



Delimitación de las Cuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000

Julio, 2007

Responsables

Dra. Helena Cotler Avalos

M. en C. Arturo Garrido Pérez

Ing. Rogelio Mondragón Bonilla

Geog. Alejandro Díaz Ponce

Colaboradores

Ing. Victor Manuel Romero Benítez

Geog. Noemí Luna González

Geog. Carlos Enríquez Guadarrama

M. en C. María Luisa Cuevas

Ing. José Rodríguez Rocha

Ing. Gaspar Monterrosa

Cita del mapa: INEGI-INE-CONAGUA, 2007. Mapa de cuencas hidrográficas de México (escala 1: 250 000). Producto cartográfico derivado de la obra primigenia INE (2003) "Cuencas Hidrográficas de México, escala 1:250,000.", elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L

Cita del documento: INEGI-INE-CONAGUA, 2007. Documento técnico del mapa de Cuencas hidrográficas de México (escala 1: 250 000).

Índice

1. Introducción.....	4
2. Antecedentes.....	7
3. Métodos y criterios utilizados para la cartografía de cuencas.....	12
3.1 Criterios para la delimitación de cuencas hidrográficas.....	13
3.2 Método para la delimitación de cuencas hidrográficas	13
3.3 Materiales empleados.....	15
3.4 Consideraciones sobre la cartografía de cuencas	15
4. Mapa Nacional de Cuencas Hidrográficas de México.....	26
4.1 Características de las cuencas hidrográficas de México.....	26
5. Definición de toponimia.....	28
6. Conclusiones.....	33
Reconocimientos.....	34
Referencias.....	35

1. Introducción

Este documento es el resultado del esfuerzo conjunto entre el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para establecer criterios conjuntos y comunes para la delimitación de las cuencas de México y la definición de su toponimia.

La cuenca hidrográfica es una unidad morfológica superficial, delimitada por divisorias (“parteguas”) desde las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o subdividir en sub-cuencas o cuencas de orden inferior, asimismo se pueden diferenciar zonas caracterizadas por una función primordial (cabecera-captación y transporte-emisión) o por su nivel altitudinal (cuenca alta, media y baja).

La delimitación de cuencas implica una demarcación de áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que caen sobre éstas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

Las cuencas hidrográficas, definidas en este proyecto son de tipo exorreicas, endorreicas y arreicas (Figura 1a, 1b y 1c). Las primeras se caracterizan por descargar su escorrentía superficial hacia el mar, las cuencas endorreicas drenan hacia un cuerpo de agua interior, como un lago, mientras que las cuencas arreicas se caracterizan por presentar un drenaje superficial que se infiltra antes de encontrar un cuerpo colector.

La delimitación de las cuencas hidrográficas se realizó a partir de criterios meramente topográficos (morfológicos) e hidrográficos (red de drenaje superficial).

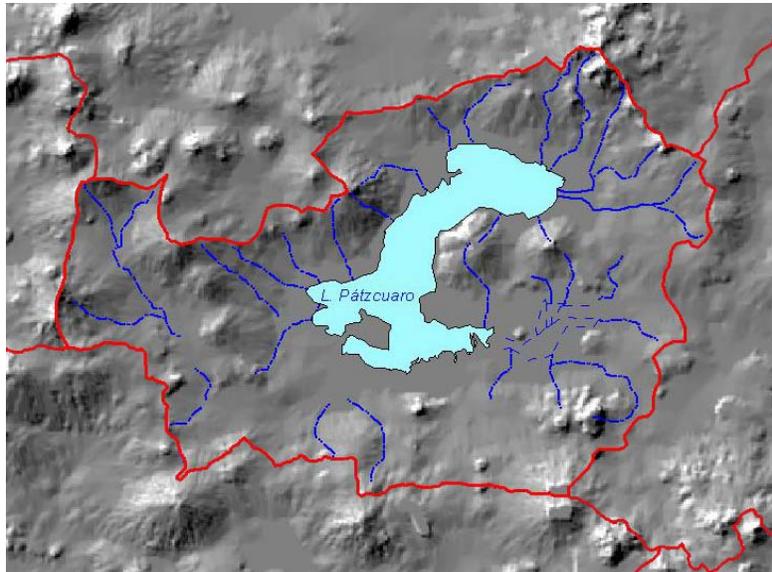


Figura 1a. Una cuenca endorreica se caracteriza porque todas sus aguas son descargadas hacia un cuerpo de agua interior, también se le denomina cuenca cerrada.

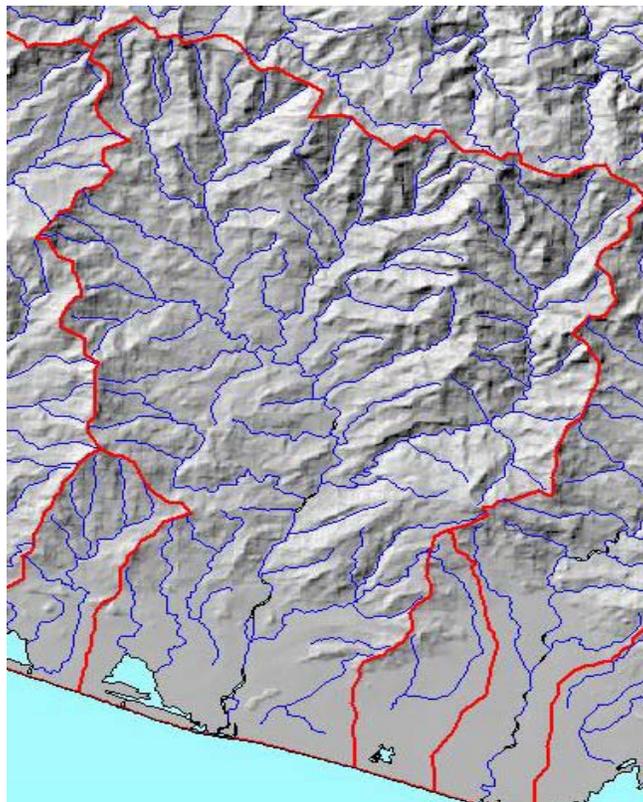


Figura 1b. En la cuenca exorreica, los escurrimientos confluyen y desembocan en el mar o en un sistema lagunar costero

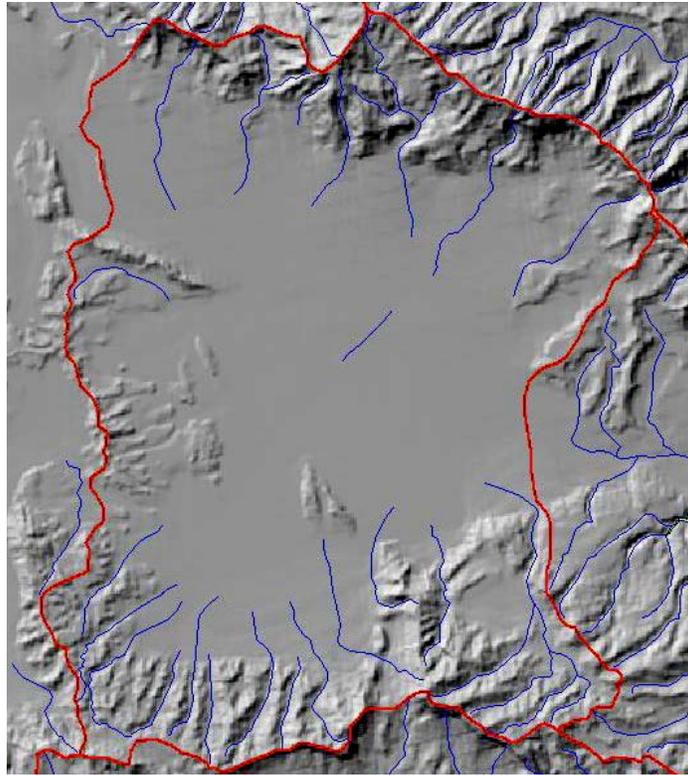


Figura 1c. Una cuenca arreica no tiene salida hacia el mar ni tampoco drena hacia un cuerpo de agua colector observable.

El presente documento da la pauta sobre criterios, métodos e insumos para delimitar y nombrar a las cuencas hidrográficas del país, lo cual constituye una oportunidad para desarrollar una metodología consistente y una visión espacial común del territorio nacional para todas las agencias gubernamentales, académicas y para cualquier usuario que requiera conocer la configuración de las cuencas hidrográficas del país.

2. Antecedentes

Después de muchos años y numerosas conferencias internacionales¹, las cuencas hidrográficas siguen siendo consideradas como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. Sin embargo, uno de los principales problemas a los cuales se enfrentan científicos y tomadores de decisión es a la ausencia de una delimitación de cuencas consensuada al interior de un país (Barrow 1998; Verdin y Verdin, 1999; Donnell y Woods, 2004; NRCS, 2004).

Hoy en día se cuenta con importantes herramientas analíticas, como los sistemas de información geográfica (SIG), los cuales facilitan la colección de información, posibilitan su visualización, modelamiento y análisis y con ello, optimizan la información necesaria para una mejor toma de decisiones. La delimitación de cuencas hidrográficas constituye el paso inicial si la herramienta SIG quiere ser utilizada para la planeación de este tipo de entidades (Verdin y Verdin, op.cit.). Uno de los principales requisitos de una delimitación de cuencas (como de cualquier otra clasificación) es su carácter consensual que provea un lenguaje común para estudios a escalas local, regional, nacional e internacional, lo cual mejoraría la comunicación entre tomadores de decisión.

Diversos esfuerzos se han realizado para delinear y codificar cuencas continentales (Verdin y Verdin, 1999) así como generar los criterios para la delimitación de una jerarquía hidrográfica a nivel nacional (NRCS, 2004).

¹ Algunas de ellas son: Conferencia Internacional sobre el agua y el medio ambiente (Dublín, 1992); Programa 21-Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992); Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible (Francia, 1998); Conferencia Internacional sobre el agua dulce “El agua: una de las claves del desarrollo sostenible” (Alemania, 2001)

En México se han realizado distintos trabajos encaminados a definir la división hidrográfica nacional con objetivos disímiles desde los años 40. Algunos ejemplos de ello, constituye el esfuerzo de dividir al país en 37 regiones hidrológicas (Figura 2) de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1946 (en adelante SRH), la cual se realizó siguiendo criterios hidrográficos. Los límites de cada una de estas regiones, levantados de manera visual y trazados a mano, se difundieron a través de los boletines hidrológicos donde además se incorporó información sobre estaciones hidrométricas, hidrología superficial, poblaciones y límites estatales.

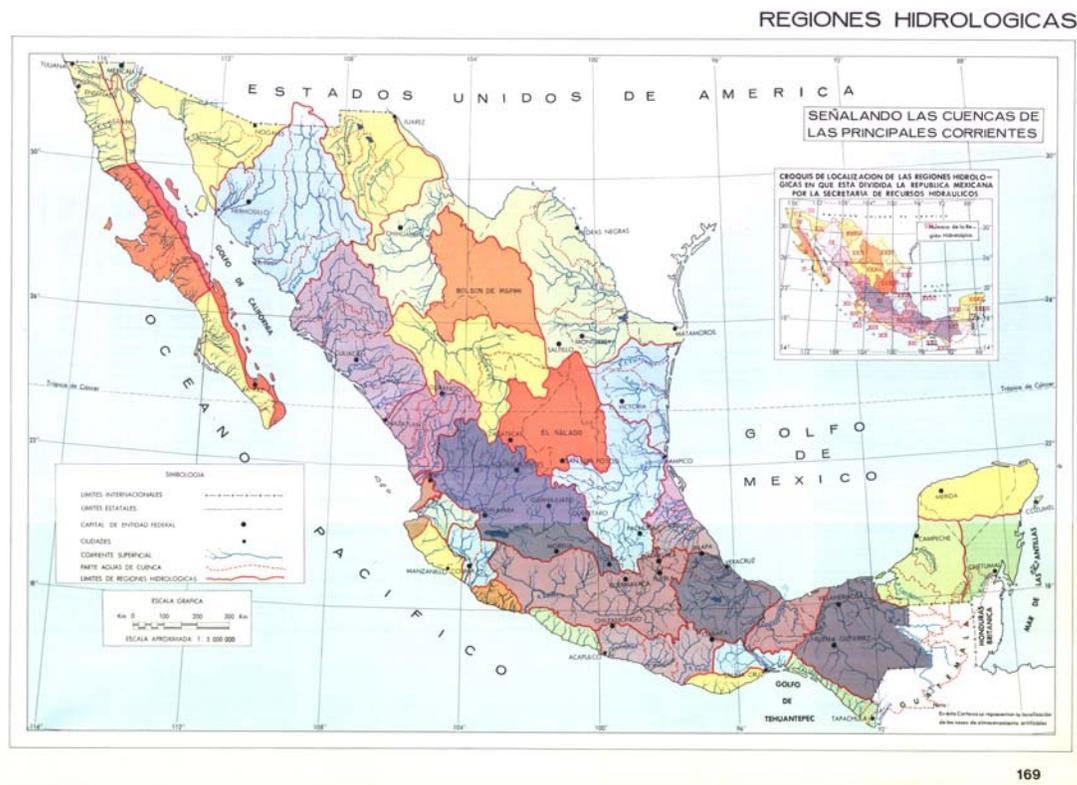


Figura 2. Regiones Hidrológicas de México (Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1946)

En 1981, la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL, que luego se transformó en Comisión de Estudios del Territorio Nacional, CETENAL, hoy INEGI) editó

la carta de hidrología de aguas superficiales a escala 1:1'000,000 del país, en la cual se integró la delimitación propuesta por la SRH y se representaron las 37 regiones hidrológicas con sus cuencas.

Con la constitución del INEGI, la carta hidrológica de Aguas superficiales se elaboró a escala 1:250 000, en este producto también se consideró la división hidrográfica definida por la entonces SRH y se extendió a nivel de sub-cuenca. Se tomaron como criterios para su delimitación rasgos naturales (hidrografía, topografía) y se utilizaron las curvas de nivel de la carta topográfica a escala 1:50 000 sin ningún tipo de jerarquización u organización con referencia a las cuencas (Figura 3).



Figura 3. División hidrográfica a nivel sub-cuenca (INEGI)

Años después, en 1987, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, elaboró la carta hidrológica donde incorpora a las 37 regiones hidrológicas establecidas anteriormente sobre el soporte de imágenes satélites. En este caso, la escala de trabajo varía en función del

tamaño de la región. Asimismo, la información de cada región abarca no sólo datos hidrológicos (estaciones hidrométricas, climatológicas, de calidad de agua), sino también rasgos hidrográficos (como cuencas) y culturales (poblaciones, carreteras, entre otros).

Continuando con esta línea de trabajo, la Comisión Nacional el Agua retoma la delimitación de la SRH (1946) y afina los límites de las 37 regiones hidrológicas. Este proceso se realizó mediante la información topográfica digital a escala 1:250,000 y de Modelos Digital de Elevación, con ayuda del módulo GRID del software de SIG Arcinfo.

Las capas de información utilizadas fueron:

- Mapa de curvas de nivel
- Mapa de ríos
- Mapa de cuerpos de agua
- MDE de la República Mexicana.
- MDE en 3D de la República Mexicana

Como base se utilizaron mapas digitales de las Regiones y sub-regiones hidrológicas a escala 1:800,000 que se tenían disponibles (Figura 4).



Figura 4. División de Regiones hidrográficas (CNA)

Finalmente, en 2003, el Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) elabora a su vez un mapa de cuencas hidrográficas a nivel nacional a escala 1:250,000 (Priego *et al.* 2003). Los criterios utilizados para esta delimitación se basaron únicamente en características topográficas e hidrográficas (Figura 5).

Como consecuencia, hoy en día el país cuenta con distintas divisiones hidrográficas establecidas bajo criterios disímiles, lo que da como resultado la existencia de unidades hidrográficas cuyos límites difieren en función de la institución gubernamental generadora.

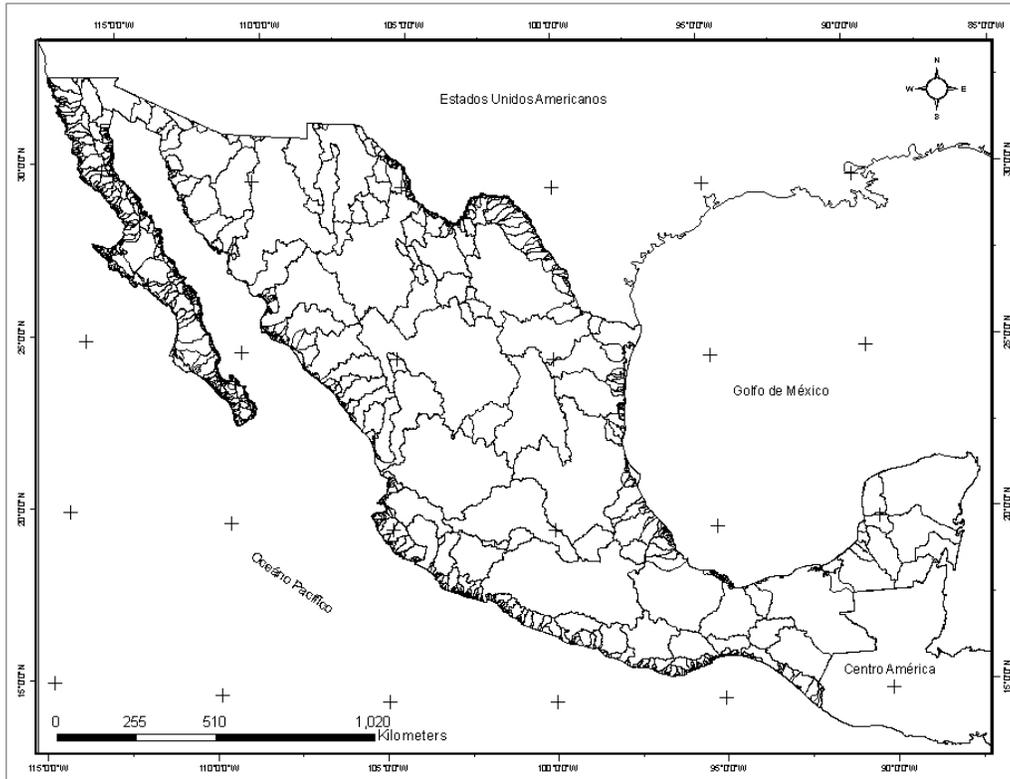


Figura 5. Mapa nacional de cuencas hidrográficas (INE, 2003)

3. Métodos y criterios utilizados para la delimitación de Cuencas hidrográficas del país (INE-INEGI-CONAGUA)

Para la generación de una primera delimitación de cuencas hidrográficas consensuada entre las tres instituciones participantes (INEGI, INE y CONAGUA), se combinaron métodos semi-automatizados, junto con métodos y técnicas manuales-digitales (visuales utilizando SIG) con datos cuya escala original es 1:250 000. A continuación se describen los criterios y el método utilizados para la elaboración del mapa de cuencas hidrográficas principales, de tipo exorreica, endorreica y arreica.

3.1 Criterios para la delimitación de cuencas hidrográficas

Los criterios establecidos por el INEGI, INE y CONAGUA son:

1. Las cuencas son unidades morfográficas, por lo cual su delimitación debe estar regida únicamente por variables topográficas e hidrográficas, dejando de lado criterios como: tamaño, uso del suelo, grado de contaminación y/o características administrativas.
2. Los criterios para la delimitación deben presentar consistencia y homogeneidad para todo el territorio nacional.
3. Se delimitarán solamente cuencas principales de tipo exorreico, endorreico y arreico empleando siempre información e insumos con escala 1:250,000².

3.2 Método para la delimitación de cuencas hidrográficas

El mapa elaborado por el Instituto Nacional de Ecología (2003) constituyó el insumo principal para la elaboración del mapa final de cuencas hidrográficas INEGI-INE-CONAGUA, por lo cual los pasos (a), (c) y parcialmente el (d), descritos a continuación, fueron retomados de dicho mapa. Los pasos metodológicos seguidos para la obtención del mapa de cuencas hidrográficas fueron:

- a) Integración, revisión y rectificación de la red hidrográfica y las curvas de nivel a escala 1:250 000 de todo el país
- b) Generación del modelo digital de elevación a partir del continuo de curvas de nivel corregido y elaboración de un modelo sombreado del relieve.

² Ver apartado introductorio de este documento para consultar definiciones

c) Complementación e incremento de la red de drenaje superficial infiriendo corrientes a partir del análisis de las curvas de nivel y el modelo sombreado, digitizando en pantalla.

d) Identificación y trazado de las divisorias de aguas a partir de la visualización de las curvas de nivel, la hidrografía y modelos sombreados del relieve, es decir, se trazaron los parteaguas sobre las inflexiones de las curvas de nivel de máxima altura relativa, en la zona límite entre laderas de exposición opuesta separando a los diferentes sistemas hidrográficos junto con sus áreas de drenaje a través de su configuración geomorfológica (morfográfica). Se verificaron dichos límites analizando en pantalla estereoscópicamente modelos sombreados del terreno de todo el país.

e) Para asistir la delimitación de algunas cuencas endorreicas y arreicas del norte y del sureste del país se utilizaron los boletines hidrológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (1970's) con la finalidad de complementar el mapa e incrementar la precisión de los límites trazados con ayuda del insumo base (mapa topográfico 1: 250 000 INEGI)

f) Los límites de las cuencas de las zonas costeras fueron revisados y rectificados utilizando compuestos de color derivados de imágenes satelitales. Dichos compuestos fueron visualizados en pantalla con una escala de despliegue comparable a la del insumo base (1:250 000) para tener congruencia con el nivel de detalle de la delimitación original.

g) La delimitación preliminar de las cuencas fue puesta a revisión por un grupo de expertos nacionales con la finalidad de aumentar su exactitud y de incluir aquellas

cuencas que no pudieron ser delimitadas hasta esta fase del trabajo pero que poseen una gran importancia eco-geográfica regional³.

h) Posteriormente, se obtuvo el mapa final de cuencas hidrográficas de México, implementada bajo un ambiente de SIG, lo que permitió paralelamente la generación de una tabla de atributos (Tabla 1) que contiene las propiedades básicas de cada una de las cuencas

Código	Área	Nombre (topónimo)	Región Hidrológica (CNA)	Sub-región hidrológica (CNA)	Estado(s)	Tipo (endorreico, exorreico)	Patrón de drenaje dominante	Diferencia de Alturas

Tabla 1. Representación de los atributos ligados a cada una de las cuencas de México

Dichos atributos son el código alfanumérico, el cual se asignó de manera semi-automática a cada una de las cuencas para diferenciarlas y que se compone del prefijo “CH” (por cuenca hidrográfica) más el número específico de cada cuenca; el área o superficie en metros cuadrados, elemento básico de cada unidad para cualquier tipo de análisis; el nombre geográfico para cada cuenca (ver más adelante en este mismo documento); se incluyó también el código de cada región y sub-región hidrológica generadas por la Comisión Nacional de Agua con el fin de establecer una relación geográfica de estas regiones con cada una de las cuencas y viceversa. También se incluyó el Estado o Estados del país que componen el territorio de cada una de las cuencas. Otro dato fundamental es la tipificación de cada cuenca a partir del tipo de desembocadura que presenta su sistema de cauces, habiendo identificado

³ Taller de expertos sobre cartografía hidrográfica. Organizada por CONAGUA, INE, INEGI, México D.F. el 29 de septiembre del 2006

principalmente tres: exorreica, endorreica y arreica. También se identificó a cada una de las cuencas a partir de su patrón de drenaje dominante, es decir el patrón que en su totalidad presentó mayor longitud en metros en cada cuenca. Finalmente, se asignó la altura mínima, máxima y la diferencia de alturas sobre el nivel medio del mar (en metros) que registra cada cuenca.

3.3 Materiales empleados

- a) Conjunto de datos vectoriales de curvas de nivel generados por INEGI (2004) los cuales se derivan de la digitalización de las cartas topográficas a escala 1:250 000.
- b) Conjunto de Datos Vectoriales correspondiente a la red hidrográfica y cuerpos de agua generados por INEGI (2004) los cuales, se derivan de la digitalización de la carta topográfica a escala 1:250 000. Con las curvas de nivel se generó un modelo digital de elevación (MDE) en formato de *celdas* (raster) con resolución de 100 m utilizando un método de interpolación de tipo lineal dentro de un SIG (ILWIS ver. 3.2, 2001).
- c) Este modelo digital de todo el país se procesó utilizando varios filtros de tipo lineal para generar un Modelo Sombreado del Relieve (MSR).
- d) Imágenes satelitales LandSat ETM+7 de los años 1999-2000, con predominancia de fechas correspondientes a la época de secas en el territorio nacional.
- e) Boletines hidrológicos de la SRH, 1970.

3.4 Consideraciones sobre la cartografía de Cuencas:

Existe una serie de aspectos metodológicos del mapa de cuencas hidrográficas de México que deben de tomarse en cuenta para su empleo y que fueron fundamentales para obtener la versión finalizada de dicho producto cartográfico.

Estas consideraciones fueron el resultado de discusiones y adecuaciones técnico-conceptuales debido a la complejidad hidrográfica del territorio, a las limitaciones de los datos e insumos base y a las modificaciones antrópicas sobre los sistemas fluviales y que dan como resultado la configuración actual de mapa de cuencas que se presenta;

Estas consideraciones son:

1. Como se mencionó anteriormente, el insumo principal empleado para la delimitación de las cuencas es el mapa topográfico escala 1:250 000; dicho material fue seleccionado debido a que el nivel de detalle que posee permite tener una visión general (regional) y a la vez continua del territorio nacional ya que se cuenta con cobertura de todo el país. El mapa topográfico debido a su origen y naturaleza, es un modelo limitado de representación del espacio geográfico, y no solamente en cuanto a la simplificación de la realidad espacial en sí misma sino que también es virtualmente una fotografía en el tiempo, ya que los insumos empleados para su elaboración fueron generados en un tiempo determinado.

Por lo anterior, los límites de algunas cuencas en sus desembocaduras pueden llegar a variar debido a la época del año, a la modificación antrópica de la red de drenaje e incluso a la presencia de algún fenómeno meteorológico extraordinario como un huracán que haya generado la migración del colector principal de una cuenca en las

partes bajas. En México existen casos documentados sobre este fenómeno, entre los más recientes destacan los ríos Cacaohatán, Suchiate y el Río Bravo, entre otros.

Con ayuda de la superposición del mapa sobre diversas imágenes satelitales, se rectificaron y ajustaron los límites de algunas cuencas por lo que la premisa sobre la temporalidad del producto utilizado debe tenerse presente cuando se vaya a utilizar el mapa con insumos de diferentes fechas; la figura 6 ilustra la idea anterior.

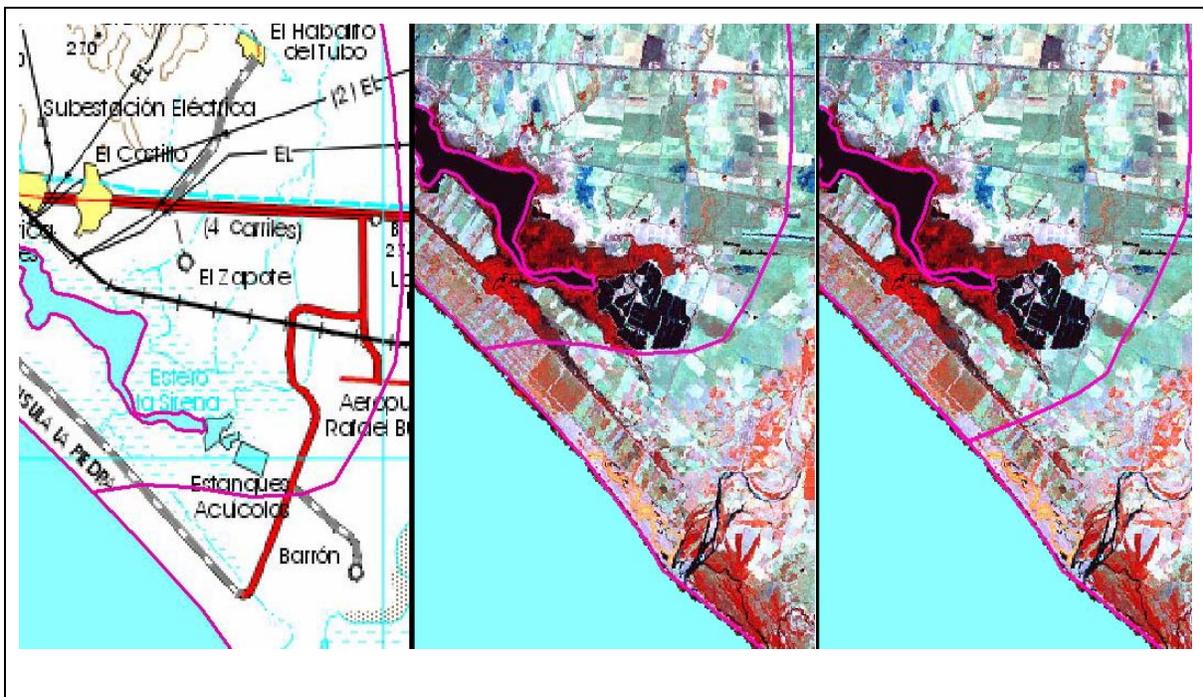


Fig. 6. La imagen ejemplifica la modificación de un parteaguas; el mapa topográfico no presentaba inundada toda el área, empleando la imagen satelital se trazó el parteaguas a su posición correcta (el parteaguas aparece en color rosa).

Si bien la imagen de satélite también registra la configuración territorial en un momento determinado, permite establecer un límite más actualizado y asimismo detectar aquellas áreas espacial y temporalmente más dinámicas.

Esta particularidad en las cuencas permitiría establecer, con ayuda de la percepción remota, límites “movibles” o dinámicos (difusos), aspecto fundamental para establecer cualquier tipo de acción o gestión territorial en una cuenca.

El caso de la llanura costera de Chiapas es un buen ejemplo de la variación espacio-temporal de los sistemas hidrográficos.

2. Otro aspecto fundamental es la escala del mapa y la información empleada para su generación. Debido al nivel de generalización espacial del mapa topográfico, algunos límites podrían cambiar ligeramente si se contrastase por ejemplo, con un mapa topográfico de escala mayor, como puede ser 1:50, 000 o alguna imagen satelital o fotográfica de mayor resolución espacial; por lo tanto, las limitaciones propias de la escala original deben ser tomadas en cuenta cuando se utiliza el mapa junto con otros insumos cartográficos y sobre todo cuando se manipula en ambientes gráficos digitales en donde las escalas de despliegue en los monitores incrementan de manera virtual la escala de ciertos productos.

Aunque las herramientas como los SIG permitan incrementar de manera virtual la escala de despliegue o impresión, no permiten incrementar el nivel real de detalle de la información en productos cartográficos digitalizados, aunque sí en un gran número de imágenes de percepción remota dependiendo sus características

La siguiente imagen (Figura 7) muestra el efecto que tendría el contrastar los límites del mapa con un producto de mayor escala y de mayor detalle espacial; en el caso del mapa final de cuencas, dichas inconsistencias no se asumieron para modificar algún límite debido a que se guardó consistencia con la escala original al momento de la revisión.

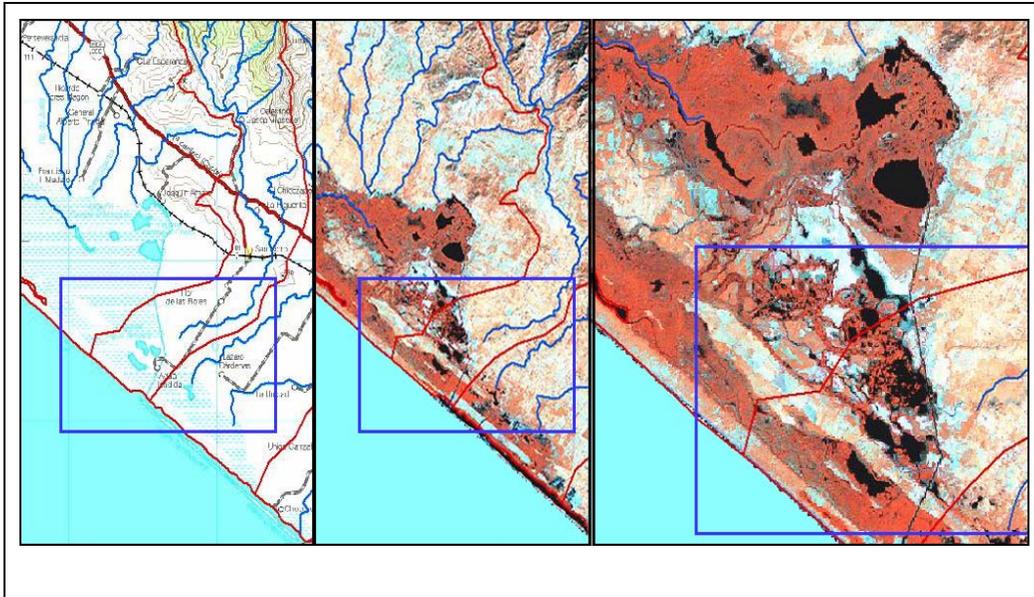


Fig. 7 Es importante tener en cuenta las implicaciones de la escala al momento de usar el mapa de cuencas con otros productos cartográficos; la escala de un mapa también determina la cantidad de objetos del terreno que serán representados, principalmente en función de su dimensión física (su área).

3. Como se ha enfatizado anteriormente, un factor problemático han sido los límites de algunas cuencas en sus desembocaduras en las zonas de las planicies costeras. Debido a las características morfogenéticas complejas de estas áreas, la red hidrográfica presenta patrones caóticos y erráticos en el tiempo, por lo que resulta difícil definir los límites precisos e invariables para una cuenca hidrográfica como tal por la desintegración y discontinuidad en la red hidrográfica.

La alternancia de cordones de playa con zonas de pantanos y ciénagas generan un arreglo de la red extremadamente caótico, se presentan cauces que se infiltran en geoformas asociadas genéticamente a deltas antiguos, dunas de arena, y la manifestación de otras geoformas asociadas a los procesos de sedimentación y erosión fluvio-marina. En la figura 8, se presenta el caso de la cuenca “Río San Pedro”, en el área de Marismas Nacionales.

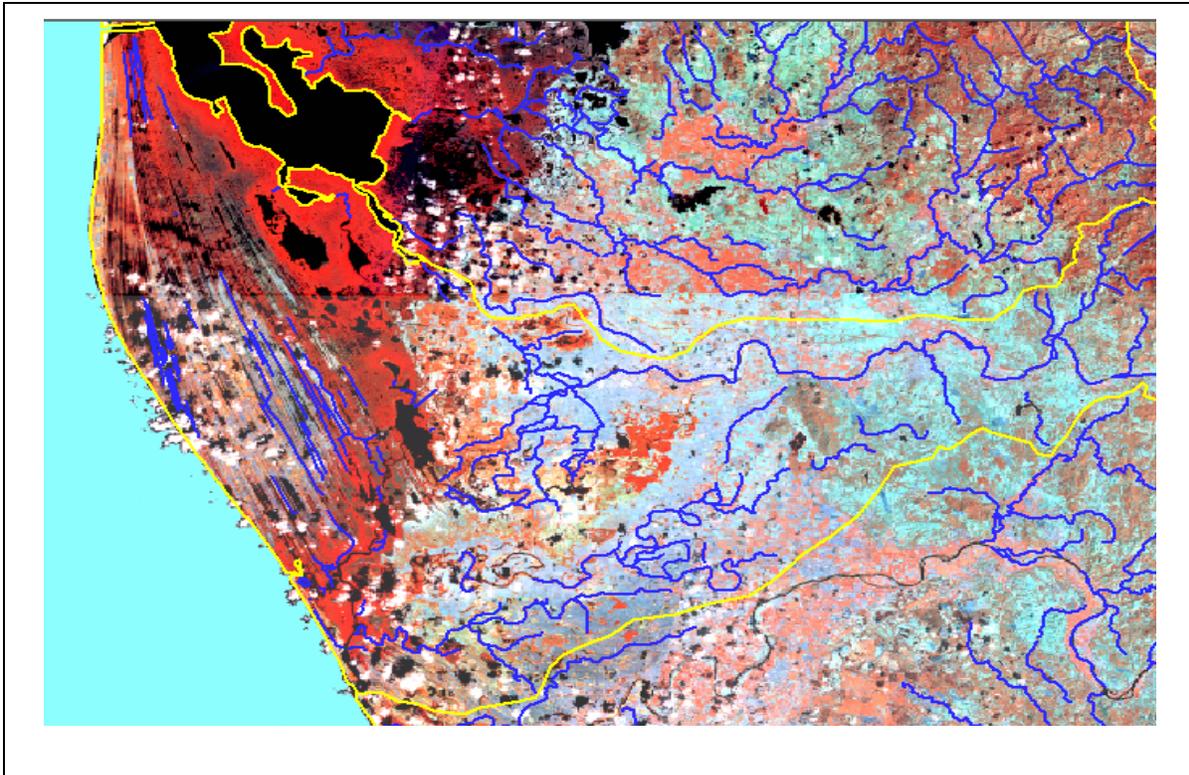


Fig. 8. La delimitación de algunas cuencas del país es compleja debido a las características geomorfológicas de las zonas costeras; la hidrología superficial es controlada por la presencia de diferentes formas del relieve fluvio-marino y por los materiales que las constituyen ocasionando un patrón de las corrientes desordenado.

4. Un caso de excepción al esquema de criterios es la cuenca Lerma-Chapala; en el mapa aparece como una cuenca endorreica aunque el Lago de Chapala históricamente ha sido el tributario principal del Río Santiago. Esta cuenca además de haber sido sometida a importantes modificaciones en su comportamiento hidrológico superficial a lo largo de su área de captación por la construcción de presas, bordos y canales, ha sido también alterada en la zona de su desembocadura a través de obras hidráulicas para su desagüe y para obras de riego agrícola; también se extrae agua del Lago para usos urbanos e industriales pero no a través del Río Santiago sino por bombeo directo.

Estas modificaciones antrópicas junto con la variabilidad climática de los últimos años han permitido establecer un patrón de comportamiento hídrico endorreico regulado artificialmente por lo que se le ha considerado como una entidad independiente de la cuenca del río Santiago debido a sus características hidrográficas actuales y sobre todo por presentar características de relativa homogeneidad ambiental interna con respecto a sus cuencas aledañas. La sub-cuenca del río Zula se incluye en la cuenca Lerma-Chapala a pesar de haber sido (y eventualmente ser todavía) un afluente natural para el río Santiago. Ver configuración final de la cuenca en la figura 9:

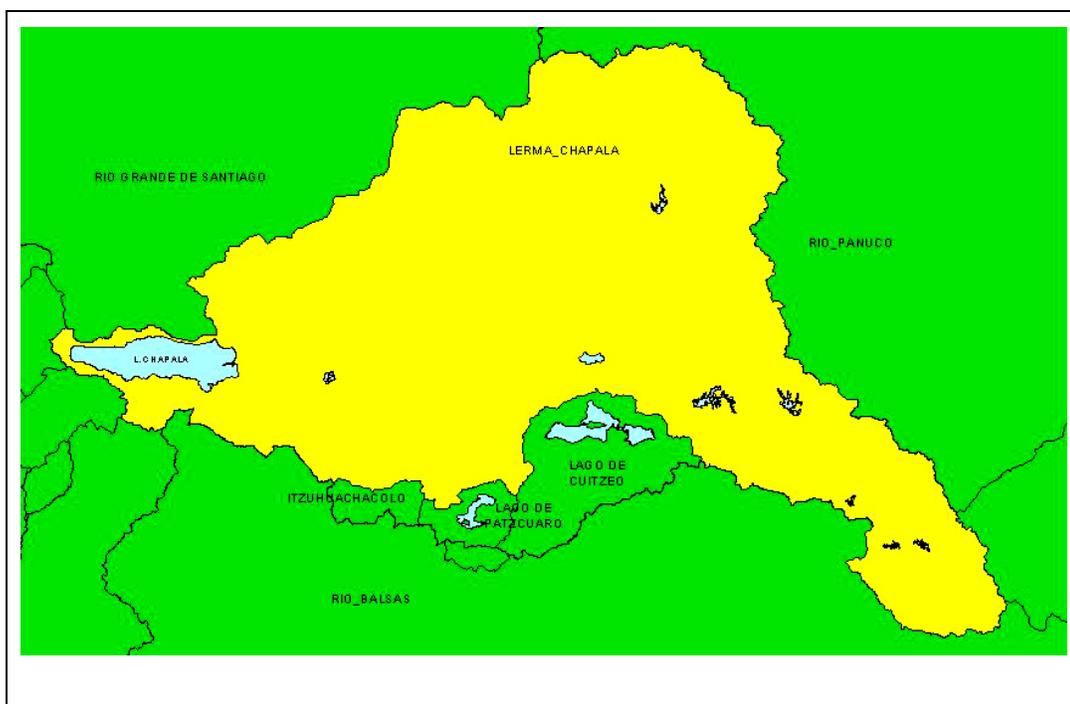


Fig.9. La cuenca Lerma-Chapala se ha considerado como cuenca endorreica debido al manejo histórico que se ha hecho de sus recursos hídricos y a su dinámica actual.

La alteración del comportamiento hídrico-superficial de algunas cuencas del país también es evidente en casos como el de la cuenca de México, que aunque fue

abierta artificialmente para su drenaje hace siglos, se representa en la cartografía de cuencas como una entidad endorreica a pesar de esta modificación.

5. La Península de Yucatán posee la peculiaridad de carecer de una red hidrológica superficial definida debido a su origen cárstico que favorece la circulación hídrica subterránea; debido a ello, el concepto de “cuenca” no aplica en su totalidad a esta región. Por esto, con ayuda de la cartografía geológica, se definieron los límites occidentales extremos para dicha unidad, reconociendo en la cartografía topográfica rasgos del terreno asociados también a ambientes morfogenéticos cársticos. La delimitación de esta entidad a partir de la identificación de su homogeneidad litológica y geomorfológica permitieron separarla de aquellos territorios que si presentan una configuración hidrográfica y morfográfica correspondiente a una cuenca.
6. Otro aspecto a considerar son las cuencas transfronterizas; la que mejor ilustra este caso es la cuenca del río Bravo, pues además de la dificultad para delimitarla en la parte de la desembocadura como otras cuencas, ésta no aparece representada en su totalidad ya que carece de la sección correspondiente al territorio estadounidense. El mismo caso ocurre con la delimitación de otras cuencas como la del río Suchiate en donde sólo se cartografió la parte que corresponde al territorio mexicano faltando el territorio guatemalteco. La misma situación se presenta para las cuencas, Grijalva-Usumacinta, Río Candelaria y el Río Casas Grandes, por mencionar los más importantes. La imagen (Figura 10) ilustra algunos casos de cuencas transfronterizas delimitadas parcialmente.

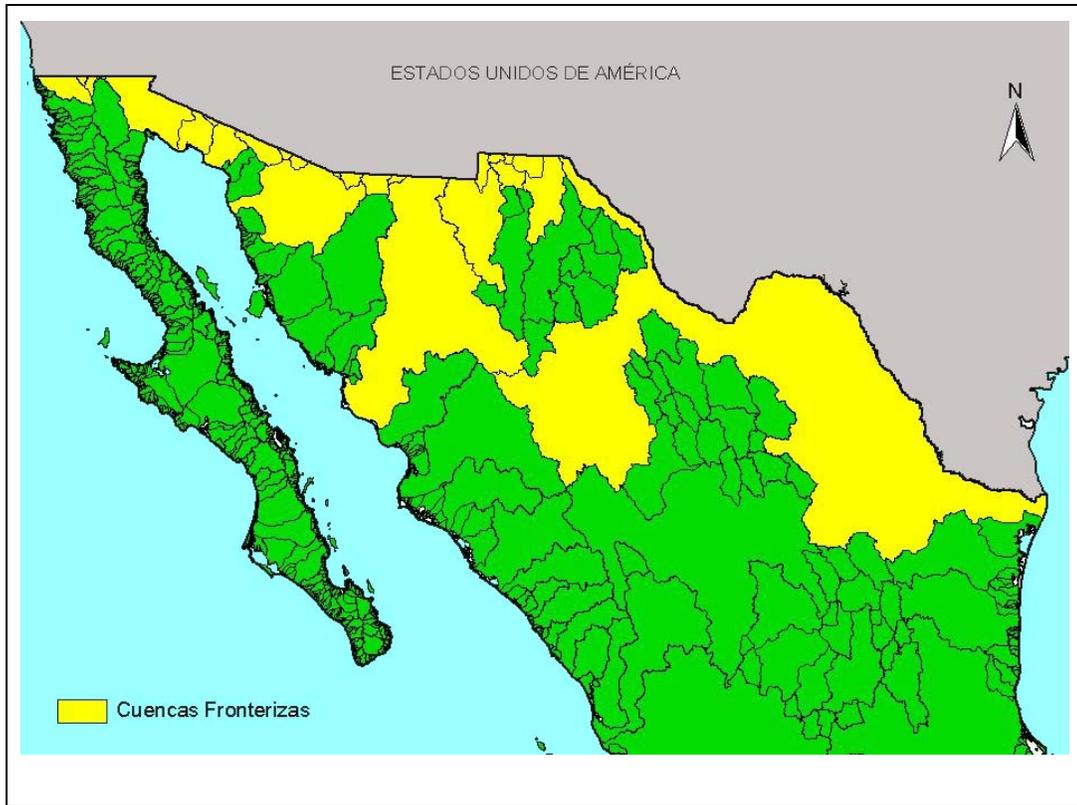


Fig. 10 Algunas cuencas fronterizas fueron levantadas parcialmente debido a la falta de datos topográficos de los países contiguos así como también por los alcances del mismo levantamiento a nivel nacional.

7. Las cuencas de los ríos que vierten a lagunas costeras comunes fueron delimitadas de manera individual, concibiendo a la laguna costera como un cuerpo abierto interconectado a las aguas oceánicas por lo que cada cuenca de cada tributario del cuerpo de agua fue delimitada. La figura 11 ilustra lo anterior.

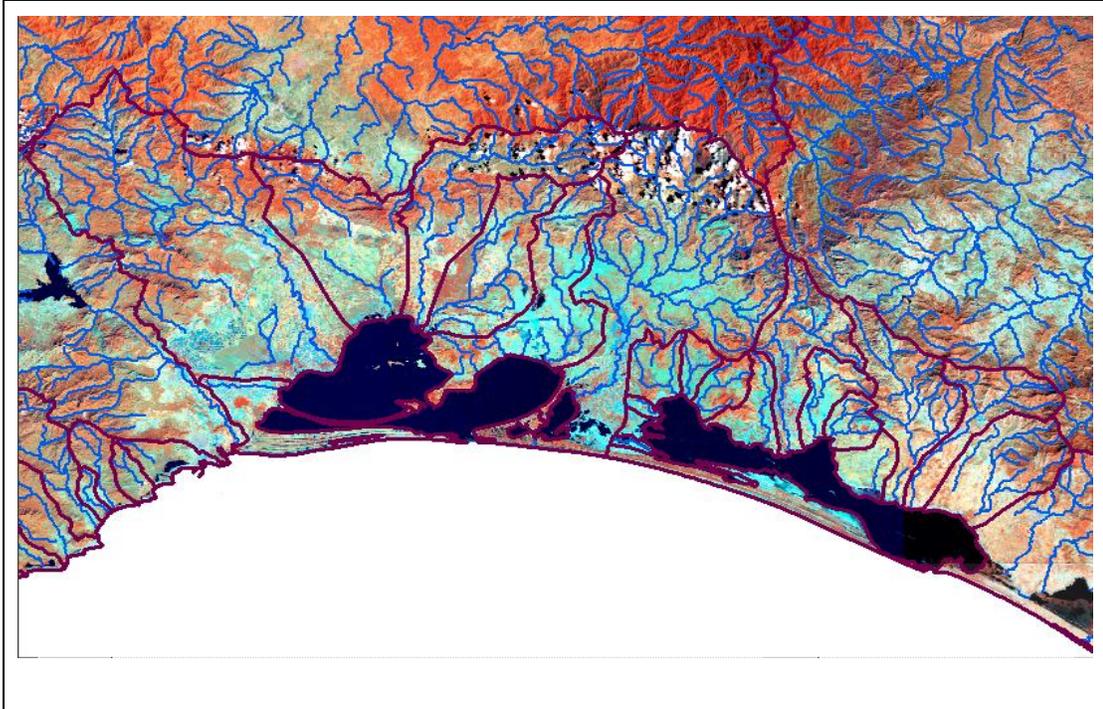


Fig. 11 Se delimitaron las cuencas que vierten a Lagunas costeras; el ejemplo corresponde a las Lagunas Superior e Inferior en Oaxaca.

8. Durante la verificación de los límites de las cuencas se observaron algunas áreas de cambios en la morfología de las zonas costeras del país debido a la erosión costera; estos cambios probablemente obedecen a la naturaleza propia de las diferentes regiones costeras del país así como también a un desbalance (de origen antrópico) en el aporte de sedimentos del continente al océano por la construcción de presas; el área de la desembocadura del Río Balsas, en el Puerto Lázaro Cárdenas es uno de los casos más evidentes (figura 12). Por lo tanto, algunos límites de las cuencas en la línea de costa fueron rectificados y corregidos.



Fig. 12 Durante el proceso de revisión del mapa se actualizaron algunos límites de las cuencas en las zonas costeras debido al cambio en su morfología; la figura ilustra la diferencia entre el límite costero obtenido del mapa base y la imagen de satélite en el Puerto de Lázaro Cárdenas.

4. Mapa Nacional de Cuencas hidrográficas de México

Como resultado del esfuerzo conjunto de las tres instituciones gubernamentales (INEGI, INE, CONAGUA) se obtuvo el mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:250,000 que se ilustra en la figura siguiente (Figura 13).

En total se obtuvieron 1471 cuencas hidrográficas principales (exorreicas, endorreicas, y arreicas).

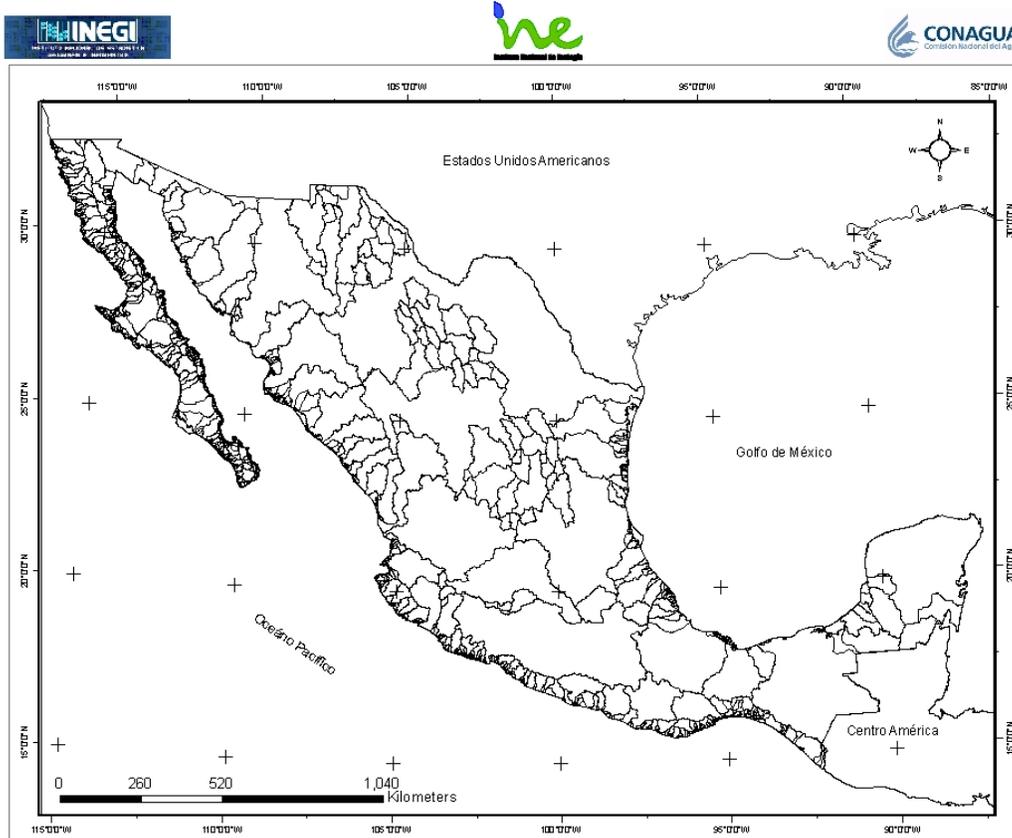


Figura 13. Representación gráfica de las cuencas hidrográficas de México a partir de su original 1: 250 000 (INEGI-INE-CONAGUA, 2007)

4.1 Características de las cuencas hidrográficas de México

La diversidad geológica y de relieve del país da como resultado la heterogeneidad del tamaño de las cuencas hidrográficas. En el Cuadro 1 y la Figura 14 observamos que casi el 55 % de las cuencas (807) son menores a 50 km², sin embargo estas cuencas ocupan menos del 1% del territorio nacional. En el otro extremo se tiene un número muy pequeño de cuencas mayores a 20,000 km² (16 cuencas) que ocupan casi el 56% del territorio.

Rangos (km ²)	Núm. de Cuencas	% Núm. Cuencas	Sup. Ocupada (Km ²)	% Sup. Ocupada
< 50	807	54.86	14,773.00	0.76
51 - 100	181	12.30	12,670.90	0.65
101 - 500	229	15.57	53,007.90	2.74
501 - 1000	71	4.83	48,667.30	2.51
1001 - 2000	65	4.42	94,096.20	4.86
2001 - 5000	54	3.67	169,726.70	8.76
5001 - 10000	29	1.97	206,043.20	10.65
10001 - 20000	19	1.29	252,146.40	13.02
20001 - 100,000	14	0.95	751,263.70	38.79
> 100,001	2	0.14	334,225.10	17.26
Total	1471	100.0	1,936,620.40	100.00

Cuadro 1. Distribución de cuencas según su tamaño y superficie en el territorio nacional

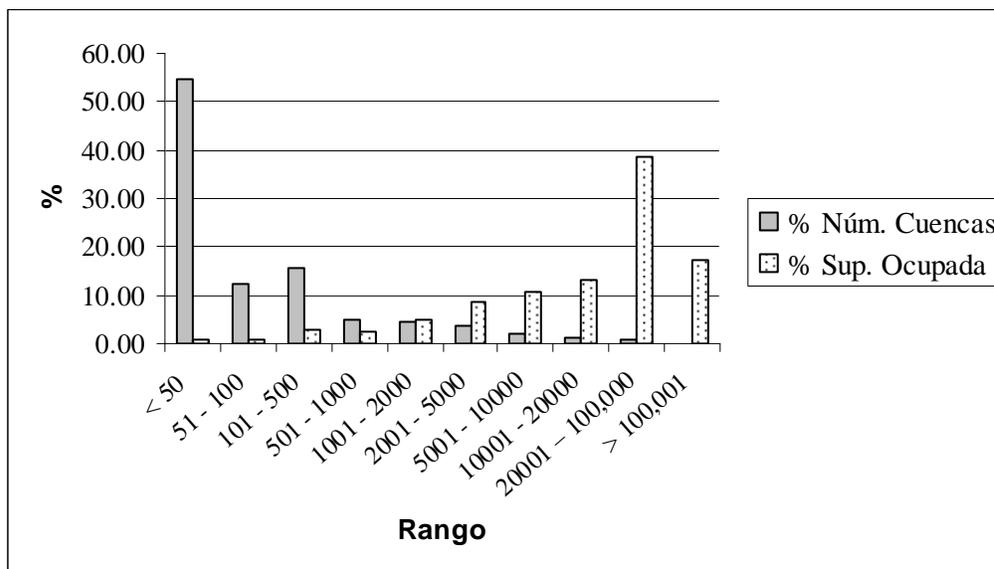


Figura 14. Distribución del tamaño de cuencas y su superficie ocupada en México

5. Definición de la toponimia

Para la definición de los nombres de cada una de las cuencas encontradas se utilizaron de **manera jerárquica**, seis criterios. El principal insumo para realizar esta tarea fueron los topónimos de la carta topográfica 1:250,000.

A continuación se mencionará cada uno de ellos:

1. La cuenca adquiere el nombre del río, corriente o cauce (incluyendo arroyo) que desemboca al cuerpo de agua principal u océano.

Observaciones:

- Cuando se presentan varios afluentes o tributarios dentro de una misma cuenca se eligió al de mayor longitud (cuando todos ellos presentaban topónimo).
- Cuando se observaron varios afluentes en una misma cuenca pero el (principal) de mayor longitud NO tenía topónimo y existía algún tributario que SI presentaba nombre, la cuenca adquirió el nombre de éste último

2. Se asigna el nombre del cuerpo de agua (natural) más importante en el orden que sigue:

Lago

Laguna

Estero

Albufera

Observaciones:

Casos en que existen varios tributarios importantes (con topónimos) que vierten sus aguas a un solo cuerpo de agua importante. En esta situación se denominó cada una de las cuencas usando topónimos que correspondía al primer criterio antes mencionado.

3. Se asignó el nombre de los siguientes rasgos geográficos:

a) cuando se encuentren en la costa:

Bahía

Ensenada

Caleta

Playa

Punta

Cabo

Barra

Marisma

b) cuando se encuentren en el interior del territorio:

Manantial

Ciénega

Cenote

4. En caso de no cumplir con algún criterio anterior, se asignará el nombre de los siguientes rasgos geográficos:

Barranca

Cerro ó la elevación topográfica más importante de acuerdo a su altitud

Sierra

Cañada

Valle

Mesa

5. Se asignará el nombre a partir de las localidades del territorio de la cuenca:

Localidad correspondiente a la cabecera municipal más importante (en el caso de que existan varias); cuando no existe ninguna, la cuenca heredará el nombre del poblado o localidad con mayor número de habitantes.

6. Debido al uso común y generalizado de topónimos para algunas cuencas en el país, se decidió conservar dicha toponimia ya que el manejarlas con nombres nuevos o alternativos puede causar confusión.

Por ejemplo:

La cuenca de México

La cuenca Lerma-Chapala

La cuenca del río Tijuana

Siguiendo estos criterios el 89.6 % de las cuencas presentan un topónimo, donde el 60.4% lo adquiere de un rasgo hidrográfico, 12.3% de algún rasgo geográfico proveniente del paisaje y 16.9% tiene como origen un rasgo cultural, como puede observarse en el Cuadro 2.

Origen de toponimia	Total de cuencas	%
Arroyo	572	38.89
Río	208	14.14
Punta	105	7.14
Localidad	70	4.76
Estero	45	3.06
Laguna	26	1.77
Playa	41	2.79
Cañada	37	2.52
Bahía	35	2.38
Otros rasgos geográficos	178	12.10
Sin topónimo	154	10.47
Total	1471	100.00

Cuadro 2. Origen de los topónimos de las cuencas hidrográficas de México

Sin embargo, aún quedan 154 cuencas sin nombre, de las mismas, 98 cuencas no presentan ningún rasgo geográfico a escala 1:250,000 y entre ellas, 79 cuencas tienen un área <math><10\text{km}^2</math>.

6. Conclusiones

La delimitación de cuencas hidrográficas constituye un insumo esencial para llevar a cabo la planeación y la gestión de los recursos naturales bajo el enfoque de cuencas. Estas unidades territoriales están delimitadas por un parteaguas a partir del cual las aguas escurren y se concentran, pudiendo desembocar en el mar, en un cuerpo de agua interior o infiltrarse antes de encontrar algún cuerpo o superficie colector.

En México se han hecho múltiples esfuerzos para elaborar divisiones hidrográficas aunque pocas de ellas han seguido sólo criterios naturales, principalmente topográficos e hidrográficos.

Con el ánimo de llenar este vacío de información, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) han elaborado un mapa de cuencas hidrográficas a nivel nacional a escala 1:250,000 utilizando criterios naturales, topográficos e hidrográficos, para la demarcación de los límites. Mediante esta metodología se han delimitado 1471 cuencas hidrográficas. Asimismo se ha hecho un importante avance metodológico para la definición de una metodología que permita el establecimiento de una toponimia de cada una de las cuencas hidrográficas.

Este esfuerzo busca además homogeneizar criterios entre las distintas instituciones académicas y dependencias gubernamentales así como brindar una base estandarizada de cuencas a nivel nacional para otro tipo de usuarios.

Reconocimientos

Queremos agradecer a los expertos que revisaron, corrigieron y comentaron el mapa de cuencas hidrográficas antes y durante el taller de expertos (29 de septiembre 2006), como son el Dr. Mario Arturo Ortiz (Instituto de Geografía, UNAM), Ing. Yosú Rodríguez (Centro GEO A.C.), Dr. Omar Tapia (Centro GEO A.C.), Dr. Raúl Pineda (Universidad Autónoma de Querétaro), Geog. Enrique Muñoz (CONABIO), Biol. Froilan Esquinca (UICN), Ing. Carlos Velázquez Peralta (SIGA, CONAGUA), Biol. Luz del Carmen Velázquez (Gerencia de aguas subterráneas, CONAGUA), Geog. José Luis Pérez Damián (Instituto Nacional de Ecología), Dr. Gerardo Bocco, Dr. Ángel Priego y Dr. Manuel Mendoza (Centro de Investigación Ambiental, UNAM-campus Morelia).

Referencias

- Barrow C. 1998. River basin development planning and management: a critical review. *World Development* 26(1): 171-186.
- Donnell J.J.; Woods R. 2004. On the need of catchment classification. *Journal of Hydrology* 299: 2-3pp.
- Natural Resources Conservation System (NRCS) 2004. Federal Standards for delineation of hydrologic unit boundaries, Washington D.C.
- Priego Santander A., E. Isunza V., N. Luna G. Pérez J.L. 2003. Cuencas hidrográficas de México a escala 1:250,000 (Metadato). Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas, Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas-Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT)
- Verdin K.L., Verdin J.P. 1999. A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. *Journal of Hydrology* 218: 1-12pp.