

ATLAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO: ANÁLISIS DE SU GEOGRAFÍA Y ENTORNO SOCIOAMBIENTAL



ATLAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO: ANÁLISIS DE SU GEOGRAFÍA Y ENTORNO SOCIOAMBIENTAL



Compiladores

Silke Cram, Leopoldo Galicia e Isabel Israde-Alcántara

Formación y diseño cartográfico

Celia López Miguel

Formación y diseño editorial

Brenda Ávila Flores



Universidad Nacional
Autónoma de México



Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro
Secretario General

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario Administrativo

M. en C. Javier de la Fuente Hernández
Secretario de Desarrollo Institucional

M. en C. Ramiro Jesús Sandoval
Secretario de Servicios a la Comunidad

Lic. Luis Raúl González Pérez
Abogado General

Enrique Balp Díaz
Director General de Comunicación Social

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica

Instituto de Geografía

Dra. Irasema Alcántara Ayala
Directora

Dra. Silke Cram Heydrich
Secretaria Académica

Biól. Armando Peralta Higuera
Coordinador de Vinculación

Lic. Antonio Mancera Ponce
Secretario Administrativo

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental

Dr. Gerardo Bocco Verdinelli
Director

Dr. Antonio Vieyra Medrano
Secretario Académico

Dr. Manuel Bollo Manent
Coordinador de Docencia

M. en C. Estela Carmona Jiménez
Secretaria Técnica

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dra. Silvia Concepción Figueroa Zamudio
Rectora

M. en C. José Napoleón Guzmán Ávila
Coordinador de Investigación Científica

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas

Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy
Jefe del Departamento de Geología y Mineralogía

Atlas de la Cuenca del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Socioambiental

Primera edición, octubre de 2010

ISBN: 978-607-02-1830-9

Derechos Reservados © 2010

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, México D.F. Del. Coyoacán, CP 04510

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Av. Francisco J. Mujica s/n. Ciudad Universitaria. Morelia, Michoacán

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Impreso y hecho en México

Compiladores: Silke Cram, Lepoldo Galicia e Isabel Israde-Alcántara

Apoyo técnico: Pilar Fernández Lomelín, Irene Sommer

Cuidado editorial: Brenda Ávila Flores, Pilar Fernández Lomelín

Revisión cartográfica: Atlántida Coll-Hurtado, Oralia Oropeza, Manuel E. Mendoza

Edición y formación cartográfica: Celia López Miguel, Ana R. Rosales Tapia

Diseño y formación editorial: Brenda Ávila Flores

Nota:

Los datos, gráficas e imágenes de los capítulos de este atlas y la información cartográfica son responsabilidad de sus respectivos autores, y son resultado de estudios realizados en la cuenca de Cuitzeo, avalados por las instituciones correspondientes.

Coordinadores de capítulos:

Dr. Manuel E. Mendoza

Características Físicas

M. en C. Pilar Fernández Lomelín

Biodiversidad

Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar

Características Socioeconómicas

Dr. Luis Chías Becerril

Infraestructura

Dra. Isabel Israde-Alcántara

Manejo del Agua

M. en C. Irene Sommer Cervantes

El Lago de Cuitzeo

Recursos iconográficos: *Diseño e iconografía Michoacán, geometrías de la imaginación.* CNCA, Dirección General de Culturas Populares, Programa Nacional de Arte Popular, Universidad Latina de América, A. C., México. 2007

Fotografía portada: Zoltan Vekerdy

Agradecimientos:

Agradecemos el apoyo de la Subsecretaría de Infraestructura (SI) a través del proyecto Sistema de Información Geográfica (SIGSI) del la SI-SCT para la publicación de esta obra.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo a través del Fondo Mixto Conacyt-Gobierno Del Estado De Michoacán - MICH-2003-C01-12041 “Tendencias temporales y espaciales de la contaminación en el lago de Cuitzeo”.

A Manuel E. Mendoza por el aporte de la base topográfica que se utilizó en los mapas a escala 1:310,000 y 1:600,000 y la delimitación geográfica de la cuenca.

El Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH, agradece el apoyo económico de la Coordinación de Investigación Científica para la edición de esta obra.



Universidad Nacional
Autónoma de México



Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo



Instituto de Investigaciones
Metalúrgicas

ABREVIATURAS, SIGLAS, ACRÓNIMOS, SIGNOS Y SÍMBOLOS

Abreviaturas

°C	Grados centígrados
a.P.	Antes del Presente
Al	Aluminio
ANP	Área(s) Natural(es) Protegida(s)
As	Arsénico
Ca	Calcio
ca.	Alrededor, aproximadamente
CCUT	Cambio en la cobertura y uso del terreno
Cd	Cadmio
CE	Conductividad eléctrica
cm	Centímetro
Co	Cobalto
com. pers.	Comunicación personal
Corg	Carbono orgánico
COT	Carbono orgánico total
Cr	Cromo
CT	Cobertura del terreno
Cu	Cobre
CVTM	Cinturón Volcánico Transmexicano
EPT	Elementos potencialmente tóxicos
FBI	Índice Biótico de Familias
Fe	Hierro
ha	Hectárea(s)
hab	Habitante(s)
HAP	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
Hg	Mercurio
IFN	Inventario Forestal Nacional
ind	Individuo(s)
IPS	Índice de Polusensibilidad Específica
K	Potasio
Ka	Kiloaños (mil años)
km	Kilómetro
L	Litro
m	Metro
M.a.	Millones de años
MDE	Modelo Digital de Elevación
mg	Miligramo(s)

min	Minuto(s)
mm	Milímetro(s)
Mm	Millones de metros
Mn	Manganeso
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Na	Sodio
Ni	Níquel
NMP	Número más probable
P	Fósforo
Pb	Plomo
PEA	Población económicamente activa
PEL	Límite de efecto probable
PGRM	Procesos gravitacionales de remoción de masas
pH	Potencial hidrógeno (grado de acidez)
Pt	Platino
REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
RNS	Número relativo de susceptibilidad
Sb	Antimonio
Se	Selenio
SIG	Sistema de Información Geográfica
Sr	Estroncio
TCMA	Tasa de crecimiento media anual
TDPA	Tránsito diario promedio anual
Ti	Titanio
ton	Tonelada(s)
UFC	Unidades formadoras de colonias
UT	Uso del terreno
UTM	Universal Transverse Mercator (Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator)
V	Vanadio
VACB	Valor agregado censal bruto
ZMM	Zona Metropolitana de Morelia
ZMMU	Zona Metropolitana de Moreleón-Uriangato
Zn	Cinc

Siglas y Acrónimos

INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIRENA	Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales
CFE	Comisión Federal de Electricidad
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
CONAPO	Consejo Nacional de Población
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación

Signos y Símbolos

~	Aproximadamente
%	Por ciento
°	Grados
μ	Micro
>, <	Mayor que, menor que

☸ Abreviaturas, Siglas, Acrónimos, Signos y Símbolos	4	☸ Acerca de los Autores y Agradecimientos	
☸ Índice de Capítulos y Mapas	6	Capítulo 1. Características Físicas	286
☸ Presentación		Capítulo 2. Biodiversidad	288
Dra. Irasema Alcántara Ayala	13	Capítulo 3. Características Socioeconómicas	289
M. en C. Eduardo Ríos Patrón	15	Capítulo 4. Infraestructura	289
Dr. Gerardo Bocco	17	Capítulo 5. Manejo del Agua	290
		Capítulo 6. El Lago de Cuitzeo	291
☸ Capítulos		☸ Anexos	
1. Características Físicas	19	I. Lista de Especies de Aves Registradas en la	
2. Biodiversidad	75	Cuenca de Cuitzeo	298
3. Características Socioeconómicas	115	II. Aves de la Cuenca del Lago de Cuitzeo	303
4. Infraestructura	161		
5. Manejo del Agua	187		
6. El Lago de Cuitzeo	215		
☸ Consideraciones Finales	263		
☸ Bibliografía			
Capítulo 1. Características Físicas	270		
Capítulo 2. Biodiversidad	274		
Capítulo 3. Características Socioeconómicas	278		
Capítulo 4. Infraestructura	279		
Capítulo 5. Manejo del Agua	280		
Capítulo 6. El Lago de Cuitzeo	282		

Capítulo 1. Características Físicas

1.1 Área de Estudio	20
<i>Luis Miguel Morales Manilla</i>	
1.2 Clima	24
<i>Rosalía Vidal Zepeda</i>	
1.3 Geología	28
<i>Víctor Hugo Garduño-Monroy, Isabel Israde-Alcántara</i>	
1.4 Susceptibilidad de la Inestabilidad de Laderas	34
<i>Víctor Manuel Hernández-Madrigal, Manuel E. Mendoza, Víctor Hugo Garduño-Monroy</i>	
1.5 Distribución de Cárcavas	38
<i>Hugo Zepeda Castro, Alberto Gómez Tagle Chávez, Alberto F. Gómez Tagle Rojas, Fabricio Mariano Domínguez</i>	
1.6 Suelos	44
<i>Arcelia Cabrera González, Lenin Ejecatl Medina Orozco, María Alcalá De Jesús, José Francisco Sánchez Espinoza, Juan Manuel Ayala Gómez</i>	
1.7 Geomorfología	48
<i>Manuel E. Mendoza, Gerardo Bocco</i>	
1.8 Cobertura Vegetal y Uso del Terreno	54
<i>Erna López, Manuel E. Mendoza, Gerardo Bocco</i>	
1.9 Complejidad Temática y Espacial en la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	60
<i>Stephane Couturier</i>	
1.10 Unidades Geohidrológicas de la Región de Morelia-Cuitzeo	66
<i>Víctor Hugo Garduño-Monroy, Víctor Hugo Medina-Vega, Isabel Israde-Alcántara, Víctor Manuel Hernández-Madrigal, Jorge Alejandro Ávila-Olivera</i>	
1.11 Hidrología y Regionalización Hidrogeográfica	70
<i>Teodoro Carlón Allende, Manuel E. Mendoza, Erna López</i>	

Mapas

1.1 Área de Estudio	
1.1a - Localización de la cuenca	21
1.1b - Área de estudio: cuenca del lago de Cuitzeo	23
1.2 Clima	
1.2a - Hipsometría	25
1.2b - Temperatura	25
1.2c - Precipitación	25
1.2d - Clima	25
1.3 Geología	
1.3 - Geología	29
1.4 Susceptibilidad de la Inestabilidad de Laderas	
1.4a - Deslizamientos	35
1.4b - Susceptibilidad	36
1.4c - Detalle del mapa inventario de procesos gravitacionales de ladera, región Morelia	37
1.5 Distribución de Cárcavas	
1.5 - Cárcavas	41
1.6 Suelos	
1.6 - Suelos	45
1.7 Geomorfología	
1.7a - Hipsometría	49
1.7b - Pendientes	49
1.7c - Densidad de disección del relieve	50
1.7d - Unidades geomorfológicas	51
1.7e - Paisajes geomorfológicos	52
1.8 Cobertura Vegetal y Uso del Terreno	
1.8a - Vegetación y uso del suelo, 1975	56
1.8b - Vegetación y uso del suelo, 2000	57
1.8c - Uso del terreno, 2003	59
1.9 Complejidad Temática y Espacial en la Cobertura Vegetal y Uso del Suelo	
1.9 - Cobertura vegetal y uso del suelo	61
1.11 Hidrología y Regionalización Hidrogeográfica	
1.11a - Subcuencas y su agrupación en regiones hidrogeográficas, 1975	71
1.11b - Subcuencas y su agrupación en regiones hidrogeográficas, 2000	73

Capítulo 2. Biodiversidad

2.1 Flora de la Cuenca	76
<i>Jerzy Rzedowski</i>	
2.2 Recursos Forestales	80
<i>Xavier Madrigal Sánchez</i>	
2.3 Insectos y Arácnidos	84
<i>Javier Ponce Saavedra, Ana F. Quijano Ravell</i>	
2.4 Insectos Acuáticos de los Ríos	88
<i>Catherine Mathuriau, Susana Herrejón Escutia</i>	
2.5 Peces	92
<i>Martina Medina Nava, Juan Manuel Ortega Rodríguez</i>	
2.6 Anfibios y Reptiles	96
<i>Uri Omar García-Vázquez, Oscar Alberto Flores Villela</i>	
2.7 Avifauna	98
<i>Laura E. Villaseñor Gómez, J. Fernando Villaseñor Gómez</i>	
2.8 Ecología Espacial de las Aves	102
<i>Jorge E. Schondube, Ian MacGregor-Fors, Lorena Morales-Pérez, Erna López, Manuel E. Mendoza</i>	
2.9 Mamíferos Silvestres	108
<i>Arturo Núñez Garduño</i>	
2.10 Áreas Naturales Protegidas	110
<i>Rocío Aguirre López, Neyra Sosa Gutiérrez</i>	

Mapas

2.1 Flora de la Cuenca	
2.1a - Sectores más explorados en cuanto a su flora	76
2.1b - Áreas de urgente protección ecológica	78
2.4 Insectos Acuáticos de los Ríos	
2.4 - Abundancia relativa de los principales órdenes (>1%) de insectos acuáticos	89
2.5 Peces	
2.5 - Panorama general de la distribución de los peces en la cuenca de Cuitzeo	93
2.7 Avifauna	
2.7 - Avifauna	99
2.8 Ecología Espacial de las Aves	
2.8a - Distribución espacial de la riqueza de especies de aves en la cuenca de Cuitzeo	103
2.8b - Distribución espacial de la abundancia de aves en la cuenca de Cuitzeo	105
2.10 Áreas Naturales Protegidas	
2.10 - Áreas Naturales Protegidas a nivel cuenca y estatal	111

Capítulo 3. Características Socioeconómicas

3.1 Reflejo de la Cultura	116
<i>María del Carmen Carreón Nieto</i>	
3.2 Situación Social	118
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.3 Población Económicamente Activa Ocupada Según Nivel de Ingreso	126
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.4 Actividades Económicas	130
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.5 Migración	134
<i>Clemencia Santos Cerquera, Enrique Pérez Campuzano</i>	
3.6 Sector Pesquero	140
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.7 Manejo Agrícola	144
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.8 Manejo Ganadero	150
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
3.9 Manejo Forestal	156
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	

Mapas

3.2 Situación Social	
<i>3.2 - Marginación a nivel municipal y localidad</i>	119
3.3 Población Económicamente Activa Ocupada Según Nivel de Ingreso	
<i>3.3 - Población económicamente activa ocupada según nivel de ingreso por localidad, 2000</i>	127
3.4 Actividades Económicas	
<i>3.4 - Orientación sectorial de la economía municipal, 2003-2005</i>	131
3.5 Migración	
<i>3.5a - Balance neto migratorio, 1995-2000</i>	135
<i>3.5b - Porcentaje de población inmigrante por municipio, 2000-2005</i>	137
<i>3.5c - Porcentaje de población inmigrante internacional por municipio, 2000-2005</i>	139
3.6 Sector Pesquero	
<i>3.6 - Valor Agregado Censal Bruto en el sector pesquero, 2003</i>	141
3.7 Manejo Agrícola	
<i>3.7 - Valor de la producción agrícola por cultivo, 2005</i>	145
3.8 Manejo Ganadero	
<i>3.8 - Valor de la producción ganadera por municipio por tipo de producto, 2005</i>	151
3.9 Manejo Forestal	
<i>3.9 - Valor de la producción forestal maderable y no maderable, 2005</i>	157

Capítulo 4. Infraestructura

4.1 Urbanización	162
<i>Irma Escamilla Herrera, Adrián Guillermo Aguilar</i>	
4.2 Disponibilidad de Drenaje y Agua en la Vivienda	166
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
4.3 Actividades Secundarias y Terciarias	170
<i>María Teresa Sánchez Salazar, José María Casado Izquierdo</i>	
4.4 Infraestructura Vial	174
<i>Luis Chias Becerril, Brenda Alcalá Escamilla, María de Lourdes Hermosillo Plascencia, Héctor Daniel Reséndiz López</i>	
4.5 Ubicación y Caracterización Geológica Ambiental de Tiraderos	180
<i>Isabel Israde-Alcántara, Otoniel Buenrostro Delgado, Víctor Manuel Hernández-Madrigal, Víctor Hugo Garduño Monroy</i>	

Mapas

4.1 Urbanización	
4.1a - Clasificación de población por rango-tamaño, 2005	163
4.1b - Crecimiento poblacional, 1990-2000	164
4.1c - Crecimiento poblacional, 2000-2005	165
4.2 Disponibilidad de Drenaje y Agua en la Vivienda	
4.2a - Características de la disponibilidad de agua en la vivienda por municipio, 2005	166
4.2b - Características del drenaje en la vivienda por municipio, 2005	167
4.3 Actividades Secundarias y Terciarias	
4.3 - Valor Agregado Censal Bruto de las actividades secundarias y terciarias, 2003	171
4.4 Infraestructura Vial	
4.4a - Red de carretera de la cuenca del lago de Cuitzeo	175
4.4b - Isócronas	176
4.4c - Densidad de población por isócrona	177
4.4d - Tiempos medios de recorrido	178
4.5 Ubicación y Caracterización Geológica Ambiental de Tiraderos	
4.5 - Caracterización geológica ambiental y ubicación de tiraderos	181

Infraestructura Vial

Luis Chias Becerril
Brenda Alcalá Escamilla

María de Lourdes Hermosillo Plascencia
Héctor Daniel Reséndiz López

Red de Transporte

La zona de estudio abordada es la cuenca del lago de Cuitzeo y su área de influencia, la cual cuenta con una red vial relativamente extensa (6,952 km) en la que la proporción de brechas y terracerías representa más de la mitad (52.59%) y las carreteras pavimentadas el 32.84%. Otro porcentaje importante se caracteriza por las veredas (14.39%), lo que habla de la importancia de caminos de bajas especificaciones técnicas en una zona con vocación agropecuaria de importancia regional y nacional (El Bajío), el resto está representado por los pasos de ciudad (0.18%).

El tipo de camino pavimentado que predomina en la zona son las carreteras estatales y federales libres (de 2 carriles) y pese a que su longitud se encuentra en segundo lugar (después de la correspondiente a brechas y terracerías), éste es el tipo de caminos que articula a toda la región y que soporta los flujos de mayor intensidad.

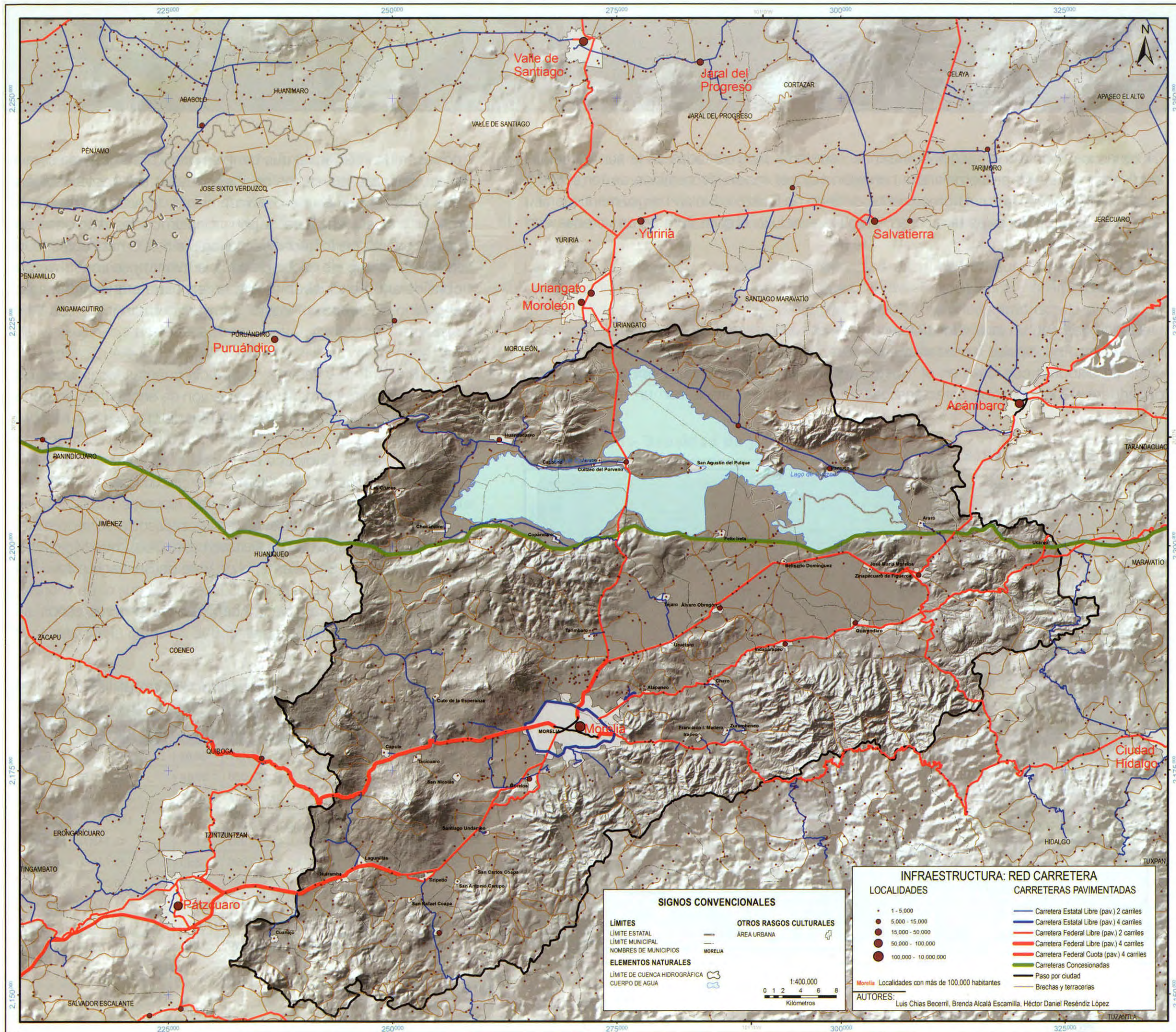
Aparentemente, la articulación vial de la zona se da a partir de la Maxipista Atlacomulco-Guadalajara, pero las autopistas, al ser vialidades de acceso controlado (sólo se puede ingresar a partir de casetas) y al estar diseñadas para ser de mediano y largo alcance, tienen como función la comunicación a escala interregional entre los estados de Michoacán, México y Jalisco. En cambio, el eje vertical representado por la carretera Celaya-Morelia, y sobre todo el eje transversal Pátzcuaro-Morelia-Acámbaro, son de mayor importancia para los vínculos regionales. Dentro de este último eje se pueden diferenciar incluso tres aparentes circuitos: dos al noreste de Morelia, integrados por las carreteras Acámbaro-Morelia y Maravatío-Morelia; el segundo por las carreteras Morelia-Ciudad Hidalgo y Maravatío-Morelia; y una zona relativamente bien articulada que se encuentra al suroeste de la capital del estado y lo conforma la carretera Morelia-Zamora y la de Morelia-Pátzcuaro-Uruapan. En el Mapa 4.4a se observa cómo la parte nororiente y oriente del lago de Cuitzeo tiene una mayor cantidad de carreteras federales y estatales, probablemente por la cercanía a la región agrícola-industrial del Bajío, en donde se encuentran localidades como Celaya, Irapuato, Apaseo, Moroleón, Yuriria y Uriangato, entre otras, que cuentan con una actividad económica importante.

Por supuesto, el principal nodo de articulación de toda la región es la capital del estado de Michoacán, Morelia, por lo que la conformación de las vialidades a partir de esta localidad muestra una estructura radial y concéntrica que refleja su jerarquía y orientación de las relaciones socioeconómicas que predominan en la región.

Respecto al lago de Cuitzeo, se observa que al norte se encuentra mejor comunicado por las carreteras estatales libres y federales (que además cuentan con diversos entronques con otras carreteras), mientras que al sur sólo se encuentra la Maxipista Atlacomulco-Guadalajara, que por sus propias características no facilita el acceso. En el caso del lago de Pátzcuaro se observa que la parte occidente se encuentra bordeada por una carretera estatal libre conectada con carreteras federales, mientras que en su margen oriental, la que facilitaría su acceso, se encuentra a una distancia de entre 5 y 6 km del lago.

Tabla 1. Tipo de vialidad y longitud en la cuenca.

Tipo de vialidad carretera	Longitud (km)	% de vialidad
Carretera estatal libre (pav) 2 carriles	1,139.60	16.39
Carretera federal libre (pav) 2 carriles	831.68	11.96
Carretera concesionada	162.79	2.34
Carretera federal libre (pav) 4 carriles	82.00	1.18
Carretera federal cuota (pav) 4 carriles	38.38	0.55
Carretera estatal libre (pav) 4 carriles	29.04	0.42
Paso por ciudad	12.36	0.18
Terracería	2,497.25	35.92
Brecha	1,159.02	16.67
Vereda	1,000.22	14.39
Total	6,952.33.20	100



La zona que cuenta con menor número de carreteras pavimentadas es la sur-oriente de la cuenca, en la que predomina una conexión vial por medio de caminos de terracería y brechas, al igual que la zona noroccidental del lago de Cuitzeo. Sin embargo, mantienen su accesibilidad a partir de las terracerías, brechas e incluso el gran número de veredas con que cuenta la región.

Isócronas

Las isócronas son un indicador del tiempo de desplazamiento de un punto determinado (por ejemplo, principales localidades, escuelas, hospitales, etc.) hacia el resto de la red; éstas se elaboran con base en el “coste” que implica el tiempo de desplazamiento, que dependerá de sus propias características. El resultado son áreas con un mismo tiempo

de recorrido (isócronas) que también puede interpretarse como áreas de influencia de los nodos utilizados, las cuales indican que a mayor tiempo de desplazamiento, la accesibilidad será menor y viceversa. Para la construcción de las isócronas se seleccionaron las localidades mayores a 5,000 habitantes (que funcionan como los nodos de cada isócrona) y se construyeron considerando exclusivamente a la red carretera pavimentada; el criterio de tiempo o “coste” se marca en rangos a cada 15 minutos.

En el Mapa 4.4b y Tabla 2 se aprecia cuántas localidades de menor jerarquía o tamaño de población se encuentran en cada isócrona y por lo tanto, el tiempo promedio que pueden requerir para llegar a la de mayor jerarquía (5,000 hab). En el rango de cobertura de los 15 min se encuentra el 69% de la población, dentro del rango de los 30 min de proximidad, el 20% de las localidades (de las cuales 33 son mayores a 5,000 hab). Además, en el mapa se distinguen los siguientes corredores: el que va desde la localidad de Cuitzeo hasta Celaya (vía Moroleón-Uriangato-Yuriria-Salvatierra); el de Valle de Santiago a Jaral del Progreso al norte del lago de Cuitzeo; y al sur el de Morelia, que va a Villa Madero y hacia Acámbaro por el norte, el cual se conecta con Maravatío de Ocampo.

Mapa 4.4b - Isócronas

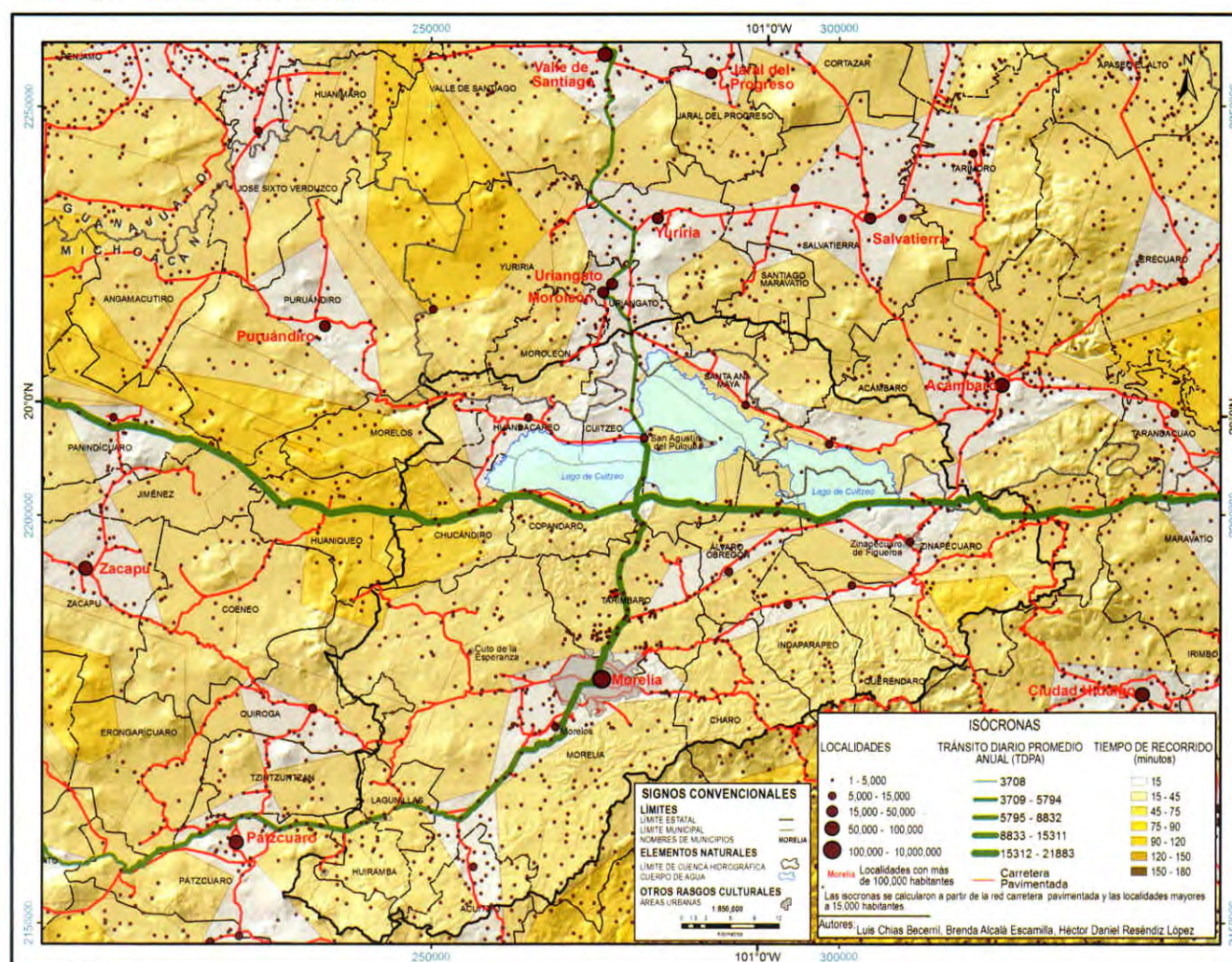


Tabla 2. Isócronas a partir de localidades mayores a 5,000 habitantes.

Rango minutos	Núm. de localidades	Población total (hab)	% del total	Área (km²)	% por área
0 - 15	1,029	1,601,177	68.67	544,984.90	5.22
15 - 30	1,192	472,008	20.24	9,208,276.68	88.22
30 - 45	517	142,619	6.12	416,500.06	3.99
45 - 60	291	73,323	3.14	116,764.40	1.12
60 - 75	146	26,998	1.16	43,748.72	0.42
75 - 90	87	9,996	0.43	31,744.00	0.30
90 - 105	111	2,527	0.11	60,257.24	0.58
105 - 120	43	2,485	0.11	11,712.68	0.11
120 - 135	10	689	0.03	3,711.84	0.04
Total	3,426	2,331,822	100	10,437,700.52	100

Respecto al Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que se registra en la red carretera federal (de la estatal no se tienen datos), la vialidad con mayor tránsito de vehículos es la Maxipista, pero es importante insistir que por ésta circula un gran número de vehículos que no necesariamente tienen incidencia económica sobre la región de estudio. En cambio, el eje vertical tiene dos comportamientos bien diferenciados: de la localidad de Cuitzeo al norte, el TDPA no es muy alto, lo que indica que las relaciones de Morelia hacia esa dirección no son tan intensas como las que indican el TDPA que se registra hacia Morelia y que continúa hacia el sur.

Densidad de Población por Isócrona

Para la realización del Mapa 4.4c y la Tabla 3 se utilizaron las isócronas elaboradas en el mapa anterior, pero se calculó la densidad de población que contiene cada una, lo que permite conocer la presión demográfica que se tiene en cada rango de tiempo y, sobre todo, la que se ejerce en los lagos de Cuitzeo y de Pátzcuaro.

La zona con mayor densidad de población se registra, por supuesto, en la cercanía de Morelia y se extiende hacia el sur de

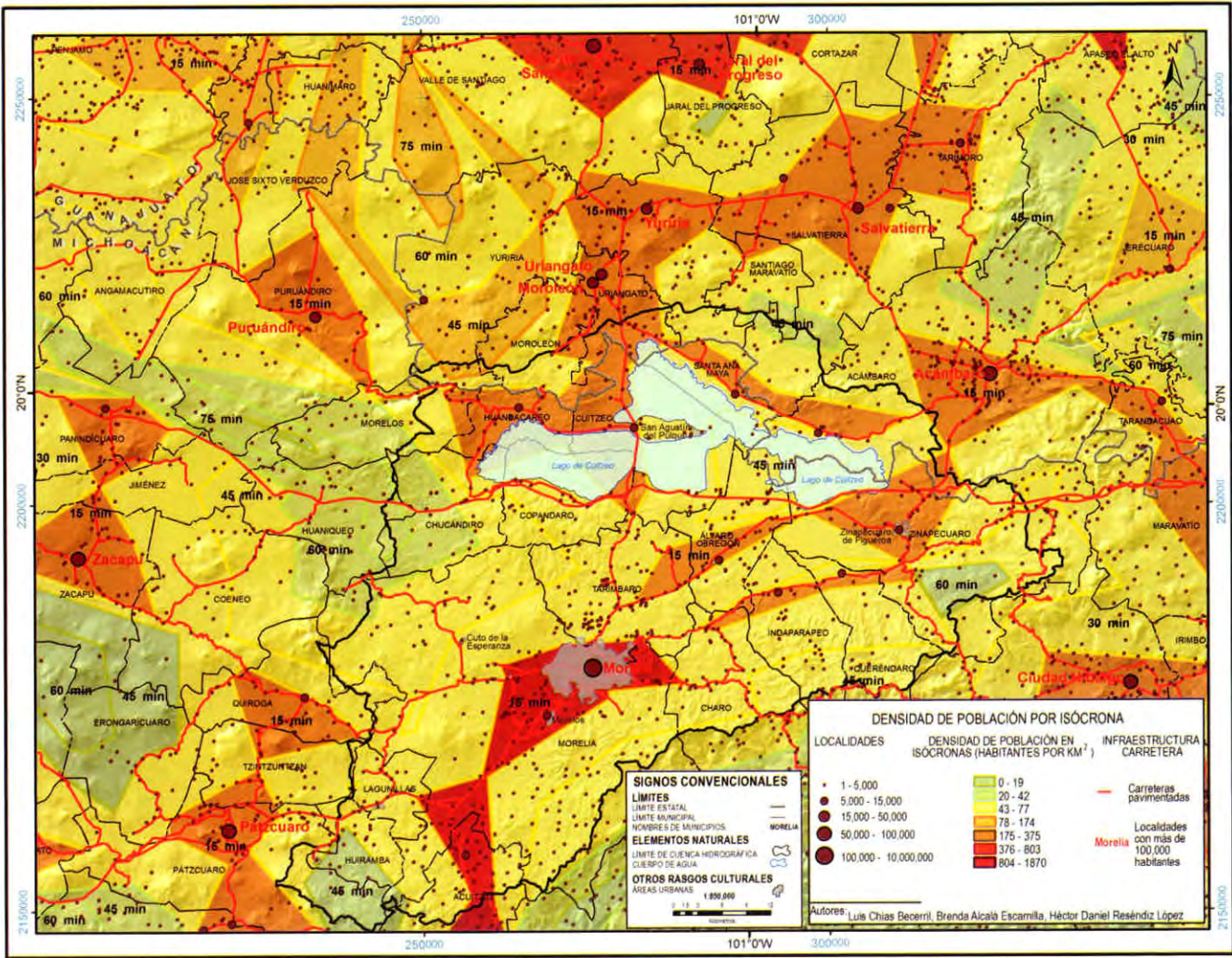
la ciudad. Las zonas que le siguen en cuanto a mayor densidad son las isócronas de 15 minutos, influenciadas por las localidades de más de 5,000 hab, tal es el caso de corredores que se forman en Valle de Santiago-Jaral del Progreso, Salvatierra-Yuriria-Uriangato-Moreleón, Acámbaro-Maravatío, Ciudad Hidalgo, Pátzcuaro, entre otras localidades.

Las áreas que cuentan con una mayor densidad de población son las cercanas a las carreteras federales libres (2 y 4 carriles), que conectan la zona norte y oriente del lago de Cuitzeo. Las zonas con menor densidad de población se encuentran donde prevalecen las carreteras estatales libres y las brechas y terracerías al noroeste del lago de Cuitzeo y al sureste de Morelia. En el caso del lago de Pátzcuaro se puede apreciar que la zona con mayor densidad de población se encuentra al este.

Tabla 3. Densidad de población por isócrona.

Rango (minutos)	Núm. de localidades	Población total (hab)	Área (km²)	% Densidad de población
0-15	1,029	1,601,177	544,984.90	2.94
15-30	1,192	472,008	9,208,276.68	0.05
30-45	517	142,619	416,500.06	0.34
45-60	291	73,323	116,764.40	0.63
60-75	146	26,998	43,748.72	0.62
75-90	87	9,996	31,744.00	0.31
90-105	111	2,527	60,257.24	0.04
105-120	43	2,485	11,712.68	0.21
120-135	10	689	3,711.84	0.19
Total	3,426	2,331,822	10,437,700.52	0.59

Mapa 4.4c - Densidad de población por isócrona



La mayor cantidad de localidades y población se encuentran dentro de las isócronas de 15 a 30 min, por lo que se puede decir que se trata de una región con buena accesibilidad en general, incluso las zonas que aparentemente no están bien comunicadas por carreteras pavimentadas tienen la opción de utilizar las abundantes brechas y terracerías construidas en esta zona.

Tiempos Medios de Recorrido

Entre los indicadores de accesibilidad, concepto que se entiende como el potencial de oportunidades para la interacción entre localidades, destaca el conocido como Tiempos Medios de Recorrido, con el que se pretende conocer cuál es la capacidad de relación

entre las localidades urbanas de más de 5,000 hab de la región y, a partir de ellas, del resto de los distintos territorios que conforman la zona.

Este ejercicio permite saber cómo la actual red carretera pavimentada sirve a dichas relaciones, cuáles son las ciudades y espacios con mejor accesibilidad y por el contrario, cuáles requieren de mayores tiempos para poder comunicarse con dichas localidades.

Para aplicar este indicador fue necesario utilizar el algoritmo *Shortest Network Paths*, con el cual se obtienen, en primer lugar, las “rutas óptimas” que las localidades seleccionadas tienen para comunicarse entre ellas. Con base en el resultado, se consigue la distancia promedio en minutos que cada una de las localidades tendrá para acceder a todas las de la región. Con esto, se realiza una “interpolación” que refleja de forma espacial los resultados puntuales de cada localidad. Este procedimiento tuvo como resultado ocho rangos de Tiempo Medio de Recorrido dentro de la zona de estudio (ver Mapa 4.4d y Tabla 4), donde el rango menor es de menos de una hora y media de recorrido, mientras que el rango mayor implica más de tres horas.

Mapa 4.4d - Tiempos medios de recorrido

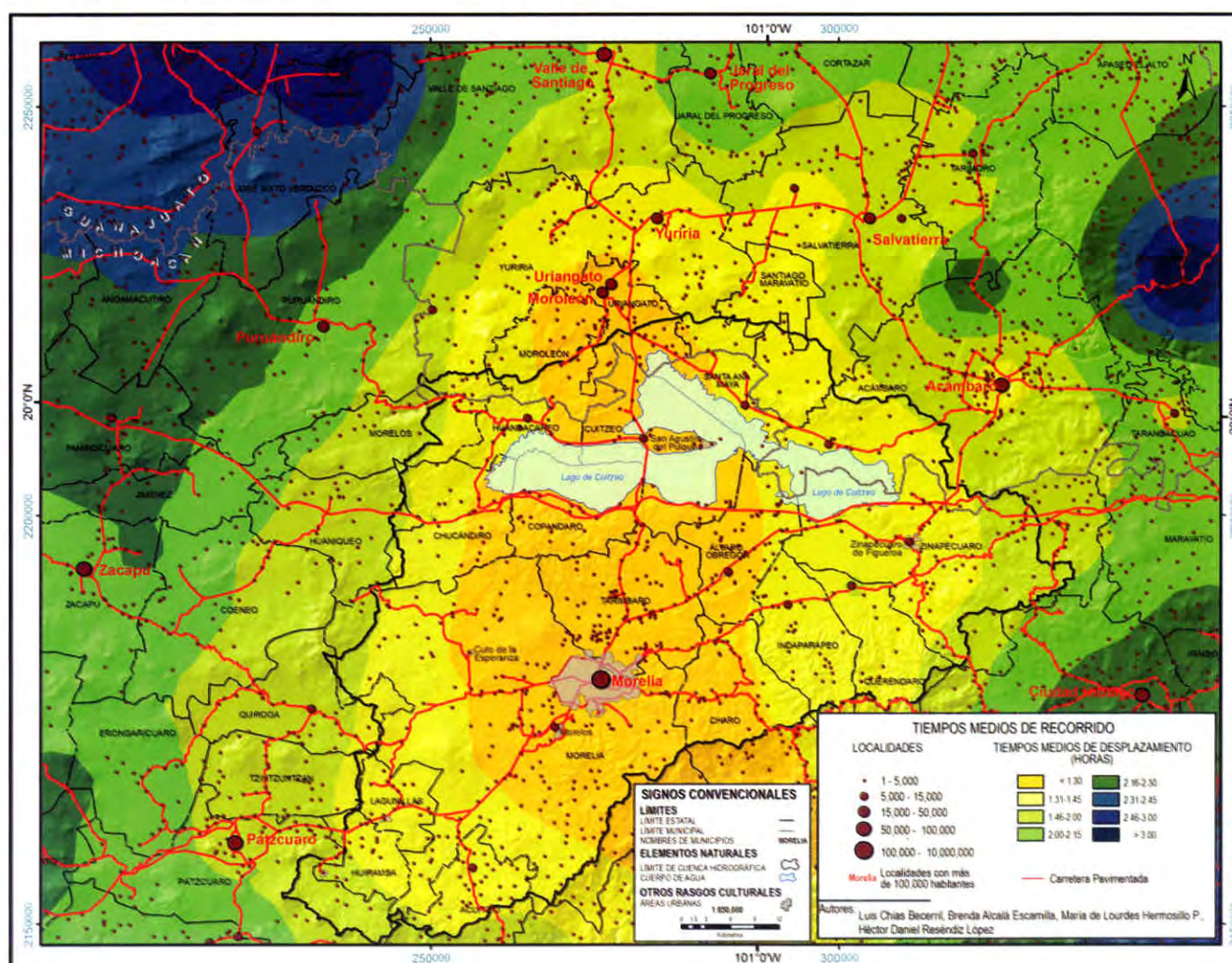


Tabla 4. Tiempos medios de recorrido.

Tiempo	Núm. de localidades	%	Población total (hab)	%
< de 1.30	19	18.6	767,295	50.7
1.31 - 1.45	20	19.6	200,875	13.3
1.46 - 2.00	21	20.6	194,295	12.8
2.00 - 2.15	20	19.6	194,207	12.8
2.16 - 2.30	14	13.7	117,430	7.8
2.31 - 2.45	4	3.9	21,912	1.4
2.46 - 3.00	1	1	4,822	0.3
> de 3.00	3	2.9	13,901	0.9
Total	102	100	1,514,737	100

El resultado de la aplicación de este indicador muestra en primer término, una zona de mayor accesibilidad que ocupa el espacio central de la cuenca, donde se ubican las localidades de Morelia, Moroleón y Uriangato, las cuales requieren poco menos de una hora y media para comunicarse entre ellas. A partir de esta área se forma una especie de anillos concéntricos; en el segundo destaca la localidad de Yuriria, en el tercero Acámbaro, Salvatierra y Pátzcuaro, que pueden emplear hasta 2 horas para poder comunicarse con el resto de las localidades estudiadas, y así progresivamente hasta encontrar, como es lógico, en la periferia a las localidades que requieren de mayor tiempo para poder interactuar con el resto de más de 5,000 habitantes.



Fotografía: Brenda Ávila Flores