

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

José Luis Ornelas de Anda¹

Dirección General de Geografía - Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática,

DGG-INEGI

México

RESUMEN.

Se describen en forma resumida las principales características físicas y ecológicas de México y su estado actual, como antecedente de la necesidad de adoptar planes y políticas de desarrollo sustentable y del papel que tiene la información geográfica en la elaboración de dichos planes. Se resumen las actividades del INEGI en relación con la producción de información geográfica de México, el proceso de modernización de las actividades geográficas, el programa de Conversión de Información Temática (Recursos Naturales), los avances actuales, y la difusión de metadatos geográficos en la WEB.

Se menciona el uso que otras instituciones nacionales, están dando a la información de recursos naturales para la actualización del Inventario Nacional Forestal y en los planes de Ordenamiento Territorial, así como los esfuerzos de tales instituciones para generar también información geográfica y la participación del INEGI en la compilación del Mapa Global.

Se discuten otros aspectos relevantes para el uso y aprovechamiento de la información geográfica en el desarrollo sustentable: el seguimiento del estado de los recursos naturales, los avances científicos y tecnológicos, el potencial de Internet y WEB para mejorar la difusión de la información y la participación en la toma de decisiones, la importancia del uso de información suficiente y adecuadas, así como la formación de equipos interdisciplinarios. Finalmente, se menciona la importancia de considerar a la población en general, para el logro del desarrollo sustentable.

¹jornelas@antares.inegi.gob.mx

ABSTRACT

The main ecological and environmental features of Mexico and its present condition are described as the background for the need to adopt plans and policies for the sustainable development, and the role of the geographical information for those plans is presented. INEGI mapping activities are summarized, present progress, the modernization project, the Thematic Conversion Project, and geographical metadata distribution on the World Wide Web (WEB).

The use by other agencies of the information being generated is mentioned for projects such as the National Forest Inventory, and ecologically sustained development plans. Also, the efforts by other agencies to produce geospatial data related to the natural resources, and the INEGI participation in the Global Map project.

Other relevant issues for the proper use of the geographical information in the sustainable development are discussed: the monitoring of the natural resources, the progress and changes in the scientific and technological fields, the potential of the Internet and the WEB to increase the distribution of the data, as well as the participation in the decision making. Also the need of using enough and proper data, and the integration of interdisciplinary teams. Finally, the importance of considering the affected population is mentioned.

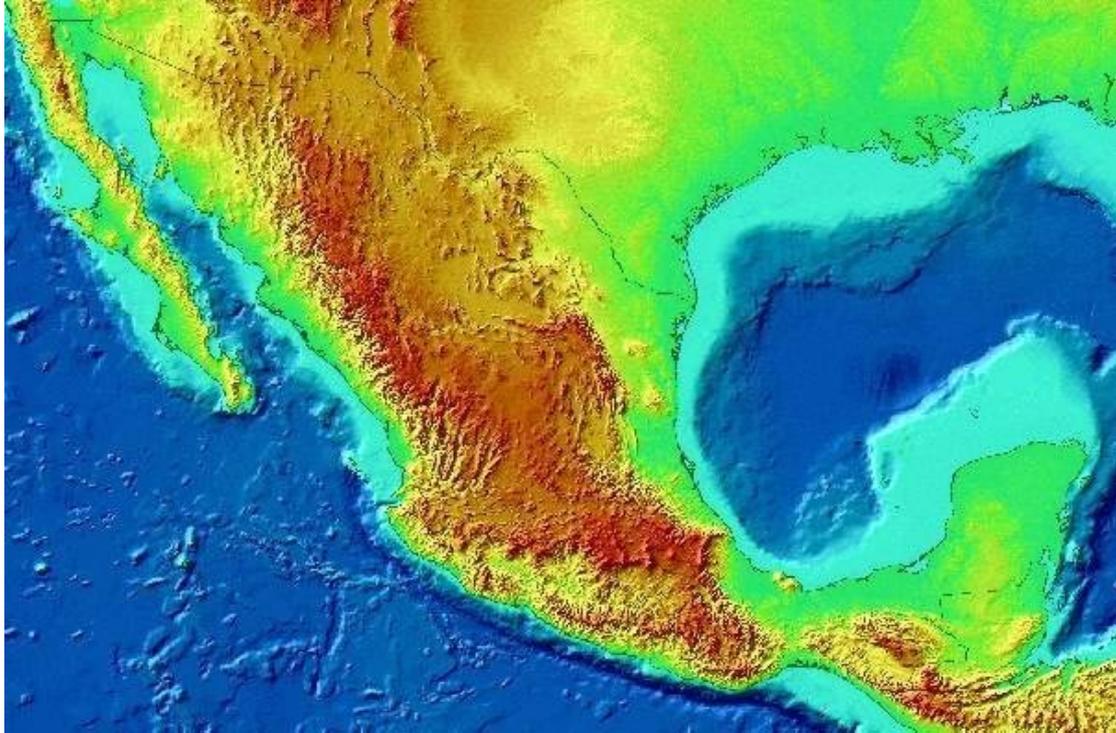
I. ANTECEDENTES.

Gracias a su posición geográfica, dimensiones, historia geológica y biológica., entre otros factores, México es uno de los países con mayor diversidad física y biológica en el mundo. A continuación se describen algunas generalidades del territorio mexicano.

El medio físico.

Relieve. El relieve está conformado por cadenas montañosas con orígenes, composición y procesos geológicos diversos; planicies, valles, cañones, etc. Se ha descrito y clasificado en varios trabajos

(Raisz 1964, Cuanalo de la Cerda et. al. 1989, Ortiz Solorio et. al. 1984). La complejidad topográfica puede apreciarse con claridad en imágenes de sombreado de relieve (Ornelas de Anda 1996). En la figura 1, se muestra a todo el país, y en la figura 2 se observan detalles de una parte del occidente.



1 Figura 1. Mapa de sombreado de relieve continental y submarino de México con colores hipsográficos.

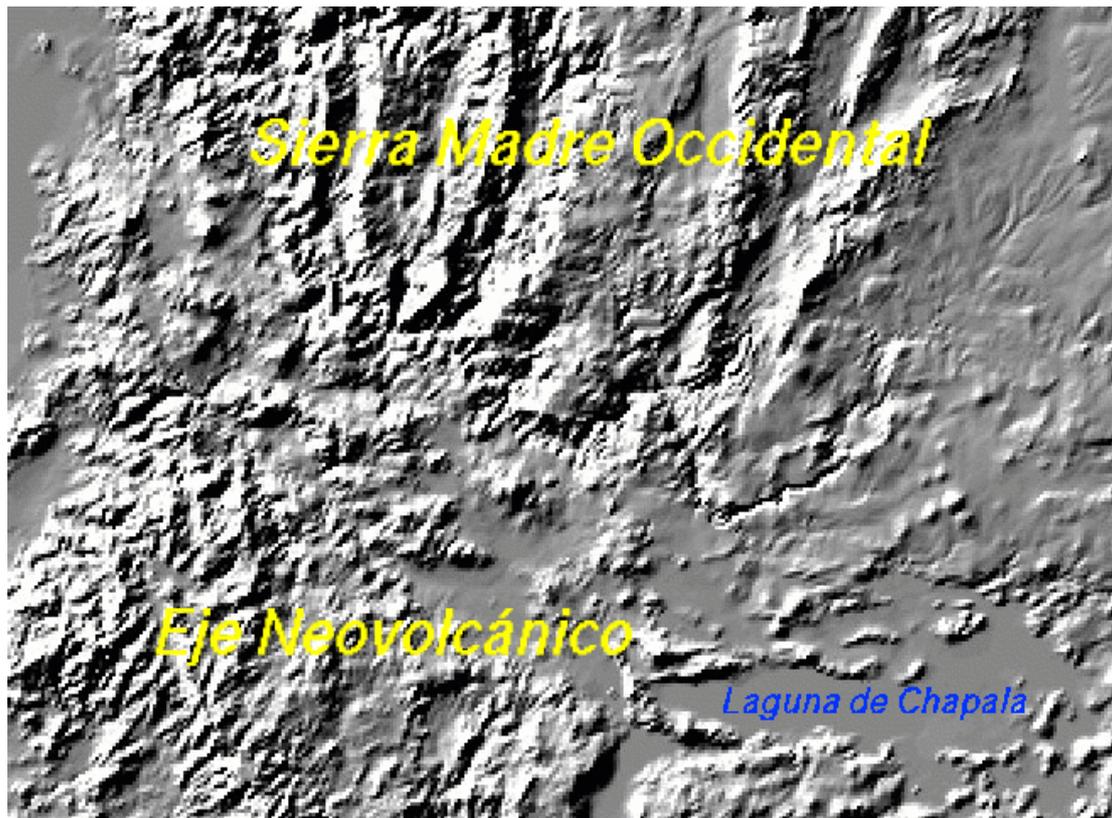


Figura 2. Imagen de sombreado de relieve, sur de la Sierra Madre Occidental, en la zona de contacto con el Eje Neovolcánico.

Clima. Los climas van desde los cálidos y húmedos en las regiones bajas y relativamente expuestas a mares cálidos (costa sur del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe), a cálidos semisecos, en zonas bajas interiores, como depresiones y cañones, por efecto de sombra orográfica. Gran parte del norte del país es árido o semiárido, compartiendo con los Estados Unidos, dos de los grandes desiertos de Norte América, el Desierto de Sonora y el Desierto Chihuahuense. En las cadenas montañosas y en general, en las regiones elevadas, el clima es templado (o "tropical de altura"). Las cumbres más altas del centro y norte del país, llegan a tener clima frío. La heterogeneidad del relieve favorece la existencia de microclimas, por lo que las condiciones climáticas específicas pueden diferir de las regionales, por ejemplo en las cañadas la humedad es mayor que en zonas expuestas.

Vegetación y biodiversidad. En gran correspondencia con el clima, la vegetación muestra una gran variación (Rzedowski 1978), va de los bosques tropicales lluviosos a los pastizales y matorrales desérticos, y a los bosques templados de encinos (robles) y pinos. Dentro de cada una de las grandes formaciones vegetales mencionadas, hay a su vez, numerosas variantes. Otros tipos de vegetación

son determinados, además de por el clima, por la conformación del terreno y el agua, como manglares, tulares y otras variantes de vegetación acuática. En otros casos, es algún factor del suelo, como la salinidad, o la presencia de yeso la que determina la presencia de comunidades vegetales específicas. La biodiversidad es muy alta; y en ésta influyen, además de la heterogeneidad ambiental ya mencionada, factores como un alto grado de endemismo (en especial en las regiones áridas) y el comprender porciones de dos grandes regiones biogeográficas, la Neotropical y la Neártica (Rzedowski 1991). México es también un centro importante de diversificación de especies. Por ejemplo el género *Pinus* es uno de los más extendidos en los bosques del hemisferio Norte, sin embargo hay en México más especies del género, que en cualquier otro lugar del mundo (Perry 1991).

Situación ecológica y ambiental.

Por miles de años, los diversos ecosistemas se desarrollaron afectados solamente por los factores y procesos biológicos y ecológicos naturales, como la evolución de las especies y la sucesión ecológica. Ocasionalmente, fenómenos de grandes proporciones, como las glaciaciones o grandes acontecimientos geológicos modificaban las condiciones de pequeñas a grandes regiones. En el caso de las glaciaciones, aún cuando afectaban a la Tierra entera, ocurrían a lo largo de tiempos muy largos, provocando cambios graduales y el desplazamiento, por ejemplo, de ecosistemas de climas fríos hacia el Sur y hacia menores altitudes. Muchas especies presentes en diversas regiones de México, persisten como reliquias de condiciones climáticas ya pasadas.

Con la llegada del Hombre al continente Americano, y aún cuando se piensa que pudo haber provocado la extinción de la mayoría de las especies de mamíferos aún existentes en el Pleistoceno, tuvo una influencia limitada, y acabó por ser uno más de los factores ecológicos, en equilibrio con todos los demás.

Solamente con el desarrollo de las culturas Mesoamericanas, es que las actividades humanas consiguieron alterar significativamente algunos ecosistemas. Por ejemplo, existe la hipótesis de que el agotamiento de los suelos de los bosques tropicales, determinó en parte, el abandono de las grandes ciudades mayas. Podría conjeturarse, algo similar con algunas culturas o poblaciones del

Altiplano Mexicano; que pudieran haber rebasado la capacidad de carga de los ecosistemas circundantes y esto hubiera provocado crisis sociales y el abandono de ciudades como Teotihuacán.

Aún así, las alteraciones que ocurrieron durante la época prehispánica, se limitaron a regiones determinadas. Es a partir de la conquista y colonización española, cuando ocurrieron cambios más profundos y en áreas relativamente mayores. Por ejemplo, la utilización de madera en las regiones mineras y de leña, habrían producido deforestación. La cría de ganado y el sobrepastoreo, habrían alterado zonas de pastizales y matorrales.

La mayor degradación, sin embargo, se ha presentado sin duda, en el siglo XX, en especial durante la segunda mitad. La deforestación masiva de los bosques tropicales redujo su superficie a un ínfimo porcentaje de su superficie original. El sobrepastoreo en el centro y norte del país ha causado la desaparición de millones de hectáreas de pastizales, y su sustitución por vegetación arbustiva. Los mezquitales o bosque de *Prosopis sp.* han prácticamente desaparecido debido a la expansión de las áreas agrícolas y urbanas, al encontrarse en áreas de suelos planos, profundos y fértiles.

En el Eje Neovolcánico, al centro del país, persiste una fracción mínima de los bosques templados que alguna vez cubrieron la mayor parte de su superficie.

La biodiversidad está también disminuyendo, ya que la destrucción o la alteración de los ecosistemas, conlleva la desaparición de muchas de las especies que ahí habitan. Un factor importante, es que no existen suficientes áreas protegidas, o en muchos casos no tienen ni las dimensiones ni la protección necesaria. La fragmentación de algunos ecosistemas pone también en peligro a los mismos ecosistemas y a especies que necesitan de grandes superficies para subsistir. Otro factor de riesgo es la disminución de las posibilidades de intercambio genético entre diversas poblaciones de algunas especies.

El suelo se encuentra erosionado en la mayor parte de la superficie a causa de la deforestación, sobrepastoreo y malas prácticas agrícolas. En las zonas tropicales, aún cuando pudiera haber poca erosión, los suelos se degradan al perder con gran facilidad su contenido de nutrimentos, al eliminarse los bosques y sustituirse por agricultura.

El agua, está sujeta a dos graves problemas: su agotamiento y contaminación. Ésta siempre ha sido relativamente escasa en grandes regiones del país, y la situación es simplemente crítica. Los mantos acuíferos, la fuente primordial de agua en muchos lugares, se encuentran casi agotados, debido a su sobreexplotación. Aunado a los enormes ritmos de extracción, la recarga de los acuíferos ha disminuido drásticamente por la degradación de la cubierta vegetal en las zonas rurales y en las ciudades por sistemas de construcción y prácticas de desarrollo urbano en las que el suelo es prácticamente sellado con concreto y una gran densidad de construcciones con mínimas superficies abiertas. Paradójicamente, las ciudades, grandes consumidoras de agua, evitan la infiltración de agua de lluvia y con esto la recarga de los mantos acuíferos.

La contaminación del agua en los ríos y cuerpos de agua es cada vez más grave. En zonas con poco desarrollo urbano o industrial, la situación es de grandes cantidades de sólidos disueltos por la erosión y arrastre de sedimentos de las áreas semidesprovistas de vegetación y de las parcelas agrícolas. En otros casos, los desechos domésticos (materia fecal, detergentes, basura) de las ciudades, así como residuos industriales, y una cantidad mínima de sistemas de tratamiento y de medidas de prevención, agravan el problema. Algunos grandes ríos han sido gravemente contaminados por la industria petroquímica, en especial en las costas del Golfo de México.

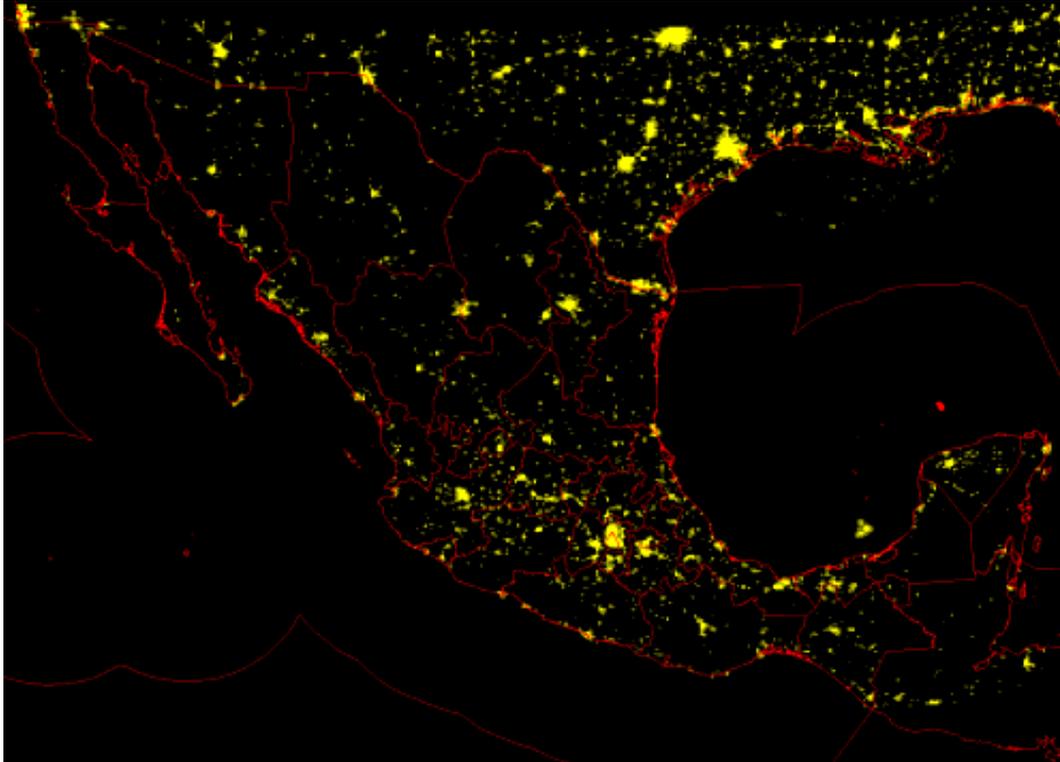
Población.

La población de México pasó de 15 millones de habitantes en 1910 a 97.3 millones en el año 2000 (INEGI, 2000). En 1970 había 48 millones de habitantes, lo que significa que la población se duplicó en menos de 30 años. La tasa de crecimiento poblacional llegó a un máximo de 3.35% anual en 1970 (INEGI, 1998). De acuerdo con los datos del último censo y los de un conteo previo (1995), esta tasa ha disminuido a menos del 2% anual. Esto significa que si bien el ritmo de crecimiento ha disminuido significativamente, aún no alcanza un valor que asegure el equilibrio poblacional. El crecimiento de la población, ha coincidido en gran parte con los mayores impactos ecológicos que se han producido también en los últimos 30 años. Esto es hasta cierto punto, lógico. Una mayor población, demanda más recursos de agua, tierra para cultivar, pastorear o para construir casas, fábricas, etc.

La población es cada vez más urbana, y muestra una distribución espacial muy desigual. La imagen

nocturna de la figura 3 muestra este fenómeno. Puede notarse claramente la enorme concentración de poblaciones en el centro del país. Algunas ciudades grandes en el Norte coinciden con zonas de alto desarrollo industrial y/o comercial, como Monterrey, Torreón, Ciudad Juárez, entre otras.

Figura 3. Imagen nocturna de México y países vecinos.



Es común que el tipo de deterioro ecológico se relacione directamente con el tipo de población y sus condiciones de vida. Por ejemplo, la población rural tiene poco acceso a las vías de comunicación, a servicios de salud y educación. Ahí es común la deforestación, la erosión y el sobrepastoreo.

En las zonas urbanas, tiende a presentarse el hacinamiento, la falta de agua y la contaminación, aunque hay un acceso relativamente mejor a los diversos servicios. Un efecto preocupante del crecimiento poblacional y del abuso ambiental, ha sido el aumento en riesgos diversos. Por ejemplo, la degradación de la vegetación en general, y el poblamiento de áreas bajas y/o cercanas a los ríos ha producido un gran número de inundaciones, algunas de ellas catastróficas en los últimos años.

A nivel mundial la deforestación, agotamiento y contaminación del agua, son también problemas comunes. El calentamiento global es otro efecto que es ya notorio.

En otras palabras, empiezan a mostrarse las consecuencias de décadas de abuso ecológico y de

crecimiento poblacional acelerado.

¿Qué puede hacerse ante tal panorama?

Primeramente, hacer un diagnóstico de la situación actual y de sus causas, es decir, ¿dónde y en qué estado están los recursos de agua, suelo y vegetación? ¿Qué factores físicos son determinantes naturales del medio: clima, elevación, pendiente, sustrato geológico? ¿cuál ha sido el patrón de actividades humanas, así como las características de la población: número, crecimiento, condiciones de vida?

Después, ¿qué puede hacerse para detener y revertir el deterioro ecológico, mejorar las condiciones de vida de la población, y hacer todo esto de modo que dicha situación mejore con el tiempo y se mantenga indefinidamente?

Esto último es lo que se conoce como desarrollo sostenible o sustentable, y ha sido reconocido como una de las máximas prioridades por gran cantidad de países.

Para cumplir con el primer aspecto (diagnóstico y evaluación), y sustentar el segundo (planes de acción), es indispensable el contar con información adecuada, y en gran parte, ésta es de tipo geográfico.

En México, aún cuando existe una Secretaría de Estado encargada de la administración y protección del medio y los recursos naturales (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: SEMARNAP), y otra de mejorar los niveles de vida de la población más desprotegida (Secretaría de Desarrollo Social: SEDESOL), es el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y particularmente la Dirección General de Geografía (DGG), la institución responsable de generar la información geográfica, tanto básica, como de recursos naturales, por lo que su participación en alcanzar el desarrollo sustentable es indiscutible. En este trabajo se enfocan principalmente las actividades del INEGI en la producción de información geográfica aunque otras instituciones también la producen.

II LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Características de la producción de información geográfica en el INEGI.

En sus primeros 22 años de vida, la institución geográfica nacional, alcanzó los siguientes logros:

- Formación y mantenimiento de la Red Geodésica Nacional
- Cubrimiento nacional en fotografía aérea en diversas escalas.
- Cubrimiento nacional en la Carta Topográfica en las escalas 1:50,000, 1:250,000 y 1:1,000,000.
- Cubrimiento nacional en cartas del medio físico y recursos naturales (clima, geología, suelos, vegetación, hidrología), en escalas 1:250,000 y 1:1,000,000.

En esta primera etapa, se utilizaron los medios y técnicas disponibles en la época: levantamientos geodésicos (posicionamiento vertical, horizontal y gravimetría), restitución fotogramétrica, fotointerpretación, procesos manuales de edición cartográfica y fotomecánica. También se contó con personal altamente calificado para estas tareas.

Desde un principio existió la visión de generar información que sirviera para conocer las características del territorio nacional de forma que se llegara a un mejor aprovechamiento del mismo, el de que esta información estuviera al alcance de todos, y que fuera de provecho para aquéllos con las mayores necesidades (Puig de la Parra, 1972).

El programa de modernización de la actividad geográfica.

A principios de la década de 1990, sin embargo, se hicieron notables varias circunstancias:

- Las crisis económicas recurrentes disminuyeron la capacidad de producción cartográfica: menos recursos, éxodo de personal calificado.
- El inicio de la revolución digital, puso de relieve la creciente necesidad de disponer de información en este medio.

- La perspectiva de que la modernización de los procesos cartográficos haría posible la producción y entrega de información cartográfica en forma oportuna.

Ante esto, en 1992 se inició el programa de modernización de la actividad geográfica. Después de una licitación internacional, se modernizaron los procesos de producción de la Carta Topográfica. Se adquirió equipo: estaciones de trabajo y servidores con capacidad de funcionar en ambiente multiusuario y multitarea, un barredor de formato grande, graficador láser, y otros equipos, así como programas orientados a la conversión y edición cartográfica, análisis y procesamiento de imágenes, y acabado final, para impresión, de documentos cartográficos. Se elaboraron también los modelos conceptuales, de los que pudieran generarse las normas, especificaciones y estándares de los datos que habrían de producirse. El esfuerzo se centró inicialmente en la producción de la Carta Topográfica escala 1:50,000 y productos relacionados (modelos digitales de elevación MDE, ortofotos digitales). En el transcurso de varios años, se añadió la Carta Topográfica y Espaciomapas escala 1:250,000.

Los avances actuales se resumen como sigue:

- Más de 5,400 ortofotos digitales (41% del territorio nacional).
- Más de 1,200 modelos digitales de elevación (55% del territorio)
- Más de 900 conjuntos de datos de la Carta Topográfica escala 1:50,000 (41% del territorio)
- Cobertura nacional en MDE, espaciomapas, y conjuntos de datos de la Carta Topográfica escala 1:250,000.

A partir de 1999, los datos mencionados están disponibles al público, y a esta fecha, se han convertido en el producto de mayor venta en el INEGI.

El programa de conversión Temática.

Desafortunadamente, en un inicio el programa de modernización, no alcanzó a cubrir a los procesos de producción de información de recursos naturales, por lo que durante varios años, los mapas correspondientes continuaron elaborándose en medios analógicos. Así, aunque a mediados de 1999 se contaba con cubrimiento nacional en la mayoría de los temas sobre recursos naturales en las

escalas 1:250,000 y 1:1,000,000, la perspectiva era de esperar por tiempo indefinido para que estuvieran disponibles al público.

La necesidad impostergable de contar con esta información por las instituciones encargadas de los recursos naturales, y de la generación de los planes de desarrollo sustentable, planteaban dos alternativas: volver a generar los datos por otros medios y en otros lugares (inaceptable e impráctico), o convertir la información ya existente en el INEGI a formato digital en el menor tiempo posible.

Para el cumplimiento de la segunda opción se estableció el programa de conversión Temática. Sin embargo, esta no era una tarea sencilla, debido al número de mapas a convertir (122 multiplicado por el número de temas), y a la gran complejidad de algunas cartas, en especial la de Uso del Suelo y Vegetación.

Para asegurar el éxito del proyecto, se consiguió la participación del área encargada del Catastro Rural (dentro del mismo INEGI), gracias a su excelente personal y equipamiento. El procedimiento, a grandes rasgos, consiste en el barrido de los mapas originales (área central), vectorización y estructuración (distribuida en 10 centros de cartografía automatizada en todo el país), recepción de los datos en el área central y envío a validación por los especialistas que elaboraron en un principio los mapas en las oficinas regionales del INEGI, y finalmente la concentración de los datos definitivos en el área central.

Al tratarse de un proyecto complejo, distribuido en muy diversos lugares del país, entre personal con muy diferente formación y tareas, se implementaron diversas medidas que contribuyeran a agilizar el proceso. Aprovechando la infraestructura de red del INEGI, se habilitó un servidor de Intranet (en el sistema operativo Linux), en el área central, el cual es accesible a todas las áreas y personas participantes en el proyecto.

La Intranet incluye mecanismos que facilitan la transferencia de archivos (distribución y recepción), la distribución de documentos con normas y metodologías, programas de cómputo, etc. Contiene igualmente un "tablero de mensajes" que propicia la comunicación entre los participantes en cualquier parte del país, en éste se informa sobre la transferencia de datos, se plantean y resuelven dudas y se

discuten algunos asuntos.

El programa avanza en forma acelerada, aún cuando, como en cualquier proyecto se presentan obstáculos imprevistos. Se espera tener la totalidad de la información temática de recursos naturales (cobrimiento nacional en todos los temas en las escalas 1:250,000 y 1:1,000,000) en el transcurso del año 2000. Esto implica la conversión y procesamiento de más de 1,000 mapas de diferentes temas en menos de un año.

Los temas que están siendo convertidos son:

- Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000 (series I y II), y 1:1,000,000
- Carta edafológica escala 1:250,000
- Carta hidrológica (superficial y subterránea, series I y II), escala 1:250,000
- Carta geológica escala 1:250,000
- Carta de Climas escala 1:1,000,000
- Carta de efectos climáticos (mayo-octubre y noviembre-abril) escala 1:250,000.

El Mapa Global

El INEGI participa también en el proyecto del Mapa Global, generando y suministrando la información correspondiente a México en datos básicos (elevación, hidrografía, transporte) y de vegetación y uso del suelo. El proyecto Mapa Global (ISCGM 2000), pretende integrar información geográfica en escala 1:1,000,000 para todo el mundo. Se basa en información aportada por las instituciones geográficas/cartográficas de los países participantes, y será accesible a todo el público.

Esfuerzos de otras instituciones.

Aún cuando el INEGI es el principal productor de información geográfica en México, otras instituciones como la UNAM y la SEMARNAP, han generado información geográfica indispensable para la planeación del desarrollo sustentable en temas como Geomorfología, Areas Prioritarias, Riesgos, y

diversas variables climáticas, entre otros. Generalmente han sido elaborados en escala 1:1,000,000. Mucha información se ha preparado también, principalmente en centros de investigación, pero generalmente sobre áreas muy pequeñas, y no a nivel nacional, como es el caso del INEGI, UNAM y SEMARNAP. Sin embargo, es conveniente aprovechar también estos trabajos, ya que, aún cuando cubran áreas menores, tienden a tener un mayor detalle espacial y temático, por lo que podrían ser útiles para la elaboración de planes detallados en áreas específicas.

La Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO), ha puesto a disposición del público, en su sitio de WEB, alrededor de 25 mapas temáticos y básicos en escala 1:1,000,000. Además, está abierta a la recepción de nuevos datos que sean generados por otros, siempre que cumplan con las especificaciones que la misma CONABIO establece en su sitio.

III APROVECHAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES.

Como ya se mencionó, es tal la necesidad de este tipo de información, que diversas instituciones la han requerido, y la han empezado a utilizar conforme se va produciendo.

A continuación se mencionan los proyectos e instituciones involucradas.

- **Inventario Nacional Forestal** . Utiliza los conjuntos de datos de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000 como base cartográfica inicial. Sobre ésta hace una actualización, concentrándose en las áreas forestales, utilizando imágenes LANDSAT-ETM recién adquiridas (por lo tanto todas del año 2,000). Las instituciones involucradas son la SEMARNAP y el Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México (UNAM)
- **Programas y planes de Ordenamiento Territorial.** Pronto empezarán a recibir la información de todos los temas como base fundamental para el ordenamiento. Participan la SEDESOL, SEMARNAP, el mismo INEGI, y finalmente los gobiernos estatales.

Metadatos y "Clearinghouse": difusión y distribución de los datos.

Para que la información pueda ser conocida y aprovechada fuera de las áreas que la producen, es necesario que se conozca su existencia y sus características, así como las condiciones para su adquisición y uso. No pocas veces, el desconocimiento de la existencia de datos, ha propiciado la duplicación de esfuerzos y la generación de información incompatible.

Los metadatos, o datos sobre los datos, y los mecanismos para su distribución y consulta en la WEB, cumplen con el propósito de facilitar el hallazgo de datos y de conocer sus atributos, distribuidor, etc. Se consideran un componente fundamental para el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (FGDC 1995).

El INEGI posee un centro distribuidor de metadatos geográficos, el que por el momento funciona como nodo de metadatos. Se ha adoptado el estándar (FGDC 1998) del Comité Federal de Datos Geográficos de Estados Unidos (Federal Geographic Data Committee o FGDC) . Los metadatos actualmente en línea, se refieren a los productos digitales básicos (relacionados con la Carta Topográfica escala 1:50,000), sin embargo, se incorporarán los metadatos correspondientes a la información de recursos naturales cuando ésta se haga disponible.

El siguiente paso, es el funcionamiento de un "Gateway", o punto de entrada para la búsqueda de metadatos geográficos en nodos distribuidos en el país o en todo el Continente. Con este punto de entrada, podría facilitarse la búsqueda de información geoespacial en toda Latino América.

Otras instituciones que han preparado metadatos sobre la información espacial son, entre otros, la SEMARNAP y la UNAM. El Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América (CICEANA), ha implementado ya un "Gateway", desde el que puede buscarse información geográfica en México y Centro América.

DISCUSIÓN.

De lo anteriormente dicho, puede concluirse que uno de los grandes obstáculos para la planeación del desarrollo sustentable está siendo superado: el de la falta de información. Sin embargo, éste es solamente un aspecto en el tema. Otros factores que deben contemplarse se mencionan brevemente a continuación.

Cambios en el territorio y en la población.

Es indispensable el seguimiento y vigilancia de las condiciones del territorio, ya que siguen produciéndose cambios: deforestación, erosión, crecimiento de zonas urbanas y agrícolas, etc. Como factor a favor, se tiene el de una mayor disponibilidad de imágenes de satélite (Landsat ETM), a menores costos. Otro punto, es el aumento en la capacidad de los equipos de cómputo, necesarios para su análisis y procesamiento y una mayor disponibilidad de especialistas en los diferentes temas.

Avances científicos y tecnológicos.

Debe también tomarse en cuenta el avance científico en las diversas Ciencias de la Tierra, en Ecología y en las Ciencias Sociales. Nuevos conceptos, metodologías, etc., que pueden contribuir a un mejor aprovechamiento de la información existente y a generar nueva información con más riqueza.

Avances en las técnicas y conceptos en Sistemas de Información Geográfica.

El manejo de información espacial ha estado ligado en muchos aspectos a la representación cartográfica de los rasgos geográficos. Esto a su vez, está ligado al propósito tradicional de la Cartografía, que es la comunicación y comprensión del espacio geográfico por medio de la representación visual de la información. Desde luego, éste propósito no debe perderse, ya que finalmente, los resultados del análisis y procesamiento de los datos geográficos en algún momento deben representarse gráficamente, y el conocimiento y técnicas cartográficas son tan válidas como siempre.

Aún cuando los programas orientados a los Sistemas de Información Geográfica han enfatizado sus capacidades de análisis y procesamiento de los datos, han seguido determinados en gran parte por la herencia cartográfica. Pero para propósitos de análisis y procesamiento digital de información geográfica, pueden ser otras técnicas y conceptos los que deben aplicarse, y muchos de los avances recientes se han producido en ese campo, como son los SIG con orientación a objetos . Otros avances también de importancia, se producen en aspectos como el de la interoperabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (uso de información geográfica distribuida en diferentes sitios y

con diferente origen, con diferentes herramientas), minería de datos espaciales (Adam y Gangopadhy 1997).

Herramientas de INTERNET y la WEB.

El propósito original de Tim Berners Lee, cuando creó la WEB en 1991, era el de compartir mejor la información de tipo científico por medio del ya existente Internet, añadiendo imágenes a los textos, y la posibilidad de incluir "hipervínculos" a los documentos, y con esto, facilitar no solamente el compartir, sino también encontrar información distribuida en diferentes lugares. El enorme auge de la WEB en los últimos años y su exagerada comercialización, casi han hecho olvidar sus circunstancias y objetivos originales. Sin embargo, las herramientas y los estándares y protocolos abiertos siguen ahí para ser aprovechados plenamente en su sentido original: el de la colaboración, difusión, compartición y aumento de la información y del conocimiento.

Existen las herramientas "Internet Groupware" (Udell 1999), que facilitan la comunicación, discusión y colaboración de personas situadas en diferentes lugares, antecedentes, etc. Dichas herramientas van desde el correo electrónico y foros de discusión en USENET, hasta aplicaciones sofisticadas para el trabajo en equipo, desarrolladas en WEB. Además de fomentarse la comunicación y colaboración, se crea una base de conocimiento que no se circunscribe a unos cuantos lugares y personas, ya que el espacio de Internet es mucho menos limitado. Este conocimiento, además, tiene el potencial de crecer en forma mucho más rápida.

El sistema operativo Linux, y el fenómeno del Software Abierto y/o Libre, demuestran también lo que puede desarrollarse cuando se conjuntan la disposición a la colaboración, las facilidades de comunicación, con la libre difusión y discusión del conocimiento. Raymond, 1999, y otros, equiparan el desarrollo del software con el del conocimiento científico y argumentan que, en esas condiciones, se obtendrán mejores programas e innovaciones que en el software comercial cerrado.

El uso de la información geográfica en WEB no es una excepción, y posibilita su uso en una forma mucho más amplia, dejando de limitarse solamente a los especialistas. Carver y Peckham 1999, Leigh et.al 1999, dan ejemplos de diferentes sitios en los que además de difundirse datos geográficos a los ciudadanos, se facilita el acceso y participación de éstos en la planificación urbana y regional,

por medio de herramientas de SIG en WEB.

Por otro lado, la difusión y participación libre en asuntos de información geográfica y sus aplicaciones, puede disminuir el control político de aquéllos que poseen la información ("la información es poder"), o de quienes de manera exclusiva, la utilizan para la toma de decisiones (Carver y Peckham 1999).

El desarrollo abierto de software ha alcanzado también a las aplicaciones orientadas a los Sensores Remotos y SIG. Casos significativos de programas potentes y robustos, son GRASS (<http://www.baylor.edu/~grass/>), y Mapserver de la Universidad de Minnesota, este último orientado a la generación de mapas en WEB (<http://mapserver.umn.edu/>), entre otros. SPRING, elaborado por el INPE en Brasil, o Pop Map, de la ONU, son también gratuitos, pero no dan acceso al código fuente.

La analogía en el caso de la información geográfica, es que, si dicha información permanece al alcance de unos pocos, se limitará el alcance de su aprovechamiento, y aún peor, podrían generarse y ejecutarse planes con resultados negativos. Además, la disponibilidad de software abierto, disminuye la dependencia tecnológica de los países en desarrollo, al tiempo que permite la participación en esos desarrollos. El software abierto en SIG, puede también funcionar como una forma de presión para que los fabricantes comerciales de software orientado a SIG: a) sigan estándares abiertos y libres, b) mejoren la calidad de sus productos, c) ofrezcan sus productos a precios más accesibles, y en versiones multiplataforma (no solamente en Windows).

El uso de la información adecuada, las herramientas adecuadas por las personas adecuadas.

Como se mencionaba al principio de este trabajo, en México, así como en otros muchos lugares, empiezan a sufrirse las consecuencias de décadas de abuso de los recursos naturales, así como de la imprevisión y falta de planeación. Los efectos de lluvias abundantes durante 1998 y 1999 en diversas partes del país, han sido catastróficos: inundaciones graves, avenidas, etc. El efecto dañino de éstas, fue multiplicado principalmente por dos factores: la construcción imprudente de zonas habitacionales para la creciente población en zonas bajas y/o cercanas a los ríos, y, la desmedida deforestación en las zonas montañosas, lo que favoreció el escurrimiento rápido del agua de lluvia, al faltar la vegetación que pudo haberla interceptado y retenido, así como el suelo en el que pudo infiltrarse.

Pero la simple elaboración de planes, no es garantía tampoco de que éstos sean efectivos. Ciudades planeadas para un crecimiento ordenado, sufren también las consecuencias de errores en la planeación, cuando solamente se consideran algunas variables e intereses. Se enfatiza la necesidad de que en los procesos de planeación del desarrollo sustentable se cuente con todos los elementos adecuados como: información en todos los temas pertinentes, con el detalle y calidad que se requieran. Personal suficiente y adecuado: ya que un equipo no interdisciplinario y/o sin suficiente formación, puede provocar sesgos y errores en la planeación. Otro factor ineludible, es el de la población potencialmente beneficiaria del desarrollo sustentable, sin su participación y aceptación de tales planes, éstos nunca podrán ser exitosos. Además, es común la percepción en la población urbana (aún entre los estudiosos del ambiente), que las acciones para el "equilibrio ecológico", la conservación, etc., son aplicables a las áreas rurales, cuando en realidad los grandes consumidores de recursos y fuentes de contaminación, son los habitantes urbanos y sus hábitos de consumo. Cómo cambiar patrones de comportamiento, cómo hacer compatibles los objetivos del desarrollo sostenible con las políticas económicas interesadas en el crecimiento indefinido, es otro gran reto.

Por último, aún cuando aquí se ha mencionado el potencial que el desarrollo tecnológico ofrece en la producción y análisis de la información geográfica, y el potencial de participación y comunicación de la WEB, etc. es de extrema importancia que el entusiasmo por las herramientas y por la información, no desvíe la atención de la finalidad de las mismas. Igualmente, debe recordarse, que por buenas que sean estas herramientas, por inmejorable que sea la información, y por excelente que sea el nivel y la preparación de los especialistas participantes: los datos, su modelaje y su análisis, no son la realidad, sino una representación de ésta. Así, el contacto con el campo, el conocimiento directo de la tierra y los habitantes de los lugares donde pretendan aplicarse los planes de desarrollo sustentable, es probablemente el factor más importante de todos, un factor sin el que la conservación de los recursos naturales, y el bienestar de la población no pueden asegurarse.

BIBLIOGRAFÍA

Adam, N.R. y A. Gangopadhyay, 1997. **Database Issues in Geographic Information Systems**. Kluwer Academic Publishers.

Carver S, y R. Peckham **Using GIS on the Internet for Planning**, en Stillwell J, S. Geertman y S. Openshaw (Eds). 1999. **Geographical Information and Planning**, Springer Verlag, Berlín.

Federal Geographic Data Committee, 1998, **Content Standards for Digital Geospatial Metadata** , Federal Geographic Data Committee, Washington, D.C.

Federal Geographic Data Committee, 1995, **Development of a National Geospatial Data Framework**, Federal Geographic Data Committee. Washington, D.C.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998, **Indicadores Sociodemográficos**, INEGI, México

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2000, **Resultados Preliminares del XII Censo General de Población y Vivienda**, INEGI, México:
(<http://www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/bvinegi/cpyv/indice.html>)

International Steering Committee for Global Mapping, 2000, **Version 1.1 Specifications for the Global Map adopted at ISCGM meeting**. Ciudad del Cabo.
(http://www.auslig.gov.au/mapping/global_m/specv1_1.htm).

Leigh C, P. Dew, R.Drew y J.Curson. **Integrated Information Directory Services: Facilitating the Transfer and Explotation of Science and Technology on the World Wide Web**. En Stillwell J, S. Geertman y S. Openshaw (Eds). 1999. **Geographical Information and Planning**, Springer Verlag, Berlín.

Ornelas de Anda, J.L., 1996, **A Shaded Relief Map of Mexico** , International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B4. Vienna

Perry, J.P. 1991, **The Pines of Mexico and Central America**. Timber Press

Puig de la Parra, J.B. 1972. **Discurso ante la I Convención CETENAL**, en Memorias de la I Convención CETENAL, Oaxtepec, Mor. México. Documento interno.

Raymond, E. 1999, **The Cathedral and the Bazaar: Musing on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary**. O'Reilly, Sebastopol.

Rzedowski, J. 1981, **Vegetación de México**, Limusa, México

Rzedowski, J. 1991, **Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México**. Acta Botánica Mexicana. 14:3-21

Udell, J. 1999. **Practical Internet Groupware**. O'Reilly, Sebastopol.