo el estado de Michoacán existen aproximadamente unas 45 zonas arqueológicas, de las cuales únicamente siete están abiertas al público: Huandacareo, Pátzcuaro, Ihuatzio, San Felipe de los Alzati, Tingambato, Tres Cerritos y Tzintzuntzan. En la cuenca del lago de Cuitzeo se localizan la de Huandacareo y Tres Cerritos ([http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)).

Debido a que el Imperio Purépecha dominó hasta la llegada de los españoles, los sitios arqueológicos encontrados son los llamados pirámides o “yácatas” que tienen una figura rectangular cubierta por una estructura en forma de semicírculo ([http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)).

**El Centro Ceremonial Huandacareo.** Este centro ceremonial pertenece a la rivera del lago de Cuitzeo, se remota hacia el año 1200 y funcionó hasta que los españoles conquistaron en 1536 al imperio Tarasco. Su nombre viene de la palabra Purépecha uandakua, que significa lugar de juicios, lugar de oradores o tribunal. Según, Fray Matías de Escobar, era un lugar densamente poblado, antes de la llegada de los españoles. Este sitio posee características que lo hacen singular e importante, es un sitio con advocación funeraria y ritual, pero especialmente un lugar de enterramientos. Los objetos encontrados en los enterramientos permiten fecharlo dentro de las características de la cultura Purépecha y por unas cuentas de vidrio europeo encontradas junto con los restos se supone que aún después de la llegada de los españoles siguió funcionando ([http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)).

**Tres Cerritos.** Gracias al descubrimiento de mega fauna en este entorno podemos decir que la zona se pobló desde el Horizonte Preclásico o Formativo, para continuar desarrollándose en el Horizonte Clásico, que fue su etapa de auge. Se informa que el sitio fue ocupado por pueblos que se implantaron ahí en los inicios del Horizonte Clásico, para ser posteriormente habitado, hacia el 1,100 d.C. por los grupos Purépechas que dominaron el área, y que continuó así hasta los finales del Posclásico ([http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)). Es innegable también su relación con otros asentamientos, como Copándaro y Huandacareo, de los que probablemente fue una provincia y con los que posiblemente mantuvo relaciones políticas, comerciales y de intercambio cultural; y a la vez se relacionó con centros urbanos de

mayor importancia y trascendencia, ubicados en el Altiplano Central, como Teotihuacan ([http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)).

La información sobre los sitios arqueológicos en la cuenca se obtuvo del centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia en Michoacán. Dicha información se introdujo en un SIG en el cual se elaboró un mapa de la ubicación de los sitios en la zona. Además se realizó un análisis de los municipios con mayor número de sitios arqueológicos.

En la cuenca se localizan 174 sitios arqueológicos (Mapa x y Anexo x tabla de sitios) en 10 municipios, siendo Cuitzeo, Copándaro y Tarímbaro los que tienen un mayor número de ellos con 44, 37 y 28 respectivamente (Cuadro II.17).

Cuadro II.17. Sitios arqueológicos en la cuenca del lago de Cuitzeo (Fuente: INAH, 2004)

Municipios	No. sitios	Porcentaje sitios
Álvaro Obregón	18	10.3
Charo	1	0.6
Chucándiro	18	10.3
Copándaro	37	21.3
Cuitzeo	44	25.3
Huandacareo	2	1.1
Morelia	8	4.6
Santa Ana Maya	1	0.6
Tarímbaro	28	16.1
Zinapécuaro	17	9.8

## II.2 Medio Socioeconómico

Durante la fase de caracterización del Ordenamiento Ecológico se describen dos sistemas: el medio físico y el medio socioeconómico. El sistema socio económico tiene como objeto de estudio la población como agente transformador del ambiente en busca del desarrollo. Por consiguiente, la capacidad de soporte y de resiliencia de un ecosistema estará dada, en gran parte, por la magnitud de la presión que sobre el ejerza la población. Por lo tanto, conocer el crecimiento y las características sociales de la población servirá para evaluar la demanda o la presión que dicha población ejercerá sobre los recursos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997).



Dicha caracterización socioeconómica requiere de la aplicación de métodos estadísticos que permitan describir, analizar y comprender el comportamiento de la población en el contexto de su comportamiento real como parte integradora y transformadora de un territorio. El análisis estadístico se realiza en el marco del nivel municipal ya que este es la unidad política administrativa básica. Además a este nivel se desarrollan los censos de población y económicos, y se aplican los programas de gobierno. Sin embargo, las Unidades de Gestión Ambiental se generaron bajo un enfoque regional .....

## **II.2.1 Municipios**

La cuenca del lago de Cuitzeo cubre, ya sea de manera total o parcial, el territorio de 25 municipios, de los cuales 20 corresponden al Estado de Michoacán (Acuitzio del Canje, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Hidalgo, Huaniqueo, Huiramba, Indaparapeo, Lagunillas, Villa Madero, Morelia, Morelos, Pátzcuaro, Queréndaro, Quiroga, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro) y 5 al Estado de Guanajuato (Acámbaro, Salvatierra, Moroleón, Yuriria y Uriangato) (Cuadro II.18 y Mapa II.25).

La regionalización para la planeación y el desarrollo del Estado de Michoacán que maneja la Secretaría de Planeación y Desarrollo establece que la región de la cuenca de Cuitzeo está integrada por los siguientes 13 municipios para los cuales se decreto el presente ordenamiento: Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro. Para el análisis socioeconómico los datos de población de estos municipios se manejaron de manera completa y no solo las localidades que caen dentro de la cuenca. Los datos de población se obtuvieron del INEGI, 2001.

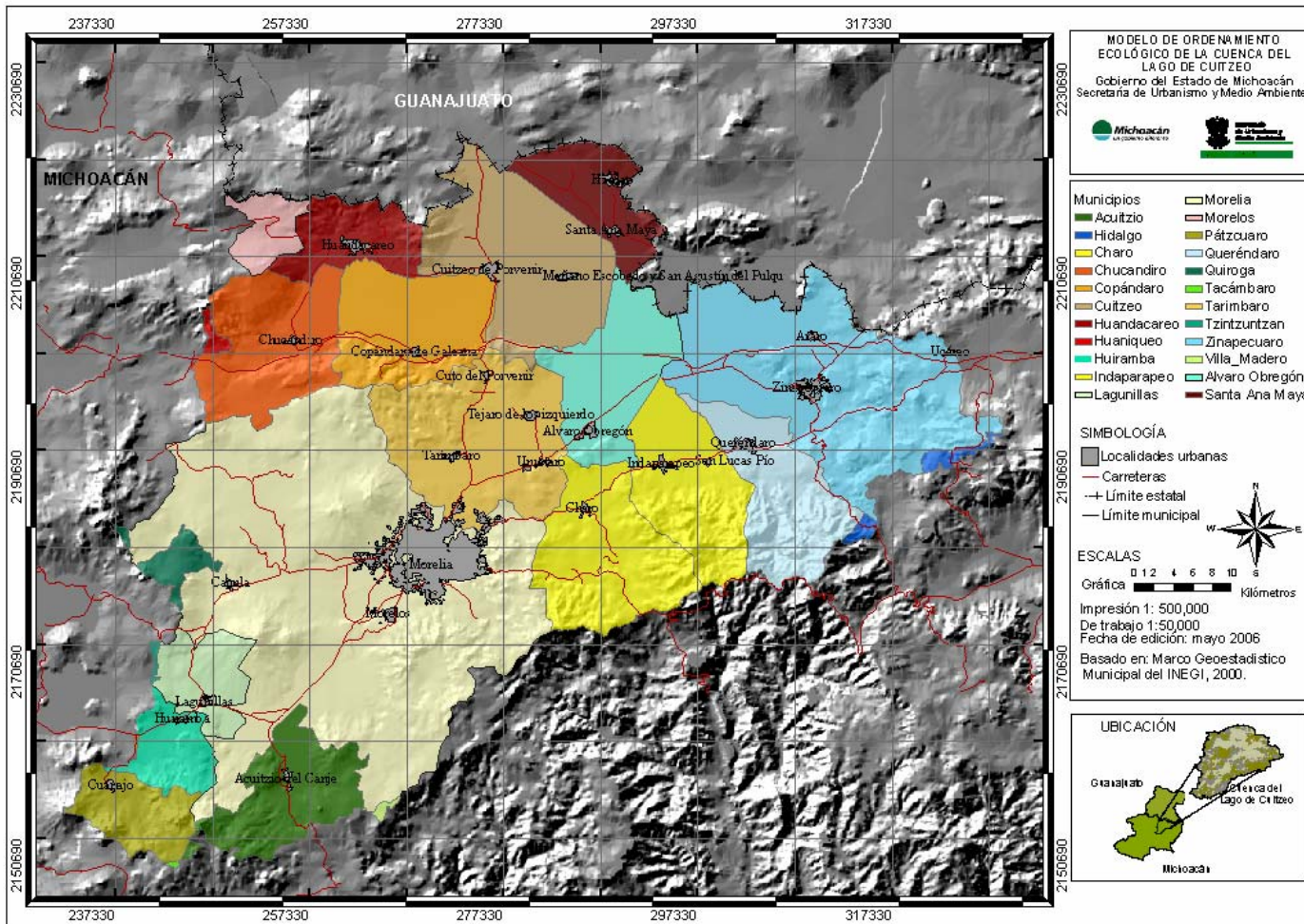
Dentro de la cuenca se encuentran las siguientes cabeceras municipales Acuitzio del Canje, Álvaro Obregón, Copandaro de Galeana, Cuitzeo del Porvenir, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Huiramba, Indaparapeo, Lagunillas, Villa Morelos, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro, Zinapécuaro y Morelia que es la capital del estado de Michoacán. Para el caso de Guanajuato ninguna cabecera municipal se encuentra dentro de la cuenca (Mapa II.26).

Cuadro II.18 Municipios y área que ocupan en la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

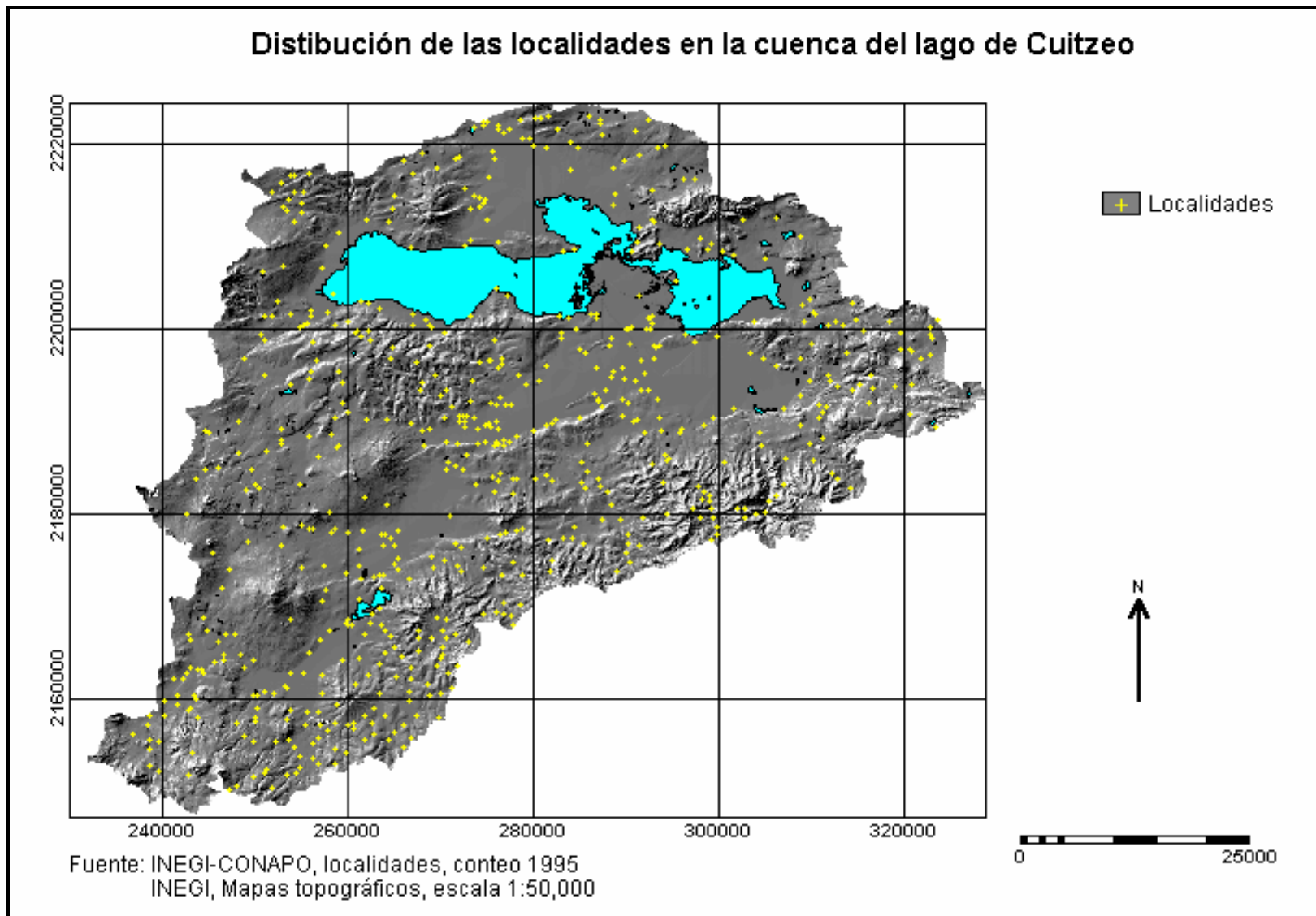
MUNICIPIO	ESTADO	SUPERFICIE KM <sup>2</sup>
<b>ACUITZIO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>140.6</b>
<b>ÁLVARO OBREGÓN</b>	<b>Michoacán</b>	<b>157.0</b>
<b>COPANDARO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>175.5</b>
<b>CUITZEO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>255.4</b>
<b>CHARO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>200.1</b>
<b>CHUCÁNDIRO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>183.5</b>
HIDALGO	Michoacán	16.1
<b>HUANDACAREO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>90.8</b>
HUANIQUEO	Michoacán	6.9
HUIRAMBA	Michoacán	65.6
<b>INDAPARAPEO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>167.8</b>
LAGUNILLAS	Michoacán	76.8
VILLA MADERO	Michoacán	3.1
<b>MORELIA</b>	<b>Michoacán</b>	<b>1058.5</b>
MORELOS	Michoacán	75.8
PATZCUARO	Michoacán	81.2
<b>QUERENDARO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>159.5</b>
QUIROGA	Michoacán	29.0
<b>SANTA ANA MAYA</b>	<b>Michoacán</b>	<b>103.7</b>
<b>TARÍMBARO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>262.4</b>
<b>ZINAPÉCUARO</b>	<b>Michoacán</b>	<b>428.4</b>
ACAMBARO	Guanajuato	145.7
MOROLEÓN	Guanajuato	31.9
SALVATIERRA	Guanajuato	64.2
URIANGATO	Guanajuato	29.0
YURIRIA	Guanajuato	17.4

## II.2.2 Distribución de la Población

Con el propósito de identificar el patrón de distribución de la población en la cuenca, se analizaron los indicadores de densidad y dispersión de población, que nos indican como se encuentra repartida la población en el territorio. Esto es importante debido a que dicha distribución esta determinada por factores naturales, económicos, políticas, históricos y la apropiación y modificación de los ecosistemas, en parte es producto de los patrones de distribución de la población. En estos 13 municipios se localizan un total de 695 localidades en el año 2000.



Mapa II.25. Localización de Municipios en la Cuenca de Lago de Cuitzeo.



Mapa II.26. Distribución de localidades de la cuenca del lago de Cuitzeo.

### II.2.2.1 Densidad de población

La densidad de población es un indicador del grado de ocupación o utilización del espacio social y representa una relación del número de habitantes por unidad de superficie habitada. La densidad de población por municipio permite identificar el patrón general de ocupación del territorio. La unidad espacial de comparación es la superficie municipal medida en kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>), en este caso la superficie considerada fue la del Marco Geoestadístico Municipal del INEGI. Es importante considerar que la población no ocupa la superficie total del municipio presentando una tendencia a formar congregaciones, por lo que existen extensos espacios vacíos o destinados a las actividades productivas. Por lo anterior la densidad debe de considerarse como un promedio o un potencial de superficie por habitante (INE, 2000).

La densidad de población (DP) se calculó por medio de la siguiente expresión algebraica:

$$DP = \text{Población total por municipio} / \text{Área total del municipio}$$

El municipio de Morelia presentó una densidad de población muy alta con 523 hab/km<sup>2</sup>. Este municipio representa el 73% de la población total de los 13 municipios. Los municipios de Cuitzeo, Álvaro Obregón, Hundacareo, Santa Ana Maya y Tarímbaro presentaron una densidad de población alta, mientras que Chucándiro presentó una densidad muy baja (39 hab/km<sup>2</sup>) (Cuadro II.19 y Mapa II.27).

Cuadro II.19. Densidad de población en la cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	SUPERFICIE MGM00*	POBLACIÓN 2000	DENSIDAD	NIVEL DENSIDAD
ACUITZIO DEL CANJE	179	9933	55	Baja
ÁLVARO OBREGÓN	156	19502	125	Alta
CHARO	322	19169	59	Baja
CHUCÁNDIRO	190	7463	39	Muy baja
COPÁNDARO DE GALEANA	174	9151	53	Baja
CUITZEO	254	26269	103	Alta
HUANDACAREO	90	11808	131	Alta
INDAPARAPEO	176	16341	93	Media
MORELIA	1187	620532	523	Muy alta
QUERÉNDARO	229	13438	59	Baja
SANTA ANA MAYA	103	13952	136	Alta

TARÍMBARO	260	39408	151	Alta
ZINAPÉCUARO	596	48917	82	Media

\*MGM00 (Marco Geoestadístico Municipal del INEGI, 2000)

### II.2.2.2 Dispersión de la población

El índice de dispersión pretende conocer el patrón de distribución de la población en la cuenca, en donde la unidad de análisis espacial es el municipio. Este indicador relaciona la población total del municipio con aquella que habita en localidades pequeñas o dispersas y el número total de éstas. Aunque el indicador se aplica por municipio se puede conocer a su interior, tanto el patrón de distribución como el nivel de dispersión o concentración de la población. El criterio para distinguir la población que vive en localidades dispersas fue el número de habitantes, esto es, aquellas que tienen menos de 15,000 habitantes (INE, 2004, Carrera, et al. 1988).

El indicador dispersión de la población se obtuvo por medio de la siguiente fórmula:

$$IDP = \frac{P_d * N_d}{P_t}$$

En donde:

IDP = Índice de dispersión de la población

$P_d$  = Población que habita en localidades dispersas

$N_d$  = Número de localidades dispersas

$P_t$  = Población total del municipio

Zinapécuaro presentó una dispersión de su población alta (279), por el contrario Morelia, Copandaro, Acuitzio, Cuitzeo y Álvaro Obregón presentaron una dispersión de su población baja, representando el 80% de la población. El resto de los municipios presentaron una dispersión media (Cuadro II.20 y Mapa II.28).

Cuadro II.20. Dispersión de la población en la cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	POBLACIÓN LOCALIDADES <15,000*	LOCALIDADES**	POBLACIÓN TOTAL	DISPERSION	NIVEL DISPERSION
ACUITZIO DEL CANJE	3100	28	9954	8.7	BAJA
ÁLVARO OBREGÓN	6087	41	19571	12.8	BAJA
COPÁNDARO DE GALEANA	2871	16	9151	5.0	BAJA
CUITZEO	14424	16	26314	8.8	BAJA
CHARO	14525	97	19302	73.0	MEDIA
CHUCÁNDIRO	23896	18	7463	57.6	MEDIA
HUANDACAREO	13435	22	10882	27.2	MEDIA
INDAPARAPEO	12845	24	16385	18.8	MEDIA
MORELIA	12414	32	620927	0.6	BAJA
QUERÉNDARO	20139	52	13542	77.3	MEDIA
SANTA ANA MAYA	14118	61	13952	61.7	MEDIA
TARÍMBARO	18710	82	39558	38.8	MEDIA
ZINAPÉCUARO	37087	368	48962	278.7	ALTA

\*Población total en localidades de menos de 15000 habitantes (E)

\*\*Numero de localidades con menos de 15000 habitantes (N)

## II.2.3 Tipo de población

### II.2.3.1 Coeficiente de localización de la población urbana, mixta o rural

Una distinción de la población se obtiene al identificar la categoría de localidad de acuerdo a la cantidad de personas que residen en cada una de ellas. En México, según el tamaño de localidad, se reconocen tres categorías básicas de población, la rural, la mixta y la urbana.

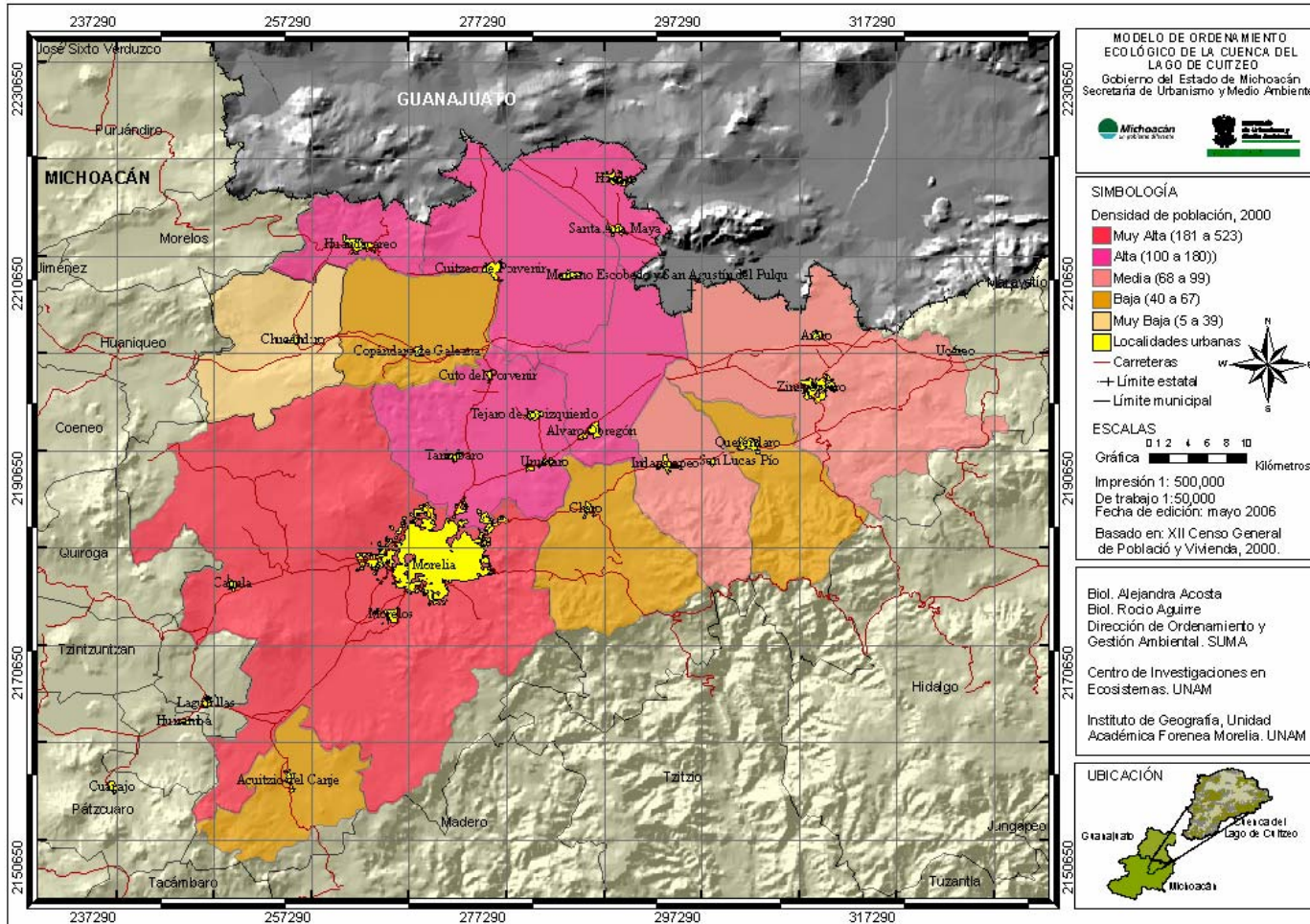
Población urbana. La que vive en localidades de más de 15,000 habitantes.

Población mixta (urbana-rural). La que vive en localidades de 5,000 a 14,999 habitantes.

Población mixta (rural-urbana). La que vive en localidades de 2,500 a 4,999 habitantes.

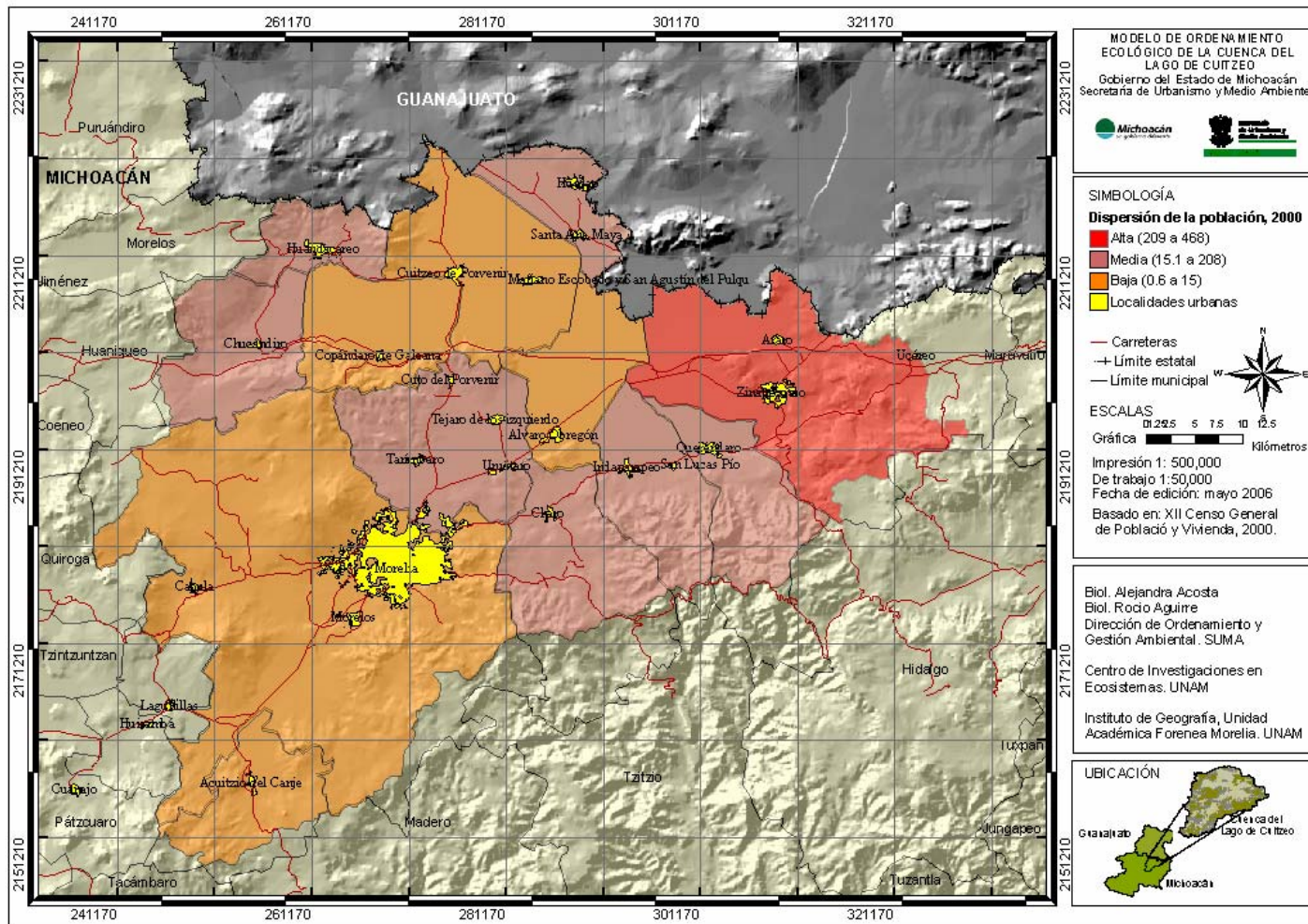
Población rural. La que vive en localidades de menos de 2,500 habitantes.





Mapa II.27. Densidad de población en la cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000.





Mapa II.28. Dispersión de la población en la cuenca del Lago de Cuitzeo en el año 2000.

A partir del tamaño de localidad se puede conocer, *a priori*, el tipo de economía que practica la población, el tipo de movimientos migratorios y la tendencia de crecimiento. El coeficiente de localización es una técnica estadística que aplicada a escala municipal, permite identificar el tipo de población predominante por municipio y a escala estatal muestra el patrón de distribución territorial de las categorías de población identificadas. La distribución de la población tiene por objeto caracterizar a cada municipio por tamaño de la localidad, el cual se refiere a la proporción de habitantes residentes en localidades urbanas, mixtas y/o rurales por municipio. Estos datos fueron obtenidos del INEGI, 2000 (INE, 2000).

El coeficiente de localización de la población urbana, mixta o rural se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de localización} = \frac{(P_{ij})/(P_j)}{(P_{it})/(P_t)}$$

Donde las variables representan:

$P_{ij}$  = Población total urbana, mixta (urbano-rural), mixta (rural-urbana) o rural por municipio.

$P_j$  = Población total municipal.

$P_{it}$  = Población total urbana, mixta y rural a escala estatal.

$P_t$  = Población total a escala estatal.

El Estado presentó una población total ( $P_t$ ) de 3,985,667 en el año 2000, de la cual la población rural ( $P_{it}$ ) fue de 1,378,901 habitantes, la población mixta (rural-urbana) ( $P_{it}$ ) fue de 338,523 habitantes, la población mixta (urbana-rural) ( $P_{it}$ ) fue de 517,805 y la población urbana ( $P_{it}$ ) fue de 1,750,438 habitantes.

De los 13 municipios del estado de Michoacán que se localizan en la cuenca los municipios de Morelia y Zinapécuaro se consideran como urbanos y representan el 78% de la población. Por el contrario los tres municipios rurales (Charo, Chucándiro y Tarímbaro) representan el 8% de la población. Mientras que los municipios con población mixta rural-urbana (Copandaro, Cuitzeo, Huiramba) representan el 4% y los municipios urbano-rurales cuentan con el 10% de la población (Cuadro II.21 y Mapa II.29).

Cuadro II.21. Coeficiente de localización de la población urbana, mixta o rural en la cuenca del lago de Cuitzeo.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL	POBLACIÓN RURAL*	POBLACIÓN RURAL-URBANA**	POBLACIÓN URBANA-RURAL***	POBLACIÓN URBANA****	POBLACIÓN URBANA
ACUITZIO	9933	4167		5766	0	Mixta(urbana-rural)
ÁLVARO OBREGÓN	19502	11591		7911	0	Mixta (urbana-rural)
CHARO	19169	14601	4568		0	Rural
CHUCÁNDIRO	7463	7463			0	Rural
COPÁNDARO	9151	5743	3408		0	Mixta (rural-urbana)
CUITZEO	26269	11207	6238	8824	0	Mixta (rural-urbana)
HUANDACAREO	11808	5108		6700		Mixta (urbana-rural)
INDAPARAPEO	16341	6776	2836	6729		Mixta(urbana-rural)
MORELIA	620532	51934	7223	11379	549996	Urbana
QUERÉNDARO	13438	4894		8544		Mixta(urbana-rural)
SANTA ANA MAYA	13952	7117		6835		Mixta(urbana-rural)
TARÍMBARO	39408	23765	10637	5006		Rural
ZINAPÉCUARO	48917	26418	7952	14547		Urbana

\*Población total rural (en localidades con menos de 2500 habitantes) (Pij)

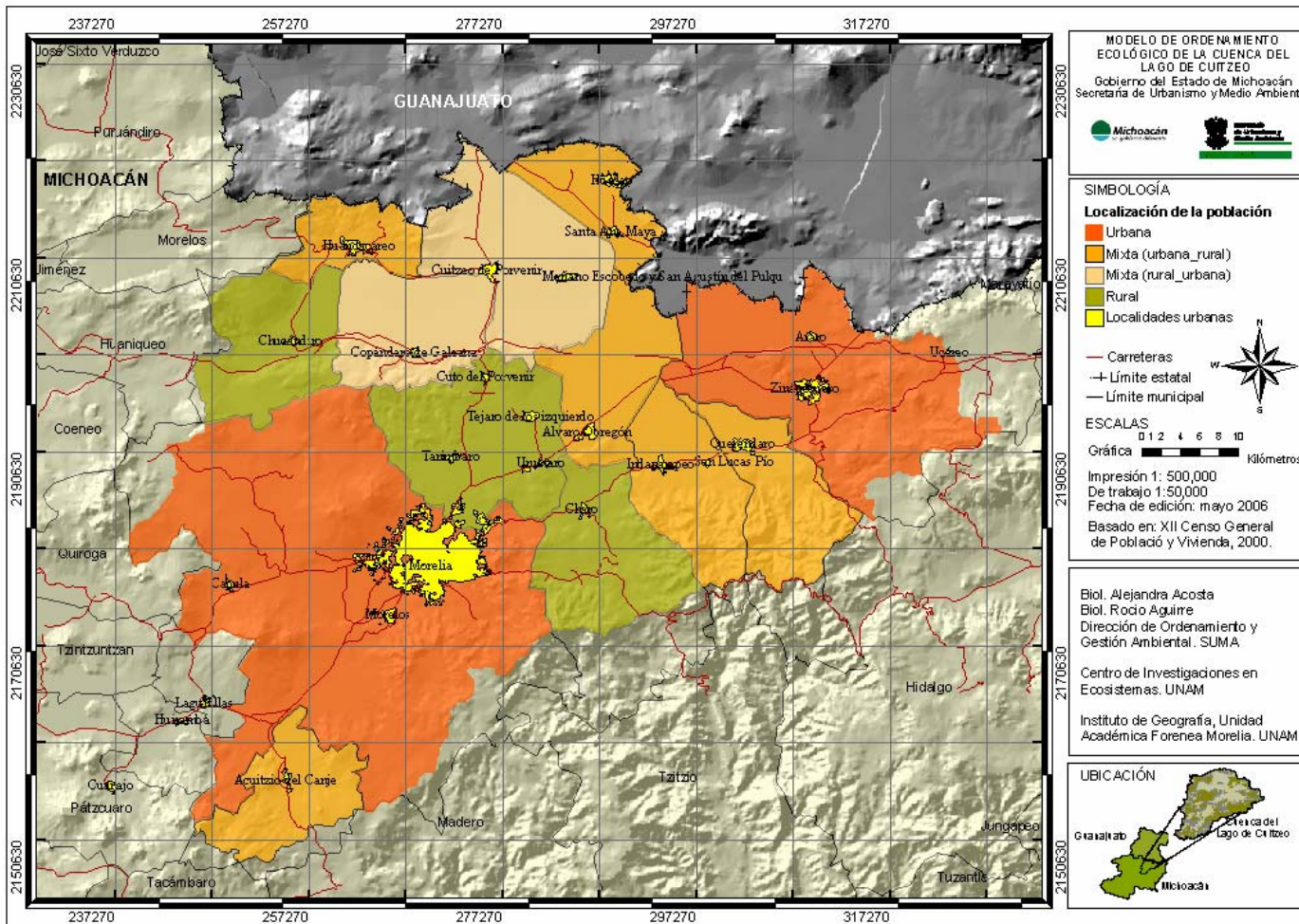
\*\*Población total mixta (rural urbana) (en localidades entre 2,500 y 4999 habitantes) (Pij)

\*\*\*Población total mixta (urbana-rural) (en localidades entre 5000 y 14,999 habitantes) (Pij)

\*\*\*\*Población total urbana (en localidades mayores de 15,000 habitantes) (Pij)

### II.2.3.2 Índice de urbanización por municipio

La urbanización es la proporción de población urbana dentro de una unidad de referencia espacial determinada. El nivel de urbanización por municipio, medido a partir de esta proporción, puede ser el mismo entre dos o más municipios, independientemente del tamaño poblacional de la localidad urbana. La presente técnica estadística aplicada para determinar el nivel de urbanización tiene la ventaja de distinguir diferentes niveles de urbanización, no sólo por la proporción de población urbana, sino por medio de un valor (factor E), cuya magnitud está en relación con el tamaño de la localidad urbana. La importancia de determinar de este modo el nivel de urbanización por municipio, radica en las diferencias significativas existentes entre localidades urbanas de distinto tamaño en cuanto al grado de concentración poblacional, la desigualdad social, tipo de especialización de la población ocupada, nivel de atracción de la población migrante, intensidad de los flujos cotidianos de personas, entre otros fenómenos poblacionales.





El índice de urbanización por municipio se obtuvo por medio de la siguiente fórmula estadística:

$$IU = ((PU/Pt)*100)*((0.25*P1)+(0.50*P2)+(0.75*P3)+(P4))$$

IU = Índice de urbanización

PU = Población urbana

Pt = Población total

Las localidades urbanas del país, se clasificaron en cuatro categorías el número de habitantes:

PU1 = Población urbana en localidades de 15,000 a 49,999 habitantes

PU2 = Población urbana en localidades de 50,000 a 99,999 habitantes

PU3 = Población urbana en localidades de 100,000 a 499,999 habitantes

PU4 = Población urbana en localidades de 500,000 y más habitantes

Factor E = Valor de ponderación: 0.25 para PU1; 0.50 para PU2; 0.75 para PU3; 1 para PU4

En el año 2000 el municipio de Morelia fue el único que presentó un nivel de urbanización muy alto, este municipio, representa el 72% de la población de la cuenca (Cuadro II.22, II.23 y Mapa II.30). Los 14 municipios restantes presentaron un nivel de urbanización bajo (Cuadro II.23 y Mapa II.30).

Cuadro II.22. Índice de urbanización en el municipio de Morelia en el año 2000.

MUNICIPIO	MORELIA
POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL (P)	620,532
POBLACIÓN TOTAL URBANA (EN LOCLIADADES DE 15,000 Y MÁS HABITANTES) (PU)	549,996
POBLACIÓN TOTAL URBANA (EN LOCLIADADES DE 500,000 Y MÁS HABITANTES) (P4)	549,996
INDICE DE URBANIZACIÓN=GU*FACTOR E	4
NIVEL DE URBANIZACIÓN	MUY ALTO

Cuadro II.23. Índice de urbanización por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL (P)	NIVEL URBANIZACION
ACUITZIO	9,933	bajo
ÁLVARO OBREGÓN	19,502	bajo
CHARO	19,169	bajo
CHUCÁNDIRO	7,463	bajo
COPÁNDARO	9,151	bajo
CUITZEO	26,269	bajo
HUANDACAREO	11,808	bajo
INDAPARAPEO	16,341	bajo
MORELIA	620,532	muy alto
QUERÉNDARO	13,438	bajo
SANTA ANA MAYA	13,952	bajo
TARÍMBARO	39,408	bajo
ZINAPÉCUARO	48,917	bajo

### II.2.3.3 Proporción de población hablante de lengua indígena por municipio

Se puede decir que la estructura social básica de México, en términos generales, se compone por dos tipos de población culturalmente distintos: la población hablante de lengua indígena o aquella que de acuerdo con sus costumbres y valores se puede considerar como tal. El otro tipo es el que no posee las características mencionadas (población mestiza). En el país una forma de diferenciar a la población indígena es la edad y el tipo de lengua que domina o habla en forma cotidiana. La proporción de la población hablante de lengua indígena por municipio, representa un primer acercamiento de la importancia relativa (participación porcentual) de la población indígena al interior del municipio y a escala nacional, da idea de la distribución territorial de la misma. La proporción de población hablante de lengua indígena por municipio se obtuvo por medio de la siguiente fórmula estadística:

Variables: 
$$P_{\text{phli}\%} = \frac{P_{\text{phli}}}{P_t} \times 100$$

$P_{\text{phli}\%}$  = Porcentaje de población hablante de lengua indígena

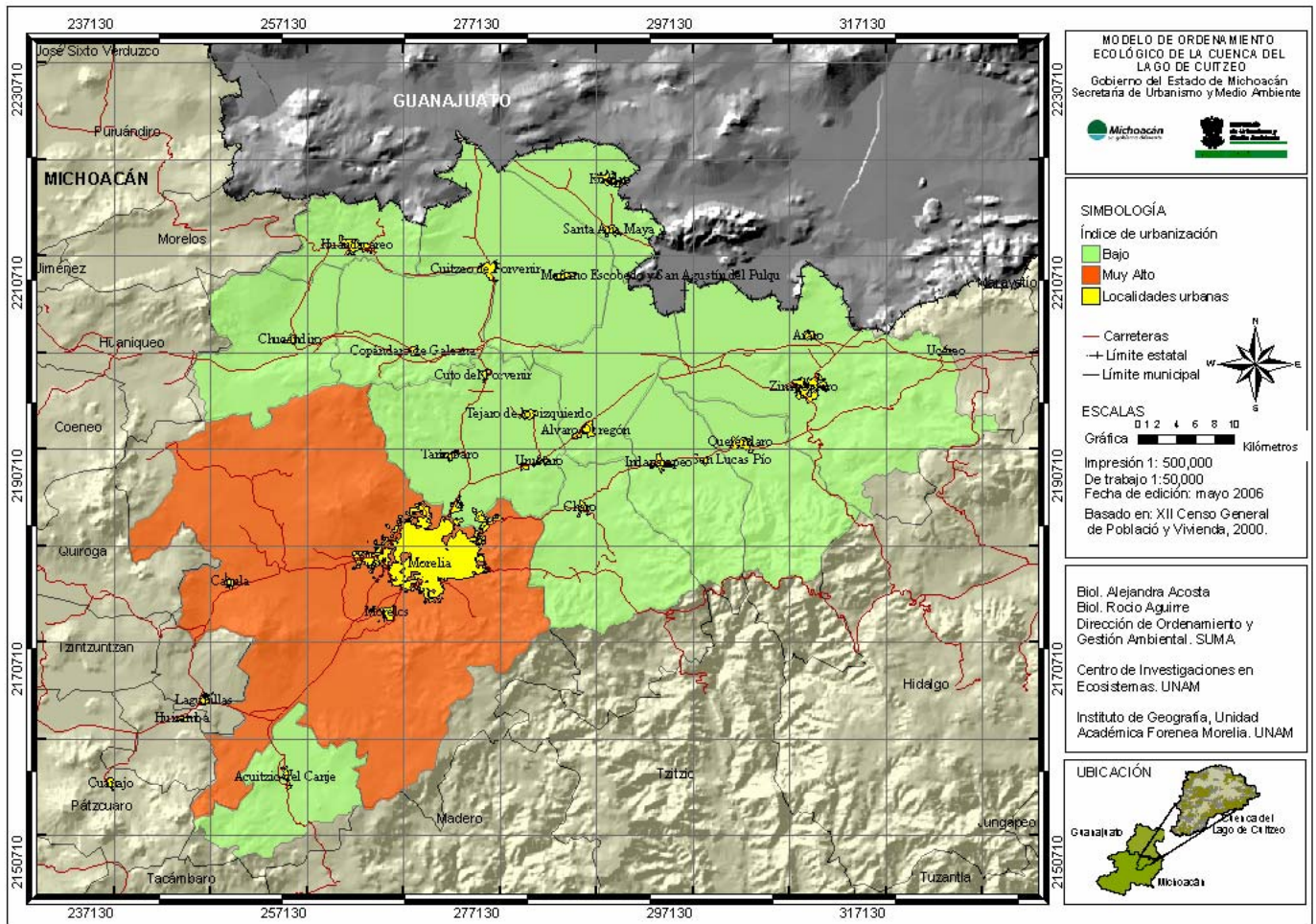
$P_{\text{phli}}$  = Población de 5 años y más hablante de lengua indígena

$P_t$  = Población total del municipio

Los 13 municipios presentaron un nivel de su participación porcentual de la población hablante de lengua indígena muy bajo, lo que indica que en la cuenca la población indígena es muy poca (Cuadro II.24 y Mapa II.31)

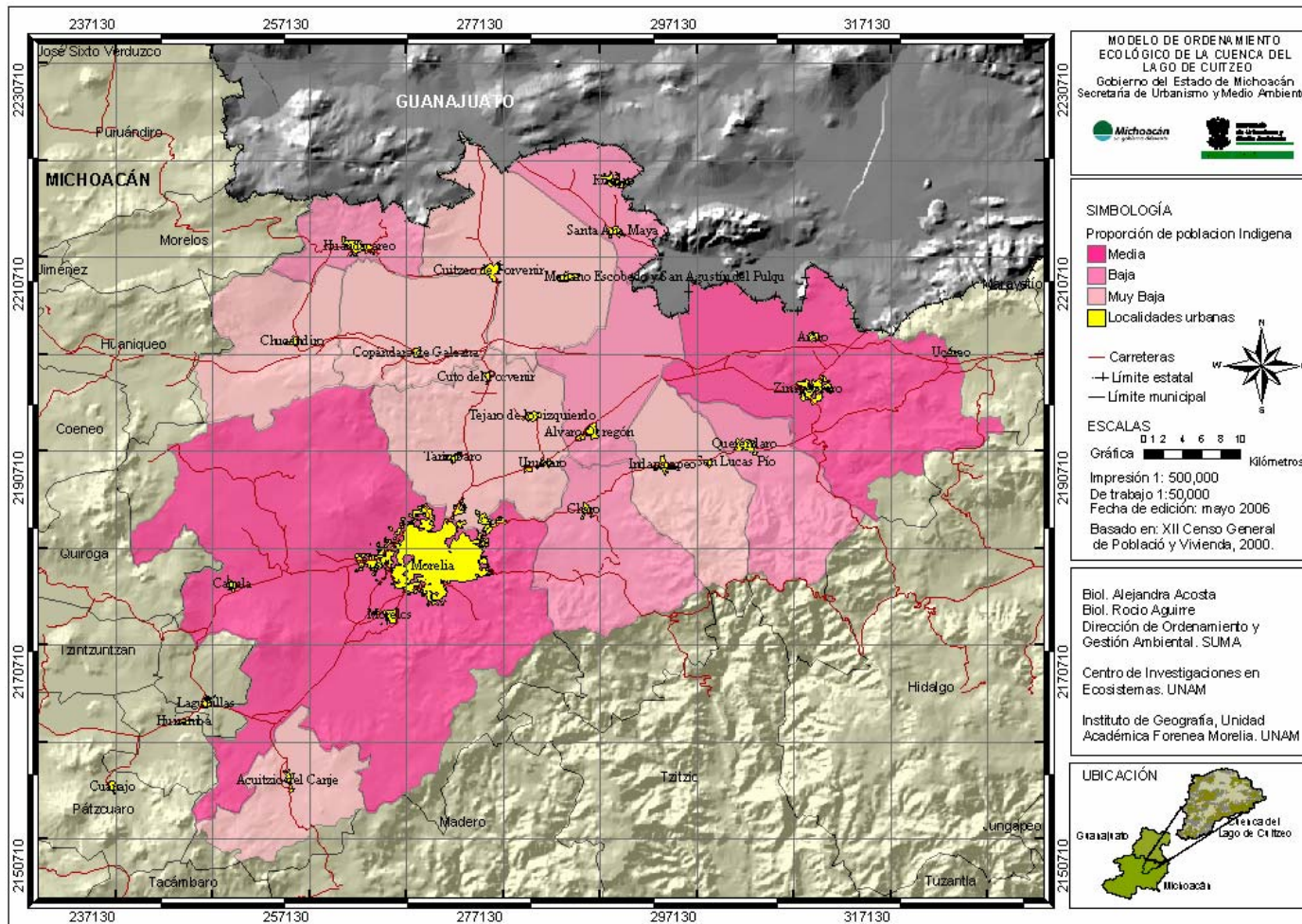
Cuadro II.24. Proporción de población hablante de lengua indígena por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo, en el año 2000.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>PHLI TOTAL MUNICIPAL (PJ)</b>	<b>POBLACIÓN TOTAL MUNICIPIO (P)</b>	<b>PROPORCIÓN POBLACIÓN INDIGENA</b>	<b>NIVEL PROPORCIÓN POBLACIÓN INDIGENA</b>
ACUITZIO DEL CANJE	19	9933	0.2	MUY BAJA
ÁLVARO OBREGÓN	20	19502	0.1	MUY BAJA
COPÁNDARO DE GALEANA	19	9151	0.2	MUY BAJA
CUITZEO	40	26269	0.2	MUY BAJA
CHARO	57	19169	0.3	MUY BAJA
CHUCÁNDIRO	9	7463	0.1	MUY BAJA
HUANDACAREO	17	11808	0.1	MUY BAJA
INDAPARAPEO	17	16341	0.1	MUY BAJA
MORELIA	3301	620532	0.5	MUY BAJA
QUERÉNDARO	15	13438	0.1	MUY BAJA
SANTA ANA MAYA	32	13952	0.2	MUY BAJA
TARÍMBARO	71	39408	0.2	MUY BAJA
ZINAPÉCUARO	69	48917	0.1	MUY BAJA



Mapa II.30. Índice de urbanización por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.





Mapa II.31. Proporción de población hablante de lengua indígena por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo, en el año 2000.

### II.2.3.4 Coeficiente de localización de la población hablante de lengua indígena (PHLI)

Con el fin de obtener un patrón más cercano a la realidad de la distribución territorial de la población hablante de lengua indígena, se utiliza la técnica estadística del cociente de localización. En cada municipio se clasifican las localidades por tamaño según número de habitantes. Para cada conjunto de localidades por tamaño, se obtiene la cantidad de población indígena, tanto para cada municipio como a escala nacional, de tal forma que al aplicar el índice se obtiene el grado de concentración de la población indígena por tamaño de localidad al interior de cada municipio. Así, el patrón de distribución que se revela, junto con la proporción de la población indígena por municipio, determina si se encuentra diseminada o muy concentrada. La clasificación de localidades se realizó según el siguiente criterio:

L1 = Localidades con menos de 2,500 habitantes

L2 = Localidades de 2,500 a 4,999 habitantes

L3 = Localidades de 5000 a 14,999 habitantes

L4 = Localidades de 15,000 y más habitantes

El coeficiente de localización de la población hablante de lengua indígena (PHLI) se calculó por medio de la siguiente fórmula estadística:

$$CL_{PHLI} = \frac{P_{PHLIj}/P_{PHLij}}{P_{PHLi}/P_{PHLit}}$$

Donde:

$CL_{PHLI}$  = Cociente de localización de la población indígena

$P_{PHLIj}$  = Población hablante de lengua indígena en localidades de tamaño  $i$  del municipio  $j$

$P_{PHLij}$  = Población hablante de lengua indígena total del municipio  $j$

$P_{PHLi}$  = Población hablante de lengua indígena total nacional en localidades de tamaño  $i$

$P_{PHLit}$  = Población hablante de lengua indígena total nacional

La distribución de la población hablante de lengua indígena según tamaño de localidad por municipio en el año 2000 se estimó en relación a la población estatal por lo que fue necesario considerar los datos del cuadro II.25. Los resultados indican que en la cuenca los municipios Charo, Chucándiro, Copandaro, santa Ana Maya y Tarímbaro (12% de la población) dentro de la clase 1 que corresponde al coeficiente de localización de la PHLI

en localidades menores de 2,500 habitantes. Los municipios de Acuitzio, Álvaro Obregón, Cuitzeo, Huandacareo, Indaparapeo, Queréndaro y Zinapécuaro quedaron dentro de la clase 3 que corresponde al coeficiente de localización PHLI entre 5000 y 14,999 habitantes (17% de la población). El municipio de Morelia fue el único que cayó dentro de la clase 4 que corresponde al coeficiente de localización de la PHLI mayor a 15,000 habitantes (Cuadro II.26 y Mapa II.32).

Cuadro II.25. PHLI en el estado de Michoacán de acuerdo al tamaño de las localidades.

INDICADOR	POBLACIÓN
PHLI TOTAL MENOR DE 2,500 HABITANTES A ESCALA ESTATAL (PIT)	45,336
PHLI TOTAL DE 2,500 A 4,999 HABITANTES A ESCALA ESTATAL (PIT)	43,153
PHLI TOTAL MENOR DE 5000 A 14,999 HABITANTES A ESCALA ESTATAL (PIT)	21,891
PHLI TOTAL MAYOR A 15,000 HABITANTES A ESCALA ESTATAL (PIT)	11,449
PHLI POBLACIÓN TOTAL ESTATAL (PT)	3,985,667

Cuadro II.26. Coeficiente de localización de la población hablante de lengua Indígena (PHLI) en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	Población total municipal	PHLI Población total municipal (Pj)	PHLI menor de 2,500 habitantes (Pij)	PHLI de 2,500 a 4,999 habitantes (Pij)	PHLI 5000 a 14,999 habitantes (Pij)	PHLI mayor a 15,000 habitantes (Pij)	COEF LOC* <2500	COEF LOC** 2,500 a 4,999	COEF LOC*** 5000 a 14,999	COEF LOC**** <15000	CLASE
ACUITZIO DEL CANJE	9933	19	8	0	11	0	37.0	0.0	105.4	0	3
ÁLVARO OBREGÓN	19502	20	5	0	15	0	22.0	0.0	136.6	0	3
CHARO	19169	57	47	10	0	0	72.5	16.2	0.0	0	1
CHUCÁNDIRO	7463	9	9	0	0	0	87.9	0.0	0.0	0	1
COPÁNDARO DE GALEANA	9151	19	10	9	0	0	46.3	43.8	0.0	0	1
CUITZEO	26269	40	12	5	23	0	26.4	11.5	104.7	0	3
HUANDACAREO	11808	17	11	0	6	0	56.9	0.0	64.3	0	3
INDAPARAPEO	16341	17	8	0	9	0	41.4	0.0	96.4	0	3
MORELIA	620532	3301	176	13	37	3075	4.7	0.4	2.0	324	4
QUERÉNDARO	13438	15	4	0	11	0	23.4	0.0	133.5	0	3
SANTA ANA MAYA	13952	32	24	0	8	0	65.9	0.0	45.5	0	1
TARÍMBARO	39408	71	44	20	7	0	54.5	26.0	18.0	0	1
ZINAPÉCUARO	48917	69	31	19	19	0	39.5	25.4	50.1	0	3

\*COEFICIENTE DE LOCALIZACION DE LA PHLI MENOR DE 2,500 HABITANTES (CLASE 1)

\*\* COEFICIENTE DE LOCALIZACION PHLI DE 2,500 A 4,999 HABITANTES (CLASE 2)

\*\*\* COEFICIENTE DE LOCALIZACION PHLI MENOR DE 5000 A 14,999 HABITANTES (CLASE 3)

\*\*\*\* COEFICIENTE DE LOCALIZACION PHLI MAYOR A 15,000 HABITANTES (CLASE 4)

## II.2.4 Crecimiento

### II.2.4.1 Tasa de crecimiento poblacional

La dinámica de la población relativa al aumento o disminución, a través del tiempo, del número de personas en un lugar determinado constituye un factor fundamental en el proceso de desarrollo de cualquier sociedad. Conocer el comportamiento del ritmo de crecimiento de la población es útil no sólo para explicar los cambios cuantitativos de la población, sino de otros aspectos como los cambios en los patrones de natalidad, fecundidad, migración; incluso de algunos fenómenos como la urbanización o el abandono de áreas con características rurales. La tasa de crecimiento geométrico revela el ritmo de crecimiento (o decremento) poblacional, expresado como un porcentaje acumulado en función de la población inicial (INE. 2004).

La tasa de crecimiento poblacional se obtuvo por medio de la siguiente fórmula estadística:

$$T.C. = \left[ \frac{P_f}{P_o} \right]^{(1/T_f - T_o)} - 1 \quad 100$$

T.C. =	Tasa de crecimiento
Pf =	Población al final del periodo intercensal
Po =	Población al inicio del periodo intercensal
Tf =	Año al final del periodo intercensal
To =	Año al inicio del período intercensal

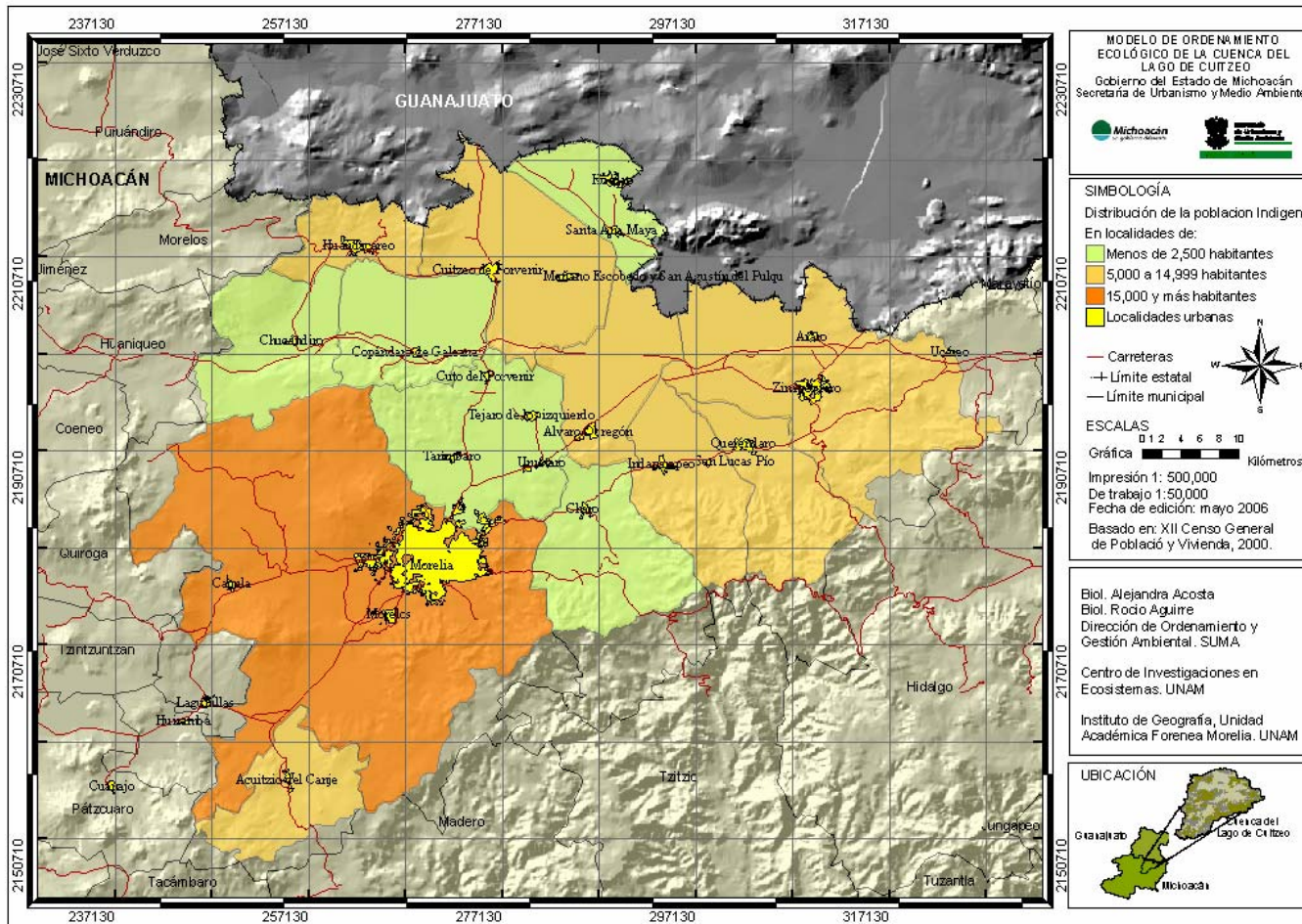
Entre los años de 1970 y 1990 el municipio de Morelia fue el que presentó la mayor tasa de crecimiento poblacional (4.2%) en la cuenca. Los municipios de Álvaro Obregón, Indaparapeo y Tarímbaro presentaron un crecimiento medio. Mientras que Chucándiro

presentó un crecimiento negativo (Cuadro II.27 y Mapa II.33).

El mayor crecimiento entre el año 1970 y el 2000 se presentó en el municipio de Morelia con una tasa del 3.5%. Dicho municipio representaba en el año 2000 el 72% de la población. En ese mismo periodo se presentaron siete municipios con un crecimiento bajo (Acuitzio, Charo, Copandaro, Cuitzeo, Queréndaro, Santa Ana Maya y Zinapécuaro) y tres municipios con un crecimiento medio (Álvaro Obregón, Indaparapeo y Tarímbaro), los cuales contaban con un 16% y un 9% de la población en el año 2000 respectivamente. Mientras Chucándiro presentó un decrecimiento de su población (Cuadro II.28 y Mapa II.34).

Entre los años de 1990 y 2000 el municipio de Morelia presentó un crecimiento medio (2.3 %). En ese mismo periodo los municipios de Acuitzio, Copandaro, Cuitzeo y Queréndaro presentaron una tasa de crecimiento muy bajo. Por el contrario los municipios de Huandacareo, Álvaro Obregón, Chucándiro, Santa Ana Maya y Zinapécuaro presentaron un decrecimiento de su población (Cuadro II.29 y Mapa II.35).





Mapa II.32. Coeficiente de localización de la población hablante de lengua Indígena (PHLI) en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

Cuadro II.27. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 1990 en la cuenca del lago de Cuitzeo.

MUNICIPIO	POBLACIÓN MUNICIPAL 1970 t1 (Pi)	POBLACIÓN MUNICIPAL 1990 t1 (Pf)	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 1970-1990	NIVEL CRECIMIENTO
ÁLVARO OBREGÓN	11417	19858	2.8	Medio
ACUITZIO	7515	9254	1.0	Bajo
CHARO	11262	16213	1.8	Bajo
CHUCÁNDIRO	8702	8201	-0.3	Bajo
COPÁNDARO	6768	9132	1.5	Bajo
CUITZEO	19052	25042	1.4	Bajo
HUANDACAREO	10057	13189	1.4	Bajo
INDAPARAPEO	9295	14750	2.3	Medio
MORELIA	218083	492901	4.2	Alto
QUERÉNDARO	10363	12742	1.0	Bajo
SANTA ANA MAYA	11455	15110	1.4	Bajo
TARÍMBARO	20413	33871	2.6	Medio
ZINAPÉCUARO	33013	48951	2.0	Bajo

Cuadro II.28. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo

MUNICIPIO	POBLACIÓN MUNICIPAL 1970 T1 (Po)	POBLACIÓN MUNICIPAL 2000 T2 (Pf)	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 1970-2000	NIVEL CRECIMIENTO
ACUITZIO DEL CANJE	7515	9933	0.93	BAJO
ÁLVARO OBREGÓN	11417	19502	1.80	MEDIO
CHARO	19052	26269	1.08	BAJO
CHUCÁNDIRO	8702	7463	-0.51	MUY BAJO
COPÁNDARO DE GALEANA	6768	9151	1.01	BAJO
CUITZEO	19052	26269	1.08	BAJO
HUANDACAREO	10057	11808	0.54	MUY BAJO
INDAPARAPEO	9295	16341	1.90	MEDIO
MORELIA	218083	620532	3.55	ALTO
QUERÉNDARO	10363	13438	0.87	BAJO
SANTA ANA MAYA	11455	13952	0.66	BAJO
TARÍMBARO	20413	39408	2.22	MEDIO
ZINAPÉCUARO	33013	48917	1.32	BAJO

Cuadro II.29. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1990 y 2000 en la cuenca del lago de Cuitzeo

MUNICIPIO	POBLACIÓN MUNICIPAL 1990 T1 (PO)	POBLACIÓN MUNICIPAL 2000 T2 (PF)	CRECIMIENTO POBLACIONAL 1990-2000	NIVEL CRECIMIENTO
ACUITZIO DEL CANJE	9254	9933	0.711	Muy abajo
ÁLVARO OBREGÓN	19858	19502	-0.181	bajo
CHARO	16213	19169	1.689	bajo
CHUCÁNDIRO	8201	7463	-0.939	bajo
COPÁNDARO DE GALEANA	9132	9151	0.021	Muy abajo
CUITZEO	25042	26269	0.479	Muy abajo
HUANDACAREO	13189	11808	-1.100	alto
INDAPARAPEO	14750	16341	1.030	bajo
MORELIA	492901	620532	2.329	Medio
QUERÉNDARO	12742	13438	0.533	Muy abajo
SANTA ANA MAYA	15110	13952	-0.794	bajo
TARÍMBARO	33871	39408	1.526	bajo
ZINAPÉCUARO	48951	48917	-0.007	bajo

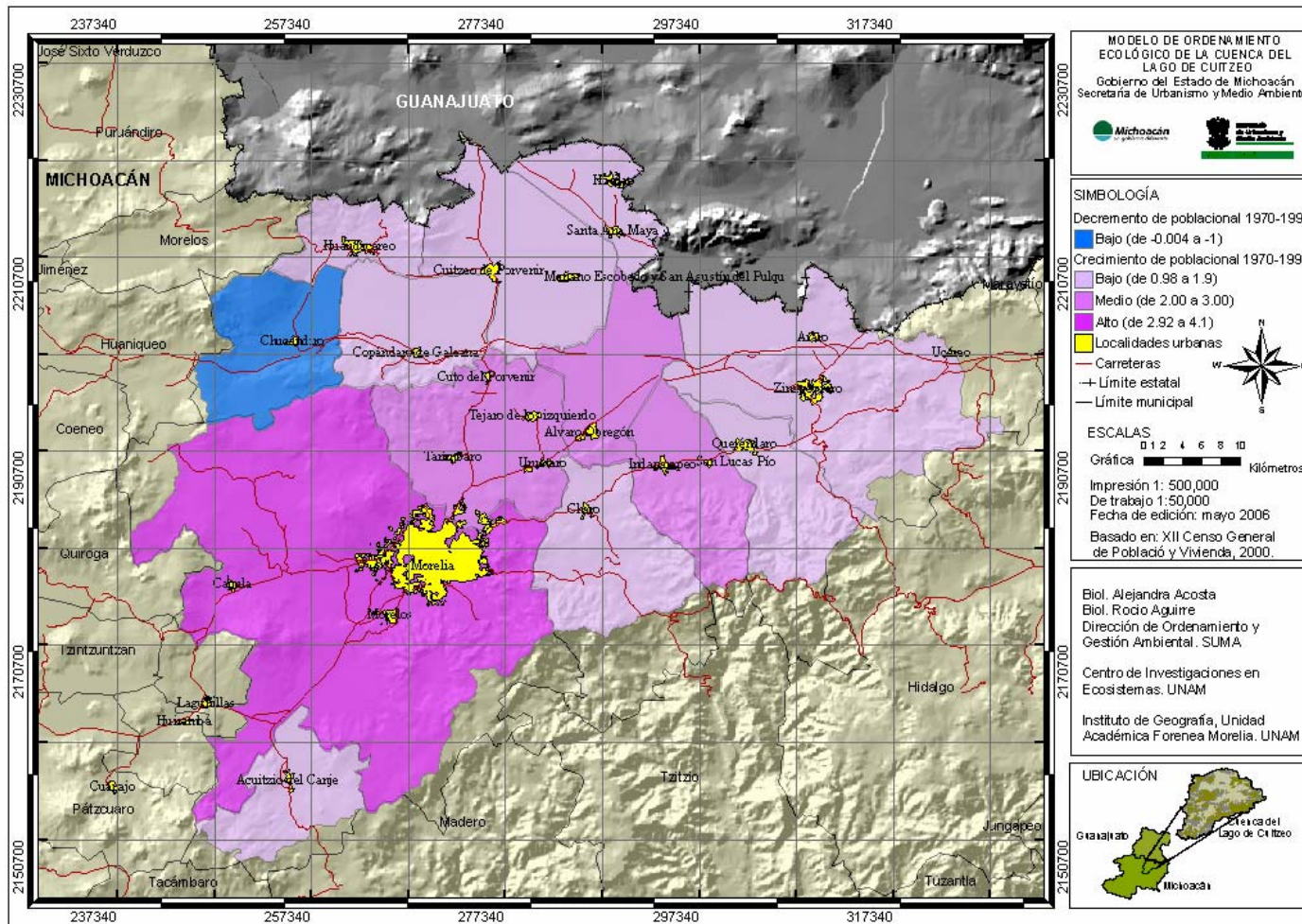
## II.2.5 Dinámica de la población

La migración es el desplazamiento de personas en el interior de un país, o hacia otro país, con el objeto de cambiar su lugar de residencia habitual (Dirección General de Estadística, 1973).

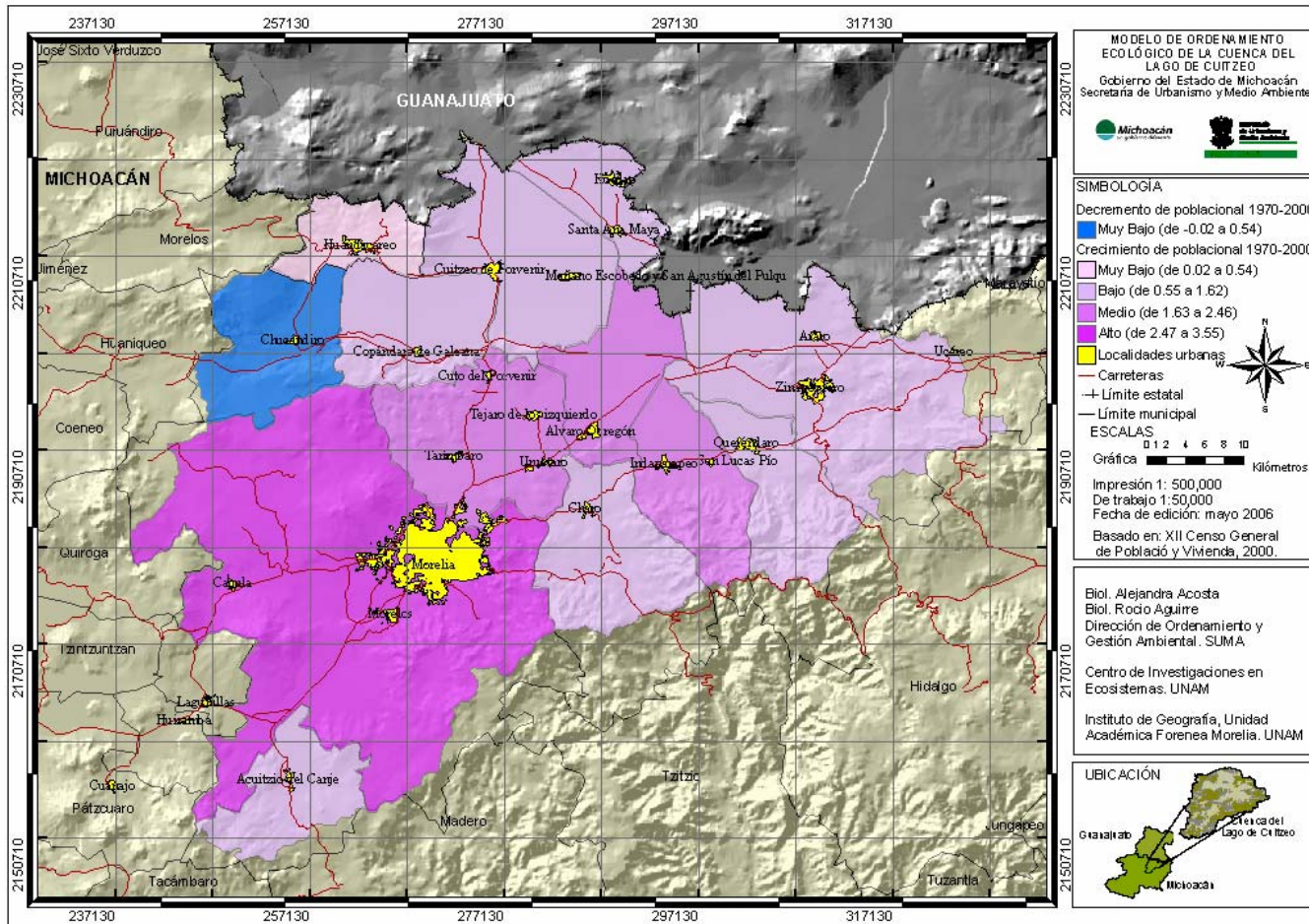
La dinámica de población se refiere a los movimientos territoriales o migraciones (dinámica espacial) y a los cambios en el número de habitantes a través del tiempo (dinámica temporal). Las personas se mueven de un lugar a otro debido a las características del medio, las condiciones ambientales y la situación económica y social (INE, 2000).

Para ordenar un territorio deben estudiarse las dinámicas demográficas, ya que la magnitud en el crecimiento poblacional y los desplazamientos territoriales indican diferencias en el espacio (INE, 2000).



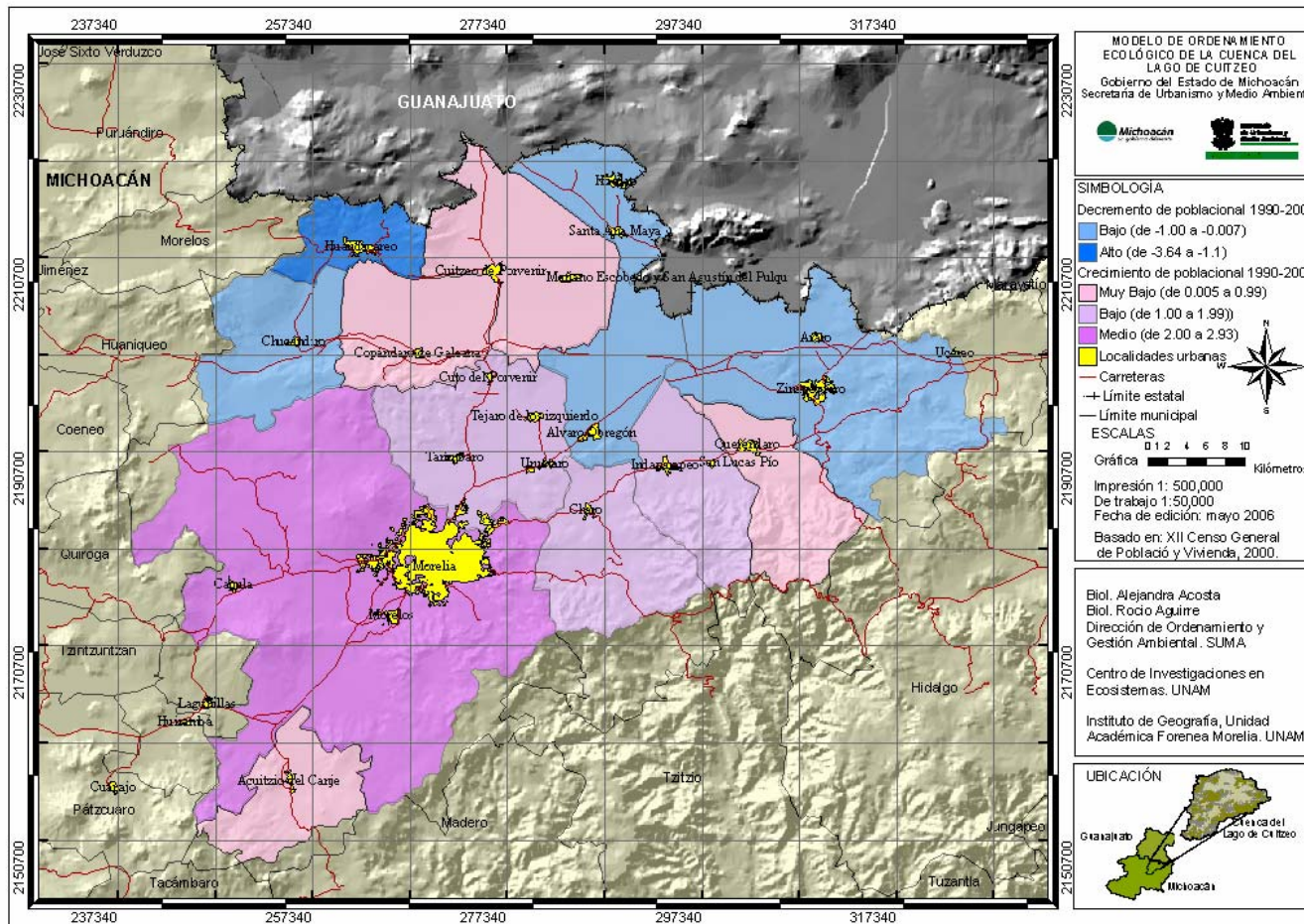


Mapa II.33. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 1990.



Mapa II.34. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1970 y 2000.





Mapa II.35. Tasa de crecimiento poblacional entre los años de 1990 y 2000.

### II.2.5.1 Proporción de población inmigrante

La inmigración es la capacidad de atracción demográfica, la cual se refiere al número de personas que en el momento de levantamiento del censo residían en una entidad federativa diferente de la de su nacimiento.

Se trabajó con los datos del censo de INEGI 2000 de inmigrantes recientes que comprenden a los mayores de 5 años de edad que en el año 1995 vivían en otra entidad federativa, así como a los menores de 5 años que en el año de 1995 migraron de otra entidad, de otro país y los no especificados. Este tipo de información permite registrar los movimientos demográficos en un periodo de tiempo. Además determina la capacidad de atracción reciente y facilita el análisis de los flujos migratorios según el estado de residencia en el año 1995 y el municipio de residencia en el 2000, lo cual permite medir la magnitud y dirección de dicho movimiento en un periodo de tiempo.

La proporción de inmigrantes recientes se obtuvo por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Proporción de inmigrantes recientes} = (\text{PIRE})/(\text{P}) * 100$$

Variable:

PIRE = Población que cambió de residencia entre 1995 y 2000.

P = Población total municipal.

En la cuenca hubo seis municipios que presentaron una proporción de su inmigración muy baja (Acuitzio, Chucándiro, Copandaro, Cuitzeo, Indaparapeo y Tarímbaro) estos representan el 13% de la población en el año 2000. Así mismo, hubo cinco municipios que presentaron un nivel bajo (Álvaro Obregón, Charo, Huandacareo, Queréndaro y Santa Ana Maya) de 9% de la población. Mientras que los municipios de Zinapécuaro y Morelia presentaron una proporción de su inmigración media, estos municipios representan el 78% de la población (Cuadro II.30 y Mapa II.36).

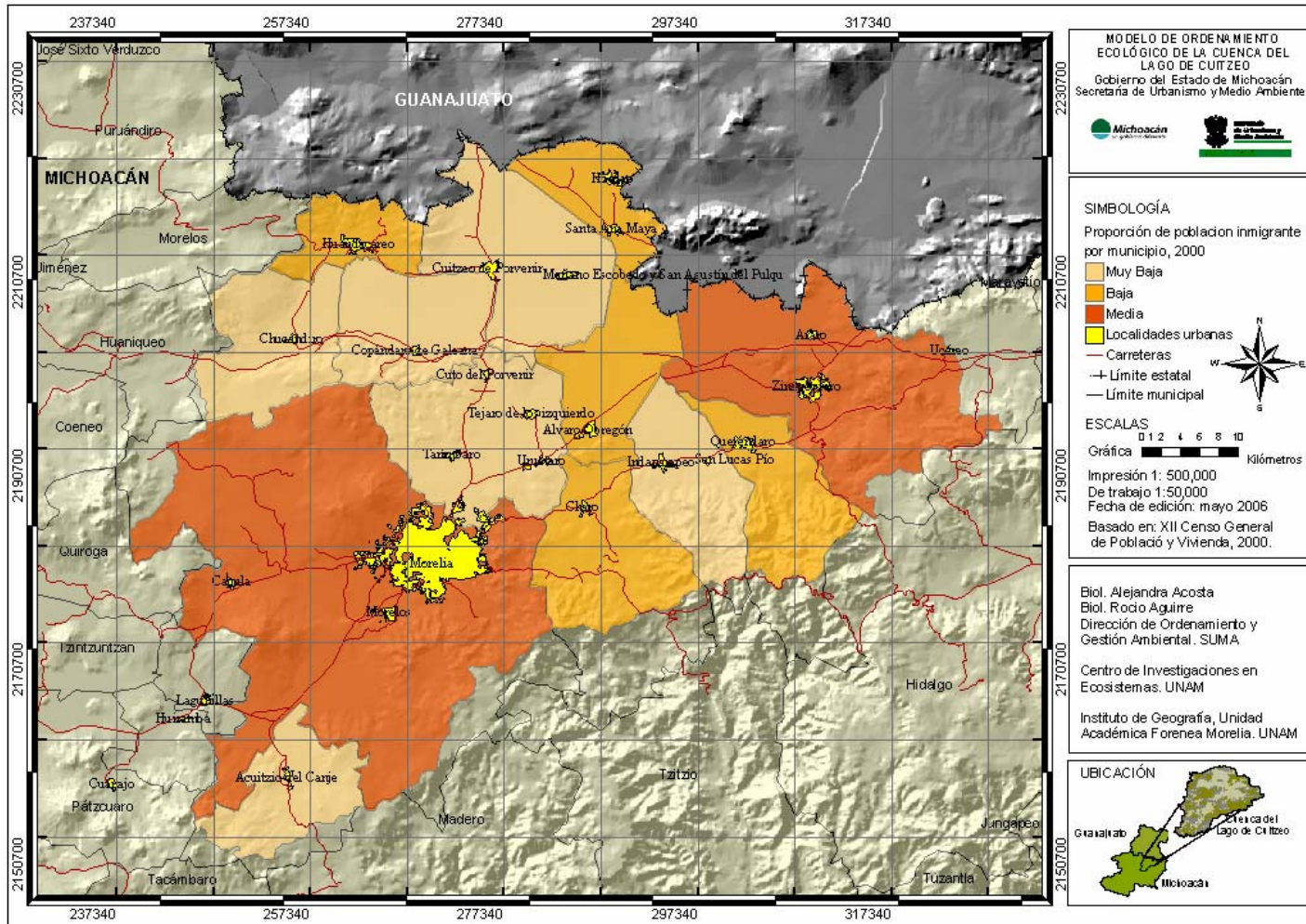
Cuadro II.30. Proporción de población inmigrante reciente en los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL	INMIGRANTES RESIENTES*	PROPORCIÓN POBLACIÓN INMIGRANTE RECIENTE	NIVEL INMIGRACION
ACUITZIO	9933	222	2.23	MUY BAJA
ÁLVARO OBREGÓN	19502	466	2.39	BAJA
CHARO	19169	541	2.82	BAJA
CHUCÁNDIRO	7463	146	1.96	MUY BAJA
COPÁNDARO	9151	163	1.78	MUY BAJA
CUITZEO	26269	422	1.61	MUY BAJA
HUANDACAREO	11808	362	3.07	BAJA
INDAPARAPEO	16341	341	2.09	MUY BAJA
MORELIA	620532	29703	4.79	MEDIA
QUERÉNDARO	13438	404	3.01	BAJA
SANTA ANA MAYA	13952	449	3.22	BAJA
TARÍMBARO	39408	891	2.26	MUY BAJA
ZINAPÉCUARO	48917	1803	3.69	MEDIA

\*POBLACIÓN QUE CAMBIO DE RESIDENCIA ENTRE 1995 Y 2000 (PIRE).

En las ciudades medias michoacanas los procesos de marginación están inmersos en contextos de niveles de bienestar estables y marginalidad relativamente bajos, lo que da lugar a una creciente y constante segregación espacial y social de importantes núcleos de población de bajos ingresos que se asientan en lugares que carecen de servicios e infraestructura. Estos procesos son producto de un patrón de migración, donde los migrantes van en busca de mejores niveles de bienestar, que al no ser encontrados ejercen una presión, que incide en los procesos de urbanización a nivel local y regional (Tapia, 1997).

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en 1996, la migración (interna e internacional) constituye un factor relevante del cambio demográfico y contribuye a explicar las diferencias en el crecimiento demográfico de las entidades federativas. Se calcula que más de 40 mil personas inmigraron a Michoacán, de los cuales 36,900 procedieron de las restantes entidades federativas y 3,200 de otros países. Se estima que 78,400 personas emigraron de los cuales 25,600 se asentaron en el resto del país y 52,800 se asentaron en el extranjero. Estas cifras representan una perdida neta por migración de 38,300 personas durante 1996.



Mapa II.36. Proporción de población inmigrante reciente en los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.



Los emigrantes de ambos sexos entre 1985 y 1990, se dirigieron principalmente a los Estados Unidos (52.8% de los hombres y 30.9% de las mujeres), en segundo lugar a Jalisco (8.6% de hombres y 12.5% de mujeres), y en tercer lugar al Estado de México (7.5% de hombres y 12.1% de mujeres). Por el contrario los inmigrantes provenían del Distrito Federal (28.1% hombres y un 29.4% mujeres); Estados Unidos y el Estado de México (13.1% de hombres y 12.5% de mujeres) (CONAPO, 1996).

En los años de 1985 y 1990 se observó que las personas que migran y las que no lo hacen presentan características socioeconómicas diferentes. Entre los no migrantes mayores de 15 años, prevalecen quienes no tenían instrucción o no habían terminado la primaria (50.1%). Por el contrario, entre los inmigrantes y los emigrantes la proporción más alta corresponde a quienes habían completado la secundaria o algún grado posterior de educación formal con un 46.8% y 39.1% respectivamente (CONAPO, 1996).

La región norte y occidente del estado de Michoacán presenta una tradición migratoria desde el siglo pasado la cual se intensificó a partir de los años cuarenta. Según los investigadores la fuerte migración se debe a las siguientes causas, (Reza 1996):

1. La falta de apoyo económico al campo ha provocado una crisis nacional en la producción de maíz.
2. La escasez de fuentes de trabajo fuera de la parcela campesina que provoca la búsqueda de ingresos complementarios mediante el trabajo asalariado.
3. La disposición al cambio de los migrantes debido a su carácter mestizo.
4. Desintegración y automatización del sistema productivo. En algunos casos la migración fue una estrategia de paso para un sector de la población que después de presentar una situación privilegiada por el control de la tierra, fue abruptamente desprendido de él. La migración fue adoptada como vía de supervivencia y como medio para recuperar la situación de privilegio perdida.
5. La migración internacional ha creado una dependencia de ciertas localidades mexicanas con respecto al mercado de trabajo norteamericano. Algunos pueblos se han especializado en la producción y reproducción de migrantes internacionales.

### II.2.5.2 Coeficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad

La movilidad territorial de la población en México ha influido de manera importante en el crecimiento poblacional de algunos municipios. Aquellos municipios de acogida de la población emigrante (la que sale del lugar de nacimiento o de residencia habitual para establecerse en otro lugar), en general, se caracterizan por alcanzar tasas de crecimiento poblacional muy por encima del promedio nacional. El cociente de localización aplicado al análisis de la población emigrante, permite revelar el patrón de distribución territorial de la misma según la localidad elegida para establecer su nueva residencia. Con lo anterior se pueden inferir los factores sociales y económicos que atraen a la población y que determinan la dirección de los movimientos migratorios internos (INE, 2005). Para ello se clasificaron las localidades de cada municipio con el siguiente criterio:

L1 = Localidades rurales (menores a 5,000 habitantes)

L2 = Localidades mixtas (de 5,000 a 14,999 habitantes)

L3 = Ciudades pequeñas (de 15,000 a 49,999 habitantes)

L4 = Ciudades (de 50,000 a 99,999 habitantes)

L5 = Ciudades medias (de 100,000 a 499,999 habitantes)

L6 = Ciudades grandes (de 500,000 y más habitantes)

El indicador coeficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad se obtuvo por medio de la siguiente fórmula estadística:

$$CL_{PIN} = \frac{P_{INij}/P_{INj}}{P_{INi}/P_{INt}}$$

$CL_{PIN}$  = Cociente de localización de la población inmigrante

$P_{INij}$  = Población inmigrante en localidades de tamaño  $i$  del municipio  $j$

$P_{INj}$  = Población inmigrante total del municipio  $j$

$P_{INi}$  = Población inmigrante total nacional en la categoría  $i$

$P_{INt}$  = Población inmigrante total nacional

En la cuenca del lago de Cuitzeo el coeficiente de localización de la población inmigrante



por tamaño de localidad indica que 11 municipios están dentro de la clase 1 (es decir en localidades menores de 15,000 habitantes) y únicamente el municipio de Morelia presenta una localización de su población dentro de localidades mayores de 50,000 habitantes (Cuadro II.31 y Mapa II.37).

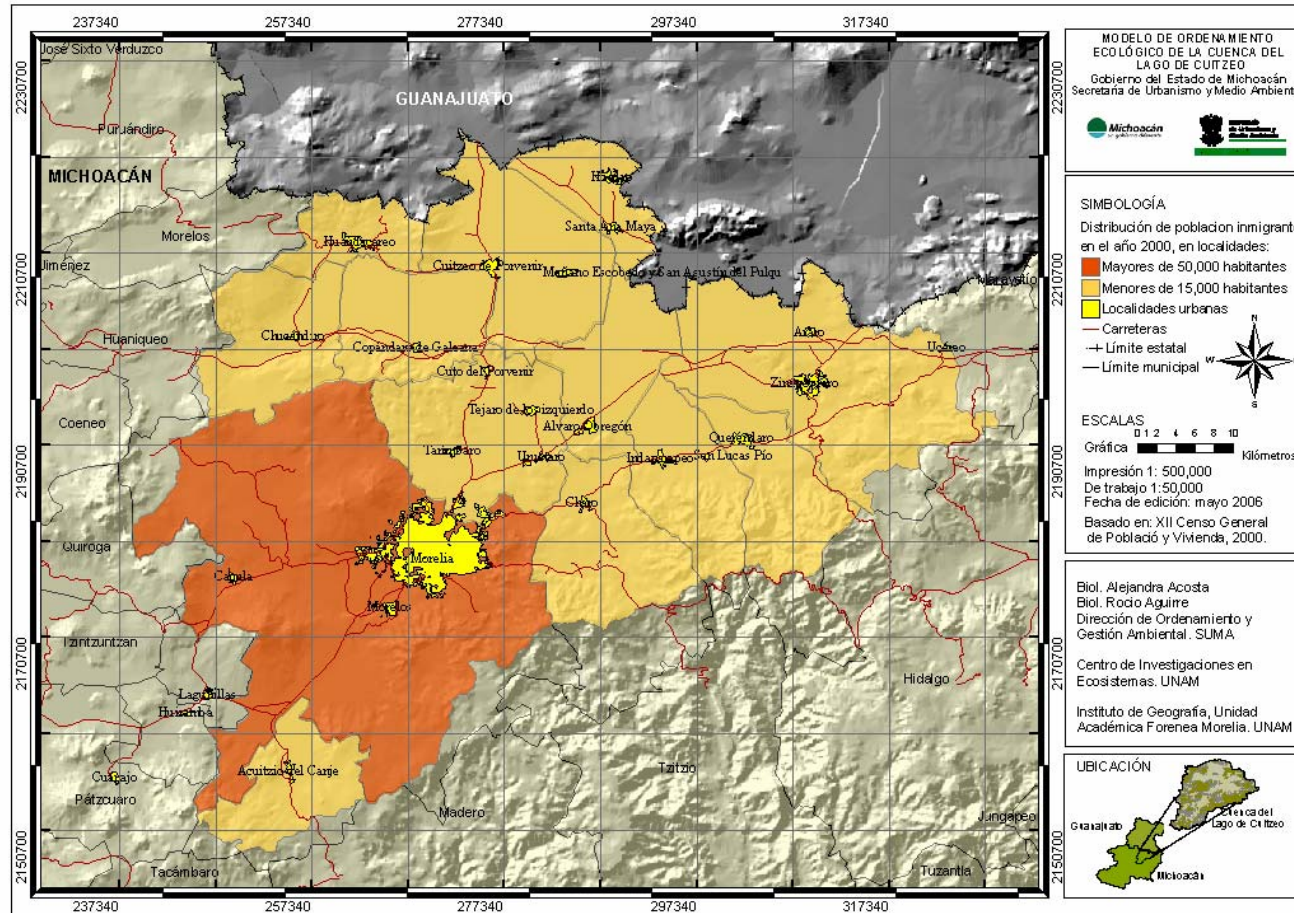
Cuadro II.31. Coeficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad a nivel municipal en la cuenca del lago de Cuitzeo.

MUNICIPIOS	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN INMIGRANTE MUNICIPAL	POBLACIÓN INMIGRANTE LOCLIDADES <15000	POBLACIÓN INMIGRANTE LOCALIDADES 15000 A 49,999	POBLACIÓN INMIGRANTE LOCALIDADES >50,000	COEFICIENTE LOCLIDADES <15000	COEFICIENTE LOCLIDADES 15000 A 49,999	COEFICIENTE LOCLIDADES >50,000	CLASE LOCALIZACION INMIGRACION
ACUITZIO DEL CANJE	9933	466	466	0	0	2.7	0	0	1
ÁLVARO OBREGÓN	19502	984	984	0	0	2.7	0	0	1
CHARO	19169	882	882	0	0	2.7	0	0	1
CHUCÁNDIRO	7463	144	144	0	0	2.7	0	0	1
COPÁNDARO DE GALEANA	9151	232	232	0	0	2.7	0	0	1
CUITZEO	26269	1207	1207	0	0	2.7	0	0	1
HUANDACAREO	11808	731	731	0	0	2.7	0	0	1
INDAPARAPEO	16341	728	728	0	0	2.7	0	0	1
MORELIA	620532	84400	2751	0	81649	0.1	0	0.48	3
QUERÉNDARO	13438	835	835	0	0	2.7	0	0	1
SANTA ANA MAYA	13952	1087	1087	0	0	2.7	0	0	1
TARÍMBARO	39408	1695	1695	0	0	2.7	0	0	1
ZINAPÉCUARO	48917	4646	4646	0	0	2.7	0	0	1

1 = Clase del Coeficiente de localización de la población inmigrante en localidades menores de 15,000 habitantes.

2 = Clase del Coeficiente de localización de la población inmigrante en localidades de 15,000 a 49,999 habitantes.

3 = Clase del Coeficiente de localización de la población inmigrante en localidades mayores de 50,000 habitantes.



Mapa II.37. Coeficiente de localización de la población inmigrante por tamaño de localidad a nivel municipal en la cuenca del lago de Cuitzeo.

## II.2.6 Coeficiente o indicador de dependencia económica

El coeficiente o indicador de dependencia económica “mide el grado de dependencia o carga que en promedio tiene que soportar cada persona disponible para la producción de bienes”. Es decir, determina la relación porcentual entre la población económicamente activa y la económicamente inactiva. Esto no representa la carga real de población inactiva, debido a que no toda la población en edad activa trabaja, por lo que permite inferir el potencial de fuerza de trabajo que habría que integrar a las actividades productivas (INE, 2000).

El indicador de dependencia económica se obtuvo del agrupamiento de la población de 0 a 14 años por considerarse que ésta corresponde a la población escolar y preescolar; de 15 a 64, años que son las personas en edad de trabajar; y finalmente a la población mayor de 65 años por considerarse como retiradas de la actividad productiva.

Con las siguientes variables:

Población de 0 a 14 años ( $P_{0-14}$ )

Población de 15 a 64 años ( $P_{15-64}$ )

Población de 65 años y más ( $P_{>65}$ )

$$\text{Coeficiente de dependencia} = \left[ \frac{P_{0-14} + P_{>65}}{P_{15-64}} * 100 \right]$$

En la cuenca el municipio de Morelia presentó una relación de dependencia muy baja, los municipios de Charo y Cuitzeo presentaron un nivel bajo. El resto de los municipios presentaron una dependencia media (Cuadro II.32 y Mapa II.38).

## II.2.7 Ocupación

El cociente o índice de localización o especialización es un método estadístico utilizado para conocer el grado de especialización o concentración de una actividad económica en una unidad espacial con respecto a otra más amplia.

Cuadro II.32. Coeficiente o indicador de dependencia económica de los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 0 A 14 AÑOS	POBLACIÓN DE 15 A 64 AÑOS	POBLACIÓN >64	RELACIÓN DE DEPENDENCIA	NIVEL RELACIÓN DE DEPENDENCIA
ACUITZIO DEL CANJE	3696	5380	759	83	MEDIA
ÁLVARO OBREGÓN	7259	10718	1283	80	MEDIA
COPÁNDARO DE GALEANA	3467	4913	664	84	MEDIA
CUITZEO	8971	14812	1971	74	BAJO
CHARO	6650	11042	1178	71	BAJO
CHUCÁNDIRO	2540	4167	666	77	MEDIA
HUANDACAREO	3945	6595	1080	76	MEDIA
INDAPARAPEO	6361	8672	1034	85	MEDIA
MORELIA	195797	388841	30103	58	MUY BAJO
QUERÉNDARO	4971	7337	971	81	MEDIA
SANTA ANA MAYA	4803	7756	1198	77	MEDIA
TARÍMBARO	14747	22158	2121	76	MEDIA
ZINAPÉCUARO	18033	26727	3400	80	MEDIA

El coeficiente de localización de la población ocupada por sector de actividad económica se estimó con la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de localización} = \frac{(P_{ij})/(P_j)}{(P_{it})/(P_t)}$$

Variables:

$P_{ij}$  = Población ocupada en actividades primarias

$P_{ij}$  = Población ocupada en actividades de extracción minera

$P_{ij}$  = Población ocupada en actividades manufactureras

$P_{ij}$  = Población ocupada en actividades terciarias

$P_j$  = Población total municipal

$P_{it}$  = Población ocupada por sector de actividad económica a escala nacional

$P_t$  = Población ocupada total a escala nacional

Los municipios de Charo, Chucándiro y Tarímbaro presentan una ocupación de su población en actividades primarias. Los municipios de Acuitzio, Huandacareo y Queréndaro se ocupan principalmente de actividades primarias, mientras que el municipio de Morelia fue el único con ocupación en actividades terciarias. Asimismo, en los municipios de Álvaro Obregón, Copandaro e Indaparapeo se observa una mezcla de

actividades primarias y secundarias. Cuitzeo y Santa Ana Maya presentan actividades secundarias seguidas por actividades primarias y el municipio de Zinapécuaro presenta una mezcla de actividades primarias y terciarias (Cuadro II.33 y Mapa II.39).

## II.2.8 Educación

El análisis refleja la proporción de población de 15 años y más sin instrucción básica completa. Es un indicador del nivel de preparación de la población en edad productiva. Las diferencias territoriales, en cuanto a la proporción o cantidad de población con rezago educativo, indican diferentes posibilidades de acceso a la educación primaria, lo que implica un obstáculo a la población para insertarse a las actividades productivas que exigen cierta preparación técnica (INE, 2004).

El índice de rezago educativo de la población de 15 años y más por municipio para el año 2000 se obtuvo por medio de la siguiente fórmula estadística:

$$I_{RE} = \frac{P_{si} + P_{pi}}{P_{si} + P_{pi} + P_c + P_{ip}} \times 100$$

$I_{RE}$  = Índice de rezago educativo

$P_{si}$  = Población de 15 años y más sin instrucción

$P_{pi}$  = Población de 15 años y más con primaria incompleta

$P_c$  = Población de 15 años y más con primaria completa

$P_{ip}$  = Población de 15 años y más con instrucción posprimaria

En la cuenca, el municipio de Morelia presentó un índice de rezago educativo muy bajo, lo que indica que es el municipio con mayor preparación, representando el 72% de la población en el año 2000. Asimismo, hubo ocho municipios con un rezago educativo medio (21% de la población) (Cuadro II.34 y Mapa II.40).

Cuadro II.33. Coeficiente de localización de la población ocupada por sector de actividad económica por municipio en la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.

MUNICIPIO	POBLACIÓN OCUPADA ACTIVIDADES PRIMARIAS	POBLACIÓN OCUPADA ACTIVIDADES SECUNDARIAS	POBLACIÓN OCUPADA ACTIVIDADES TERCIARIAS	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL	POBLACIÓN OCUPADA TOTAL	COEFICNETE LOCALIZACIÓN PRIMARIAS	COEFICNETE LOCALIZACIÓN SECUNDARIAS	COEFICNETE LOCALIZACIÓN TERCIARIAS	OCUPACION
Acuitzio del Canje	1074	692	947	9933	2713	0.10	27.30	0.04	Secundarias
Álvaro Obregón	1829	1087	1619	19502	4535	0.15	0.10	0.06	Primarias y secundarias
Charo	1702	2360	1719	19169	5781	0.18	0.09	0.09	primarias
Chucándiro	894	211	248	7463	1353	0.06	0.02	0.01	primarias
Copándaro de Galeana	999	228	549	9151	1776	0.07	0.06	0.02	Primarias y secundarias
Cuitzeo	1656	2885	2206	26269	6747	0.15	0.21	0.09	Secundarias y primarias
Huandacareo	718	1005	1414	11808	3137	0.07	0.20	0.06	Secundarias
Indaparapeo	1144	1653	1021	16341	3818	0.09	0.05	0.04	Primarias y secundarias
Morelia	8041	53742	162010	620532	223793	1.00	1.61	9.76	Terciarias
Queréndaro	1344	826	1301	13438	3471	0.12	0.36	0.06	Secundarias
Santa Ana Maya	1066	1056	1123	13952	3245	0.09	0.12	0.04	Secundarias y primarias
Tarímbaro	3190	2610	3765	39408	9565	0.27	0.08	0.15	primarias
Zinapécuaro	3644	3595	5130	48917	12369	0.32	0.03	0.22	Primarias y terciarias

Cuadro II.34. Índice de rezago educativo en los municipios de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

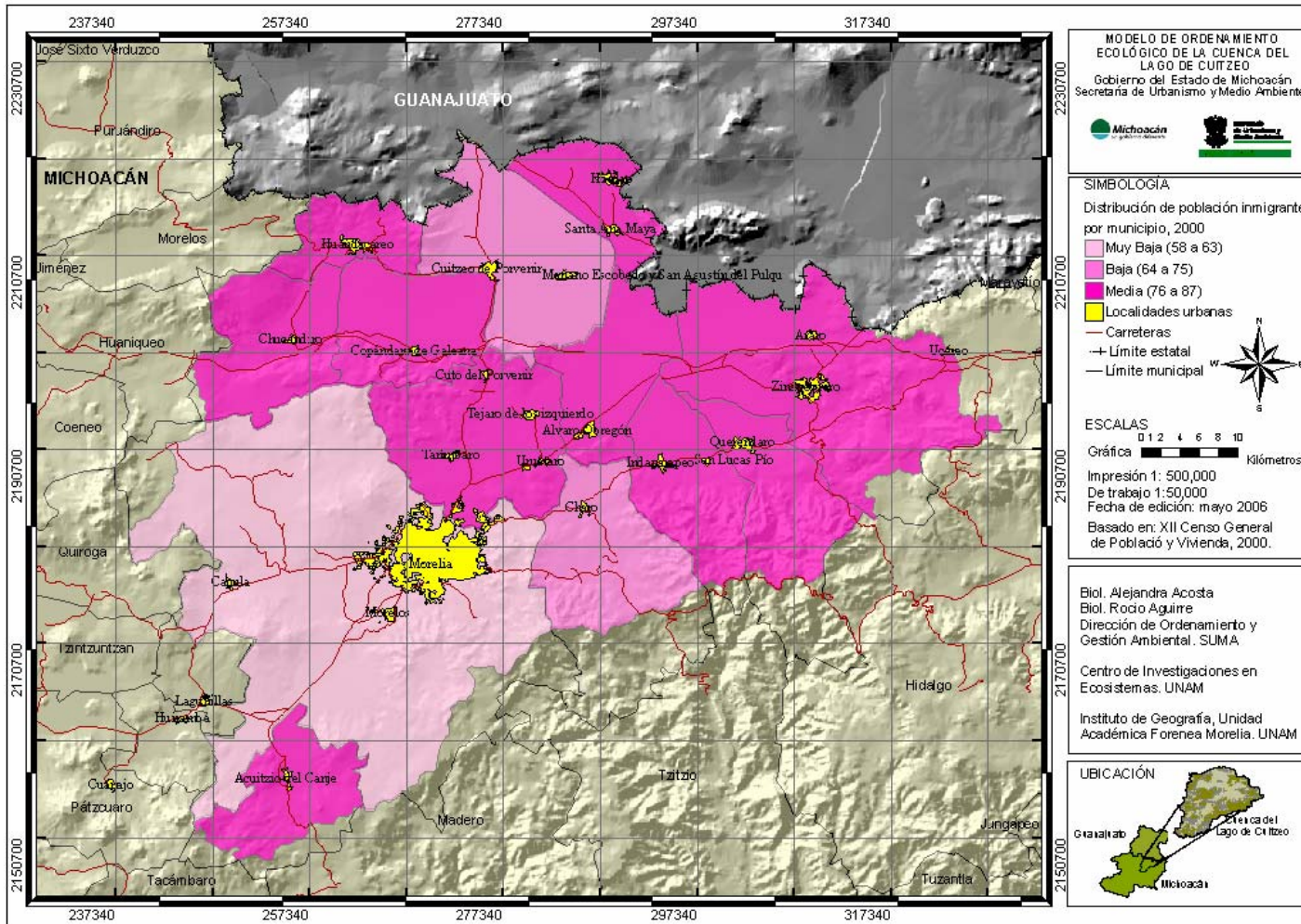
MUNICIPIOS	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPAL	POBLACIÓN >15 AÑOS INSTRUCCION BÁSICA INCOMPLETA	INDICE DE REZAGO EDUCATIVO	NIVEL REZAGO EDUCATIVO
ACUITZIO	9933	2584	26	BAJO
ÁLVARO OBREGÓN	19502	5810	30	MEDIO
COPANDARO	9151	2727	30	MEDIO
CUITZEO	26269	8151	31	MEDIO
CHARO	19169	5461	28	MEDIO
CHUCÁNDIRO	7463	2688	36	ALTO
HUANDACAREO	11808	3999	34	ALTO
INDAPARAPEO	16341	4603	28	MEDIO
MORELIA	620532	85860	14	MUY BAJO
QUERENDARO	13438	3592	27	BAJO
SANTA ANA MAYA	13952	4534	32	ALTO
TARÍMBARO	39408	11196	28	MEDIO
ZINAPÉCUARO	48917	14307	29	MEDIO

## II.2.9 Marginación

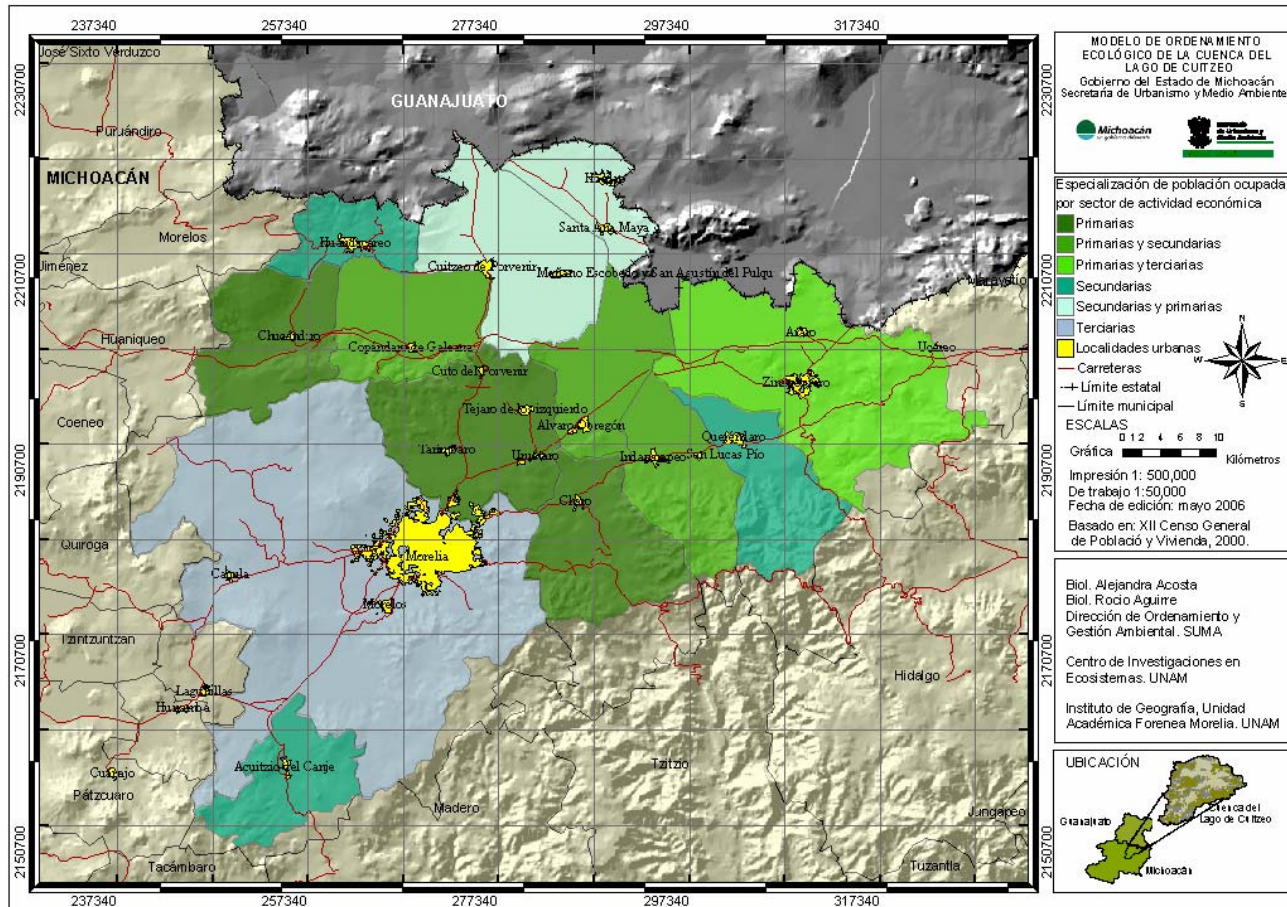
La marginación es un fenómeno estructural que se origina en la modalidad, estilo o patrón histórico de desarrollo. Se refleja en la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva, y en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios (<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/indices/pdfs/001.pdf>).

Los procesos que modelan la marginación conforman una precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades y los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que a menudo escapan al control personal, familiar y comunitario y cuya reversión requiere el concurso activo de los agentes públicos, privados y sociales (<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/indices/pdfs/001.pdf>).

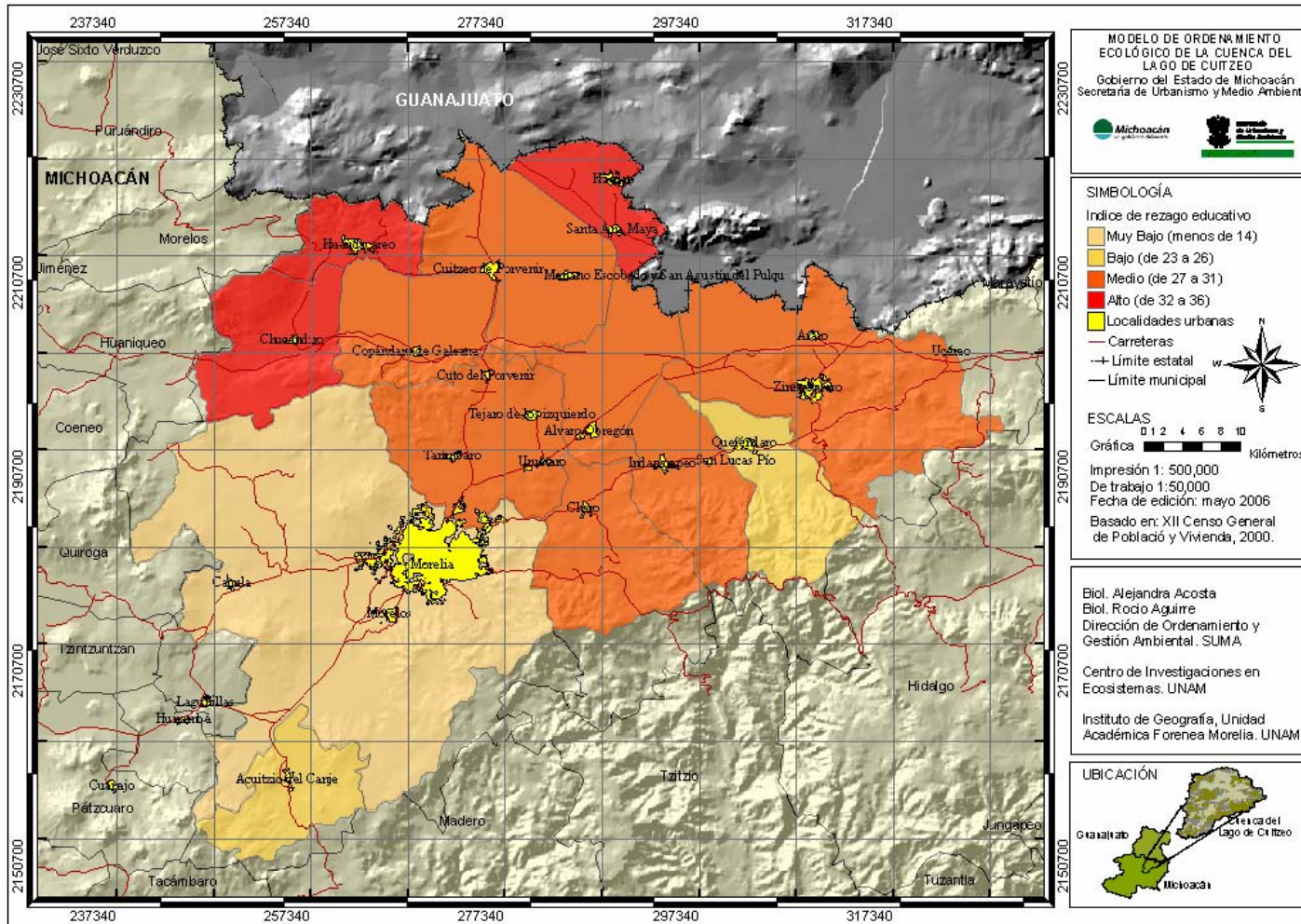




Mapa II.38. Coeficiente o indicador de dependencia económica de los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo en el año 2000.







Mapa II.40. Índice de rezago educativo en los municipios de la cuenca del Lago de Cuitzeo.

La medición de la marginación tiene implicaciones demográficas útiles para la planeación del desarrollo, ya que permiten diferenciar unidades territoriales según la intensidad de las privaciones que padece su población, así como establecer órdenes de prioridad en las políticas públicas orientadas a mejorar la calidad de vida de la población y a fortalecer la justicia distributiva en el ámbito regional (<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/indices/pdfs/001.pdf>).

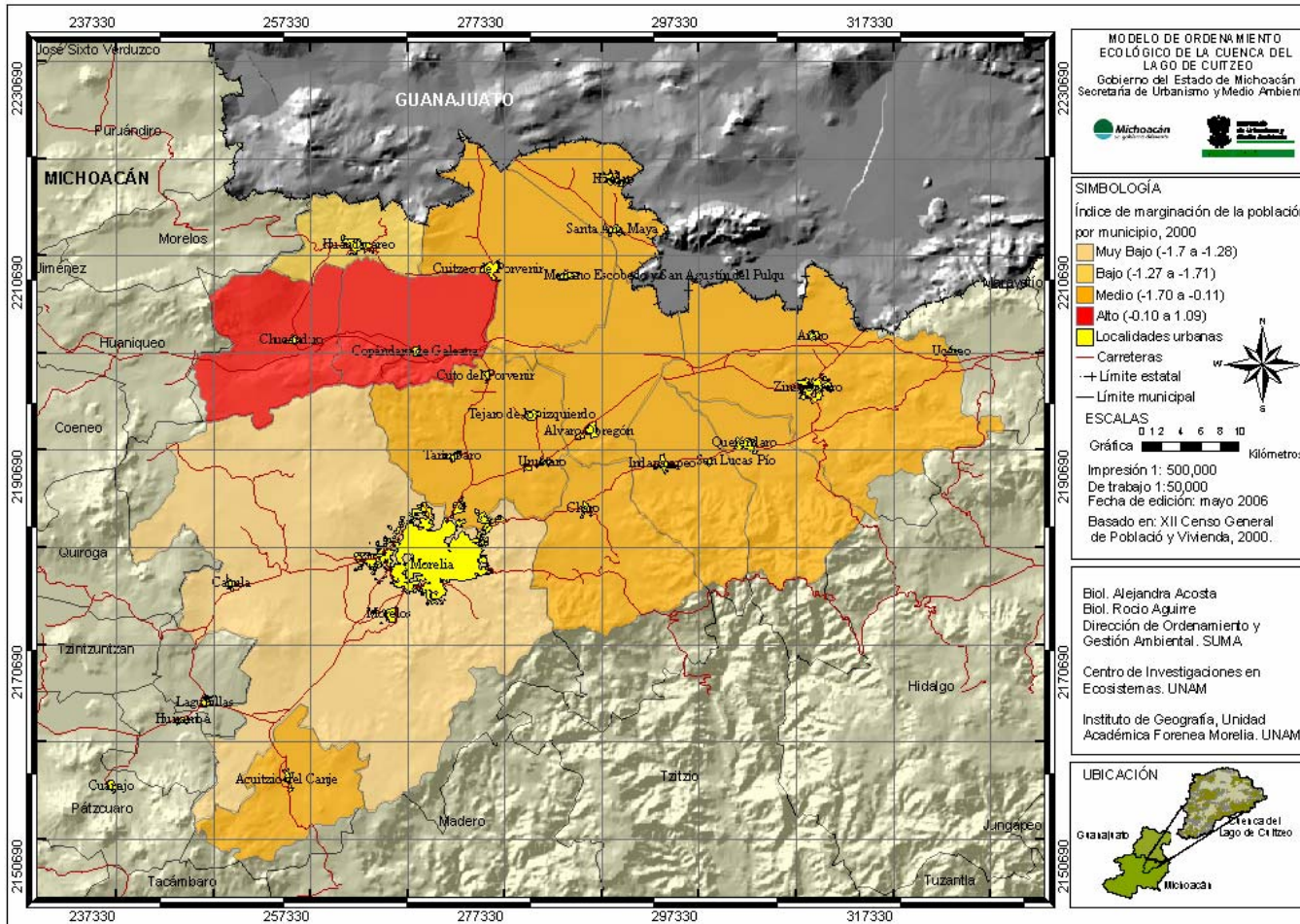
El índice de marginación es una medida que permite diferenciar municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas (<http://www.conapo.gob.mx>).

Es importante señalar que para la estimación del índice de marginación se utilizó como fuente de información los resultados definitivos del XII *Censo General de Población y Vivienda*, 2000 (<http://www.conapo.gob.mx>).

El índice de Marginación de la población se obtuvo de la CONAPO con los siguientes indicadores:

- Proporción de población analfabeta de 15 Años o más
- Proporción de población sin primaria completa de 15 años o más
- Proporción de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo
- Proporción de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica
- Proporción de ocupantes en viviendas sin agua entubada
- Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento
- Proporción de ocupantes en viviendas con piso de tierra
- Proporción de población en localidades con menos de 5,000 habitantes
- Proporción de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos

En la cuenca se presentaron 11 municipios con un grado de marginación medio (25% de la población en el 2000), mientras que el municipio de Morelia presentó un grado de marginación muy bajo y Huandacareo una marginación baja. Por el contrario Chucándiro y Copandaro presentaron un grado de marginación alto (Cuadro II.35 y Mapa II.41).



Mapa II.41. Índice de Marginación de la población en los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo.

Cuadro II.35. Índice de Marginación de la población en los municipios de la cuenca del lago de Cuitzeo.

MUNICIPIO	POBLACION TOTAL MUNICIPAL	% DE POBLACIÓN ANALFABETA DE 15 AÑOS Y MÁS	% POBLACIÓN SIN PRIMARIA COMPLETA DE 15 AÑOS O MÁS	% OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN DRENAJE NI SERVICIO SANITARIO EXCLUSIVO	% OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN ENERGIA ELECTRICA	% OCUPANTES EN VIVIENDAS SIN AGUA ENTUBADA	% VIVIENDAS CON ALGUN NIVEL DE HACINAMIENTO	% OCUPANTES EN VIVIENDAS CON PISO DE TIERRA	% POBLACIÓN EN LOCALIDADES CON MENOS DE 5 000	% POBLACIÓN OCUPADA CON INGRESOS DE HASTA 2 SALARIOS MÍNIMOS	ÍNDICE DE MARGINACIÓN	GRADO MARGINACION
ACUITZIO	9933	15	42	10	7	12	55	46	42	75	-0.23	Medio
ÁLVARO OBREGÓN	19502	16	49	8	1	1	46	15	59	73	-0.55	Medio
COPÁNDARO	9151	18	49	10	1	17	52	25	100	80	-0.06	Alto
CUITZEO	26269	18	49	10	2	1	49	18	66	57	-0.58	Medio
CHARO	19169	14	45	11	5	5	48	28	100	75	-0.26	Medio
CHUCÁNDIRO	7463	18	56	24	1	10	47	16	100	87	0.01	Alto
HUANDACAREO	11808	18	52	5	2	0	36	12	43	66	-0.75	Bajo
INDAPARAPEO	16341	16	48	12	4	7	52	30	59	71	-0.33	Medio
MORELIA	620	6	21	3	1	4	33	8	10	41	-1.70	Muy bajo
QUERÉNDARO	13	14	44	10	3	7	49	21	36	71	-0.60	Medio
SANTA ANA MAYA	13	17	51	12	3	4	46	18	51	68	-0.51	Medio
TARÍMBARO	39	15	46	13	2	2	49	15	87	64	-0.49	Medio
ZINAPÉCUARO	48	15	48	10	3	9	44	17	70	74	-0.46	Medio

### **III. ETAPA DE DIAGNOSTICO**

#### **III.1 Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo entre los años de 1975 y 2000**

La conversión humana de los hábitats naturales es quizás la causa principal de la pérdida de diversidad biológica, de las funciones ecológicas, así como de las alteraciones de los ciclos hidrológicos. El balance entre hábitat natural y el paisaje humano podría determinar el futuro de la conservación de la diversidad biológica en grandes áreas del planeta. Por lo tanto es importante determinar y cuantificar el grado de conversión humana del hábitat natural que ha perturbado la acción humana (Lee, *et al.*, 1995).

La importancia de realizar un estudio sobre los cambios ocurridos en la cobertura y uso del suelo en la cuenca de Cuitzeo, es importante debido a que la información obtenida puede ser un instrumento que apoye la toma de decisiones en la planeación del desarrollo futuro de la región (López, 2001).

El análisis de cambio de uso de suelo se basó en los resultados obtenidos por López et al. (2001). La base de datos espacial del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo del año de 1975 se cruzó con la base de datos espacial del año 2000, para crear la base de datos del cambio ocurrido en un periodo de 25 años y analizar su transformación en el tiempo.

El análisis del cambio en la cobertura y uso del suelo se realizó por medio de matrices de transición, las cuales son tablas con arreglos simétricos que comparan los tipos de vegetación y usos del suelo en el año inicial (1975), contra estos mismos tipos de vegetación en una segunda fecha (2000). De esta forma, cada una de las celdas de la diagonal principal de la matriz representa la superficie (ha) de cada categoría de cobertura, mientras que el resto de las celdas estiman la superficie de una determinada cobertura o tipo de uso de suelo que pasó a otra categoría, permitiendo entender la dinámica de cambio en la cobertura y uso de suelo a nivel regional (Cuadro III. 4) (Dirzo y Masera, 1996).

A partir de dichas matrices se elaboraron matrices de probabilidad de transición para cada



una de las clases de cobertura/uso seleccionadas. Se supuso que la probabilidad de transición ( $P_{ij}$ ) de cada clase de la matriz es proporcional a la superficie remanente de la misma clase entre 1975 y 2000. Su expresión matemática es:

$$P_{ij} = S_{ij} (1975) / S_j (2000)$$

Donde  $S_{ij}$  es la superficie del elemento “ij” de la matriz de transición de cobertura/uso del suelo en 1975 y “ $S_j$ ” la superficie de la clase de cobertura/uso del suelo “j” en 2000. De esta manera, para cada categoría de uso de suelo “j”.

$$\sum P_{ij} = 1$$

El análisis espacial de la información refleja el comportamiento de las categorías de cobertura y uso, considerando el área y el porcentaje de cobertura de las clases generalizadas para cada tiempo (Cuadro III.1).

Cuadro III.1. Superficie de pérdida o ganancia y porcentaje de cambio por clase de cobertura y uso del suelo entre 1975 y 2000.

<b>COBERTURA Y USO</b>	<b>CAMBIO DE COBERTURA EN HA 1975-2000</b>	<b>CAMBIO DE COBERTURA EN % 1975-2000</b>
Asentamientos humanos	10947	2.7
Bordos	432	0.1
Bosques	12378	3.1
Cultivos de riego	-4098	-1.0
Cultivos de temporal	-38632	-9.7
Lago	-5361	-1.3
Matorral	22321	5.6
Pastizal	-5023	-1.3
Plantaciones	3323	0.8
Vegetación Acuática	3719	0.9

En lo que respecta al bosque, en la cuenca los datos indican una recuperación de 12,378 ha de bosque (Cuadro III.1), en el periodo de tiempo comprendido en este trabajo (1975-2000). El crecimiento de la clase bosques, se debe a que las categorías Matorral y pastizales principalmente, se encuentran bajo procesos de regeneración hacia la categoría de bosques (López et al. 2001). Tal es el caso de la localidad de San José del Monte donde el bosque fue talado en los años sesenta lo cual se comprueba en la

interpretación de las fotografías de 1975 existía matorral cerrado y en el año 2000 se ha convertido en un bosque formado principalmente por encinos, árbol que de acuerdo a la bibliografía, es conocido por su capacidad de regeneración a partir de los tocones (Zavala, 1990 en López et al. 2001).

La cobertura de matorrales extendió su área de 1975 al 2000 en 22,321 ha, lo que significa que es la primera categoría con mayor crecimiento dentro de la cuenca (5.6% del área de estudio en el año 2000). Los matorrales se han desarrollado principalmente a partir de las zonas de cultivos (cuamiles) de temporal (en cuyo caso han evolucionado hacia matorrales subtropicales) y a partir de la categoría de bosques en donde son zonas desmontadas y que se encuentran en proceso de regeneración. El desarrollo de la categoría matorrales a partir de las zonas de cultivos se debe principalmente al abandono de terrenos agrícolas. Esto se relaciona con el fenómeno de la migración nacional e internacional, lo que ha permitido que enormes áreas, ubicadas principalmente al norte de lago de Cuitzeo, regeneren hacia matorral secundario (López et al. 2001).

Las zonas que se encuentran cubiertas por matorral son utilizadas principalmente como lugares de pastoreo de ganado bovino, caprino y algunas veces lanar. El número de cabezas de ganado ha aumentado de acuerdo al Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1970 y 1980 en proporciones importantes (Cuadro III.2) (López et al. 2001 y Acosta, 2002).

Cuadro III.2. Existencias de ganado en la cuenca del lago de Cuitzeo (1970 – 1980)  
(López et al. 2001 y Acosta, 2002).

<b>GANADO</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>
Vacuno	100,240	170,664
Lanar	8,422	12,375
Caprino	16,418	29,494
Total	125,080	21,533

Fuente: Censos Agrícola – Ganadero y Ejidal 1970 y 1980.

La **vegetación acuática** también es de las categorías que han disminuido. De acuerdo con los datos obtenidos, se han perdido 3,719 ha en el tiempo del estudio. Dicha disminución se localiza en el lago de Cuitzeo y en ocasiones en los bordos de la Cuenca. La vegetación que se encuentra en el lago de Cuitzeo, se ubica principalmente en la zona centro del lago.

Los **pastizales** de la cuenca de Cuitzeo han disminuido en 5,023 ha de su área de cobertura, debido a que han cambiado hacia zonas de Matorral y cultivos de temporal (Cuadro III.1). En la cuenca existe un incremento en el número de bordos que se

encuentran en la zona que se utilizan principalmente en actividades pecuarias, lo que sería un indicador del proceso de ganaderización de la cuenca en los últimos años. Este proceso de ganaderización indicaría que las zonas de pastizales tenderían a expandirse. Sin embargo, este cambio de cobertura no está ocurriendo, debido a que el ganado se presenta tanto en pastizales, como en zonas cubiertas por Matorral y las actividades pecuarias podrían en un futuro dirigir el cambio de cobertura de la cuenca (López, et al. 2001).

La **agricultura** es la categoría que ha presentado el cambio más importante dentro de la cuenca. La superficie ha disminuido del año de 1975 al 2000, reduciéndose de manera general en 38,632 ha (Cuadro III.1). Estos cultivos han disminuido su área en los últimos años, principalmente por el abandono de las tierras por parte de los campesinos. Se observa que estas tierras han evolucionado hacia zonas de matorrales que se ubican principalmente al norte de la cuenca. La agricultura de riego también presentó una disminución de su superficie al pasar de 56,871 ha en 1975 a 52,773 ha en el año 2000 lo que representa una pérdida de 4,098 ha en 25 años.

Las **plantaciones forestales** de la cuenca han aumentado en 3,323 ha. Las plantaciones son principalmente de eucalipto, pino y cedro, no obstante las plantaciones que predominan son las de eucalipto, que en algunos casos se ubicaron sobre zonas degradadas para tratar de minimizar la pérdida de suelo (López et al. 2001) (Cuadro III.1).

El **Lago de Cuitzeo** ha disminuido su extensión en los últimos años (5,361 ha), especialmente porque ha sido cubierto por vegetación acuática y por la desecación del lago, que ha dejado a su alrededor tierras que han sido ocupadas para la agricultura tanto de riego como de temporal (Cuadro III.1) (López et al. 2001). En la actualidad el lago puede dividirse en tres zonas principales: la primera ubicada al oeste la cual presenta una fuerte desecación, la zona centro con presencia de vegetación acuática y la zona este con presencia de agua (López et al, 2001). No obstante, existen variaciones anuales importantes que dependen de la cantidad de precipitación de cada temporada de lluvias.

El área y el número de **bordos** en la cuenca ha aumentado en los últimos años en una superficie de 432 ha y un incremento de 1,530 bordos (Cuadro III.3). Dichos bordos almacenan el agua para la estación de secas, por lo que no se permite el flujo normal del agua. Los bordos se encuentran principalmente sobre cultivos de temporal, pastizal, cultivos de riego y matorral, que corresponden a zonas donde se practica el pastoreo del ganado. Considerando el tamaño pequeño de los 1,188 restantes se deduce que son utilizados como abrevaderos (Acosta, 2002). Lo anterior confirma la hipótesis de que la

cuenca se encuentra en un proceso de ganaderización (López et al. 2001).

Cuadro III.3. Superficie y número de bordos en la cuenca en los años de 1975 y 2000.

BORDOS	1975	2000	CAMBIO
Superficie ha	1,206	1782	576
No. De bordos	1,017	2,530	1,530

Las zonas con **asentamientos humanos** crecieron 10,942 ha de 1975 al año 2000 (Cuadro III.1). El principal crecimiento se dio en la capital del estado, la cual creció 600% de 1960 a 1997 (López Granados, et al., en prensa). Considerando de manera general, tanto las características de los suelos como los procesos geomorfológicos, es posible mencionar que el crecimiento de los diferentes asentamientos humanos de la cuenca hacia la planicie tiene consecuencias en la pérdida de suelos con alta calidad para la actividad agrícola. En general, el patrón de crecimiento de las zonas urbanas sobre terrenos agrícolas es similar al reportado para la mayoría de las ciudades en nuestro país (SEDESOL, 1992).

### III.1.1 Matriz de transición

En la matriz de transición, la diagonal que recorre de izquierda a derecha la tabla, representa la probabilidad de cada categoría de permanecer o mantenerse de un tiempo a otro. En la matriz de transición correspondiente al período 1975-2000 (Cuadro III.4), las categorías que tienen mayor probabilidad de permanecer en el tiempo son: Asentamientos humanos (0.8), bosques (0.8) y plantaciones (0.8). Cualquier tipo de cobertura y uso de suelo que se convierte a la clase asentamientos urbanos, queda permanentemente en esta clase, sin probabilidad de transformarse en otro tipo de cobertura (Lambin, 1997). En nuestro caso, los asentamientos no sólo permanecen en el tiempo, sino que su superficie de asentamiento crece del año 1975 al año 2000 (Cuadro III.1).

Los bosques también pueden persistir de un año a otro debido a la recuperación de los mismos, y a que su probabilidad de cambio hacia otras categorías es baja. El lago presenta una alta probabilidad de permanencia con una tendencia a cambiar hacia pastizal y vegetación acuática. Las plantaciones también poseen un elevado valor de permanencia (0.7), ya que pueden pasar a ser asentamientos humanos (si es que se encuentran cerca de alguna ciudad) o de convertirse en bordo.

Cuadro III.4 Matriz de transición de 1975 a 2000.

	Asent. humanos	Bordos	Bosques	Cultivos riego	Cultivos Temporal	Lago	Matorral	Pastizal	Plantaciones	Veg. Acuática
Asent. humanos	<b>0.8</b>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bordos	0.0	<b>0.7</b>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
Bosques	0.0	0.0	<b>0.8</b>	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Cultivos riego	0.1	0.0	0.0	<b>0.7</b>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cultivos Temporal	0.1	0.0	0.1	0.1	<b>0.5</b>	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0
Lago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>0.8</b>	0.0	0.1	0.0	0.1
Matorral	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	<b>0.6</b>	0.1	0.0	0.0
Pastizal	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	<b>0.3</b>	0.0	0.0
Plantaciones	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	<b>0.7</b>	0.0
Veg. Acuática	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	<b>0.3</b>

Las clases que tuvieron una menor probabilidad de permanecer en el mismo tipo de cobertura-uso, son los cultivos de temporal (0.5), la vegetación acuática (0.3) y los pastizales (0.3). Las categorías anteriores se comportaron de una forma más dinámica, por ser clases que funcionan como "fuente" de superficie hacia otras clases y porque también son "atractoras". Por ejemplo, los pastizales se convirtieron a matorral (0.3), a cultivos de temporal (0.1), bosques (0.1) y a cultivos de riego (0.1) (Cuadro III.4).

En general, la cuenca del lago de Cuitzeo ha presentado una recuperación de su cobertura vegetal en los últimos 25 años, que se observa principalmente en las categorías de Matorral y bosques.

Los bosques de la cuenca aumentaron 11,473 ha en el periodo de tiempo de este estudio; las subcategorías bosque abierto y semiabierto son las que aumentaron principalmente su superficie.

En la zona de estudio la clase que sufrió el mayor aumento de superficie son los Matorrales, los cuales presentan en 1975 una superficie de 74,554 ha y en el 2000 de 94,956 ha, cubriendo actualmente el 5.1 % de la superficie de la cuenca. La clase matorral aumenta su cobertura en función de la reducción de la superficie de las clases pastizales, cultivos de temporal y bosques.

La categoría asentamientos humanos creció 11,208 ha de 1975 a 2000. El principal

crecimiento se dio en la capital del estado, la cual creció 600% de 1960 a 1997. Esta clase tiende a incrementarse, ya que se desarrolla a partir de plantaciones, cultivos de riego y de temporal, lo cual tiene consecuencias en la pérdida de suelos con alta calidad para la actividad agrícola

El espejo de agua del lago de Cuitzeo disminuyó su extensión de 37,667 ha a 30,162 ha, este fenómeno obedece a que el lago ha sido cubierto por vegetación acuática y por su desecación. Actualmente el lago puede dividirse en tres sectores: 1) sector oeste, que se caracteriza por presentar una fuerte desecación; 2) sector centro con presencia de vegetación acuática; 3) sector este caracterizado por presentar las mayores profundidades y mayores aportes de agua.

### **III.2 Evaluación de tierras**

Con la evaluación de tierras se busca determinar el mejor uso de la tierra, con fines agrícolas, pecuarias, forestales, industriales y otros, determinando y cuantificando las relaciones que existen entre los suelos, el clima, y el ambiente en general y los proyectos productivos (Ortíz, 1974).

La evaluación de tierras, de acuerdo al esquema de FAO (1976), es un procedimiento de clasificación en grados de aptitud, para un tipo de utilización predeterminado, que responde básicamente a las siguientes interrogantes; ¿cuál es el mejor uso para ésta tierra? y, ¿dónde están las mejores tierras para éste uso?

La evaluación puede ser con enfoque físico o con enfoque económico de acuerdo al tipo de información que se tiene. En el físico se evalúa cada unidad de tierra (UT) por sus limitaciones de uso y los grados de expresión, en donde las “mejores” tierras son las que presentan menos limitaciones. En el económico se evalúa cada UT en función de su rentabilidad económica, permitiendo con esto comparar diversos usos sobre la misma escala de valor (Rossiter, 1994, de acuerdo a Larios, 1994).

El propósito fundamental de una evaluación de tierras es permitir la predicción del comportamiento de las tierras cuando se impone un uso determinado, por lo que es una herramienta estratégica en la planificación del uso racional de la tierra (Larios, 1994). Es por tal motivo que dicho análisis se implementó como base para definir la evaluación de

aptitud física de tierras para los usos más importantes dentro de la Cuenca del Lago de Cuitzeo.

Los resultados de este trabajo se derivan del estudio realizado por Pulido y colaboradores (2001), quienes utilizaron el esquema de evaluación de tierras propuesto por la FAO (1976), el cual es aplicado a diferentes niveles de intensidad o escalas y es posible adaptarlo a cualquier condición agroecológica y socioeconómica (Larios, 1994).

El esquema FAO de evaluación de tierras cuenta con una herramienta automatizada que permite una mayor rapidez en el proceso de cálculo y diseño de la base de datos y de los árboles de decisión (Anexo III.2) a través del paquete computarizado llamado ALES (Automated Land Evaluation Syst) versión 4.1 (Rossiter et al, 1994).

Rossiter *et al.* (1994), describe las características de la evaluación de tierras de la manera siguiente (Figura III.1):

- a) Los planificadores de uso confrontan áreas de tierra denominadas *unidades cartográficas* (UC) o *unidad de tierra* (UT), con usos de la tierra denominados *tipos de utilización de la tierra* (TUT), para así determinar la aptitud relativa de cada área para cada uso específico.
- b) Los TUT están especificados por un conjunto de *requisitos de uso de la tierra* (RUT), que no son más que “las condiciones necesarias de la tierra para la exitosa y sostenida práctica de un TUT dado” (FAO, 1993).
- c) Las UC son definidas por los valores de un conjunto de características de la tierra (CaT), las cuales son atributos simples de la tierra que pueden ser medidos o estimados. Los valores de las características de la tierra se combinan en niveles de *cualidades de la tierra* (CuT), que a su vez son atributos complejos de la tierra que pueden influenciar su aptitud de una manera semi-independiente.

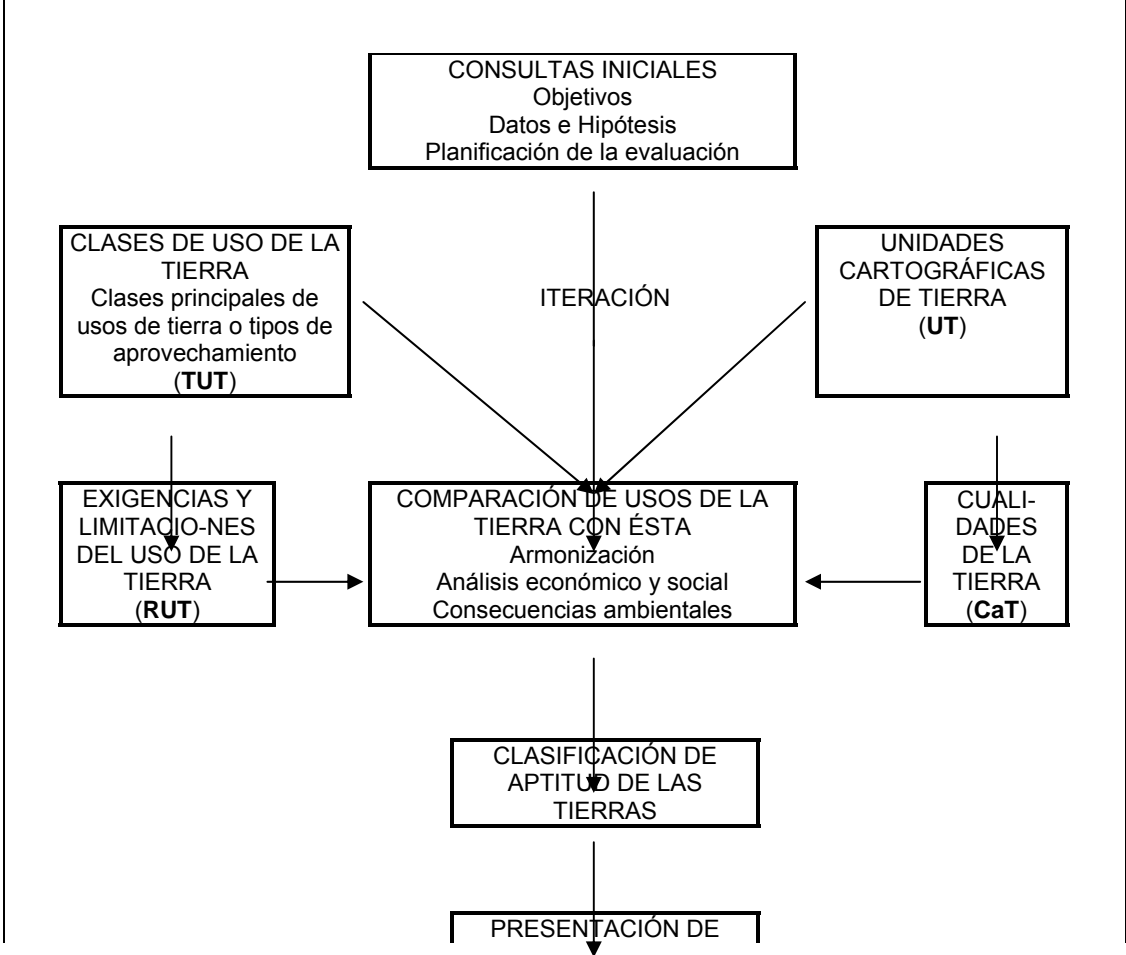
Las Unidades de Tierra (UT), también denominadas unidades cartográficas (UC) por ser entidades físicas representadas en un mapa, se emplearon las definidas en la regionalización ecológica. Estas unidades fueron generalizadas a partir de sus características físico-naturales, hasta una escala que permitiera mantener algunos de sus atributos a un grado de homogeneidad lo suficientemente consistente para diferenciar sus potencialidades, así como para poder manejarlos de manera adecuada con el esquema

de evaluación de tierras arriba señalado. Estas unidades se encuentran identificadas en el Anexo III.2, donde además se incluyen algunas de las características generales.

Para definir las Características de la Tierra (CaT) se utilizaron datos derivados de las unidades de relieve en rangos de valores, tales como los de altitud y de precipitación pluvial, por lo que fue necesario hacer una clasificación de los mismos para poderlos ingresar al modelo en el programa ALES (Anexo III.3).

Los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT) a evaluar fueron los derivados de la distribución de la superficie por tipo de cobertura de terreno y que son: cultivos de temporal, cultivos de riego, uso forestal, pastizales, frutales. En este sentido, el uso de la tierra con fines agrícolas es muy importante, tanto desde el punto de vista económico y social, como desde la perspectiva ecológica. El uso del suelo con fines agrícolas implica normalmente, tanto en la agricultura tradicional como en la agricultura convencional, la labranza del suelo para propiciar una adecuada cama de siembra.

Figura III.1. Representación Esquemática de Actividades en la Evaluación de Tierras (Fuente: FAO, 1976).



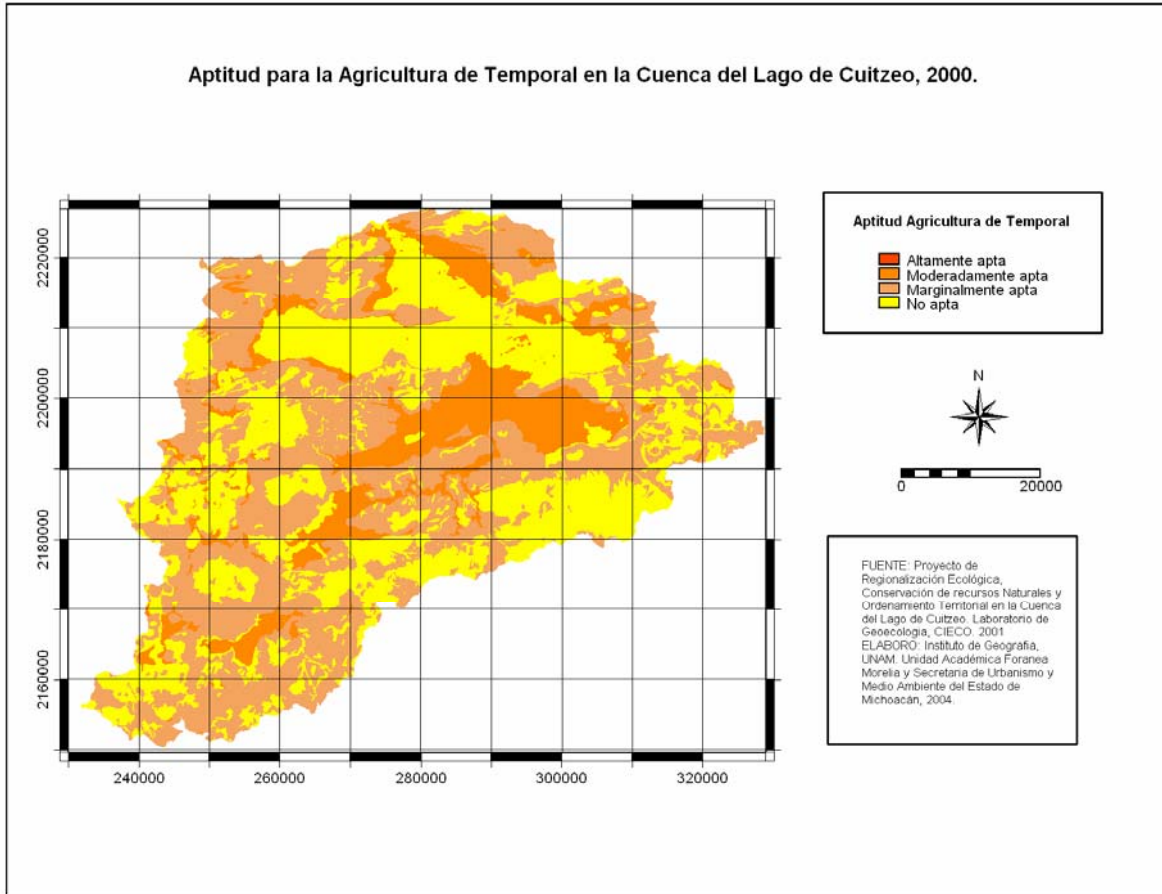


El proceso de evaluación de tierras se realizó sobre las unidades de relieve (generalizadas) (Anexo III.3). En la cuenca se observa una grave tendencia a la utilización de las tierras para usos no aptos o poco aptos. Los tipos de utilización de la tierra que fueron seleccionados para su evaluación en este trabajo fueron los siguientes:

**Cultivos de temporal**, se cultivan en zonas de lomeríos bajos, con pendientes que van de 3-5%, sobre suelos poco profundos, muchas veces con pedregosidad. Aquí se incluyen el cultivo de maíz para grano, para consumo humano principalmente, y el cultivo de sorgo, para la alimentación del ganado. El maíz es con mucho el cultivo más importante en el sistema de temporal (Mapa III.1).

En el caso del maíz, el tipo de tracción es mixto, con predominancia de tracción animal. Se emplean semillas criollas y en menor proporción semillas mejoradas. En muy poca proporción persiste la asociación de maíz-fríjol. Los requisitos de utilización de la tierra (RUT) se muestran en el Anexo III.2.

En cuanto al sorgo, al igual que el maíz de temporal, se cultiva en las zonas de lomeríos sobre suelos poco profundos y muchas veces con alta pedregosidad. Normalmente sobre suelos de textura media (migajones) o fina (arcillosos) con media a alta fertilidad. Requiere temperatura media anual de 18°C o mayor.



Mapa III.1. Aptitud para la agricultura de temporal en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

**Cultivos de riego.** Aquí se incluyen el sorgo y el maíz, cultivados bajo el sistema conocido como punta de riego, que consiste en la aplicación de un riego, generalmente de aguas negras, antes de la siembra, entre los meses de marzo y abril, y posteriormente el ciclo del cultivo es completado con agua de lluvia. En este sistema el sorgo es más importante. Los usos son los mismos indicados para los cultivos de temporal.

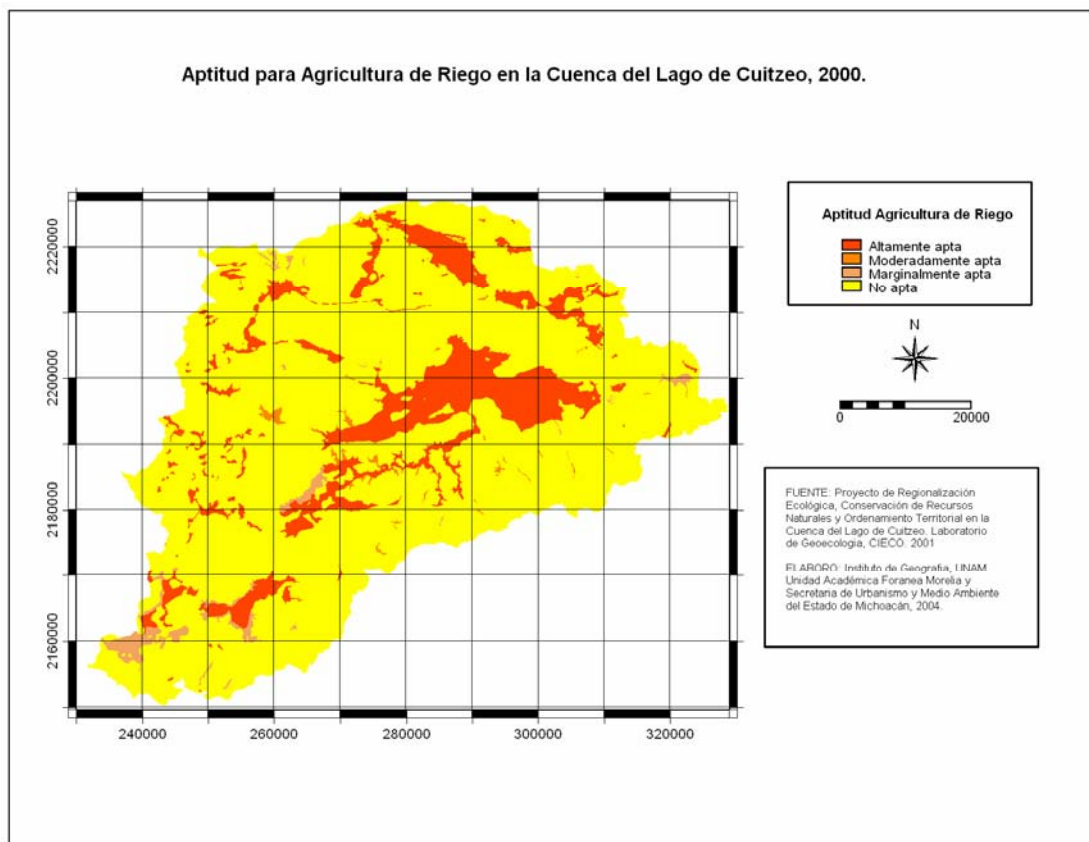
El sorgo en este sistema es cultivado en zonas planas, donde hay disponibilidad de agua de riego, y donde las pendientes permiten esta labor. El riego inicial se realiza de manera similar al del maíz de *punta de riego*. La mayor parte de las labores agrícolas son mecanizadas. Hay un nivel medio de empleo de insumos agroquímicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas).

En el caso del maíz, este se cultiva también en las zonas planas (Mapa III.2). En este sistema predomina la mecanización y en menor proporción la tracción animal. El riego inicial es con aguas negras, como se indicó para el caso del cultivo de sorgo, y en menor

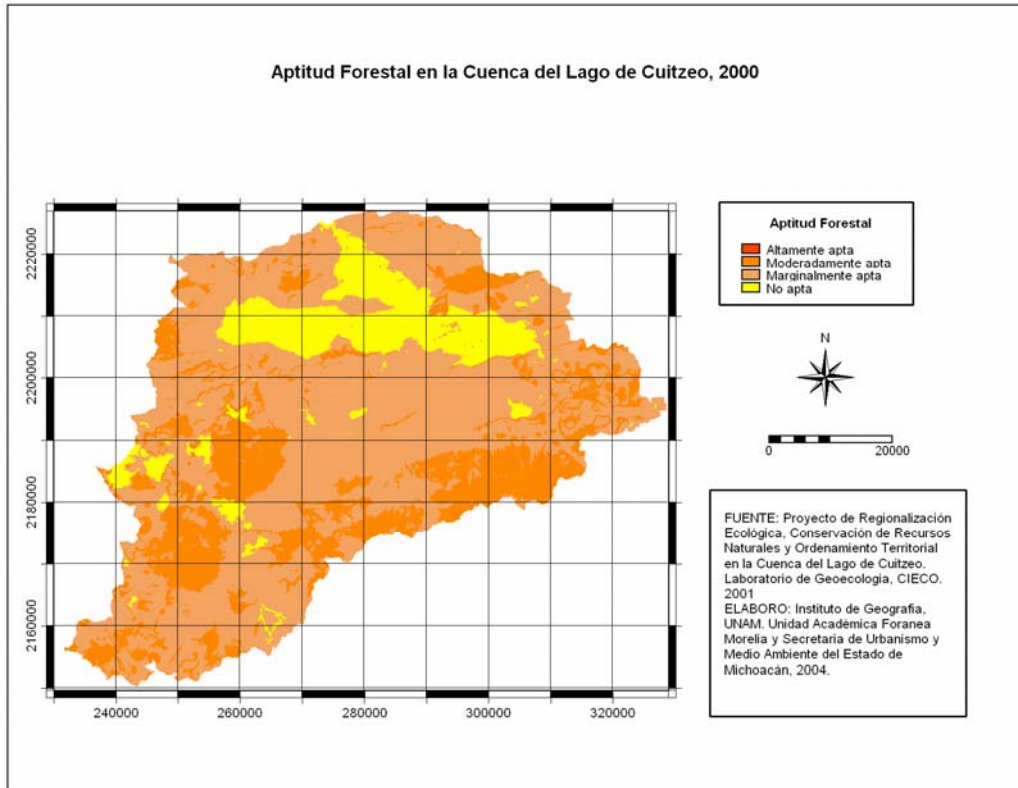
proporción por aguas de presas y de pozos profundos. Se emplean semillas mejoradas y se aplica un nivel medio de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas, y herbicidas). No hay asociación de cultivos, principalmente debido a que se emplean herbicidas para el control de malezas, lo que imposibilita el cultivo de gramíneas y leguminosas en asociación.

**Uso forestal.** Se desarrolla en las sierras bajas (parte alta de la cuenca) sobre suelos ácidos del tipo Andosol, Acrisol y Luvisol, en las partes más lluviosas (precipitación >700 mm) (Mapa III.3).

Algunos de los usos tradicionales, como son los cultivos de maíz en sistema de humedad y/o de temporal, se encuentran sobre suelos de vocación forestal. Lo mismo sucede con los pastizales secundarios, los cuales son utilizados como agostaderos. Como hipótesis se plantea que una buena porción territorial de la cuenca está siendo utilizado para otros fines que no son los forestales, cuando su vocación es para este uso.



Mapa III.2. Aptitud para agricultura de riego en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

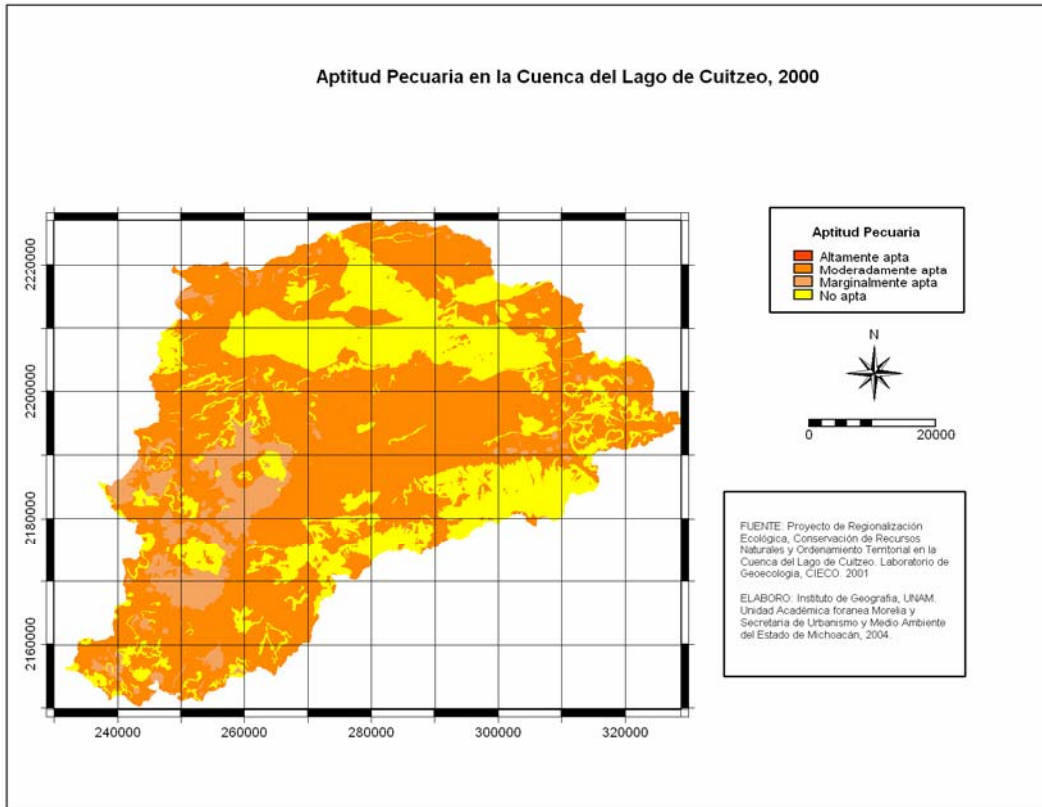


Mapa III.3. Aptitud forestal en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

**Pastizales.** Los pastizales secundarios se presentan en las zonas de lomeríos bajos y colinas, con baja precipitación. Ocasionalmente también se tienen en los lomeríos altos, sobre suelos de profundidad media a baja, en terrenos pedregosos, con pendientes moderadas.

Los pastizales son vegetación secundaria que aparece como resultado de la eliminación de cobertura vegetal original. El término pastizal se utiliza aquí para designar áreas de terreno donde predominan los pastos en el estrato herbáceo, pero que puede haber una combinación con arbustos y matorrales. Dicha vegetación primaria consistió de alguno de los siguientes: bosque de pino, de pino encino, o de encino. En otros casos se trata de matorral subtropical o de matorral espinoso.

El uso que se les da a los terrenos con pastizal es para pastoreo de ganado vacuno y caprino, principalmente (Mapa III.4). El manejo que se les da a los agostaderos es muy rústico, ya que sólo consiste de “quemadas” durante la época de secas, esto es en los meses de enero a mayo. Con dichas quemadas se propicia el rebrote de gramíneas las cuales son consumidas por el ganado, y de este modo el ganado subsiste hasta la época de lluvias en que hay un mayor crecimiento de pastos y arbustos.



Mapa III.4. Aptitud pecuaria en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

El problema principal de este tipo de uso es el deterioro de la cobertura vegetal rasante, ya que los animales la destruyen por el pisoteo, y propician la formación de “canalillos” de erosión del suelo, lo que eventualmente conduce a la formación de cárcavas. Con la quema también se destruye la cubierta vegetal, propiciando la predominancia de pastos sobre otras herbáceas y disminuyendo las posibilidades de establecimiento de arbustos y árboles. Adicionalmente, la quema contribuye a la liberación de carbono hacia la atmósfera, lo cual es un daño ampliamente conocido debido a que tiene trascendencia de magnitud global.

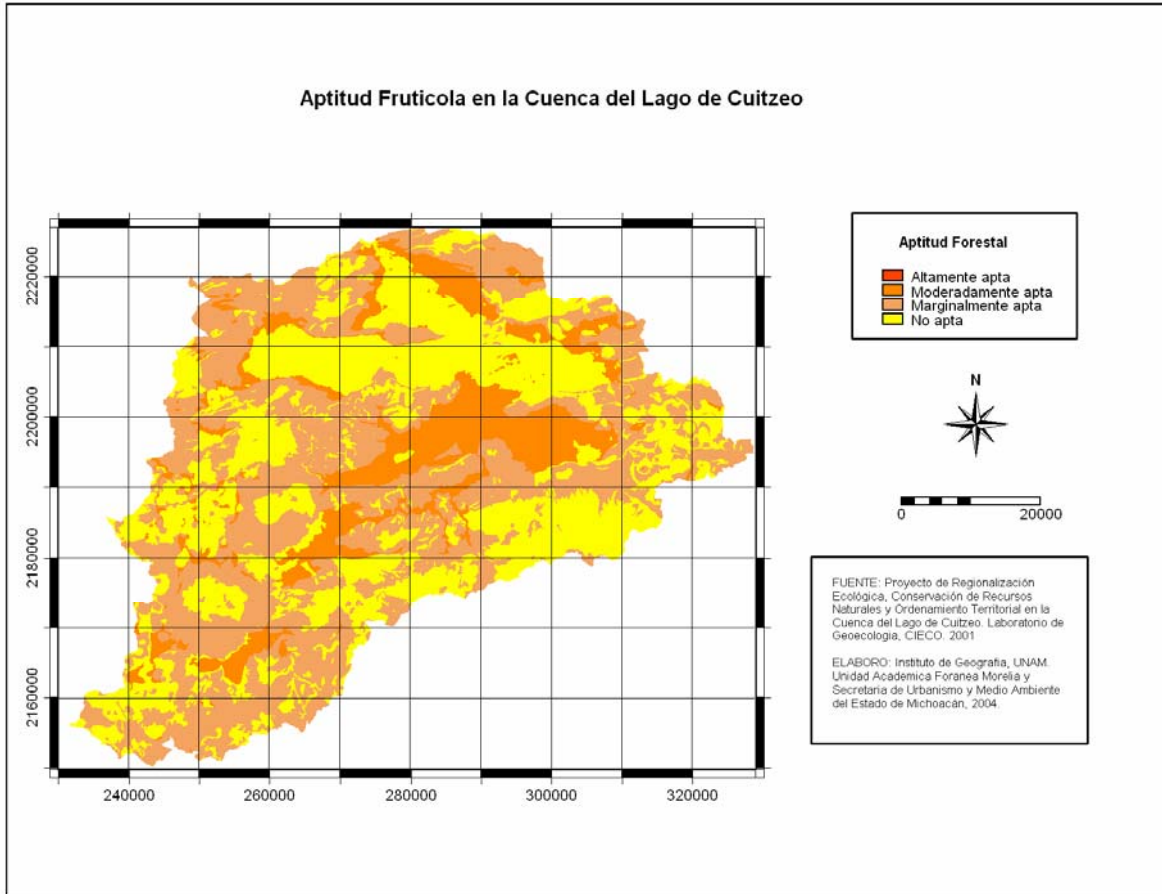
El uso de tierras para pastoreo está muy extendido en la cuenca, y está asociado a la existencia de fuentes de agua para abrevadero, ya sea manantiales o bordos construidos para dicho propósito.

Aunque en la cuenca se tiene una actividad ganadera importante, una buena proporción de ella se realiza de manera estabulada, donde la alimentación es a base de forrajes (sorgo, alfalfa y avena) y productos concentrados comerciales.

**Uso frutícola.** Se refiere al cultivo de frutales. Este uso es muy localizado actualmente en la cuenca, y consiste básicamente en el establecimiento de huertas de durazno, pera, manzana y ciruela “guinda” (Mapa III.5). También existen algunas huertas de guayaba. Algunos de estos huertos se encuentran sobre suelos ácidos (tipo Andosol y Luvisol), lo que provoca algunos problemas de nutrición en los árboles.

La fruticultura es importante en zonas específicas ya que representan una actividad más rentable, en relación con los cultivos tradicionales, para los productores. Esta actividad además genera empleos un poco mejor remunerados e involucra en algunos casos un valor agregado por la elaboración de productos a base de frutas, como son mermeladas, vinos y ates, entre otros.

La fruticultura requiere ciertas condiciones específicas, como son suelos profundos y fértiles, buena precipitación y baja incidencia de heladas. En lo posible debe haber disponibilidad de agua de riego de buena calidad, o en su defecto suelos de tipo Andosol, los cuales tienen alta capacidad de retención de humedad.



Mapa III.5. Aptitud frutícola en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

Los resultados obtenidos del proceso de evaluación de tierras muestran la propuesta del mejor uso de acuerdo a la aptitud natural del terreno para las unidades de relieve generalizadas y los usos definidos a través del programa ALES, se presentan en el (Anexo 3.5 y 3-6).

El uso agrícola se desarrolla en la mayoría de las unidades de relieve, mientras que la evaluación de aptitud indica que el uso más adecuado o menos degradante de los recursos es el pecuario, es decir los pastizales para propósitos de pastoreo (Mapa III.1).

Después del uso pecuario, el uso forestal muestra un segundo lugar en cuanto a importancia por aptitud de las unidades de tierra evaluadas (Mapa III.3). En este sentido también se observa que el uso agrícola (cultivos anuales) sustituye al uso forestal en varias de las unidades de tierra. Lo anterior necesariamente implica una degradación primeramente de la cobertura vegetal, ya que para abrir las tierras al cultivo en algún

momento se tuvieron que desmontar. Una vez abiertas las tierras al uso agrícola estas se ven sujetas a un proceso de deterioro paulatino por pérdida de materia orgánica y erosión, sobre todo de la capa arable. Bajo los sistemas tradicionales de labranza, donde el suelo permanece descubierto en una gran parte del año, y donde no se emplean enmiendas orgánicas que contribuyan a restituir la materia orgánica del suelo y a proteger esta de los efectos de los factores ambientales, lo que hace que parte de estas prácticas tengan un efecto nocivo sobre el suelo.

Las mejores áreas para uso forestal están ligadas a las laderas inclinadas y a piedemontes. Las áreas más apropiadas para uso agrícola de temporal, de riego y cultivos de frutales se encuentran en las planicies fluvio lacustres asociadas al lago de Cuitzeo y sus principales afluentes, en el llamado distrito de riego Morelia-Queréndaro (Mapa III.1 a III.5).

En las áreas con riesgo de inundación y salinidad en los suelos, es necesario buscar alternativas de uso que sean compatibles con sus características, como pueden ser el de conservación los recursos, protegidas o recreación.

En cuanto a las limitantes para los usos evaluados, se observa que la precipitación es un factor importante que disminuye la aptitud de las tierras para fines agrícolas, pecuarios y forestales, en ese orden de importancia. En este sentido, el manejo del agua es un factor sumamente importante para hacer un uso más eficiente de los recursos naturales de la cuenca.

Las limitantes más importantes para los tipos de uso de la tierra fueron los siguientes:

- cultivos de riego (disponibilidad de agua de riego)
- cultivos de temporal (Fertilidad del suelo, capacidad de retención de humedad y riesgo de erosión)
- uso pecuario o pastizales (Precipitación pluvial, capacidad de retención de humedad y pendiente)
- uso forestal (suelo y precipitación)
- uso frutícola (precipitación y fertilidad del suelo).

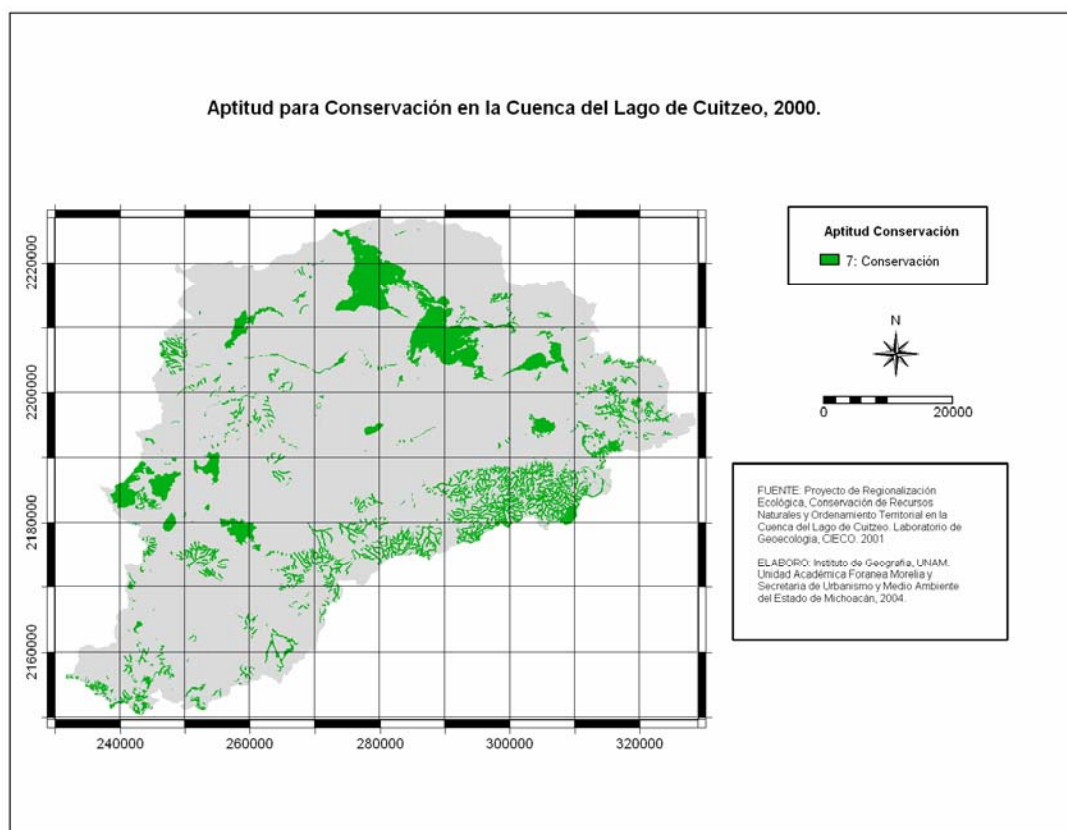
Las áreas susceptibles de **conservación** se evaluaron a través de un modelo binario que consideró pesos iguales para los atributos que se presentan en el cuadro III.5.



Las áreas delimitadas para conservación se asocian a las laderas inclinadas y a la ribera del lago de Cuitzeo (Mapa III.6).

Cuadro III.5. Requisitos para la selección de áreas para conservación de bienes y servicios ambientales.

Requisito	Atributo
Tipos de cobertura vegetal	Bosques semiabiertos y cerrados; vegetación acuática
Geomorfología	Laderas inclinadas y escarpadas
Clases de pendiente	Mayores a 30 grados
Clases de déficit de agua	Menor a moderado
Densidad de cauces	Mayores a 10 km/km <sup>2</sup>
Distancia a poblaciones	Mayor a 3 km
Distancia a caminos	Mayor a 500 m
Distancia al parteaguas	Menor a 5 km
Distancia a ríos	Menor a 500 m



Mapa III.6. Aptitud para conservación en la cuenca del lago de Cuitzeo, 2000.

### III.3 Erosión

La erosión del suelo es un proceso natural que consiste en el desgaste o la pérdida paulatina de los horizontes edáficos. Puede presentarse como erosión laminar o en cárcavas. Los agentes causales pueden ser hídricos, eólicos, cársticos, marinos y

glaciales, siendo los dos primeros los más representativos en el territorio mexicano. Las actividades humanas pueden acelerar el proceso de erosión con efectos ambientales más severos que los que ocurren de manera natural. En la escala de este trabajo la erosión que se pudo registrar fue la de cárcavas que se presenta en las zonas de erosión severa (SEDESOL, 2000).

La evaluación de la erosión en la cuenca se basó en los datos obtenidos por Mendoza et al, en prensa y en la interpretación de fotografías aéreas pancromáticas Blanco y Negro a escala aproximada de 1:50,000 (1975) y 1:37,000 (2000). La interpretación se basó en criterios de discriminación estándar (van Zuidam y Van Zuidam-Cancelado, 1979; Meijerink, 1988) (Figura III.2).

Los resultados mostraron que la erosión se presentaba en 8.8 km<sup>2</sup>, que representaba solo el 0.22 % de la cuenca para 1975 y que dicha erosión se aumentó a 15.3 km<sup>2</sup> que representa el 0.38% de la cuenca para el año 2000 (Mapa III.7 y III.8). Es decir; casi se duplicó su superficie en 25 años. Sin embargo, en términos de porcentaje sólo se incrementó en un 0.16 %.

En el año de 1975 la erosión se caracterizó por presentarse preferentemente sobre depósitos superficiales (41 %); ignimbritas (13 %); volcanes monogenéticos (10 %) y conos andesíticos (9 %). Los suelos que principalmente se desarrollan dentro de la cuenca son Acrisoles (55 %); Vertisoles (13 %); Luvisol es (11 %) y Planosoles (9 %). Las pendientes predominantes de las áreas con erosión son de 6 a 10° (37 %); de 3 a 6° (30 %); de 10 a 20° (18 %) y de 0 a 3° (13 %). Las formas de relieve en donde se localiza son las colinas con laderas muy suaves convexas (22 %); colinas con laderas suaves convexas (16 %); lomerío bajo con laderas muy suaves irregulares (8 %); colinas con laderas suaves irregulares (8 %) y colinas con laderas muy suaves rectilíneas (8 %). Se observa que en general se desarrollan sobre paisajes geomorfológicos de colinas (66 %) y sobre laderas suaves y muy suaves y en consecuencia el 85 % de las zonas erosionadas se ubica por debajo de los 2100 msnm.

El análisis de la distribución de cárcavas o erosión severa (detectable por medio de técnicas de percepción remota), indica que para 1975 los municipios con la mayor superficie erosionada fueron en orden ascendente: Charo, Morelia, Lagunillas, Acuitzio del Canje y Huiramba. Para el año 2000 los municipios más afectados fueron: Zinapécuaro, Lagunillas, Tarimbaro, Indaparapeo, Morelia y Huiramba (Cuadro III.6). Estos datos

muestran que la mayor problemática se presenta en los municipios localizados en la porción sur de la cuenca, y a excepción del municipio de Morelia, todos ellos con densidades, relativamente bajas de población (50 a 100 habitantes por km<sup>2</sup>).

La erosión se asocia principalmente a los municipios medianamente poblados (50 a 100 hab/km<sup>2</sup>) y altamente densificados (>350 hab/km<sup>2</sup>). El coeficiente de correlación entre las clases de densidad de población y la superficie porcentual erosionada por municipio es positiva y relativamente alta, especialmente para el año 2000 (0.438 y 0.829), esto como consecuencia del fuerte incremento de la densidad de población en el municipio de Morelia, en el cual se encuentra la Ciudad más poblada del estado. De alguna manera, puede ser que el crecimiento de la ciudad de Morelia este favoreciendo la degradación por cárcavas del municipio y de los municipios cercanos.

Para 1975, las subcuencas más afectadas por erosión en cárcavas fueron: Arroyo Colorado, San Andrés, Atécuaro y el Pedregal, localizadas en el sector suroccidental de la cuenca (Cuadro III.6, Figura III.3 y Mapa III.7). En el año 2000 las subcuencas más afectadas son: Santa Inés, Capula, Fontezuelas, Arroyo Colorado, San Lucas y Atécuaro (sector sur de la cuenca) (Cuadro III.7, Figura III.3 y Mapa III.8). La erosión se presenta principalmente en subcuencas con densidades de población relativamente bajas (hasta 100 hab/km<sup>2</sup>). El coeficiente de correlación entre las clases de densidad de población y la superficie porcentual erosionada por subcuenca es negativo y muy bajo para ambos años (-0.338 y -0.482). En este caso la densidad de población no explicaría el grado de degradación por erosión en cárcavas como en el caso del análisis realizado a nivel de municipios. Es decir, la densidad de población a nivel de subcuencas no se relaciona con la erosión. En todo caso, se observa que el desarrollo de superficies erosionadas se presenta en las subcuencas con menor densidad de población.

La caracterización permite reconocer que el problema de la erosión en la cuenca no es generalizado, es decir; no representa una superficie considerable; y está muy bien localizado. Esta primera caracterización permite generar un modelo espacial de erosión potencial; relativamente simple; pero que ha sido utilizado con éxito anteriormente (Bocco; 1990; Bocco et al. 1991). La primera aproximación al modelamiento de la erosión potencial se basa en el uso intensivo de técnicas de sobreposición y reclasificación de

bases de datos espaciales y tabulares dentro del marco de un SIG.

Cuadro III.6. Superficie en porcentaje afectada por erosión por municipio y por año (Mendoza et al, en prensa).

MUNICIPIOS	PORCENTAJE DE SUPERFICIE EROSIONADA	
	AÑO 1975	AÑO 2000
Acuitzio del Canje	0.83	0.18
Álvaro Obregón	0.00	0.06
Copándaro de Galeana	0.00	0.19
Cuitzeo	0.02	0.07
Charo	0.19	0.12
Chucándiro	0.07	0.14
Cd. Hidalgo	0.00	0.01
Huandacareo	0.00	0.03
Huiramba	2.48	1.07
Indaparapeo	0.02	0.58
Lagunillas	0.36	0.38
Morelia	0.32	0.65
Morelos	0.00	0.01
Pátzcuaro	0.00	0.01
Queréndaro	0.00	0.16
Quiroga	0.00	0.04
Tarimbaro	0.11	0.39
Tzintzuntzan	0.00	0.09
Zinapécuaro	0.03	0.29
Acámbaro	0.00	0.01
Salvatierra	0.00	0.00
Uriangato	0.00	0.07
Moroleón	0.01	0.01

Con la distribución espacial de las zonas de erosión, éstas se caracterizaron por medio de sobreposición cartográfica. La base de datos espacial de erosión se cruzó con las bases de datos de geología generalizada; suelos generalizados; pendientes; hipsometría y de unidades de relieve. Este modelamiento permitió reconocer las características de las zonas donde la erosión está presente en la cuenca. Una vez caracterizada la erosión se procedió a evaluar las clases por tema y reclasificar los mapas temáticos antes mencionados. Cada mapa temático se convirtió en un mapa que representaba sitios de erosión potencial (según el tema). Luego estos mapas mediante álgebra booleana se conjuntaron para conformar un mapa de erosión potencial de la cuenca (Mapa III.9).

El modelo aplicado indica que un 13 % de la cuenca se tienen las características ambientales de las zonas de erosión (alrededor de 500 km<sup>2</sup>). En consecuencia esta es el

área con posibilidades de presentar este tipo de erosión. Es decir, la superficie con la erosión potencial es 65 veces la superficie observada con presencia de erosión.

Cuadro III.7. Comparación de las superficies en porcentaje erosionadas por subcuenca para 1975 y 2000 (Mendoza et al, en prensa).

Subcuencas	Porcentaje de superficie erosionada		Subcuencas	Porcentaje de superficie erosionada	
	Año 1975	Año 2000		Año 1975	Año 2000
Arroyo Colorado	1.57	1.93	Jaripeo	0.25	0.10
Arroyo el Timbi	0.00	0.01	Lagunillas	0.79	0.47
Atécuaro	2.97	3.17	Las Pilas	0.13	0.26
Bordo Prieto	0.00	0.07	Los Naranjos	0.00	0.04
Buenavista	0.08	0.02	Los Pirules	0.38	0.48
Capula	0.02	1.35	Los Sauces	0.07	0.18
Copándaro	0.05	0.26	Nicolás Tumbast	0.00	0.04
Cuanajo	0.00	0.08	Ojos de Agua	0.05	0.93
Cuto de la Esperanza	0.04	0.27	Piñícuaro	0.00	0.27
Cuto del Porvenir	0.21	0.65	Queréndaro	0.00	0.45
Charo	0.24	0.32	Río Chiquito	0.08	0.60
Chiquimitio	0.05	0.30	Río Grande	0.11	0.45
Chucándiro	0.11	0.19	San Andrés	2.52	0.46
Chupícuaro	0.00	0.15	San Juan Tarara	0.14	0.37
El Fresnito	0.87	0.72	San Lucas Pío	0.09	2.09
El Pedregal	4.11	0.81	San Pedro Bogan	0.00	0.44
El Rocío	0.06	0.37	San Sebastián	0.00	0.26
El Tlacuache	0.00	0.23	Santa Inés	0.68	1.34
Fontezuelas	0.81	1.72	Santa Rita	0.00	0.88
Huandacareo	0.06	0.06	Tarimbaro-Queréndaro	0.06	0.27
Irámuco	0.00	0.04	Zinapécuaro	0.04	0.58



Figura III.2. Porcentaje erosión en la cuenca por municipio y por año (Mendoza et al, en prensa).

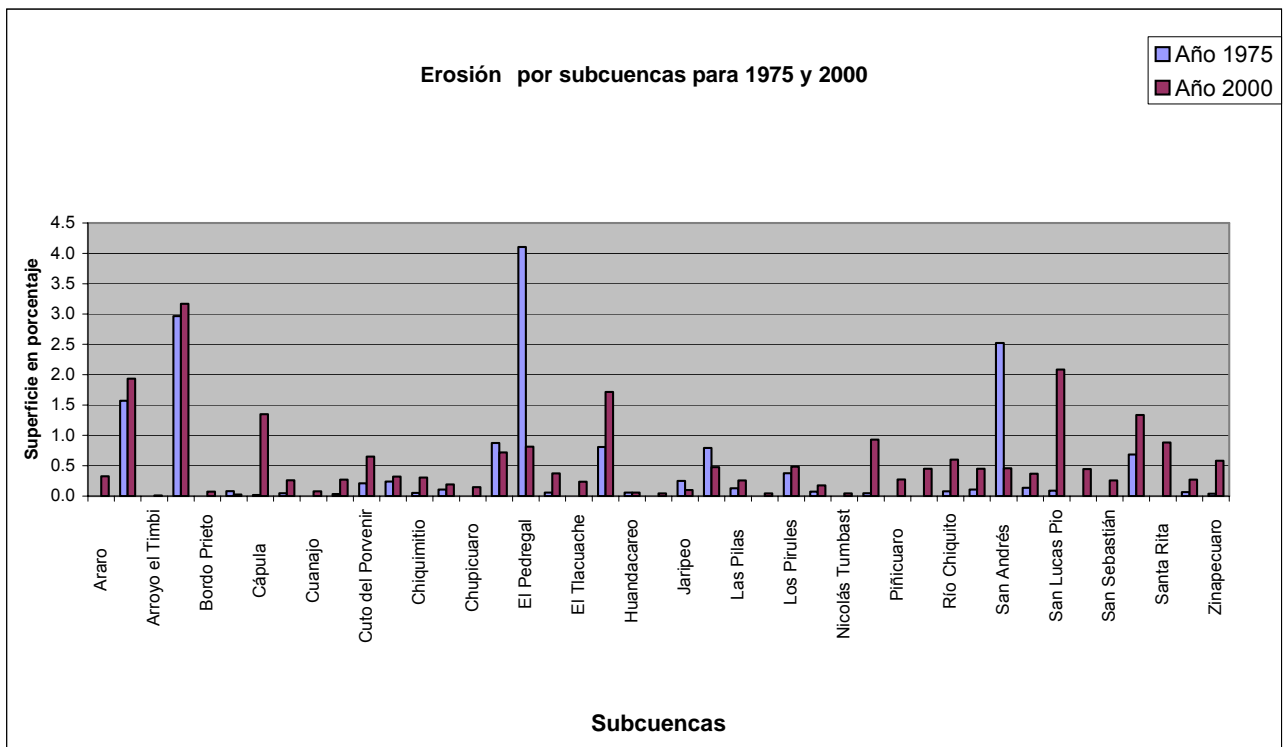
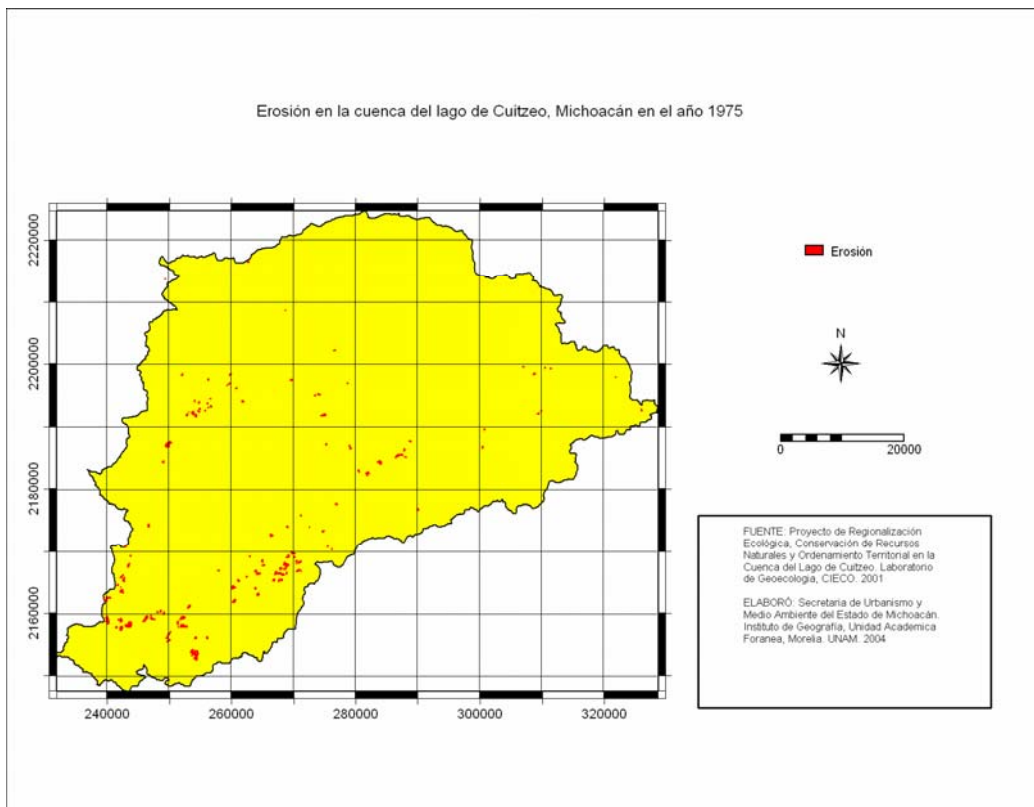
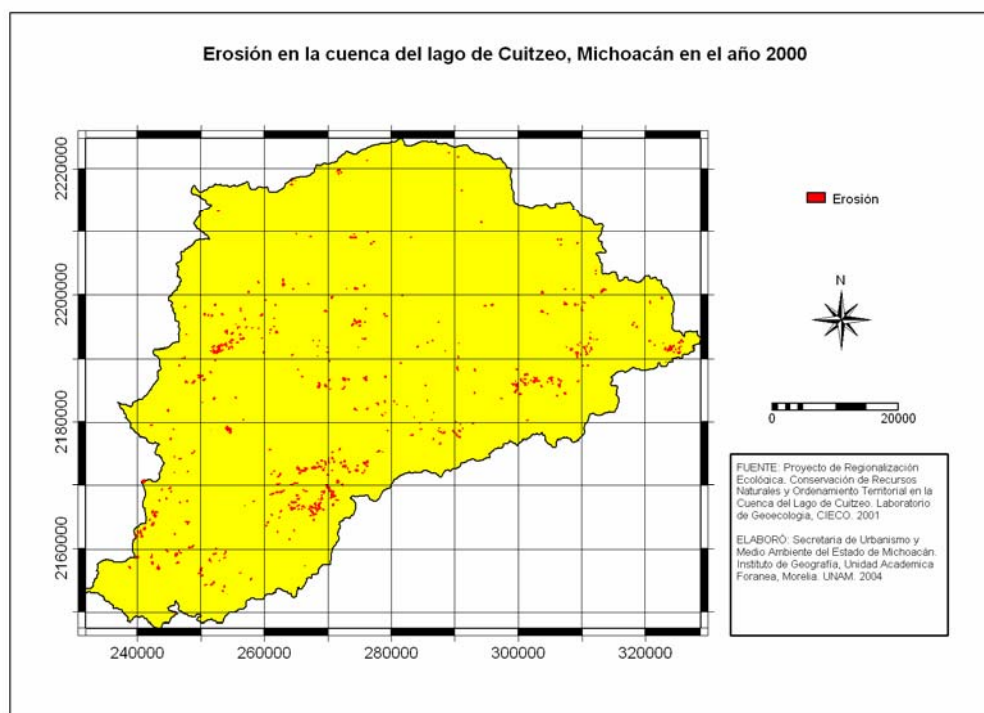


Figura III.3 Distribución de la erosión por subcuencas para 1975 y 2000. (Mendoza et al, en prensa).

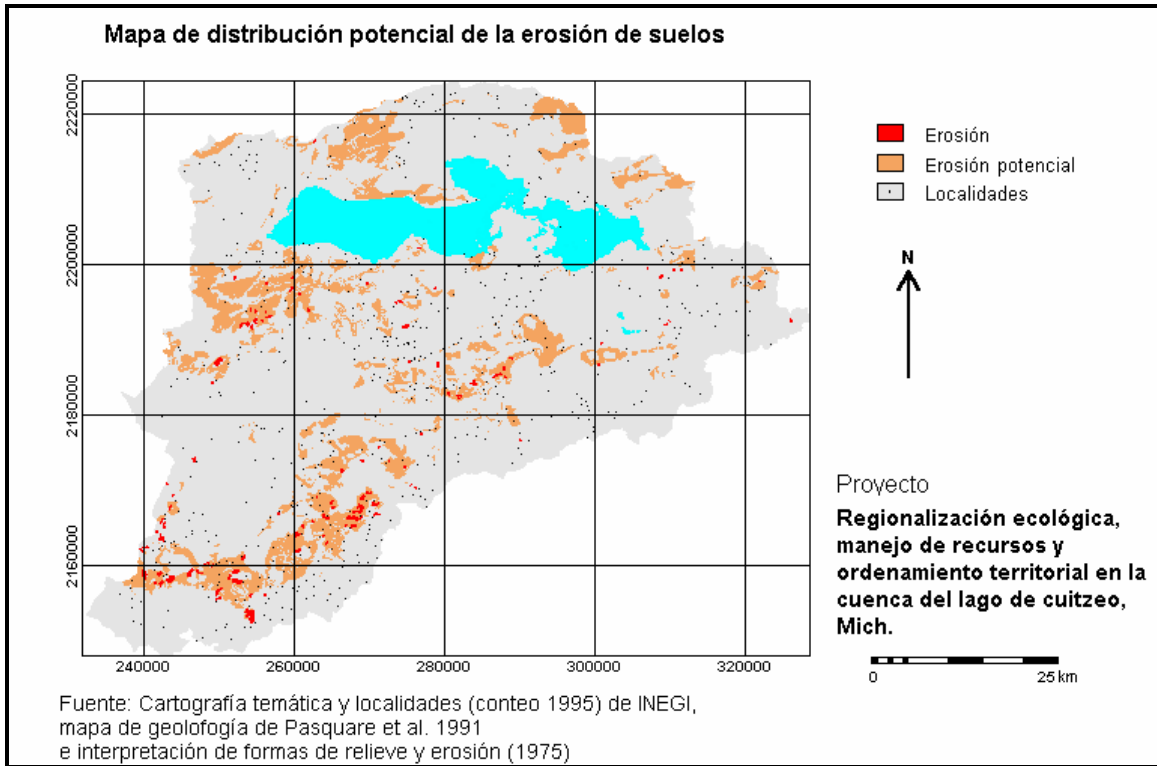


Mapa III.7. Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en 1975 (Mendoza et al, en prensa).



Mapa III.8. Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo en 2000 (Mendoza et al, en

prensa).



Mapa III.9. Distribución de la erosión potencial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo. (Mendoza, et al 2001).

Los resultados permiten concluir; que el problema de la erosión en la cuenca no está generalizado, es decir; no representa una superficie considerable. Además, está muy bien localizado y tomando en consideración las características de la cuenca y las prácticas de manejo, podrían incrementar de manera considerable la superficie erosionada; especialmente en algunas subcuencas como la de Atécuaro, al sur de la ciudad de Morelia. La cartografía de esta clase en el año 2000 indica que su superficie casi se duplicó en 25 años, pero a nivel de toda cuenca sólo se incrementó en un 0.16 %.

#### III.4 Análisis de conflictos territoriales y sectoriales

El análisis de conflictos señala las unidades en las que no se está llevando a cabo un manejo adecuado y sostenible, por medio de la evaluación de zonas en las que el aprovechamiento de recursos no está de acuerdo con la capacidad productiva de las unidades geomorfológicas. El análisis consiste en la comparación de los usos de suelo



actuales con los resultados de la evaluación de usos potenciales de la tierra (Rodríguez, 1995; Valenzuela, 2002).

Un conflicto se refiere a las diferencias que han sucedido por largo plazo y que difícilmente pueden ser resueltas por una solución o acercamiento de corto plazo (Rodríguez, 1995). El análisis de conflictos forma parte del diagnóstico en proceso de OET y es fundamental en la selección de políticas u opciones del uso adecuado de los recursos (Bacic, *et al.*, 2003). El análisis de conflictos sirvió de base para desarrollar el esquema de ordenamiento territorial de la cuenca de Cuitzeo y consecuente desarrollo sustentable de la misma.

Se realizó una sobreposición cartográfica de las bases de datos de cobertura vegetal y uso del suelo del año 2000 y las de evaluación de aptitud con el objeto de ubicar espacialmente los conflictos. La leyenda del mapa de aptitud potencial incluye todos los usos posibles que las unidades de relieve pueden acoger según la evaluación de tierras.

El análisis de conflictos requiere de la construcción de una matriz de dos dimensiones, que permitió tipificar los conflictos. Por ejemplo: “Si en el mapa de aptitud la clase es forestal y en el mapa cobertura de 2000 la clase es cultivos de temporal, entonces reclasificar el mapa y adjudicar a esta zona la clase conflicto forestal-agrícola”.

Este mapa muestra los principales conflictos de uso del suelo, que son los derivados de las actividades agrícolas (15 %) y los conflictos por crecimiento urbano (5%). Alrededor del 70% del área de la cuenca no presenta ningún tipo de conflicto (Figuras III.4 y Mapa III.10). Los conflictos con actividades agrícolas son debido a que las áreas cultivadas no tienen vocación para ello, o porque ciertas áreas con cultivos de temporal tienen vocación para riego. Los conflictos por crecimiento urbano corresponden a aquellas áreas en donde existe desarrollo urbano sin vocación para urbanización.

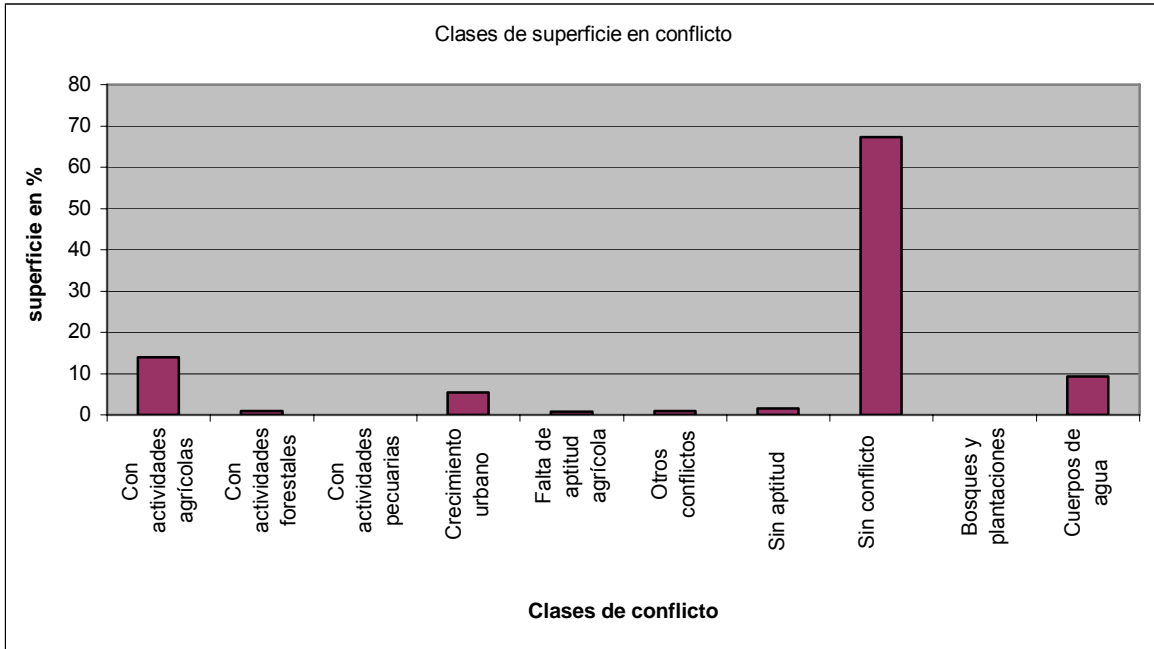
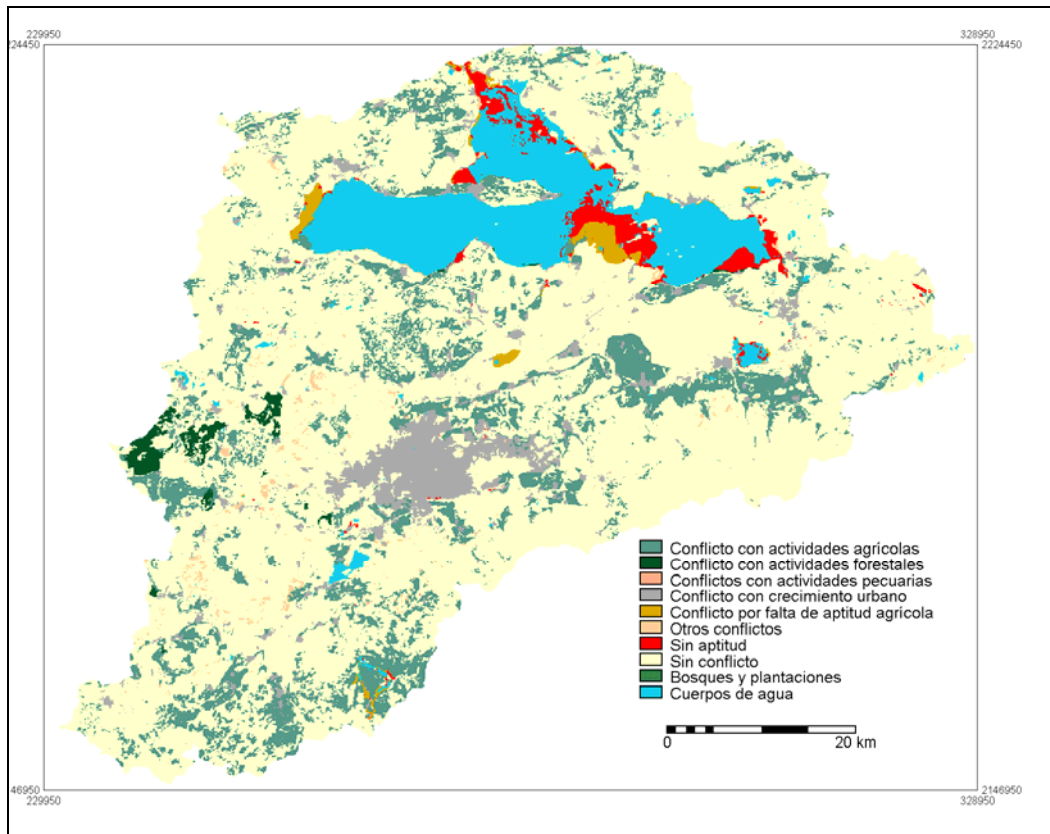


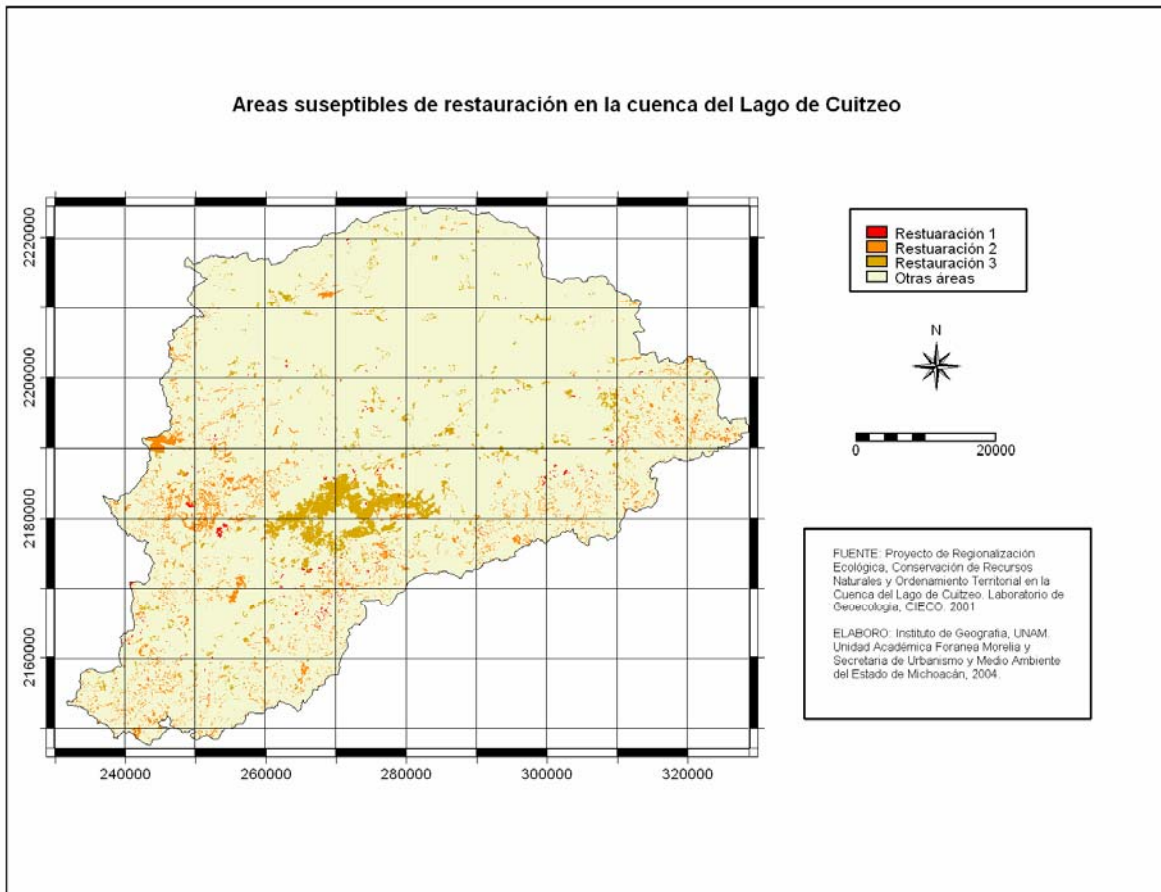
Figura III.4 Superficies ocupadas por las clases de conflicto de uso del suelo.



Mapa III.10. Mapa de conflicto de uso del suelo.

### III.5 Áreas susceptibles de restauración

Durante la etapa de diagnóstico de la cuenca se delimitaron los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo que favorecen la degradación de la cuenca. Los procesos de degradación detectados son deforestación (9 %), erosión severa (0.2%) y la contracción del lago por falta de aporte de agua (10%). En consecuencia, las áreas sujetas a estos procesos fueron seleccionadas como áreas en las que se deberá promover la contención del deterioro y el restablecimiento de los servicios ambientales. La distribución espacial de las áreas de restauración se presenta en la Mapa III.11. Las áreas susceptibles para restauración cubren una superficie de 198 km<sup>2</sup> de la superficie de la cuenca.



Mapa III.11. Distribución de las áreas que requieren restauración.

## ***IV. ETAPA DE PRONÓSTICO***

El objetivo de esta etapa es examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas considerando, entre otras cosas, las tendencias de degradación de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Quizá la etapa más compleja del proceso de ordenamiento ecológico territorial es la prospectiva territorial. Es un momento del programa donde se requiere capacidad creativa, ecuanimidad, concertación y sobre todo un profundo conocimiento técnico de los resultados tanto del diagnóstico como de la evaluación (IGAC, 1997).

La complejidad e integralidad inherente al proceso de OET, demanda de una metodología lo suficientemente “potente” para el análisis global (no general) del entorno socio-económico, cultural, ambiental y político, y de sus evoluciones futuras, lo cuál permitiría a las instancias competentes una gestión más certera y responsable del desarrollo territorial regional.

Las limitaciones de los métodos clásicos (análisis y previsión) para prever el futuro basándose únicamente en datos del pasado e incapaces de integrar parámetros cualitativos o de difícil cuantificación (como algunos comportamientos sociales), marcan la diferencia que ofrece la alternativa prospectiva, la cual se constituye en un instrumento para construir el futuro, modificando el presente. Por ende, la prospectiva implica una reflexión para la acción y la clave para comprender y explicar los cambios (IGAC, 1997).

En México, los procesos de uso y ocupación del territorio se han caracterizado por una gran dinámica e incertidumbre. Actualmente, estos procesos responden cada vez más a externalidades o a los cambios asociados a la apertura económica en el contexto de la globalización. Obviamente, también tienen una notable influencia los modelos tradicionales de aprovechamiento de recursos naturales, los patrones socioculturales de organización y los estilos de desarrollo definidos por los gobiernos.

En este contexto de “riesgo a la ruptura de las tendencias” obliga el diseño de una línea estratégica de futuro, a través de instrumentos de planificación, para lo cual la prospectiva presentará los escenarios más probables y con un esfuerzo mayor los escenarios deseados o alternativos (IGAC, 1997).

La prospectiva del programa de OET se basa en la observación del comportamiento futuro de las alternativas identificadas, para lo cual se apoya en el diseño y concertación de una imagen objetivo, que se materializa en alternativas de uso y ocupación del territorio: aproximadas a las expectativas sociales, funcionalmente eficientes, ambientalmente sostenibles y ajustadas a las políticas y estrategias de desarrollo previamente definidas en el Plan Estatal de Desarrollo.

En síntesis, la imagen objetivo se constituye en un escenario compatible y concertado de desarrollo territorial, basado en la intervención o modificación de las tendencias no deseables y las exploraciones de nuevas alternativas. La propuesta de alternativas debe ser flexible y permitir ajustes progresivos a la imagen objetivo (IGAC, 1997).

El producto final de esta fase es una serie de escenarios expresados en un conjunto de modelos territoriales futuros, que luego de un proceso de consenso, compatibilización y análisis de viabilidad se constituyen como la propuesta de OET.

Básicamente la etapa de pronóstico busca identificar futuros probables y futuros deseables, sobre la base de que el futuro es una realidad múltiple, es decir, que los hechos actuales pueden evolucionar de diversas maneras y presentarse de diferentes formas en el futuro (Mojica, 1991).

Dentro de todas las formas posibles de futuro (futuribles), las que mayor opción tienen son las correspondientes a los futuros probables, es decir, los escenarios futuros que es posible prever, conociendo la actividad que realizan hoy los actores, así como sus proyectos, anhelos, aspiraciones, expectativas y temores (IGAC, 1997).

Los futuros probables se determinan con ayuda de tres medios: los expertos, los actores y las leyes matemáticas de probabilidad. Los expertos son los que conocen a fondo los problemas. Los actores son quienes toman las decisiones clave relacionadas con el

problema. Las leyes matemáticas de la probabilidad ayudan a organizar y manejar los juicios de expertos y actores (Mojica, 1991).

No siempre los futuros probables son buenos, lo que obliga a buscar futuros deseables, es decir, el horizonte, la imagen objetivo a donde debemos encaminar nuestros pasos, si queremos que las cosas cambien significativamente, o si se quiere cambiar los pronósticos de los escenarios probables (IGAC, 1997).

La importancia de los futuros probables es el de generar insatisfacción, a partir de la cual se puede presentar una de las siguientes actitudes: si el escenario probable es negativo, lo más seguro es que la conducta de los actores se oriente a corregirla desde ahora. Si por lo contrario, el escenario es bueno, estos actores se sentirán impulsados a mejorarla (Mojica, 1991).

En esta fase se construyen los principales escenarios posibles sobre el territorio, tomando en cuenta las tendencias actuales (escenario tendencial), la influencia de procesos externos a nuestra región de trabajo (escenario estratégico) y la propuesta para la resolución de los conflictos basada en la transición hacia el desarrollo sustentable (escenario factible).

## **ESCENARIO TENDENCIAL**

### **Aspectos socioeconómicos**

La principal ocupación en los municipios de la cuenca es en las actividades primarias lo que representa una fuerte presión hacia los recursos naturales y un bajo nivel de vida para la población.

El crecimiento poblacional indica que el municipio de Morelia es el principal atractor de la población rural, debido a que cuenta con mayores oportunidades de empleo que el resto de los municipios al asentarse en la capital del estado. La tasa de crecimiento indica que la inmigración de los pobladores rurales a la capital ha aumentado significativamente en los últimos años, lo que representa mayor demanda de empleos y de bienestar social.

Contrario a lo que sucede en el municipio de Morelia, los municipios de Huandacareo,

Álvaro Obregón, Chucándiro, Santa Ana Maya y Zinapécuaro presentaron un decrecimiento de su población debido principalmente a la migración hacia los Estados Unidos.

El índice de migración es en general medio en la cuenca, a excepción del municipio de Morelia. Los municipios de Copándaro y Chucándiro presentan una marginación alta ya que carecen de servicios e infraestructura, una proporción alta de analfabetismo y pocas fuentes de empleo y por consiguiente bajo nivel de vida; lo anterior refleja la falta de apoyo de los programas gubernamentales fuera de la capital del estado.

#### Aspectos ambientales

Aun cuando se registra una recuperación de la cobertura vegetal por matorralización, los cambios de uso de suelo forestal hacia la agricultura y la ganadería fueron significativos antes de los 70's, además de la fragmentación que con ello ocurrió, son pocas las comunidades de bosque que tienen una estructura continua ya que la mayoría presentan áreas de pastizales y agricultura de temporal intercaladas.

El crecimiento de matorrales en función de la reducción de la superficie de pastizales y cultivos de temporal y bosques, se ha dado principalmente por el abandono de tierras debido en gran medida a la migración de la población hacia los Estados Unidos.

El crecimiento de los asentamientos humanos, principalmente la capital del estado, sobre plantaciones y cultivos de riego y temporal, es uno de los cambios más relevantes en la cuenca, debido a que gracias a ello se ha provocado la pérdida de suelos de alta calidad agrícola ya que la ciudad de Morelia crece a pasos agigantados sobre los terrenos de cultivo esencialmente hacia el norte en sus límites con el municipio de Tarímbaro y aun más allá.

El crecimiento de la vegetación acuática en el lago se debe principalmente a la contaminación por aguas negras provenientes de la ciudad de Morelia, lo que ha ocasionado la baja del mercado de la pesquería de las comunidades ribereñas.

El uso de agroquímicos y herbicidas es una práctica común en la parte baja de la cuenca donde la actividad agrícola predomina, la práctica de riego con aguas negras es también

una fuente de contaminación importante para el suelo y los cultivos.

La quema de pastizales contribuye a la erosión del suelo y el ganado destruye la vegetación rasante y provoca la formación de canalillos que posteriormente se convierten en cárcavas.

La erosión en cárcavas continuará en aumento debido a que no se han implementado programas de revegetación que permitan la recuperación del suelo en áreas desmontadas.

La contaminación del lago con la consecuente pérdida de biodiversidad y crecimiento de vegetación acuática seguirán en aumento de no implementarse los programas de saneamiento y protección.

## **ESCENARIO ESTRATÉGICO**

El manejo del agua será un aspecto muy importante para hacer un uso más eficiente de los recursos naturales de la cuenca.

Las zonas inundables sin aptitud para las principales actividades económicas, deberán ser utilizarlas como áreas para conservación de la biodiversidad o para recreación según sea el caso.

Promover la densificación de la ciudad de Morelia y no la expansión sobre terrenos agrícolas y con vegetación arbórea que la circunda será un elemento indispensable para disminuir la presión hacia los ecosistemas boscosos y las áreas agrícolas de alta producción.

Establecimiento de plantas de tratamiento, principalmente del municipio de Morelia

La promoción de manera equilibrada del desarrollo socioeconómico, paralelamente con espacios geográficos suficientes para mantener los bienes y servicios ambientales, los cuales sustentan las actividades productivas, garantiza el desarrollo sustentable de una



región. Dicho desarrollo se basa en la delimitación de políticas territoriales que reflejan el potencial y limitantes naturales de la región.

Los resultados anteriores permiten sugerir que las políticas de ordenamiento territorial deben ir encaminadas a disminuir la dinámica de cambio de los procesos de deforestación, deterioro de bosques y urbanización, y favorecer los cambios relacionados con la matorralización y reforestación de la cuenca, mediante una política de restauración que revierta la degradación ambiental de los sitios definidos por el análisis; y por políticas de conservación de las áreas estratégicas que sustentan los bienes y servicios ambientales de la cuenca.

Basados en la evaluación de tierras, el análisis de conflictos de uso del suelo, el análisis del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo, así como de las condiciones socioeconómicas de la región, se delimitaron superficies de ser manejadas bajo las siguientes políticas territoriales:

- ❖ Aprovechamiento
  - Uso forestal
  - Uso Frutícula
  - Uso Pecuario
  - Uso Agrícola de riego
  - Uso Agrícola de temporal
  - Uso Agropecuario
- ❖ Conservación
- ❖ Restauración
- ❖ Protección

Las políticas de aprovechamiento promueven el desarrollo y reconocen la necesidad de modificar o perder servicios ambientales; sin embargo, también deben estar restringidas a la oferta ambiental de las mismas, que en consecuencia no ponga en riesgo la sustentabilidad de los sistemas productivos.

En este sentido, las zonas susceptibles de aprovechamiento forestal requieren la elaboración de un plan de manejo forestal que defina cuanta madera puede ser extraída y

cuales son los mejores sitios forestales.

Las áreas susceptibles para uso frutícola y de agricultura de riego en la cuenca requieren mejorar las técnicas de riego para minimizar las pérdidas del recurso agua. Además, esta zona requiere ser regada con aguas tratadas, ya que actualmente es irrigada con aguas negras provenientes de la Ciudad de Morelia. La colocación de plantas de tratamiento de aguas negras no sólo minimizará la degradación de las tierras por contaminación, sino que tendrá efectos muy positivos en la restauración y conservación de cuerpo de agua del lago de Cuitzeo.

### **ESCENARIO FACTIBLE**

Para la consecución de los objetivos del presente ordenamiento será necesaria la realización de diversas acciones intergubernamentales que:

a) Promuevan el apoyo a las actividades secundarias y terciarias (creación de fuentes de empleo), con lo que se logrará al mediano y largo plazo, la disminución de la presión sobre los recursos naturales y la generación de empleos que además de traer beneficios económicos a la población, reducirá la migración.

b) Fomenten el turismo tanto ecológico como cultural e histórico (zonas arqueológicas).

c) Vinculen programas de gobierno con proyectos de instituciones de investigación y organizaciones no gubernamentales en pro de la conservación y la restauración, en especial en la ribera del lago.

d) Fomenten la ganadería semiestabular, a fin de minimizar los daños al suelo, a la recarga de acuíferos y a los cambios de uso del suelo en áreas forestales.

e) Establecimiento de un mecanismo de control en el uso de aguas negras para riego, el uso indiscriminado de agroquímicos.

f) Rescate la agricultura de hortalizas en la ribera del lago, principalmente en el municipio de Álvaro Obregón

g) Establecimiento de plantas de tratamiento en las ciudades más pobladas como Morelia o que se localizan en la ribera del lago y vierten sus aguas negras directamente al cuerpo de agua como Álvaro Obregón.

## **V. ETAPA DE PROPUESTA**

De acuerdo al Artículo 45 del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico de la LGEEPA, la etapa de propuesta tendrá por objeto generar el modelo de ordenamiento ecológico del territorio, en el cual se incluirán los lineamientos y estrategias ecológicas.

Asimismo el Artículo 47 del mismo reglamento señala que se deberá someter, con la concurrencia de los gobiernos locales, el producto final de la etapa de caracterización y la propuesta de programa de ordenamiento ecológico regional a un proceso de consulta pública que deberá incluir, entre otras cosas, la realización de talleres de planeación para promover la participación social corresponsable.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) es el producto final de un Programa de Ordenamiento Ecológico en el cual se plasman las propuestas de manejo con base en el análisis de los atributos del medio físico, biológico, social y económico, la aptitud potencial del territorio y de los procesos que ocurren en el mismo.

Es el producto del análisis de las etapas de caracterización, diagnóstico y pronóstico y de un amplio consenso social con los diferentes actores involucrados en el uso del territorio de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, cuyo objetivo principal es proponer el mejor escenario para dirigir las políticas públicas de gobierno en busca de un mejor nivel de vida de la sociedad y un manejo sustentable de los recursos naturales.

La representación en un sistema de información geográfica, es en si el modelo de ordenamiento el cual está conformado por las unidades de gestión ambiental (UGA's), las políticas ambientales y sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas.

### **Escala de trabajo**

La Escala de trabajo está directamente relacionada con los objetivos y alcances de un ordenamiento regional como la definición de las políticas públicas y la planeación de los programas sectoriales de los gobiernos estatal y federal.

Para el caso de los ordenamientos regionales se considera que la escala de trabajo adecuada va de 1:250,000 a 1:100,000, sin embargo la información base para la

obtención del modelo de ordenamiento es de 1:50,000 lo que permitió definir áreas homogéneas más precisas con similares coberturas y usos de suelo que facilitan la planeación a nivel regional, la definición de la inversión pública y definición de programas intermunicipales y la inducción del uso sustentable del territorio.

La metodología seguida para este ordenamiento es la propuesta por Rosete (1998) y el Instituto Nacional de Ecología (2005), donde proponen la utilización de la regionalización ecológica, cuyas unidades geomorfológicas resultantes son utilizadas para realizar la evaluación de tierras que representa la oferta ambiental del territorio en estudio. Dicha oferta debe confrontarse con el uso actual del suelo que representa la demanda, lo cual nos permite detectar los conflictos ambientales y las coincidencias existentes para generar la propuesta de ordenamiento ecológico. El proceso que se siguió para la construcción del programa de ordenamiento se presenta en la figura V.1.

### **V.1 Talleres participativos**

A partir de la obtención del mapa de conflictos se procedió a la realización de talleres participativos con los principales actores de la región.

Para garantizar que la participación y la construcción del modelo fueran las adecuadas, fue necesario definir la escala de gestión, la cual sirviera de apoyo para la selección de los participantes a fin de obtener una visión regional de la situación de la cuenca y evitar las interpretaciones individuales a nivel de predio, parcela o comunidad.

Los talleres fueron dirigidos a las dependencias del gobierno estatal y federal, los gobiernos municipales, organizaciones no gubernamentales con incidencia en la región, asociaciones de productores de las principales actividades productivas de la región (agricultores, ganaderos, forestales, pescadores, industriales, etc.), e instituciones de investigación en el estado. Asimismo se tomó como referencia la estructura de planeación creada por la Secretaría de Planeación del gobierno estatal específicamente la de los Subcomités de Planeación y Desarrollo Regional Sustentable (SUPLADER)

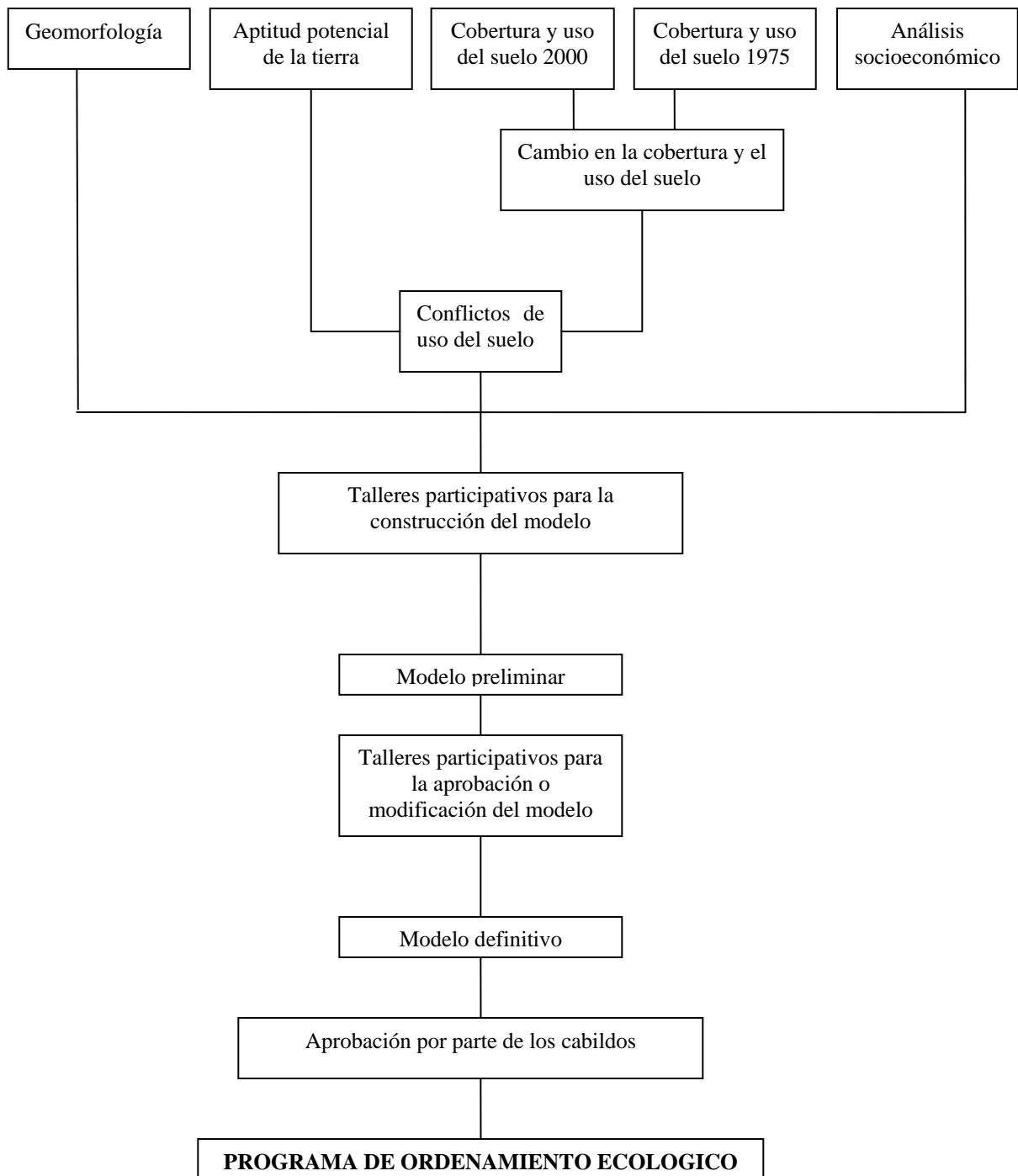


Figura V.1. Proceso general para la construcción del esquema de ordenamiento ecológico territorial.

Para lograr el consenso entre los sectores productivos de la región se llevaron a cabo un total de 5 talleres participativos.

El primero de ellos fue regional, con la participación de los 13 municipios de la región, dependencias gubernamentales estatales y federales, ONG's e Instituciones académicas.

A fin de que las aportaciones de la sociedad y el consenso entre sectores fueran más significativos se llevaron a cabo 3 talleres microrregionales, es decir, se agruparon los municipios cercanos entre sí, para de esta manera lograr mayor participación y consenso (Cuadro V.1). Los asistentes a estos talleres fueron, por parte de la sociedad civil, representantes de asociaciones de productores, comisariados ejidales y jefes de tenencia principalmente; ONG's; representantes de los ayuntamientos (regidores, secretarios y directores); representantes de las dependencias del gobierno federal y estatal e instituciones de investigación.

Cuadro V.1. Talleres participativos realizados en la cuenca del lago de Cuitzeo.

SEDE	MUNICIPIOS PARTICIPANTES
Cuitzeo	Santa Ana Maya Cuitzeo Chucándiro Copándaro Huandacareo
Morelia	Morelia Tarímbaro Acuitzio
Álvaro Obregón	Álvaro Obregón Indaparapeo Zinapécuaro Charo Queréndaro

#### Talleres participativos microrregionales

Los principales resultados de estos talleres fueron la definición de unidades de gestión ambiental y la asignación de los usos propuestos en cada una de ellas, basados en la aptitud natural del territorio y de la existencia de conflictos de uso del suelo. Asimismo se definieron los usos compatibles, condicionados e incompatibles los cuales se definen a continuación:

**A) Uso propuesto.** Uso que se propone por unidad de gestión ambiental ya sea el suelo actual establecido con un mayor grado de ocupación de la unidad territorial cuyo desarrollo es congruente con las características y diagnóstico ambiental (aptitud territorial) y que se quiere incentivar en función de las metas estratégicas regionales o la transición entre el uso actual al uso óptimo de acuerdo a su aptitud natural.

**B) Uso compatible.** Uso del suelo o actividad que puede desarrollarse simultáneamente espacial y temporalmente con el uso propuesto. No requiere regulaciones estrictas esenciales por las condiciones y diagnóstico ambiental.

**C) Uso condicionado.** Uso del suelo o actividad que se desarrolla en apoyo a los usos propuestos y compatibles. Por sus características requiere de regulaciones estrictas especiales que eviten un deterioro al ecosistema.

**D) Uso incompatible.** Uso del suelo o actividad actual que no es recomendable en determinada el área debido a que causa un deterioro en el ecosistema o un conflicto con el uso propuesto o compatible.

A cada una de las UGA's también les fue asignada la política ambiental, que de acuerdo con la SEDUE (1988) se refieren a lo siguiente:

**A) Aprovechamiento.** Se aplica en áreas con usos productivos actuales o potenciales. Permite la explotación y manejo de los recursos naturales renovables y no renovables de manera sustentable. Permite la modificación de la estructura y funcionamiento de un ecosistema, promueve el desarrollo, reconoce la necesidad de modificar o perder servicios ambientales tratando de reducir al mínimo el impacto negativo sobre el medio ambiente.

**B) Conservación.** Se aplica a áreas que cumplen una función ecológica relevante. Permite un manejo sustentable de los recursos naturales, manteniendo la estructura y función de los ecosistemas, se permiten actividades que garanticen la permanencia de los servicios ambientales. Entre las áreas a las que se les puede aplicar esta política se encuentran los paisajes, pulmones verdes, áreas de amortiguamiento contra la contaminación o riesgos industriales, áreas de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanos.

**C) Protección.** Se aplica en las áreas que presenten ecosistemas con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y



ecológicos así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, principalmente las endémicas, raras, amenazadas o en peligro de extinción.

Permite un manejo sustentable con fines recreativos, científicos o ecológicos, que mantenga la composición, estructura y los servicios ambientales del ecosistema, Se prohíben las actividades productivas para garantizar la permanencia de especies o ecosistemas relevantes.

**D) Restauración.** Se aplica a zonas con procesos acelerados de deterioro ambiental como contaminación, erosión y deforestación. Promueve la recuperación de zonas degradadas, con posibilidad de manejo sustentable a mediano plazo. Se promueve la contención del deterioro y el reestablecimiento de los servicios ambientales.

Las políticas ambientales se asignaron con base en las características ambientales y socioeconómicas, así como a la aptitud y uso actual que predomina en cada UGA, los cuales lo hacen diferenciarse del resto en cuanto a su forma de uso y manejo.

De esta manera se obtuvo el modelo preliminar basado en los resultados del estudio técnico y de los talleres participativos logrando el consenso entre los sectores involucrados.

### **Talleres sectoriales**

Una vez obtenido el modelo preliminar, se realizaron dos talleres sectoriales con el apoyo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y la Comisión de Pesca del gobierno del estado. En el primero de ellos se contó con la participación de los integrantes de los consejos distritales de la región Cuitzeo en el que se abordaron los temas de agricultura, uso forestal y pecuario. El segundo taller fue realizado exclusivamente con asociaciones de pescadores del lago de Cuitzeo. Esta serie de talleres tuvieron como propósito principal la definición de lineamientos, criterios y estrategias ecológicas por unidad de gestión ambiental, lo que permitió construir el modelo definitivo.

### **Modelo definitivo**

El modelo de Ordenamiento ecológico de la Cuenca del Lago de Cuitzeo obtenido de los talleres está conformado por un total de 202 UGA's (Anexo IV.1 y IV.4), el cual está representando en un Sistema de Información Geográfica asociado a una base de datos

(Figura V.1).

En el MOE los usos propuestos están representados por un color y las políticas ambientales por un achurado.

Para la identificación de las UGA's éstas se representan por una clave que simboliza el uso propuesto y un número consecutivo único para cada unidad. Las claves de uso que se utilizaron fueron las siguientes: Agricultura de riego (Ar), Agricultura de temporal (At), Agropecuario (AP), Asentamientos humanos (Ah), Forestal (F), Frutícola (Fr), Bienes y Servicios Ambientales (BSA), Pecuario (P) y Pesca (Pe).

Las bases de datos asociadas al MOE, están conformadas por el uso propuesto, compatible, condicionado e incompatible; la política ambiental, los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas por UGA.

### **Criterios Ecológicos**

Los criterios ambientales son indicaciones que especifican la intensidad de uso y aprovechamiento de los recursos y establecen límites de calidad en los elementos naturales, tasas de explotación y medidas para evitar el deterioro ambiental. Estos pueden complementarse o hacer referencia a normas oficiales mexicanas y pueden ser formulados por sectores o en forma general para toda el área de ordenamiento. El objeto de los criterios es inducir un aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales, empleando tecnologías limpias y no degradantes, además de que pueden ser indicaciones restrictivas en cuanto a prácticas inadecuadas de manejo de los recursos (SEDUE, 1988).

Los criterios ambientales se obtuvieron de los establecidos por las normas oficiales mexicanas y de algunos otros ordenamientos, así como de los talleres realizados con las dependencias gubernamentales que apoyan y promueven el uso sustentable y la mejora en las tecnologías de aprovechamiento de los recursos, asimismo se incluyeron las aportaciones de los diferentes actores involucrados, principalmente los del sector productivo y de investigación.

Los criterios ecológicos se establecieron para cada uno de los usos que se desarrollan en

la cuenca, con el fin de que permitan garantizar el uso adecuado de los recursos disponible en la cuenca y de revertir los procesos de degradación.

La tabla de criterios producto de este OET se muestra en el Anexo IV.2.

### **Lineamientos y estrategias ecológicas**

Los lineamientos ecológicos son las metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de una unidad de gestión ambiental (Reglamento en materia de ordenamiento ecológico, 2003).

Una estrategia ecológica es la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de estudio (Diario Oficial de la Federación 2003). Las estrategias para lograr cumplir con los criterios y lineamientos son los programas que las dependencias de gobierno aplican en la región para su desarrollo.

Los lineamientos ecológicos fueron producto del análisis de los conflictos ambientales en la cuenca y de las necesidades de desarrollo en la región y los talleres realizados con las dependencias gubernamentales, y los diferentes sectores involucrados. Los cuales tienen por objeto cumplir con los objetivos plantados en este OET.

Los lineamientos y estrategias ecológicas para lograr los objetivos del OE del lago de Cuitzeo se aplicaron para cada uno de los usos ya mencionados con el fin de lograr la planeación bajo un esquema de desarrollo socioeconómico garantizando un manejo sustentable de los recursos naturales de la región Anexo IV.3.

## **V. 2. Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE)**

### **Uso propuesto predominante**

Dentro de la cuenca el uso forestal es el que predomina, encontrándose 53 UGA's, las cuales representan el 32.5% de la superficie decretada, mientras que las UGA's con uso pecuario representan el 23.7% del territorio, ambos usos constituyen más del 55% de la superficie de la cuenca (Cuadro V.2 y anexo IV.4).

Las UGA's de asentamientos humanos fueron un total de 38 representados por grandes ciudades (Morelia y sus tenencias) y las cabeceras municipales que representan solo el

7.5 % de la superficie decretada, sin embargo es importante resaltar que la cuenca se encuentra en proceso de urbanización como lo señala López (2001).

Es importante resaltar el papel de la agricultura de riego (23 UGA's) que ocupa una superficie que corresponde al 12 % de la cuenca, la cual se desarrolla principalmente en el valle Morelia-Queréndaro, donde se obtienen la mayor parte de los productos agrícolas que abastecen a la ciudad de Morelia. Además es importante mencionar la problemática de estas zonas ya que gran parte del riego se hace con aguas negras lo que repercute en la baja venta de los productos agrícolas, así como en la salinización del suelo.

Cuadro V.2. Tabla de usos propuestos respecto al total de la superficie de la cuenca decretada en el OET.

Uso propuesto	Clave de Uso	Número de uga's	Superficie en hectáreas (ha)	Superficie en Porcentaje (%)
Agricultura de riego	Ar	23	46,048	12.4
Agricultura de temporal	At	6	5,239	1.4
Agropecuario (Pecuario extensivo y agrícola)	AP	14	37,523	10.1
Asentamientos humanos	Ah	38	27,805	7.5
Forestal	F	53	120,553	32.5
Frutícola	Fr	5	1,683	0.5
Bienes y Servicios Ambientales	BSA	23	10,276	2.8
Pecuario	P	30	87,800	23.7
Pesca	Pe	10	34,024	9.2
Total área decretada		202	370951	100

Los usos propuestos de acuerdo a la política ambiental se muestran enseguida:

**Agricultura de riego:** Se presentó en 23 UGA's, de las cuales 22 tienen una política de aprovechamiento y solo una, que se localiza en el municipio de Tarímbaro, con una política de conservación. Las áreas con agricultura de riego se localizan principalmente en el valle Morelia-Queréndaro, en la rivera del lago y en el sur de la cuenca a orillas de la carretera Morelia-Pátzcuaro (Cuadro V.3).

Estas zonas presentan problemáticas particulares, tal es el caso de la rivera del lago en periodos en que el nivel del cuerpo de agua es muy bajo, presentándose conflictos entre los pescadores y los agricultores por el uso del terreno en sus actividades, o el establecimiento de asentamientos humanos.

En el valle Morelia-Queréndaro los conflictos se presentan por el uso de aguas negras

para riego, salinización del suelo, falta de sistemas de riego e inundaciones.

Cuadro V.3. UGA's de agricultura de riego de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Agricultura de riego	Aprovechamiento	22	45,852	99.6
	Conservación	1	196	0.4
Total		23	46,048	100

**Agricultura de temporal:** en la cuenca solo se encuentran 6 UGA's con este tipo de uso propuesto y todas ellas tienen una política de aprovechamiento. La superficie más grande de agricultura de temporal se localiza al sur de la presa Malpaís. Dos UGA's se localizan en las cercanías de Huiramba y dos al norte y sur de Cuto de la Esperanza. Sin embargo la agricultura de temporal esta distribuida en toda la cuenca.

**Agropecuario:** este uso tiene 12 UGA's (99.3% de su superficie) con política de aprovechamiento y 2 UGA's con política de conservación las cuales se localizan en el municipio de Tarímbaro. Este uso propuesto se localiza principalmente al oriente del lago de Cuitzeo y al centro sur entre las ciudades de Morelia, Álvaro Obregón y Queréndaro. Las actividades en esta zona son principalmente una mezcla entre el uso pecuario de tipo extensivo y la agricultura de temporal (Cuadro V.4).

Cuadro V.4. UGA's de uso propuesto agropecuario de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Agropecuario	Aprovechamiento	12	37,248	99.3
	Conservación	2	275	0.7
Total		14	37,523	100

**Asentamientos humanos:** Las UGA's con este uso propuesto fueron 38 y ocupan una superficie de 27,800 ha aproximadamente con una política de aprovechamiento. Las UGA's de asentamientos humanos corresponden principalmente a los asentamientos urbanos que, de acuerdo con el INEGI, son aquellos que tienen más de 2,500 habitantes. En el año 1970 existían en la cuenca 392 localidades que contaban con una población 380.787 habitantes (16.4% de la población estatal), las cuales se incrementaron a 687 en el año 2000 con una población de 837.773 habitantes (21.6% de la población estatal) (López et al, en prensa).

**Forestal:** en la cuenca se localizan 53 UGA's con uso propuesto forestal, de las cuales 30 presentan una política de conservación (86 % de la superficie con este uso), 11 tienen una política de aprovechamiento (10 %) y 12 son para restauración (6 %). Este uso se presenta principalmente en la parte alta de la cuenca (Cuadro V.5).

Cuadro V.5. UGA's de uso propuesto forestal de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Forestal	Aprovechamiento	11	11,704	9.7
	Conservación	30	104,402	86.6
	Restauración	12	4,447	3.7
Total		53	120,553	100

**Frutícola:** son 5 las UGA's con este tipo de uso y ocupan una superficie de 1683 ha, las cuales presentan una política de aprovechamiento. El uso frutícola se localiza al oriente de la cuenca, cerca de la localidad de Ucareo en el municipio de Zinapécuaro.

**Bienes y Servicios Ambientales (BSA):** en la cuenca existen 10 UGA's con ecosistemas importantes para el mantenimiento de bienes y servicios ambientales a las que les fue asignada una política de conservación (1020 ha), 6 de estas unidades se localizan en el vaso oeste del lago y una en el vaso este, estas corresponden planicies de inundación del lago las cuales deben tener un manejo especial de acuerdo a sus condiciones. Las restantes se localizan en el municipio de Charo.

Las UGA's con este uso y política de protección corresponden a las Áreas Naturales Protegidas de las cuales 6 se localizan en el municipio de Morelia: La Loma de Santa María y depresiones aledañas de la Ciudad de Morelia, Cerro Punhuato, Ex escuela agrícola denominada la Huerta, Manantial la Mintzita, Fidecomiso de la Ciudad Industrial de Morelia y Las Tinajas de Huandacareo. Para realizar actividades en estas UGA's es necesario recurrir al Plan de Manejo y a la legislación correspondiente (Cuadro V.6).

Cuadro V.6. UGA's de uso propuesto de Bienes y servicios ambientales de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Bienes y Servicios Ambientales	Conservación	10	1020	9.9

	Protección	7	1354	13.2
	Restauración	6	7903	76.9
Total		23	10276	100

**Pecuario:** el 62% de la superficie con este uso propuesto presenta una política de aprovechamiento y esta representado por 19 UGA's. Mientras que 8 UGA's que representan el 3% de la superficie, tienen una política de conservación. Este uso se localiza al poniente de la cuenca y es principalmente extensivo (Cuadro V.7).

Cuadro V.7. UGA's de uso propuesto pecuario de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Pecuario	Aprovechamiento	19	54293	61.8
	Conservación	8	32868	37.4
	Restauración	3	640	0.7
Total		30	87800	100

**Pesca:** Resultaron 10 UGA's con este uso propuesto de las cuales 8 se les aplicó la política de conservación y cubren el 96% de la superficie con este uso; las restantes 2 UGA's presentan una política de aprovechamiento. Lo anterior quiere decir que en estas áreas el uso que se puede hacer debe conservar la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas. Estas UGA's corresponden al vaso del lago de Cuitzeo y las presas de Cointzio y La Mintzita, así como a algunos manantiales o bordos (Cuadro V.8).

Cuadro V.8. UGA's de uso propuesto pesca de acuerdo a la política.

Uso propuesto	Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Superficie en %
Pesca	Aprovechamiento	2	1236	3.6
	Conservación	8	32788	96.4
Total		10	34024	100

### Políticas de uso

La política de aprovechamiento en la cuenca se aplico para aquellas UGA's en las que el uso actual es agrícola de riego, agrícola de temporal, agropecuario, asentamientos

humanos, forestal, frutal, pecuario o pesca, los cuales coinciden con la aptitud potencial.

Las áreas de conservación son aquellas en las que se desea mantener su estructura, ya sea por uso forestal, mantenimiento de bienes y servicios ambientales o por su relevancia en la zona. Además la política de conservación es aplicada en otras UGA's como política adicional ya que pueden presentar zonas que requieren de un manejo especial.

La política de protección se aplicó a las áreas naturales protegidas estatales que se localizan en la zona.

La política de restauración se asignó a las UGA's de bienes y servicios ambientales las cuales se localizan principalmente en el vaso del lago donde la vegetación acuática esta muy desarrollada y en las planicies de inundación; en UGA's forestales y pecuarias con alto grado de erosión así como en varias UGA's se asignó como política adicional, con el objeto de apoyar en zonas que requieren de algún manejo especial ya sea por deforestación o erosión.

La política ambiental mejor representada en la cuenca es la de aprovechamiento con 115 UGA's que representa el 50% de la superficie (185,060 ha), lo que indica que la mitad de la cuenca se puede seguir aprovechando de acuerdo a los criterios establecidos en este ordenamiento a fin de lograr el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales. La política de conservación se aplicó a 59 UGA's que corresponden al 46% de la cuenca lo que indica que todavía se cuenta con lugares cuyo mantenimiento de las condiciones actuales son importantes para mantener la estructura y función de los ecosistemas (Cuadro V.9).

Cuadro V.9. Políticas ambientales en la cuenca del lago de Cuitzeo.

Política	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Porcentaje %
Aprovechamiento	115	185,060	49.9
Conservación	59	171,547	46.2
protección	7	1,354	0.4
Restauración	21	12,990	3.5
<b>Total área decretada</b>	<b>202</b>	<b>370,951</b>	<b>100.0</b>

Por otra parte las políticas de protección y restauración (21 UGA's ) solo ocupan el 4% de la cuenca en conjunto. La primera se aplico a las ANPs del Estado y la segunda a



aquellas áreas en las que se presentan serios problemas de degradación.

**Aprovechamiento:** La política de aprovechamiento promueve el desarrollo y reconoce la necesidad de modificar o perder servicios ambientales; sin embargo, también deben estar restringidas a la oferta ambiental de las mismas, que en consecuencia no ponga en riesgo la sustentabilidad de los sistemas productivos.

Esta política se presentó principalmente en las UGA's con uso pecuario, agricultura de riego y agropecuario con un 29%, 25% y 20% respectivamente (Cuadro V.10).

**Conservación:** dentro de esta política se encuentran 30 UGA's con uso forestal las cuales representan el 61% de la superficie de conservación, donde los usos son pecuario y pesca poseen 8 UGA's cada uno y ocupan el 19% de la superficie de conservación (Cuadro V.11).

Cuadro V.10. Política de aprovechamiento de acuerdo al uso propuesto.

Uso propuesto	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Porcentaje %
Agricultura de riego	22	45852	24.8
Agricultura de temporal	6	5239	2.8
Agropecuario	12	37248	20.1
Asentamientos Humanos	38	27805	15.0
Forestal	11	11704	6.3
Frutícola	5	1683	0.9
Pecuario	19	54293	29.3
Pesca	2	1236	0.7
<b>Total aprovechamiento</b>	<b>115</b>	<b>185060</b>	<b>100.0</b>

Cuadro V.11. Política de conservación de acuerdo al uso propuesto.

Uso propuesto	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Porcentaje %
Agricultura de riego	1	196	0.1
Agropecuario	2	275	0.2
Forestal	30	104,402	60.9
Bienes y Servicios Ambientales	10	1,020	0.6
Pecuario	8	32,868	19.2
Pesca	8	32,788	19.1
<b>Total conservación</b>	<b>59</b>	<b>171,547</b>	<b>100</b>

**Protección:** esta política se encuentra sobre un total de 7 UGA's con uso propuesto de

Bienes y Servicios Ambientales que ocupan una superficie de 1,354 ha y se refiere a seis Áreas Naturales Protegidas en la cuenca. Las ANP's de la cuenca son las siguientes: Loma de Santa María y Depresiones aledañas de la ciudad de Morelia, Cerro Punhuato, Ex escuela agrícola denominada la huerta, Manantial la Mintzita, Fideicomiso de la Ciudad Industrial de Morelia, Francisco Zarco todas ellas se localizan en el municipio de Morelia y solamente una en el municipio de Huandacareo, que es Las Tinajas de Huandacareo.

Restauración: esta representada por 21 UGA's, de las cuales 12 son de uso propuesto forestal y ocupan el 34% del área de restauración, 6 UGA's de Bienes y servicios ambientales con el 60% y 3 de uso pecuario con el 5% (Cuadro V.12).

Cuadro V.12. Política de restauración de acuerdo al uso propuesto.

Uso propuesto	Numero de UGA's	Superficie (ha)	Porcentaje %
Forestal	12	4447	34.2
Bienes y Servicios Ambientales	6	7903	60.8
Pecuario	3	640	4.9
<b>Total restauración</b>	<b>21</b>	<b>370951</b>	<b>100</b>

## VI. CONCLUSIONES

El Estudio técnico de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Lago de Cuitzeo revela la intensidad del uso de suelo por parte de los sectores productivos del estado, así como las áreas que requieren de atenderse de manera prioritaria para el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Es importante considerar la disminución del cambio de uso de suelo en la cuenca debido a que se da principalmente en ecosistemas que aun conservan cierta integralidad en sus funciones, tal es el caso de áreas forestales y cuerpos de agua, cuyo valor para las poblaciones de la cuenca es vital.

Los centros urbanos de población han presentado un crecimiento desordenado hacia zonas de recarga, cuerpos de agua y zonas de riesgo por inestabilidad de taludes o presencia de fallas geológicas, pero principalmente hacia zonas agrícolas de alta productividad, por lo que debe considerarse un mejor control en este crecimiento a fin de evitar el deterioro ambiental, disminuir la vulnerabilidad de la población a desastres

naturales y hacer un mejor aprovechamiento de las áreas con aptitud agrícola.

Las partes altas de la cuenca, aun cuando se ha observado cierta recuperación de los bosques por matorralización, requieren de campañas de reforestación con especies nativas que restablezcan las condiciones naturales de los bosques y matorrales ahí presentes a fin de evitar el asolvamiento del lago y la pérdida de biodiversidad, así como mejorar la recarga de los mantos acuíferos.

Aun cuando las zonas erosionadas dentro de la cuenca solo abarquen el 2% de la superficie total esta erosión se encuentra en su mayor parte en forma de cárcavas por lo que es urgente la implementación de programas de recuperación de suelos en estos sitios.

Las áreas susceptibles para uso frutícola y de agricultura de riego en la cuenca requieren mejorar las técnicas de riego para minimizar las pérdidas del recurso agua.

La colocación de plantas de tratamiento de aguas negras no sólo minimizará la degradación de las tierras por contaminación, sino que tendrá efectos positivos en la restauración y conservación de cuerpo de agua del lago de Cuitzeo.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico propuesto en el presente trabajo está encaminado a hacer el mejor uso y ocupación del territorio, su principal función será la de dirigir las políticas públicas hacia las zonas que requieren la implementación de programas específicos para su aprovechamiento, conservación, protección o restauración. Asimismo constituye la base para la toma de decisiones de los distintos sectores productivos de la cuenca ya que su elaboración se basó tanto en información científica como en el consenso entre sectores, lo que minimizará los conflictos ambientales y favorecerá el desarrollo integral y sustentable de la región.

Una vez aprobado el MOE y decretado mediante su publicación en el periódico oficial del Estado será responsabilidad del Comité Regional para el Ordenamiento Ecológico Territorial de la Cuenca del Lago de Cuitzeo, conformado por los gobiernos municipales, representantes de los gobiernos estatal y federal, de la sociedad civil y de instituciones de investigación, la instrumentación del Programa de Ordenamiento Ecológico, la definición de los espacios de coordinación y concertación adecuados para conservarlo y la búsqueda de las alternativas de financiamiento (subsidios, fondos ambientales, apoyos internacionales, etc) para el logro de las metas planteadas en el mismo.

Como lo señala el Reglamento en materia de ordenamiento ecológico de la LGEEPA en su artículo 48 se promoverá la modificación del programa de ordenamiento ecológico cuando se dé, entre otros, alguno de los siguientes supuestos que:

I. Los lineamientos y estrategias ecológicas ya no resulten necesarios o adecuados para la disminución de los conflictos ambientales y el logro de los indicadores ambientales respectivos; y

II. Las perturbaciones en los ecosistemas causadas por fenómenos físicos o meteorológicos que se traduzcan en contingencias ambientales que sean significativas y pongan en riesgo el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

La modificación de los lineamientos y estrategias ecológicas se podrá realizar, entre otros supuestos, cuando conduzca a la disminución de los impactos ambientales adversos ocasionados por las actividades productivas, los asentamientos humanos y el aprovechamiento de los recursos naturales, tal como lo indica el artículo 49 del mismo reglamento.

Las modificaciones al programa de ordenamiento ecológico seguirán las mismas reglas y formalidades establecidas para su expedición (artículo 50).

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

- Diario Oficial de la Federación, 2000. Publicado el 28 de enero de 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (se incorporaron modificaciones hechas en el D.O.F. 7 de enero de 2000). Gobierno Federal.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Publicado el 8 de agosto de 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento ecológico. Gobierno Federal, México: 38-54.
- INE, 2005. Guía Metodológica para la Formulación de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial al Nivel Regional. Instituto Nacional de Ecología. México: 70.
- Mendoza, M.E., López, E. y G. Bocco (2001). Regionalización ecológica, conservación de recursos y ordenamiento territorial, Informe Final presentado al Programa SIMORELOS – CONACyT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM: 266 pp.
- Mendoza, M. y Alcántara, C. 2003. Análisis de conflicto de recursos y ordenamiento territorial en la cuenca del lago de Cuitzeo, Mich. Informe final presentado al Instituto de Ecología-SEMARNAT. Michoacán. Departamento de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México: 82.
- López, E. y Bocco, G., 2001. Cambio de Cobertura Vegetal y Uso de Suelo. Regionalización ecológica, conservación de recursos y ordenamiento territorial, Informe Final presentado al Programa SIMORELOS – CONACyT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM. México: 53-87.
- López, E M.E. Mendoza y A. Acosta (2002), Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Gaceta

Ecológica 63 pp.

- LXVII Legislatura-UMSNH, 1996. I Foro de Análisis de la Problemática Ambiental del Estado de Michoacán. Cuenca del Lago de Cuitzeo. Morelia, Michoacán.
- Gobierno del Estado de Michoacán, 2003. Plan estatal de desarrollo 2003-2008.
- Pulido, J. Pérez, J. y Martínez S. Evaluación de tierras para fines agrícolas y Forestales. Regionalización ecológica, conservación de recursos y ordenamiento territorial, Informe Final presentado al Programa SIMORELOS – CONACyT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM.
- SEDUE, 1988. Manual de ordenamiento Ecológico del Territorio. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Subsecretaria de Ecología, Dirección de normatividad y regulación ecológica. México: 354
- Rosete, F. 1998. Diseño de base de datos para su aplicación en la evaluación de tierras de la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Grado. Maestría en manejo y conservación de recursos naturales. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 78 pp.
- Sánchez, T. y Palacio, J. 2004. La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de ORDENAMIENTO Territorial. Diagnostico, Problemática y perspectivas desde el punto de vista de la participación de Instituto de Geografía de la UNAM. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Num. 53. México. pp. 75-97.
- Acosta, A., 2002. Crecimiento de los asentamientos humanos y consumo de agua en la Cuenca del Lago de Cuitzeo (1975 – 2000). Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Bacic, I.L.Z., D.G. Rossiter y A.K. Bregt., 2003. The use of land evaluation information by land use planners and decision-makers: a case study in Santa

Catarina, Brazil. *Soil Use and Management* 19: 12-18.

- Beek, M., 1996. Drainage pattern analysis and extraction of hydrologic properties from digital elevation models. M.Sc. Thesis in Land Resources and Management. Silsoe College. Cranfield University, Silsoe: 45 pp.
- Bocco, G. y H. Riemann, 1997. Quality Assessment of Polygon Labeling. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 63 (4): 393-395.
- Bocco, G. y M. Mendoza, 1999. La Regionalización Geomorfológica como una alternativa de Regionalización Ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. *Carta Geológica de Michoacán*. UMSNH-IIM. Departamento de Geología. Morelia. México. 75-92 pp.
- Bocco, G. y M.A. Ortiz P., 1994. Definición de unidades espaciales para el ordenamiento ecológico. *Jaina* 5 (1):8-9.
- Bocco, G., M.E. Mendoza y A. Velásquez, 2001. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping - A tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology* 39: 211-219.
- Bocco; G., 1984. Cartografía geomorfológica del Bajío y porciones adyacentes; 1:250;000. *Boletín del Instituto de Geografía* 14:9 - 42. UNAM. México.
- Bocco; G., M.E. Mendoza y A. Velázquez, (en prensa). Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping - A tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology*.
- Campos Aranda, D.F., 1992. Procesos del Ciclo Hidrológico. Universidad Autónoma de San Luís Potosí.
- Carrera, C., C., Canto, J. Gutiérrez, R. Méndez y C. Pérez. 1988. *Trabajos Prácticos de Geografía Humana*. Editorial síntesis, S.A. Madrid, España: 440 pp.
- COREMI, 1995. Monografía Geológico-Minera del Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Minerales. ISBN 968-6710-44-2. México. 176 pp.
- COREMI, 2005. Concesiones Mineras Vigentes en el Estado de Michoacán. Mayo

de 2005. Coordinación General de Minería. Dirección General de Minas. Subdirección de Cartografía Minera. Consejo de Recursos Minerales, México.

- Diario Oficial de la Federación, 1983. Publicado el 5 de enero de 1983. Ley de Planeación. México.
- Diario Oficial de la Federación, 1993. Publicado el 21 de Julio de 1993. Ley General de Asentamientos Humanos (se incorporan modificaciones publicadas en el DOF el 5 de agosto de 1994). Gobierno Federal. México: 26pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2000. Publicado el 28 de enero de 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (se incorporaron modificaciones hechas en el D.O.F. 7 de enero de 2000). Gobierno Federal. México:100 pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2000a. Publicado el 29 de diciembre de 1976. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (se incorporaron modificaciones publicadas en el DOF el 30 de noviembre de 2000). Gobierno Federal. México: 48pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2000b. Publicado el 5 de febrero 1917. Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos (incluye última reforma publicada en DOF el 21 de septiembre de 2000). Gobierno Federal. México: 121pp.
- Diario Oficial de la Federación, 2003. Publicado el 8 de agosto de 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento ecológico. Gobierno Federal. México: 20pp.
- Dirección General de Estadística, 1973. Censo General de Población, 1970, Michoacán. Dirección General de Estadística. Vol. II. México: 383 -528.
- Dirección General de Estadística, 1975. *V Censo Agrícola – Ganadero y Ejidal 1970*, Michoacán. México: 526 pp.



- Dunne, T. y L.B. Leopold, 1978. Water y Environmental Planning. W.H. Freeman and Co., San Francisco: 817 pp.
- FAO, 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos de la FAO No. 32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 66 pp.
- FAO, 1982. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Vol. 3. Metodología y Resultados para América del Sur y Central. Informe sobre Recursos Mundiales de Suelos 48/3. FAO, Roma. 143 pp.
- FAO, 1984. Evaluación de tierras para la agricultura de secano: directivas. Boletín de Suelos de la FAO No. 52. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 228 pp.
- FAO, 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes No. 48. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 106 pp.
- FAO, 1990. Evaluación de tierras para agricultura de regadío: directivas. Boletín de Suelos de la FAO No. 55. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 289 pp.
- FAO, 1993. FESLM; an International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. Report #73. World Soil Resources Report, FAO, Rome, Italy. 74 págs.
- Garduño, V. 1999. Marco tectónico del estado de Michoacán. En Carta Geológica de Michoacán Escala 1: 250,000. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH. México: 1-9
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. Plan nacional de Desarrollo 2001 – 2006. ISBN 968-82-0999-6. México: 44pp.

- Guerra-Peña, F. 1980. *Fotogeología*. Facultad de Ingeniería; Universidad Nacional Autónoma de México: 337 p.
- ILWIS, Integrated Land and Water Management Information System, 1990. User's Manual. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
- ILWIS, Integrated Land and Water Management Information System, 1997. User's Manual. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
- INAH, 2004. Información proporcionada por el Centro Instituto Nacional de Antropología e Historia Michoacán. Agosto, 2004. Morelia, Michoacán, México.
- INE, 2001. Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995-2000. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT. México: 540.
- INE, 2005. Guía Metodológica para la Formulación de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial al Nivel Regional. Instituto Nacional de Ecología. México: 70 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 1993. IX Censo General de Población, 1990. Dirección General de Estadística. Vol. II. México: 383 – 521.
- INEGI, 2001. XII Censo General de Población y vivienda por localidad, 2000. Instituto Nacional de Geografía e Informática. CD. México.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1997. Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal. Subdirección de Geografía, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santa fe de Bogotá, Colombia.
- Israde-Alcántara, I. 1999. Los Lagos Volcánicos y Tectónicos de Michoacán. En Carta Geológica de Michoacán Escala 1: 250,000. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH. México: 45-73
- Lamadrid-Maron; J. y R. Horta-Carballal; 1984. Geomorfología. Editorial Pueblo y Educación. La Habana; Cuba: 166 pp.
- Landon, J.R. (Editor), 1984. Booker Tropical Soil Manual. A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Suptropics. Booker Agriculture Intenational Limited. Great Britain.
- Larios R., J. 1994. Evaluación de tierras: una estrategia para la planificación agrícola regional. pp. 155-164 In: A. Licona V. et al. (Comp.) Aprovechamiento de los Recursos Naturales en la Agricultura Mexicana. Dirección de Centros Regionales, UACH, Chapingo Edo. Méx.
- Lee, H., J.L. Carr y A. Lanckerani, 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level análisis of a global data set. Biodiversity and Conservation 4: 128 – 155.
- López, E. (En preparación). Cambio de uso de cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca de lago de Cuitzeo. Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, UNAM.
- López, E. y G. Bocco, 2001. Cambio de Cobertura Vegetal y Uso de Suelo. Regionalización ecológica, conservación de recursos y ordenamiento territorial, Informe Final presentado al Programa SIMORELOS – CONACyT. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM. México: 53-87.
- López, E., 1999. Cambio de uso de suelo y crecimiento urbano en la ciudad de Morelia. Tesis de maestría en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos

Naturales. Facultad de Biología, División de Ciencias y Humanidades, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 134 pp.

- López, E., G. Bocco, M.E. Mendoza y E. Duahu, 2001, "Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe A case in Morelia city, Mexico", *Landscape and urban planning*, 55 (4): 271 - 285.
- López, E., M. Mendoza y A. Acosta, 2002, Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica del Lago de Cuitzeo, Michoacán. *Gaceta Ecológica* 63 pp.
- Lugo-Hubp, J.I., 1988. Elementos de Geomorfología Aplicada (Métodos Cartográficos). Instituto de Geografía; Universidad Nacional Autónoma de México: 128 pp.
- LXVII Legislatura-UMSNH, 1996. I Foro de Análisis de la Problemática Ambiental del Estado de Michoacán. Cuenca del Lago de Cuitzeo. Morelia, Michoacán.
- Manuel Mendoza, Gerardo Bocco y Erna López (en prensa), Erosión en la cuenca de Cuitzeo. Un análisis espacial a nivel regional. *In: Arreygue, E. (editor). Geología de Morelia y sus alrededores*. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Meijerink, A.M.J., 1988. Data acquisition and data capture through terrain mapping units. *ITC Journal*. ITC Publication 7. Enschede, the Netherlands: 23 - 44.
- Mendoza, M. y C. Alcántara, 2003. Análisis de conflicto de recursos y ordenamiento territorial en la cuenca del lago de Cuitzeo, Mich. Informe final presentado al Instituto de Ecología-SEMARNAT. Michoacán. Departamento de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México: 82.
- Mendoza, M. y G. Bocco, 1998. La regionalización geomorfológica como base geográfica para el ordenamiento del territorio: una revisión bibliográfica. *Serie Varia* 17 Instituto de Geografía; Universidad Nacional Autónoma de México: 25 - 55.

- Mendoza, M., E. López, y G. Bocco, 2001. Regionalización Ecológica, Conservación de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán Informe Final presentado al Programa SIMORELOS – CONACyT. Laboratorio de Geoecología, Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, UNAM. Morelia, Mich. México. 266 pp.
- Mendoza, M., G. Bocco y E. López, (en prensa), Erosión en la cuenca de Cuitzeo. Un análisis espacial a nivel regional. In: Arreygue, E. (editor). Geología de Morelia y sus alrededores. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ortiz S., C. A. y D. Pájaro H., 1995. Inventario climático y evaluación de tierras pp. 89-98. In: J. F. Ruíz F. (Ed.) Land Evaluation for Sustainable Agriculture for Mexico. (Proceedings of the International Seminar Workshop for the Definition of a Land Evaluation Methodology for Mexico”, El Batán, CIMMYT, México, August, 1993). Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Edo. Méx. 326 pp.
- Ortiz S., C. A., 1974. Evaluación de tierras según su producción de maíz en el área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados, Chapingo. Edo. México.
- Ortiz S., C. A., y H. Cuanalo de la C., 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico: un sistema de clasificación de tierras. Colegio de Postgraduados, Rama de Suelos, Chapingo, Edo. Méx. 76 pp.
- Pasquarè, G., L. Ferrari, V.H. Garduño, A. Bibaldi y L. Vezzoli, 1991. Geologic map of central sector of Mexican Volcanic Belt, State of Guanajuato and Michoacán, México. Map and Chart Series MCH072. Geological Society of America.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2003. Plan estatal de Desarrollo Michoacán 2003-2008. (Morelia Mich., miércoles 12 de febrero de 2003). Gobierno del Estado de Michoacán. México: 92 pp.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo, 2000. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo. (Morelia Mich., jueves 13 de abril de 2000). Gobierno del Estado de

Michoacán. México: 44 pp.

- Pulido, J. J. Pérez y S. Martínez, 2001a. Los suelos de la cuenca de Cuitzeo. En Mendoza, M. López, E. y Bocco, G., Regionalización Ecológica, Conservación de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán.
- Rodríguez, O., 1995. Land use conflicts and planning strategies in urban fringes. A case study of western Caracas, Venezuela. ITC Publication, No. 27. Enschede, Netherlands: 266 pp.
- Rosete, F., 1998. Diseño de base de datos para su aplicación en la evaluación de tierras de la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Grado. Maestría en manejo y conservación de recursos naturales. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 78 pp.
- Rossiter, D. G. et al., 1995. Sistema automatizado para la evaluación de tierras ALES. Manual para Usuarios. Ver. 4.5 en Español. Cornell University, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences, Ithaca, N.Y.
- Rossiter, D. G., 1994. Notas del curso Evaluación de Tierras. Universidad de Cornell-Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida, Departamento de las Ciencias de Suelo, Cultivos y Atmósfera. Cochabamba, Bolivia. (Traducido por el Proyecto CLAS/ITC, Junio de 1998).
- Sahagian, D., 2000. Global physical effects of anthropogenic hydrological alterations: sea level and water redistribution. *Global and Planetary Change* 25: 39-48.
- Sánchez, T. y Palacio, J., 2004. La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de ORDENAMIENTO Territorial. Diagnostico, Problemática y perspectivas desde el punto de vista de la participación de Instituto de Geografía de la UNAM. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* Num. 53. México. pp. 75-97.

- SEDESOL, 1992. Programa de 100 Ciudades. Secretaría de Desarrollo Social, México, D.F.: 33
- SEDESOL, 2000. Curso Taller de Ordenamiento Territorial. Dirigido a Integrantes de los Subcomités Estatales de Ordenamiento Territorial. México, D.F.
- SEDUE, 1988. Manual de ordenamiento Ecológico del Territorio. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, Subsecretaria de Ecología, Dirección de normatividad y regulación ecológica. México: 354
- Serruto, C.R., 1993. Una nueva fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial. Programa interinstitucional de Waru Waru. Facultad de Ciencias, Puno, Puno, Perú. 13 pp.
- Thornthwaite, C.W. y J.R. Mather, 1957. Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance. Publications in Climatology 10 (3). Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. Centerton, New Jersey.
- Valenzuela, C. R., 2002. Diagnóstico de las tierras en la vertiente sur del Parque Nacional del Tunari. Elaborado para la prefectura del Departamento de Cochabamba, Bolivia.
- Valenzuela, C., 1988. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Enschede; The Netherlands.
- Van Zuidam, R. y F.I. Van Zuidam-Cancelado, 1979. Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs. ITC Books VII-6; Enschede; The Netherlands: 309 pp.
- Velásquez, et al. 2005. Bases para la Conformación del Sistema de Áreas de Conservación del Estado de Michoacán. Programa de Conservación para el Estado de Michoacán 2003-2008. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente- Universidad Nacional Autónoma de México. México: 90pp.
- Verstappen, H.Th., y R. Van Zuidam, 1991. The ITC System of Geomorphologic Survey. A basis for the evaluation on natural resources and hazards. ITC

publication No. 10. Enschede; The Netherlands: 89 pp.

- Verstappen; H. Th.; 1964. *Manual de Fotointerpretación; Tomo VII Fotografías Aéreas en Geología y Geomorfología; Capitulo VII.1 (Fasc. I) Elementos de Fotogeomorfología*. ITC. Enschede; the Netherlands 53 p.
- Villaseñor, L.E., 1994. Avifauna Terrestre y Acuática del Lago de Cuitzeo, México. *Ciencia Nicolaita*. No. 6. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México: 48-62.
- Walsh; S.J., 1985. Geographical information system for natural resource management. *Journal of Soil and Water Conservation*; 40: 202 – 205.
- Zinck; J.A.; 1988. *Physiography and Soils*. Soil Survey Course. ITC. Enschede; The Netherlands: 156 pp.
- Zonneveld, I.S., 1979. *Land Evaluation and Land (Scape) Science. Lectures of Land (Scape) Science; Land (Scape) Survey and Land Evaluation (Pragmatic Land Classifica*

## **CARTOGRAFIA**

- INEGI, 1981. Carta hidrología de aguas Superficiales. Querétaro F14-10, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta efectos climáticos regionales mayo-octubre. Morelia E14-1, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta efectos climáticos regionales mayo-octubre. Querétaro F14-10, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta efectos climáticos regionales noviembre-abril. Morelia E14-1, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta efectos climáticos regionales noviembre-abril. Querétaro F14-10,



escala 1:250,000.

- INEGI, 1983. Carta hidrología de aguas superficiales. Querétaro F14-10, escala 1:250,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Villa Escalante E14 A32, escala 1:50,000.
- INEGI, 1990. Carta de topografía. Villa Escalante E14 A32, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Villa Madero E14 A33, escala 1:50,000.
- INEGI, 1982. Carta de edafología. Villa Madero E14 A33, escala 1:50,000.
- INEGI, 1992. Carta de topografía. Villa Madero E14 A33, escala 1:50,000.
- INEGI, 1983. Carta de edafología. Morelia E14-1, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta hidrología de aguas subterráneas. Morelia E14-1, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta hidrología de aguas superficiales. Morelia E14-1, escala 1:250,000.
- INEGI, 1989. Carta de topografía. Acámbaro E14 C84, escala 1:50,000.
- INEGI, 1992. Carta de topografía. Moroleon E14 C83, escala 1:50,000.
- INEGI, 1981. Carta hidrología de aguas Subterráneas. Querétaro F14-10, escala 1:250,000.
- INEGI, 1983. Carta hidrología de aguas subterráneas. Querétaro F14-10, escala 1:250,000.
- INEGI, 1991. Carta de topografía. Puruándiro de Calderón F14 C82, escala 1:50,000.
- INEGI, 1971. Carta de edafología. Puruándiro F14 C82, escala 1:50,000.
- INEGI, 1973. Carta de edafología. Acámbaro F14 C84, escala 1:50,000.

- INEGI, 1973. Carta de edafología. Moreleón F14 C83, escala 1:50,000.
- INEGI, 1982. Carta de edafología. Coeneo de la Libertad E14 A12, escala 1:50,000.
- INEGI, 1990. Carta de topografía. Coeneo de la Libertad E14 A12, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Cuitzeo E14 A13, escala 1:50,000.
- INEGI, 1990. Carta de topografía. Cuitzeo E14 A13, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Zinapécuaro E14 A14, escala 1:50,000.
- INEGI, 1974. Carta de edafología. Maravatío E14a15, escala 1:50,000.
- INEGI, 1983. Carta de edafología. Maravatío E14 A15, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Pátzcuaro E14 A22, escala 1:50,000.
- INEGI, 1980. Carta de topografía. Pátzcuaro E14 A22, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Morelia E14 A23, escala 1:50,000.
- INEGI, 1996. Carta de topografía. Morelia E14 A23, escala 1:50,000.
- INEGI, 1979. Carta de edafología. Tzitzio E14 A24, escala 1:50,000.
- INEGI, 1990. Carta de topografía. Tzitzio E14 A24, escala 1:50,000.

#### **PAGINAS WEB**

- <http://www.conapo.gob.mx>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://mexico.udg.mx/geografia/geografiamexico/geologia.html>
- <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/indices/pdfs/001.pdf>
- [http://www.huandacareo.net/puromich/arque\\_michoacan.html](http://www.huandacareo.net/puromich/arque_michoacan.html)