

MÉXICO 2010



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



**Compilación y edición de cartografía temática para la
conformación de sistemas de información geográfica:
Caso de estudio León, Guanajuato.**

**M.C. Ramón Trucíos Caciano, Dr. Juan Estrada Ávalos, M.C. Miguel
Rivera González y M.C. Gerardo Delgado Ramírez**

CENID-RASPA

Gómez Palacio, Dgo. Diciembre del 2010
Folleto Técnico Num. 17

Serie: MX-0-250503-20-10-00-09-17

25 Aniversario
Ciencia y Tecnología
para el Campo Mexicano

ISBN: 978 - 607 - 425 - 424 - 2



Vivir Mejor

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MC. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación y
Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Lic. Ricardo Noverón Chávez
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA

Dr. José Antonio Cueto Wong
Director

Compilación y edición de cartografía temática para la conformación de sistemas de información geográfica: Caso de estudio León, Guanajuato.

M.C. Ramón Trucíos Cacicano
Dr. Juan Estrada Ávalos
M.C. Miguel Rivera González
M.C. Gerardo Delgado Ramírez

CENID - RASPA

2010

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Progreso N°. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F.
Teléfono: (55) 3871-8700

ISBN: 978 - 607 - 425 - 424 - 2

Primera Edición 2010

Derechos Reservados ©

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

CONTENIDO

Introducción	1
Ordenamiento del Territorio (OT).....	2
Sistema de Información Geográfica (SIG)	6
Materiales y metodología	11
Caso de Estudio León, Guanajuato	11
Recopilación de información digital previamente generada	12
Conversión digital de mapas	12
Generación de mapas temáticos	13
Adición de Metadatos a las capas generadas	14
Sistema de información geográfica para el valle de León, Guanajuato	15
<i>Polígono de delimitación de la “Sierra de Lobos”</i>	15
<i>Polígono de delimitación municipal de León, Gto.</i>	16
<i>Productos vectoriales de INEGI</i>	17
Áreas urbanas	17
Cuerpos de agua	18
Hidrografía	18
Caminos.....	18
Pistas de aterrizaje	18
<i>Delimitación de polígonos ejidales</i>	19
<i>Límites de Región Hidrológica, cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas</i>	21
<i>Geología</i>	23
Geología puntos especiales	24
Geología líneas.....	24
Geología polígonos.....	24
<i>Edafología</i>	25
<i>Uso del suelo y vegetación</i>	27
<i>Superficie agrícola</i>	28
<i>Modelo digital de elevación</i>	32
Dinámica del cambio de uso de suelo en el norte del municipio de León	34
Consideraciones finales	43

Literatura consultada46

INTRODUCCIÓN

El manejo y planeación de las actividades del ser humano, cada vez requieren de un mayor conocimiento del entorno en espacio y tiempo. El crecimiento de áreas urbanas, el aprovechamiento de recursos naturales, el incremento de áreas agrícolas, la erosión, la deforestación y en general, el cambio de uso de suelo, son conceptos que están ligados a la realización de actividades o producto de ellas. Para conocer el impacto de estas actividades, estas deben ser medidas en función del tiempo, de ahí la importancia de estudiarlos con una herramienta que nos permita conocer su dinámica de crecimiento y de esta manera se puedan gestionar y planificar dichos recursos. A este respecto, son pocas las fuentes de información a nivel nacional que tienen comprobada calidad y disponibilidad de capas temáticas. En este trabajo se enmarcan algunas de ellas haciendo énfasis en las que tienen disponibilidad de temas referentes a recursos naturales y cual es la forma de acceder a dicha información.

Este trabajo tuvo como objetivo el conjuntar información cartográfica que permita la organización de una base de datos enfocada a reforzar la toma de decisiones, contando con información validada y de fácil acceso, con bases de datos que abarquen los aspectos importantes en el manejo de recursos naturales, para los usuarios que participan en su gestión.

Ordenamiento del Territorio (OT)

El uso de suelo, ha ido cambiando desde el establecimiento de las primeras poblaciones, quienes guiadas por la necesidad de alimentación, modificaron el uso original de áreas con vegetación natural hacia tierras de cultivo, pastizales para ganado o urbanización, sin tomar en cuenta la consecuencia de estos cambios como: pérdida de superficie vegetal, pérdida de suelos, disminución en la recarga de los acuíferos, etc., es decir, estas decisiones fueron tomadas sin considerar la aptitud de los terrenos modificados en su uso de suelo original (Barredo, 2005; SEMARNAT, 2009).

Con el propósito de mejorar el manejo los recursos en pro de su conservación, a través de la historia, se han presentado eventos, en diferentes partes del mundo, como antecedentes en la planificación y ordenamiento del territorio. Estos eventos datan desde el siglo XVI hasta la década de los noventa y son los siguientes (Sánchez y Palacio, 2004):

- a) Entre los siglos XVI y XVII se tienen antecedentes de planeación urbana al surgir las primeras normas para la fundación y organización de las ciudades, destacando la emisión de lineamientos generales para la ubicación de industrias y zonas verdes.
- b) Para el siglo XIX, surgen las primeras normas de urbanización en las metrópolis de algunos países, como Alemania.

- c) En 1910, se utiliza el concepto de planificación en el sistema socialista de economía planificada como un medio para incidir sobre el desarrollo económico. Este concepto posteriormente se aplicaría no solo a las actividades económicas, sino también se extendería a la planeación espacial en general, a distintas escalas: nacional, regional y local.
- d) De 1920 a 1930, los países capitalistas incluyen la planificación en el desarrollo económico. Se crea la Asociación Americana de Planificación Regional. Aparecen los primeros trabajos sobre planificación física, concretados en planes de uso de suelo, así como también aplicación de políticas regionales y proyectos de desarrollo económico para áreas seleccionadas. Se elaboraron los primeros planes de ordenación territorial estatales o municipales en Alemania y Suiza.
- e) En 1940, surge el concepto de planeación económica, como un medio para orientar la distribución de las actividades económicas, con un enfoque general y regional. Tanto geógrafos como economistas desarrollan modelos a distintas escalas de análisis (Von Thünen, Isard, Lösch, Perroux, Boudeville, Haggett).
- f) Fue en 1950 cuando se funda la Asociación de Ciencia Regional. Aparece el concepto de planificación territorial integral, que luego desembocaría en la noción de ordenación del territorio en Europa. Se desarrollan los primeros planes de OT a nivel

- nacional (Países Bajos, Francia) con el fin de combatir las disparidades económicas regionales.
- g) En 1960, se decretan las primeras leyes orgánicas de OT a nivel nacional (Alemania, Suiza, Países Bajos, Bélgica). Es la época dorada del OT en varios países europeos (Alemania, Francia, Suiza, Países Bajos).
 - h) Para 1970, Se adopta el OT en los demás países europeos (España, Luxemburgo, etc.).
 - i) En 1980, se decreta la primera ley orgánica de OT en América Latina, en Venezuela.
 - j) En los 90's el consejo de Europa elabora la Carta Europea de OT y se adoptan políticas de OT en varios países latinoamericanos (Colombia, Bolivia, Uruguay, Costa Rica, México, entre otros).

En México, el OT en su sentido más amplio y, de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el DOF el 6 de abril de 2010), es un instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger el medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

A pesar de que su publicación dentro de la LEGEEPA¹ fue hasta finales de 1999 (SEMARNAT, 2003), no fue sino a principios del 2000 cuando se integró el Grupo Interinstitucional de Ordenamiento Territorial (GIOT) con la participación de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a iniciar la discusión sobre el ordenamiento territorial como una política con enfoque interdisciplinario e integral, que buscaba incorporar la dimensión territorial a la planeación del desarrollo. (Massiris, 2005; citado por Sánchez, S. M., 2008).

Actualmente, en México, se tienen cuatro modalidades de OT. La primera de ellas es el OT general, el cual se refiere a la totalidad del territorio; la segunda es el OT regional, aplicable a dos o más municipios, a todo un estado o parte de dos o más estados; la tercera es el OT local, que actúa a escala municipal y, finalmente, los OT ecológicos marinos que incluyen las aguas oceánicas y su franja de tierra adyacente. Los diferentes tipos de OT son competencia de autoridades distintas (la federación, el estado o el municipio) y sus objetivos difieren como resultado de la diferencia de modalidad en la que se trabaja (SEMARNAT, 2005). Actualmente, 14 entidades han concluido ya su Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial (PEOT) y el resto lo llevan parcialmente avanzado (SEMARNAT, 2009). A

1

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

partir de estos se ha detectado una serie de problemas derivados de la forma en que se desarrolló el programa a nivel nacional, como el desfase en la incorporación al programa por las entidades federativas; las diferencias en la disponibilidad de las bases de datos nacionales cartográficas y estadísticas para poder desarrollar los trabajos; la diversa calificación profesional y técnica de los grupos de consultores que realizaron los trabajos para los gobiernos estatales y de quienes tenían a su cargo su evaluación final. Para poder desarrollar este tipo de ordenamientos, se ha recurrido el uso de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica, la cual se desarrolló como la herramienta de trabajo en las agencias de recursos nacionales, estatales y locales, alrededor del mundo (Sánchez y Palacio, 2004).

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de equipo, programas, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Alonso, 2004; Dueker y Kjerne, 1989). Es un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre, construido con el objetivo de satisfacer necesidades concretas de

información. Los SIG, como herramienta de mapeo y análisis en Geografía, aparecen en la década de los 60 en Canadá (Clarke *et al.*, 1996, Richards *et al.*, 1999). A partir de los 70 se produce una revolución de la tecnología SIG condicionada por diversos factores relacionados con el surgimiento, accesibilidad y bajo costo de las minicomputadoras, el desarrollo de programas en sistema Windows y la amplia disponibilidad de bases de datos en mapas digitales. Los SIG contribuyen a la formación e investigación multidisciplinaria, planificación territorial, comercio y a las investigaciones geológicas, climáticas, y de los recursos naturales en general (Moreno *et al.*, 2008). La capacidad de los SIG, en la actualidad, comprende el uso de computadoras por su capacidad de almacenamiento y velocidad de procesamiento de información, lo cual permite con mayor rapidez y precisión, la generación de capas temáticas en el área de estudio, así como también la generación de conjuntos de datos espaciales relevantes para Recursos Naturales comunmente conocidos como bases de datos (Thiruvengadachari, 2004 y Goodchild, 1993).

Se considera importante enmarcar las funciones que desempeña el SIG para el desarrollo de este trabajo, ya que en base a estas funciones se generó la información para el caso de estudio de valle de León. Entre estas funciones se pueden considerar desde la entrada de información: refiriéndonos a los procedimientos para convertir la información geográfica de formato analógico a formato

digital, edición, almacenamiento, etc., hasta el análisis de la información.

Existen dos formatos para representar la información temática por parte del SIG: el tipo vector y el tipo raster. El formato vector *shape* se representa a su vez con tres formas de objetos gráficos: *puntos*, representan la ubicación a través de un par de coordenadas, como ejemplo: pozos, puntos de muestreo, entre otros; *líneas*, constituyen un segmento limitado por dos pares de coordenadas, como ejemplo: ríos, carreteras, entre otros; y *polígonos*, constituidos por la unión de segmentos de líneas, como ejemplo superficie de un estado, lago, entre otros. Los archivos en formato vector se obtienen de la digitalización o extracción de información de mapas o fotografías aéreas. El formato *raster* representa imágenes gráficas como una matriz de celdas y lo encontramos en archivos de imagen como mapas escaneados o modelos de elevación digital (Molina, 2001). Estos formatos son necesarios para el desarrollo del SIG debido a que nos permiten representar capas temáticas diferentes, con las cuales se pueden conformar los SIG de acuerdo a las siguientes etapas (Moreno *et al.*, 2008):

- Gestión de la información: permite realizar búsquedas de información en la base de datos de acuerdo a diferentes criterios temáticos y espaciales.
- Análisis de la información: posibilita el procesamiento de la base de datos inicial para obtener mayor información.
- Salida y representación gráfica y cartográfica de la

información: muestra los resultados de las operaciones analíticas en forma de gráficos, tablas y mapas.

La utilidad de un SIG se relaciona con su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de bases de datos o atributos, esto se logra con la aplicación de procedimientos específicos a la información inicial que permiten generar más información. Los modelos de simulación son herramientas útiles para identificar y cuantificar los fenómenos o procesos que influyen significativamente sobre una tendencia específica (Barredo, 2005). Para la generación de SIG, dirigido a la toma de decisiones en manejo de recursos naturales, existen propuestas de conformación de capas temáticas como la que se muestra en la Figura 1.

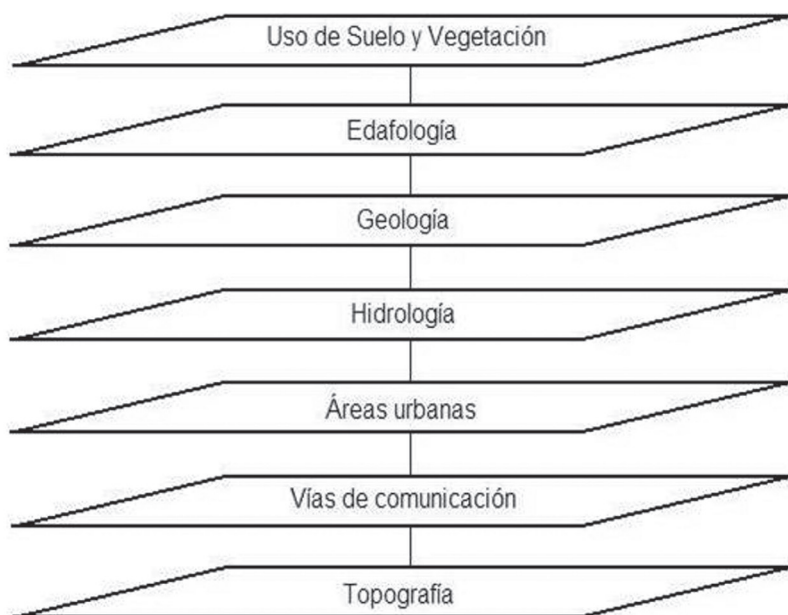


Figura 1. Capas de datos principales para la construcción de un SIG propuestos por Thiruvengadachari, 2004.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Caso de Estudio León, Guanajuato

La conformación y desarrollo del SIG para este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de SIG Agua y Suelo del INIFAP CENID-RASPA en Gómez Palacio, Dgo., en el contexto de contar con información cartográfica digital para el proyecto “Manejo integral de los recursos naturales en el ámbito de la ciudad de León, Guanajuato” aprobado en convocatoria de fondos sectoriales CONACYT-CONAFOR 2006-01. Dentro del área de estudio se consideró importante destacar la influencia que tiene el ANP *Sierra de Lobos* con las características del valle de León.

Para la conformación del SIG se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Recopilación de información digital previamente generada
2. Conversión digital de mapas temáticos existentes
3. Generación de mapas temáticos con bases de datos existentes
4. Adición de metadatos a las capas generadas.

Las capas temáticas desarrolladas tuvieron una proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) con datum NAD27, seleccionada por ser una proyección predeterminada en los programas utilizados (ArcView®, ArcGIS® y AutoCAD®) (Bivand y Neteler, 2000).

A continuación se desarrollan las actividades y fuentes de cada capa temática integrada en este estudio.

Recopilación de información digital previamente generada

Son variables las fuentes de información geográfica sobre todo dependiendo del estado en donde se realice el estudio. En Guanajuato, se cuenta con un gran número de estudios realizados por parte tanto del sector público como del sector privado en el valle de León, los cuales, fueron llevados a cabo con el fin de resolver una problemática en particular como abasto y calidad de agua subterránea o determinación de asociaciones vegetales como opciones para la reforestación de la *Sierra de Lobos*, por mencionar algunos. Como primer paso para este proceso fue identificar aquellos trabajos en los cuales el sustento técnico y científico fuera el suficiente para considerar la información como veraz. Una vez obtenida la información, se verificó la proyección en la cual fue generada, de no coincidir con la utilizada en el presente estudio se le realizó una reproyección en el programa ArcGIS® versión 9.2.

Conversión digital de mapas

A este respecto se hace referencia a la principal fuente de productos cartográficos a nivel Nacional siendo este el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) quien cuenta con una vasta información cartográfica ubicada dentro de varios temas para descripción principalmente del medio físico.

Para esta actividad fue de gran importancia la obtención

de mapas impresos los cuales fueron escaneados con una calidad de 400 – 600 puntos en formato *tiff*. Una vez escaneados se localizaron en cada imagen 16 puntos de control para georreferenciar la imagen en base a las coordenadas UTM. Con la georreferenciación realizada en el mapa, carta o imagen se digitalizaron los puntos, líneas o polígonos a través del programa ArcGIS® 9.2 principalmente con el uso de la herramienta “Editor” en donde también se le agregaron los atributos necesarios para cada tema digitalizado (Glennon *et al.*, 2004).

Generación de mapas temáticos

Parte de la información recopilada fue generada en bases de datos referidos a coordenadas debido a que se obtuvieron de estudios de campo o investigaciones puntuales. Con esta información se pueden generar archivos de mapas electrónicos directamente por medio del programa ArcGIS® 9.2 que nos permite este proceso una vez teniendo bien definida la proyección en la cual fueron tomadas las coordenadas de cada punto (Harlow y Vienneau, 2003; Jones y McCoy, 2001). Es importante que se tenga la mayor información sobre el trabajo realizado debido a que en la mayoría de estos las coordenadas se obtuvieron con navegadores de GPS (*Global Positioning System*) que dan una precisión de 3-5 metros como mínimo, es decir, que una vez posicionado el punto de interés, ese mismo punto se encuentra en un radio de 3-5 metros del lugar en donde es georreferenciado. Por tal motivo, los datos de

este tipo de fuentes de información deben de tomarse con estas observaciones y con el mayor número de referencias posibles para posibles remuestreos

Adición de Metadatos a las capas generadas

Las capas temáticas o imágenes digitales deben contar con información de origen y modificaciones que se hicieron, debido a que estos pueden ser distintos al original o incluso haber sido modificados en varios procesos y por tal motivo es necesario contar con información que contenga: fuente de información, fechas de modificación, ubicación espacial, origen e información de contacto, entre otros datos (Harlow y Vienneau, 2003).

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL VALLE DE LEÓN, GUANAJUATO

La información cartográfica digital como resultado de este trabajo se generó en formato de imagen para el caso de fotografías e imagen de satélite, y formato vectorial (puntos, líneas o polígonos) para la información temática, ambos generados a través del SIG ArcGIS® 9.2. La descripción del producto incluye la fuente de la información y atributos que describen características propias de cada capa temática.

Polígono de delimitación de la Sierra de Lobos

En base al Decreto Gubernativo No. 77 con fecha 4 de noviembre de 1997 publicado en el periódico oficial del Estado de Guanajuato, se declaró a la *Sierra de Lobos*, ubicada en los municipios de León, San Felipe y Ocampo, como área natural protegida (ANP) en la categoría de área de uso sustentable. En este decreto se asentaron los 571 puntos (vértices) que delimitan al polígono y cuenta cada punto con sus coordenadas (X, Y), lo cual permitió, con la unión de dichos puntos la conformación del polígono del ANP *Sierra de Lobos* (Figura 2).

Polígono de delimitación municipal de León, Gto.

Las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000 incluyen el límite de los municipios, para delimitar el polígono de León Guanajuato se utilizaron las siguientes cartas: Lagos de Moreno (F14C31), Ibarra (F14C32), León (F14C41), Nuevo Valle de Moreno (F14C42), San Diego de Alejandría (F14C51), Silao (F14C52) (Figura 2).

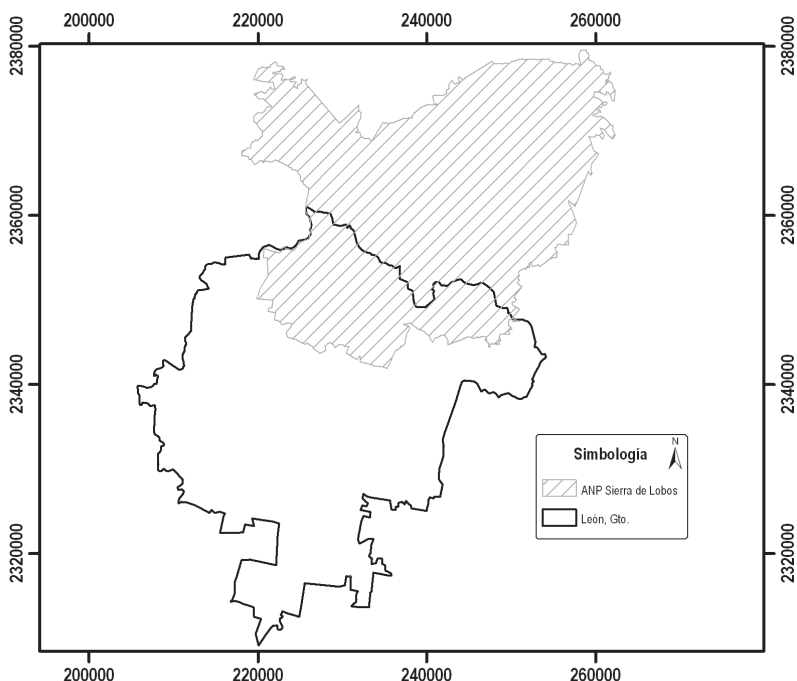


Figura 2. Mapa de polígonos de delimitación del ANP Sierra de Lobos y Municipio de León, Guanajuato.

Esta delimitación permite distinguir cual es el área del municipio que se encuentra estrechamente ligada al ANP *Sierra de Lobos* y por lo tanto sujeta al tipo de aprovechamiento de recursos y uso de suelo en general.

Productos vectoriales de INEGI

Este producto cuenta con capas que describen, cada una, aspectos diferentes que forman parte de la carta topográfica escala 1:50,000. A continuación se enumeran las diferentes capas de este producto, las cuales fueron unidas y reclasificadas debido a que el área de estudio está conformada por seis cartas escala 1:50,000, mencionadas anteriormente (Figura 3). Esta información permite conocer las características de acceso a ciudades y poblaciones de interés, el cauce de los ríos y arroyos, e infraestructura hidráulica asociada (INEGI, 2005a).

Áreas urbanas

Los polígonos de esta capa fueron corregidos debido a que en algunos de ellos faltaba superficie por digitalizar y también había polígonos no digitalizados por lo tanto se hizo un proceso de depuración a la información obtenida de INEGI generándose así una capa con el nombre de las poblaciones principales, así como la superficie del área y el tipo de área urbana.

Cuerpos de agua

De forma similar a las áreas urbanas se corrigieron los polígonos de esta capa obteniéndose una capa con el nombre de los cuerpos de agua, así como al tipo de cuerpo de agua, clasificado como intermitente, perenne o estanque regulador.

Hidrografía

Este producto contiene información clasificada en dos categorías: Infraestructura hidráulica que representa estructuras de conducción y almacenamiento de agua, y escurrimientos superficiales, misma que representa corrientes de agua intermitentes y permanentes que conforman la red de drenaje superficial.

Caminos

La clasificación de las vías de comunicación en esta capa está determinada por el tipo de calle, camino, carretera, línea de comunicación, puente o vía férrea al que corresponda.

Pistas de aterrizaje

Localización y tamaño de pistas de aterrizaje para aerolíneas comerciales en el área de estudio, siendo estas un total de seis pistas.

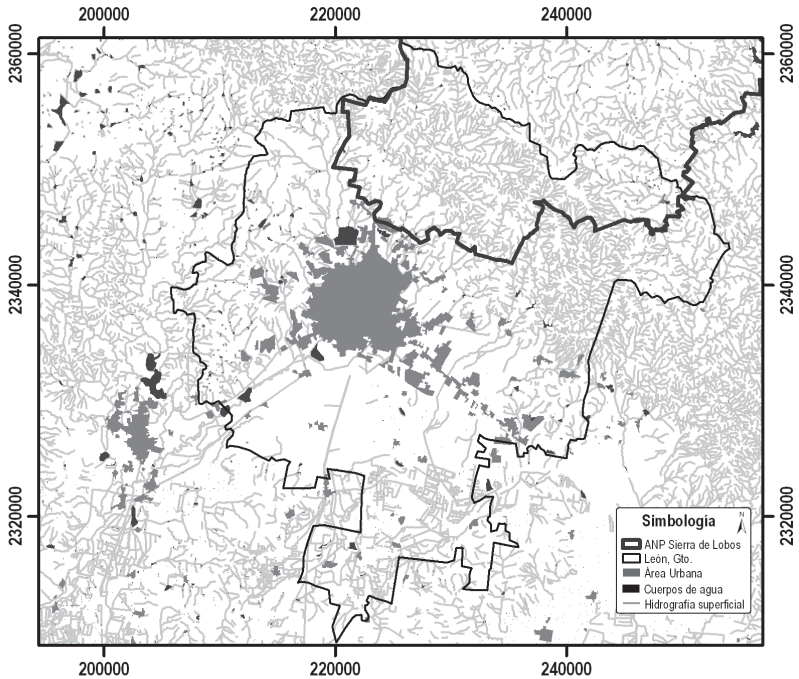


Figura 3. Mapa de Productos vectoriales en base a cartas topográficas 1:50,000 de INEGI en el valle de León, Guanajuato.

Delimitación de polígonos ejidales

Este tipo de información permite establecer diferencias entre prácticas de manejo realizadas por ejidos en tierras de uso común y la *pequeña propiedad*. Los cuadros de construcción para los polígonos ejidales fueron obtenidos a partir de la información del Programa de Certificación de Derechos Ejidales del Registro Agrario Nacional para el estado de Guanajuato. Con los planos ejidales elaborados

dentro del Programa de Certificación de Derechos Ejidales. Inicialmente se contó con 12 ejidos, seis de ellos ubicados en el ANP *Sierra de Lobos* (cinco en el municipio de León y uno en el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.) y otros seis ejidos ubicados en el área agrícola. Con la finalidad de reforzar la información socioeconómica del área de estudio se incorporaron tres ejidos en el SIG. Los ejidos se presentan en el siguiente cuadro que contiene los usos principales destinados dentro del ejido expresados en hectáreas de superficie.

Cuadro 1. Superficie de polígonos ejidales del valle de León Guanajuato.

Municipio	Ejido	Superficie (ha)
León	La Estancia	3981
León	La Sandia	2979
León*	Nuevo Valle de Moreno	2133
León	Santa Ana del Conde	2018
León*	Manzanillas	1960
León	Santa Rosa	1795
León	Puerta de San Germán	1082
León	La Estancia de Otates	1033
León*	Ibarrilla	890
León*	El Sauz Seco	714
León*	San Pedro de los Hernández	676
San Felipe*	San José del Tanque	523
León	San Juan de Otates	667
León	La Laborcita	329
León	Pompa	196

* Ejidos dentro del ANP *Sierra de Lobos*

Límites de Región Hidrológica, cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas

La información en estas capas se obtuvo a partir de las cartas de INEGI escala 1:250,000 del tema agua superficial, en las que se encuentran delimitadas las Regiones Hidrológicas, cuencas, subcuencas y microcuencas. En cada una de estas capas se tienen atributos de nombres, claves, superficie y perímetro de polígonos. Solamente en el caso de las microcuencas se tiene el código formado por las claves de la región hidrológica, cuenca, subcuenca y microcuenca (Figura 4).

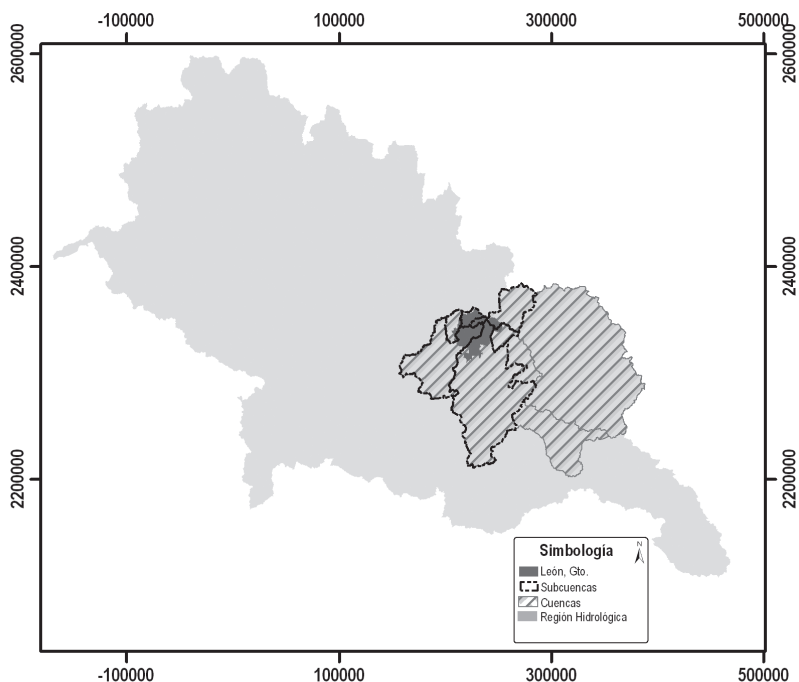


Figura 4. Mapa de Región, cuencas y subcuencas hidrológicas del valle de León.

Debido a que el estudio fue dirigido a manejo de recursos naturales fue de suma importancia definir y delimitar claramente la influencia de la hidrología superficial en el contexto del área de estudio, la cual comprende la parte alta de las subcuencas La Patiña, El Palote, Las Amapolas y Pénjamo-Irapuato-Silao que pertenecen a la Cuenca Lerma –Salamanca (Figura 5).

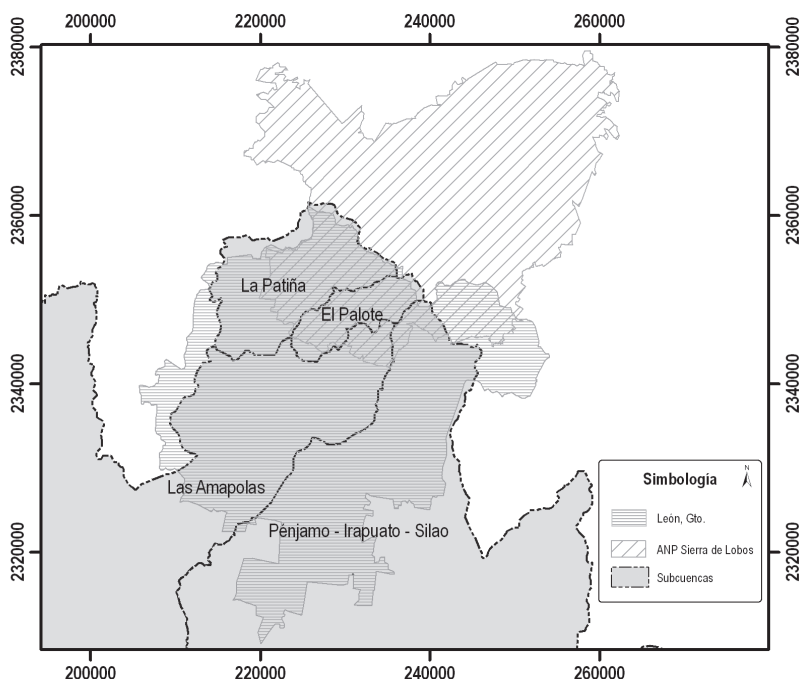


Figura 5. Ubicación del área de estudio enmarcada por la *Sierra de Lobos*, el Municipio de León, Guanajuato y las cuencas La Patiña, El Palote, Las Amapolas y Pénjamo-Irapuato-Silao.

Geología

La información sobre la geología se obtuvo a partir de la digitalización de las siguientes cartas geológicas escala 1: 50 000 del INEGI (1990a; 2000b y 2005b): Lagos de Moreno (F14C31), Ibarra (F14C32), León (F14C41), Nuevo Valle de Moreno (F14C42), San Diego de Alejandría (F14C51) y Silao (F14C52). Las cartas geológicas fueron

digitalizadas en función de tres formas vectoriales: puntos, líneas y polígonos (Figura 6).

Geología puntos especiales

Esta capa contiene información referente a localizaciones puntuales de bancos de material, manantiales, minas, catas, rumbos y echados de flujo de rocas ígneas y foliación, que nos puede auxiliar en la ubicación de áreas potenciales de contaminación de suelo y vegetación.

Geología líneas

Para esta capa se digitalizaron las estructuras lineales tales como fracturas, diques y fallas normales, considerando también la longitud de dicha estructura, en base a esta información se pueden tomar decisiones como ubicación de rellenos sanitarios o pozos de infiltración, considerando claro una profundización de conocimientos a través de estudios con mayor precisión o incluso información a una escala mayor.

Geología polígonos

Esta capa propiamente es la descripción del tipo de geología del área de estudio de acuerdo a la clasificación de INEGI. Está conformada por polígonos que describen áreas con información de rocas de origen primario y secundario así como sucesión también primaria o secundaria.

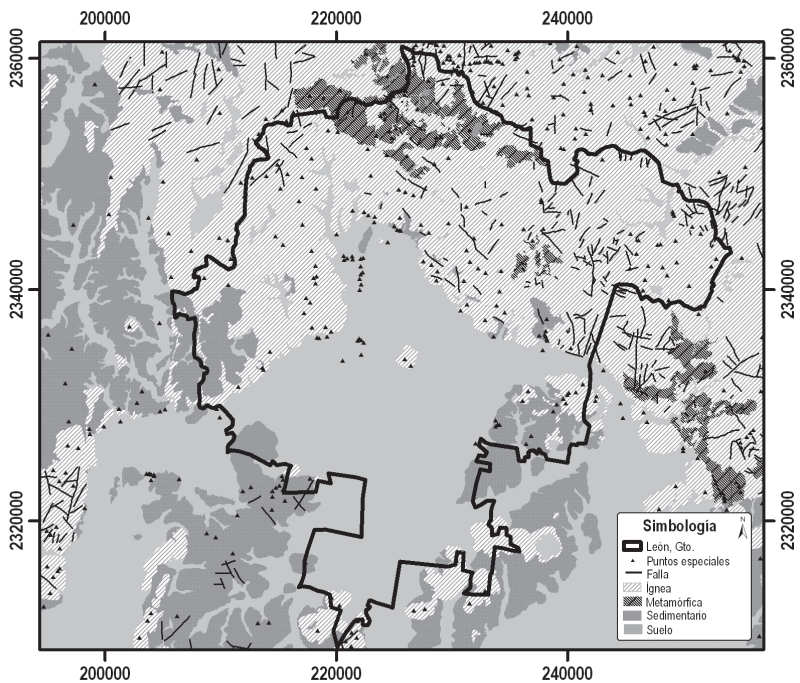


Figura 6. Mapa de Geología en sus tres tipos de identificación vectorial (puntos, líneas y polígonos) en el valle de León, Guanajuato.

Edafología

Las superficies por tipo de suelo clasificada por INEGI en base a FAO/UNESCO/1968 y modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en 1970 (INEGI, 1990b; 2001; 2009), se complementó con características de fase física (lítica, lítica profunda, pedregosa y pedregosa profunda), fase química (salinidad y sodicidad), textura

(fina, media o gruesa) y topografía (lomerío, plano, montañoso) (INEGI, 1990b), además de la superficie que comprende cada clasificación (Figura 7). De acuerdo a la escala esta información nos permite caracterizar el tipo de suelo y características físico químicas enmarcadas en las cartas mencionadas, sin embargo, trabajos a nivel parcelario deben ser reforzados por un análisis de suelo para determinar su fertilidad y características puntuales.

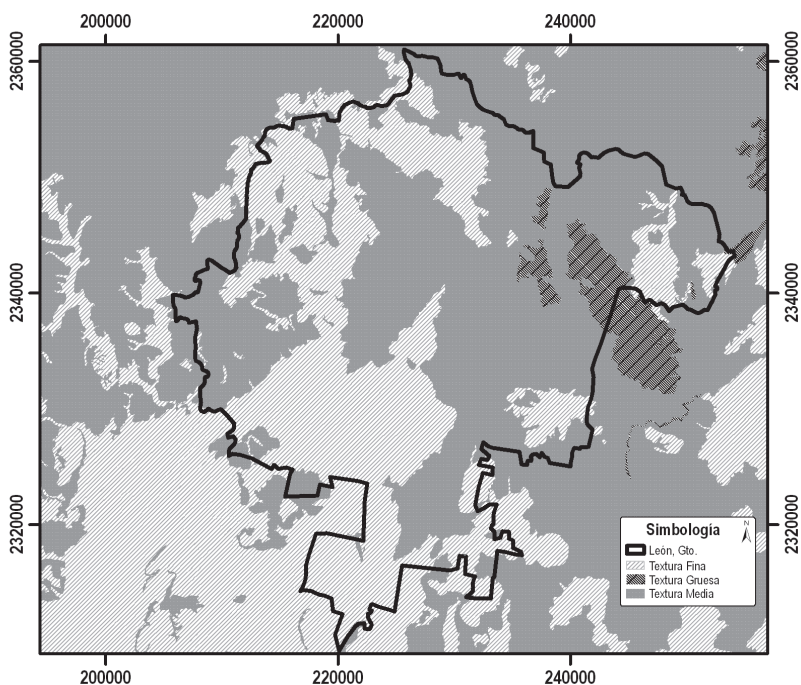


Figura 7. Mapa de polígonos de delimitación de tipos de suelo en el valle de León, Guanajuato.

Uso del suelo y vegetación

Los atributos de esta capa de información corresponden a la delimitación superficial de acuerdo con el uso de suelo, vegetación y las asociaciones a estos, con escala 1:50,000 (Figura 8). En las áreas agrícolas los cultivos se clasificaron en: permanentes, anuales y semipermanentes y los bosques se clasificaron de acuerdo al tipo de hoja, como caducifolios y/o perennes (INEGI, 2005c). En un apartado posterior, se realizó un análisis de cambio de uso de suelo con la finalidad de actualizar la información generada en 1970 para el área común entre el municipio de León y el ANP *Sierra de Lobos*.

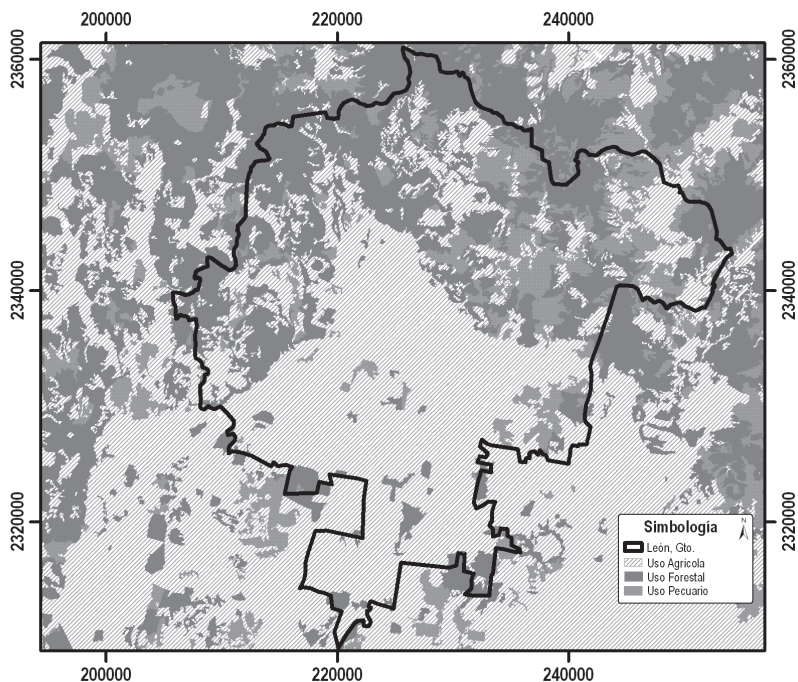


Figura 8. Mapa de polígonos de delimitación de tipos de uso de suelo y vegetación en el valle de León, Guanajuato.

Superficie agrícola

Para la realización de esta cobertura se digitalizaron las superficies de parcelas del municipio de León tomando como base la información de ortofotos de 2006 (tamaño y forma); posteriormente, se verificó en campo (2008) para corrección de errores, dando como resultado la clasificación de uso del suelo por fuente de agua (Cuadro 2 y Figura 9).

Cuadro 2. Superficie agrícola por fuente de agua en el municipio de León, Guanajuato.

Fuente de agua	Superficie (ha)
Lluvia	19,563
Pozo profundo	12,354
Gravedad	1,384
Agua tratada	1,562
Agua negra	441
Enlames	308
Total	35,612

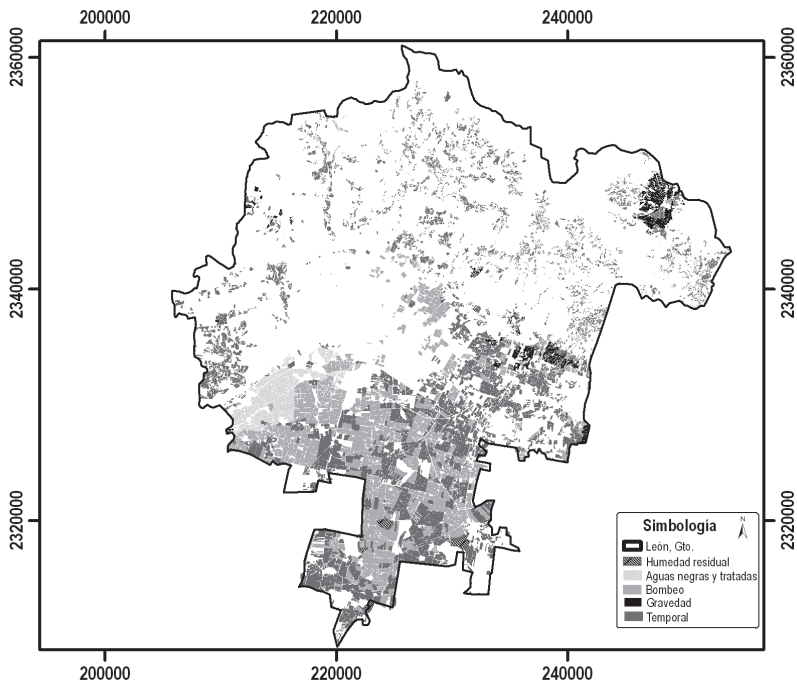


Figura 9. Mapa del área agrícola por fuente de agua en el valle de León, Guanajuato.

Por tipo de cultivo

La clasificación en campo contribuyó también a conocer el tipo de cultivo que predominaba por parcela para su producción, con lo anterior se llevó a cabo la clasificación del área agrícola con base en el tipo de cultivo: agave, alfalfa, frutales, hortalizas, sorgo y maíz (Cuadro 3 y Figura 10).

Cuadro 3. Superficie agrícola por tipo de cultivo en el municipio de León, Guanajuato.

Cultivo	Superficie (ha)
Agave	101
Alfalfa	2,248
Frutales	47
Hortalizas	2,176
Maíz o Sorgo	21,419
Maíz o Sorgo - Trigo o Cebada	8,058

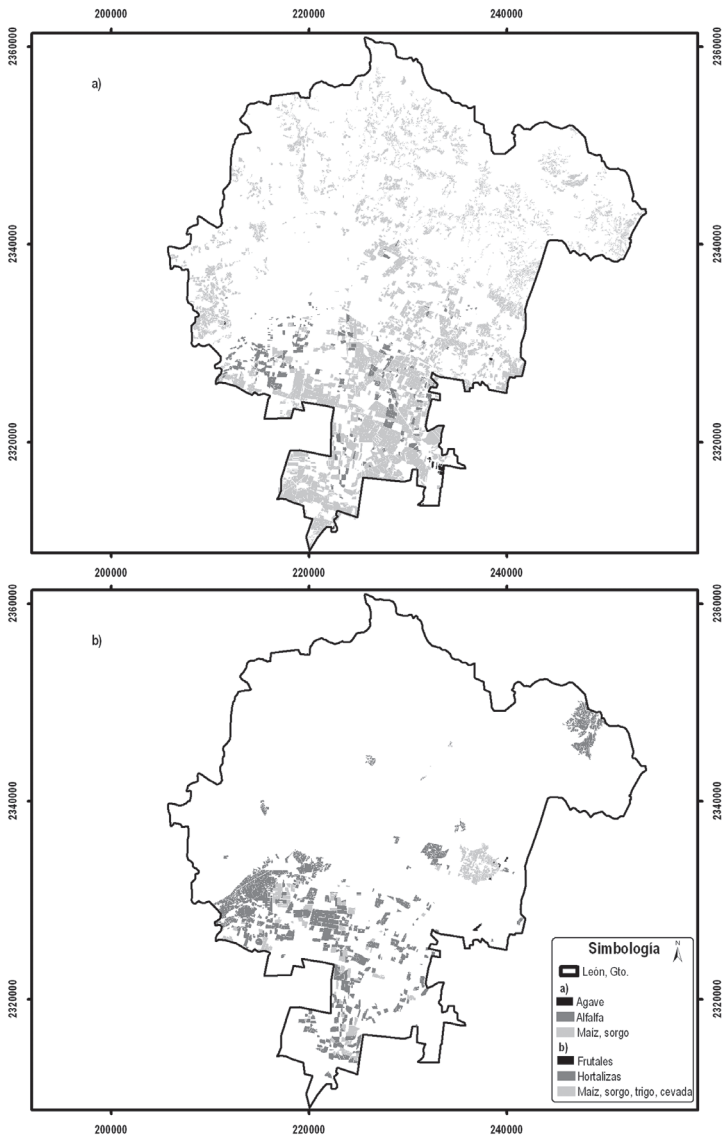


Figura 10. Clasificación de la superficie agrícola por tipo de cultivo en el valle de León, Guanajuato.

Modelo digital de elevación

El modelo digital de elevación (MDE) se construyó en base al área de las cartas F14C31, F14C32, F14C41, F14C42, F14C51 y F14C52. Los modelos fueron recortados en sus bordes debido a que en los metadatos proporcionados por el INEGI se considera un área de confiabilidad que no presenta información deformada. Posterior al recorte se integró el mosaico para obtener en una sola imagen del MDE del área de estudio (Figura 11). Este producto se genera en el INEGI basándose en las curvas a nivel de la carta topográfica 1:50,000 que tienen un intervalo de 50 m entre estas.

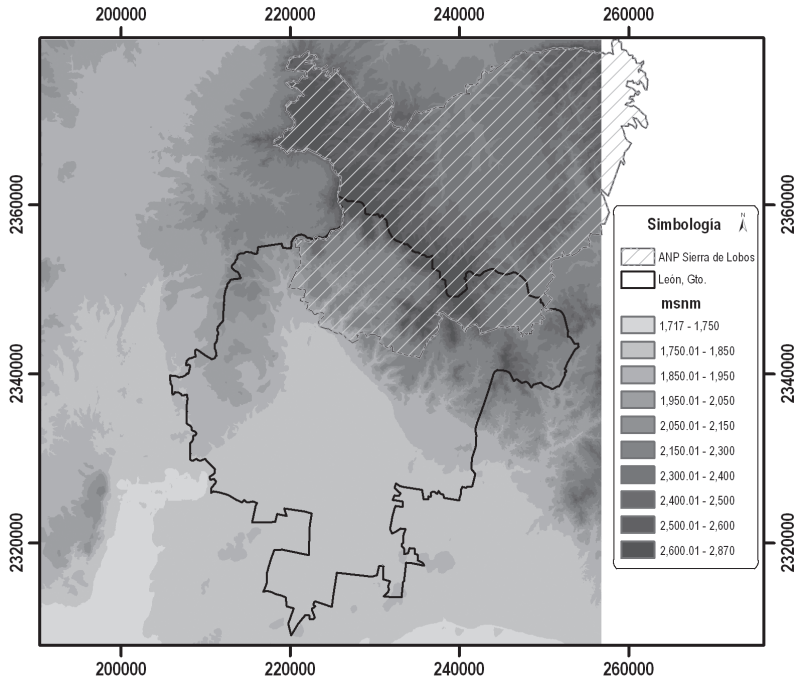


Figura 11. Modelo digital de elevacion clasificado en nueve rangos de altura para el área de estudio.

DINÁMICA DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL NORTE DEL MUNICIPIO DE LEÓN

Este análisis se realizó conformando una base de datos a partir de fuentes de información de uso de suelo y vegetación de 1970 como estado inicial y 2007 como punto de comparación. La información de 1970 se conformó con fotografías aéreas a color tomadas por INEGI entre diciembre de 1970 y marzo de 1971 a escala 1:25,000. Estas fotografías se escanearon para cambiar de formato gráfico a formato digital con una resolución de 1200 puntos por pulgada; a cada imagen digital se le asignaron puntos de control para georreferenciarlas tomando como base la información en fotografía orto-rectificada que generó INEGI en 1995. Finalmente se unieron las fotos georeferenciadas en un mosaico de imágenes a color de 1970 para el área de estudio que se muestra en la figura 12.

En abril de 2007 se realizó un cubrimiento fotográfico aéreo de la zona norte del municipio de León y la sur del área natural protegida de la *Sierra de Lobos*, utilizando una cámara con sensor multiespectral. Posteriormente, se elaboró el mosaico de imágenes que permitió determinar el estado actual de los recursos naturales en el área de estudio que comparadas con las fotografías e imágenes de fechas anteriores permitió estimar los cambios en el uso de suelo y vegetación (Figura 13). Se enfatiza que dicho vuelo y toma de imágenes cumplen con el protocolo establecido por la Ley de Información Estadística e Informática (LIEG)

así como la normatividad técnica para levantamientos aerofotográficos (INEGI, 2000a).

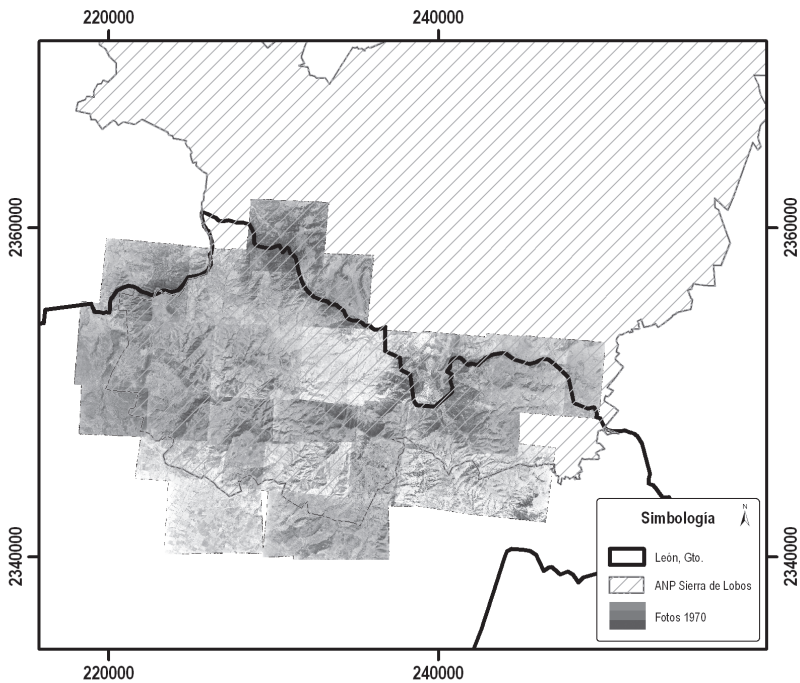


Figura 12. Mosaico con información de fotografía aérea digitalizada de 1970 y 1971 en el norte del municipio de León, Guanajuato.

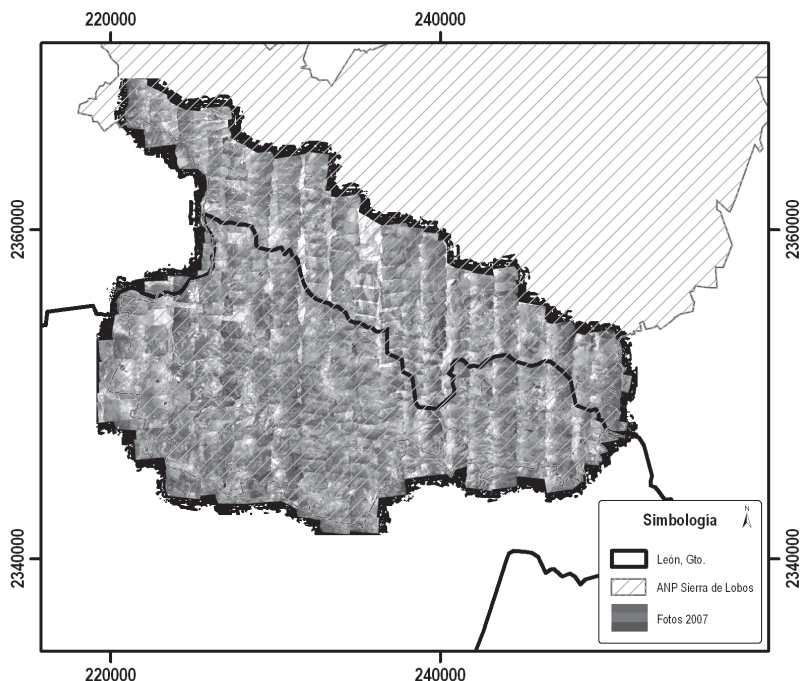


Figura 13. Mosaico con información de fotografía aérea digital de 2007 en el área común de *Sierra de Lobos* y el municipio de León, Guanajuato.

El método que se utilizó para el análisis de cambio de la vegetación y el uso del suelo fue el del análisis espacial, el cual se basó en la identificación de los cambios en las componentes espacial y temática, y en la representación de los procesos espacio-temporales, llevados a cabo a partir de la elaboración de un producto cartográfico que expresara los cambios de la vegetación en 1970 (Figura 14) y en 2007 (Figura 15); es decir, “se trató de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las

distintas unidades de observación” (Gutiérrez y Gould, 2000; Rosete *et al.*, 2008).

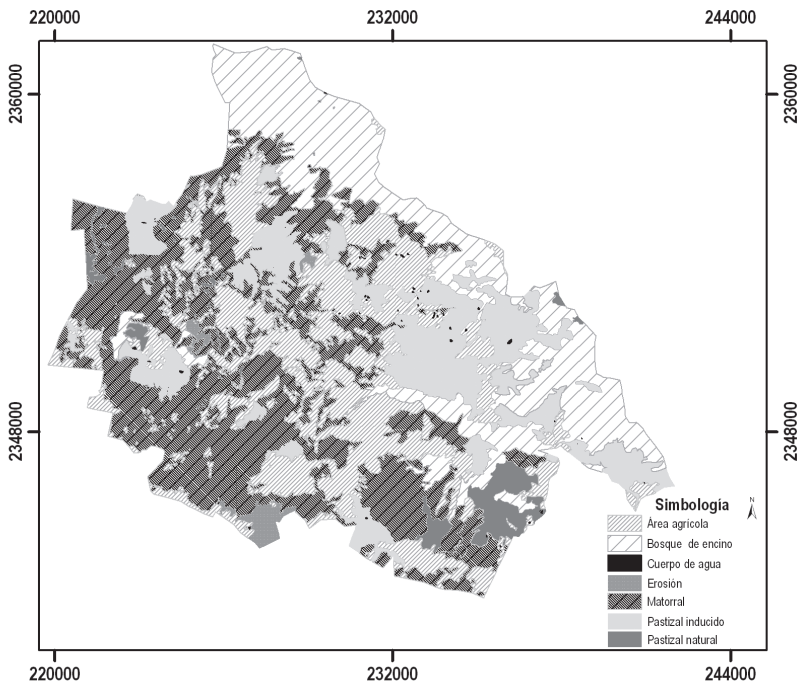


Figura 14. Distribución de la vegetación y uso de suelo de 1970-1971 en el área de estudio.

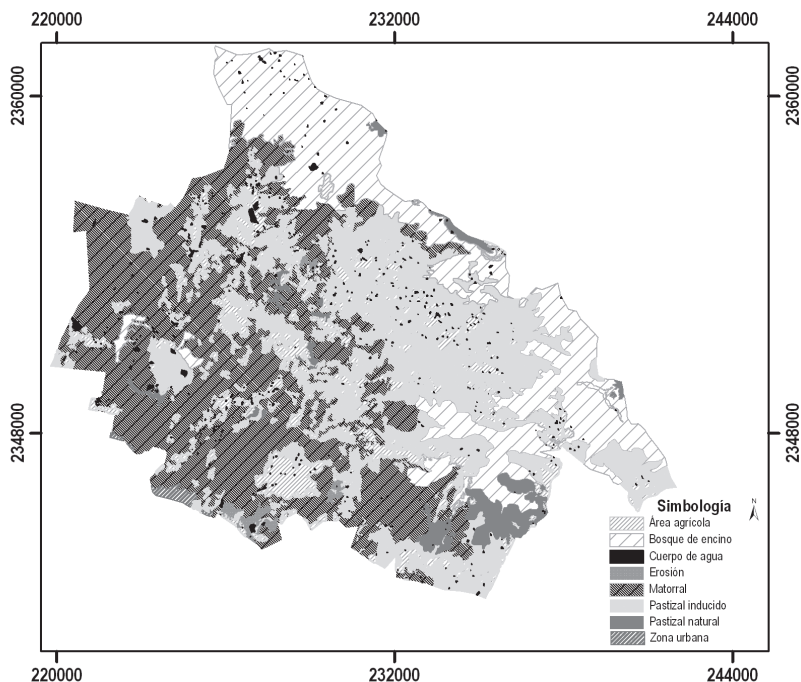


Figura 15. Distribución de la vegetación y uso de suelo de 2007 en el área de estudio.

La respuesta al cambio de uso de suelo de 37 años para el área de estudio propuesta, se observa en el cuadro 4. En este, se enlistan las categorías de uso de suelo, la superficie y porcentaje que se presentó para el año 1970 y 2007 (en cada una de las categorías asignadas).

Cuadro 4. Distribución superficial del uso de suelo y vegetación para 1970 y 2007 en el área de estudio entre León, Gto. y el ANP *Sierra de Lobos*. El campo de cambio refieren a la superficie que incrementaron o disminuyeron (-) cada categoría y el campo de tasa anual es el incremento o disminución en ha/año para el periodo estudiado.

Uso de suelo y vegetación	1970		2007		Cambio de uso de suelo 2007 -1970
	Superficie				ha
	ha	%	ha	%	
Área agrícola	5,525	24.3	2,395	10.5	-3,130
Bosque de encino	4,827	21.3	4,770	21.0	-56
Cuerpo de agua	22	0.1	132	0.6	110
Erosión	234	1.0	149	0.7	-85
Matorral	7,768	34.2	8,170	36.0	402
Pastizal inducido	3,660	16.1	6,189	27.3	2,530
Pastizal natural	575	3.0	824	3.6	149
Zona urbana			80	0.4	80
Total	22,710	100	22,710	100	

La disminución de bosque de encino (56 ha), presenta la misma tendencia en el estado observada de 1980 a 2000 de acuerdo al Plan Estatal de ordenamiento territorial de Guanajuato (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2006), lo

anterior, se documenta en el estudio realizado por Castro *et al.* (2008) en ejidos de la *Sierra de Lobos* y el Municipio de León, Gto., donde se destaca el consumo de encino por parte de la población de los ejidos dentro del ANP pues cerca del 40% de los productores utiliza el encino para leña en los hogares, y si consideramos la información sobre incremento de poblaciones en el municipio de León, la población en 1970 fue de 420,000 habitantes, y esta se incremento en 2005 a 1'283,143 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población (INEGI, 2008), esto ha traído como consecuencia una mayor presión para el uso de recursos naturales.

Con respecto al matorral, se han incrementado en promedio 10.87 ha cada año de esta vegetación. A nivel nacional, en los diferentes tipos de matorrales del centro y norte de México (SEMARNAT, 2009) y estatal (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2006) se observa un efecto contrario, sin embargo, existe justificación para el incremento de especies arbustivas por efecto de invasión de áreas agrícolas abandonadas, lo cual es similar a lo presentado en la Comarca Lagunera con mezquite y huizache principalmente (Jasso *et al.*, 2002, citado por Villanueva *et al.* 2004).

El pastizal natural, por su parte, ha incrementado su superficie debido a que el 85% de los productores del área de estudio cuentan con ganado mayor, el cual manejan en pastoreo intensivo o semiestabulado (Castro *et al.*, 2008), ha ido en incremento el área de pastizales inducidos. Lo anterior se observa a nivel con una disminución de la

superficie vegetada por bosques y matorrales representada por bosque de pino, oyamel, cedro y táscate; así como de todos los tipos de matorrales con excepción del sarcocrasicaule. Respecto a los pastizales, a nivel nacional se ha incrementado la superficie de pastizales naturales y halófitos (SEMARNAT, 2009).

La superficie agrícola disminuyó 3,130 ha, sin embargo, esta información no refleja la dinámica de cambio de superficies de vegetación que ha existido en el área de estudio. Esto quiere decir, que por un lado existen disminución de área de vocación agrícola y por otro lado se incorporan nuevas áreas para aprovechamiento agrícola, principalmente aquellas que se encuentran cercanas a presas y pequeños presones o bordos de contención de agua que se extienden a lo largo del área de estudio con una superficie de 132 ha en 2007, siendo que en 1970 eran solamente 22 ha (en 1970 existían 27 obras de este tipo, mientras que en 2007 fueron encontrados 506), lo cual ha beneficiado el desarrollo de pequeñas áreas de agricultura, sin embargo, ha modificado de cierta forma los escurrimientos superficiales aguas abajo de la *Sierra de Lobos*, situación que se relaciona a lo encontrado por Viramontes y Decroix en 2001 para la Comarca Lagunera con respecto a la Cuenca Alta del Río Nazas.

La aparición de zonas urbanas constituye un incremento en aprovechamiento de recursos y cambio de la vocación del suelo a aquellos usos que tengan una mayor aprovechamiento hacia actividades antropogénicas (Lambin *et al.* 1999; Meyer y Turner, 1992), lo cual se ha

visto reflejado en la disminución de bosque y aumento de áreas para pastoreo de ganado, reportado por Castro *et al.* (2008) para el área de estudio.

Finalmente la disminución de áreas con algún grado de erosión obedece al crecimiento de matorrales que al ser vegetación con menor exigencia en cuanto a calidad del sitio contó con las características necesarias para su desarrollo en zonas de pérdida de vegetación principal, lo anterior, también fue documentado por el Instituto de Ecología de Guanajuato (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2009) a nivel Estatal y por Rosete *et al.* (2008) en un análisis de cambio de cobertura vegetal en la Península de Baja California.

CONSIDERACIONES FINALES

El SIG conformado para el municipio de León y el ANP Sierra de Lobos, presentado en este folleto, permite conocer la distribución geográfica de la información temática existente en el área de estudio (edafología, geología, uso de suelo y vegetación, entre otras capas), por lo tanto, se propone como una herramienta auxiliar para la gestión y manejo de los recursos naturales, ya que de manera virtual se pueden consultar, y en su caso manipular, capas temáticas para proponer acciones encaminadas al manejo de estos recursos. Se considera también como una herramienta eficaz para ubicación de sitios de muestreo, estimación de superficie de cambio de uso de suelo y vegetación, ubicación de características de suelo, delimitación de ejidos, entre otras aplicaciones.

Por otra parte, la generación e integración de conjuntos de datos espaciales a nivel nacional, estatal y estudios particulares proporcionan una dimensión espacial de los recursos naturales en el área de estudio y es importante tener en cuenta que a medida que estos datos generados sean auténticos, fiables y precisos se puede generar información a partir de ellos para efectos de toma de decisiones en al planeación y manejo de recursos naturales, considerando importante delimitar que esta información es válida en función de la periodicidad con que se actualice, debido a que corresponde a un diagnóstico de los recursos naturales al momento de realizarse el estudio, es decir, que las condiciones de los recursos, principalmente por

el cambio de uso de suelo, serán diferentes en el corto y mediano plazo, y esto puede derivar en un cambio de toma de decisión para un problema planteado.

Respecto al análisis de cambio de uso de suelo, al eliminar las coberturas vegetales (bosque y matorral) se incrementa el riesgo de degradación de suelos por la acción de escurrimientos superficiales, que al pasar sobre suelos desnudos o con escasa vegetación se provocará erosión y por ende la pérdida del mismo, lo cual repercutirá también en la calidad de los escurrimientos que llevarán consigo suelo, provocando así un azolve en presas y bordos (actualmente 506), restando la capacidad de producción de agua de la *Sierra de Lobos* para el municipio de León. Además, se hace énfasis en el cambio de uso de áreas de cultivos de temporal que han sido ocupadas por matorrales debido a la diseminación de estos por los animales en el pastoreo extensivo que se reporta en el 85% de los habitantes del área de estudio y que puede ser una de las principales causas de la degradación de suelos y formación de cárcavas.

Aún cuando los avances en el desarrollo de los SIG se consideran importantes, queda mucho por hacer en algunos aspectos como en lo referente a la difusión y enseñanza de esta tecnología a los manejadores de recursos naturales debido a que debe ser considerada como una herramienta para el desarrollo e investigación en ésta disciplina por la cantidad y calidad de información que se puede generar por la misma.

LITERATURA CONSULTADA

- Alonso S., F. 2004. SIG aplicados al análisis y cartografía de riesgos climáticos. Métodos y técnicas de análisis de riesgos climáticos II curso de verano de la Asociación española de climatología. 70 p.
- Barredo C., J. 2005. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Segunda edición. Editorial RA - MA. Madrid, España. 304 p.
- Bivand, R. and M. Neteler. 2000. Open Source geocomputation: using the R data analysis language integrated with GRASS GIS and PostgreSQL data base systems in Geocomputation 2000 <http://reclus.nhh.no/gc00/gc009>
- Castro J., N. V., I. Orona C., R. Trucios C., J. Estrada A. Y M. Fortis H. 2008. Caracterización de los recursos naturales en la Sierra de Lobos, en León, Guanajuato. pp. 380 – 385 In: Martínez-Ríos, J. J., M. Vázquez-Navarro, A. Martínez-Ríos, S. Berúmen-Padilla. y R. Santana-Rodríguez. (Editores). Memoria XX Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo. Centro de Convenciones “Fco. Zarco”, Gómez Palacio, Durango, México. 897 p.
- Clarke, K. C., L. S. McLafferty and B. J. Tempalski. 1996. On Epidemiology and Geographic Information Systems: a review and discussion of future directions. *Emerg Infect Dis.* Apr-Jun; 2(2): 85-92.

- Dueker, K. and D. Kjerne, 1989. Multipurpose Cadastre: Terms and Definitions, In Technical Papers ASPRS/ACSM Annual Convention, American Congress on Surveying and Mapping, Bethesda, MD, April 2-7, 1989, pp. 94-103.
- Glennon, R., B. Booth, J. Shaner, A. MacDonald and P. Sanchez. 2004. Editing GIS Features Tutorial. Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI). Wilson. North Carolina. USA. 128 p.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. 2006. Plan Estatal de Ordenamiento Territorial de Guanajuato. Unidad de planeación e inversión estratégica. 248 p.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. 2009. Sistema de monitoreo ambiental de los recursos naturales del Estado de Guanajuato. Síntesis de resultados 1970-2004. Instituto de Ecología. 21 p.
- Goodchild, M. J. 1993. The state of GIS for Environmental Problem-Solving en Goodchild, B.O. Parks & L.T. Steyaert Environmental Modeling with GIS Oxford University Press, New York, Oxford. pp. 8-15.
- Gutiérrez P., J. y M. Gould. 2000. SIG: Sistemas de información geográfica, Editorial Síntesis, Madrid, España. 251 p.
- Harlow, M. and A. Vienneau, 2003. ArcCatalog Tutorial. Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI). Wilson. North Carolina. USA. 29 p.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990a. Guías para la interpretación de cartografía. Geología. Aguascalientes, México. 32 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990b. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. Aguascalientes, México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000a. Sistema nacional de fotografía aérea (SINFA). Aguascalientes, México. 23 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000b. Diccionario de datos geológicos escala 1:50,000 (vectorial). Sistema Nacional de Información Geográfica. Aguascalientes, México. 39 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001. Diccionario de datos edafológicos escala 1:50,000 (alfanumérico). Sistema Nacional de Información Geográfica. Aguascalientes, México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005a. Guías para la interpretación de cartografía. Topografía. Aguascalientes, México. 21 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005b. Guías para la interpretación de cartografía geológica. Aguascalientes, México. 26 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005c. Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México. 89 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Diccionario de datos edafológicos. Serie

- II. Aguascalientes, México. 35 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2008. II Censo de Población y vivienda 2005. México y sus municipios. Edición 2008.
- Jones, C. and J. McCoy. 2001. Geoprocessing in ArcGIS Tutorial. Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI). Wilson. North Carolina. USA. 63 p.
- Lambin, E. F., N. Baulies, G. Bockstael, T. Fisher, R. Krug, E. F. Lemmans, R. R. Moran, Y. Rindfuss, D. Sato, B. L. Skole, Turner II. and C. Vogel. .1999. Land use and land cover change implementation strategy, IGBP report, 48, IHDP, report 10, Estocolmo.
- Meyer, W. B. and B. L. Turner. 1992. Human population growth and global land-use/cover change, Annual Review of Ecology and Systematics, no. 23, pp. 39-61.
- Molina, S.I. 2001. Los sistemas de información geográfica en epidemiología. En Revista salud Pública y Nutrición. Abril-Junio. 2(2).
- Moreno J., A., R. Cañada T., B. Cervera C. F. Fernández G., N. Gómez G., P. Martínez S., A. Moreno J., M.E. Prieto F., J.A. Rodríguez E., M.J. Vidal D. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de auto aprendizaje con ArcGIS®. Segunda edición. RA-MA Editorial. Madrid, España, 911 p.
- Richards, T. B, C. M. Croner, G. Rushton, C. K. Brown and L. Fowler. 1999. Geographic Information Systems and public health: mapping the future. Public Health Rep. Jul-Aug; 114(4):359-60.
- Thiruvengadachari, S. 2004. Spatial data sets in hydrology project. Hydrology Project, World Bank.

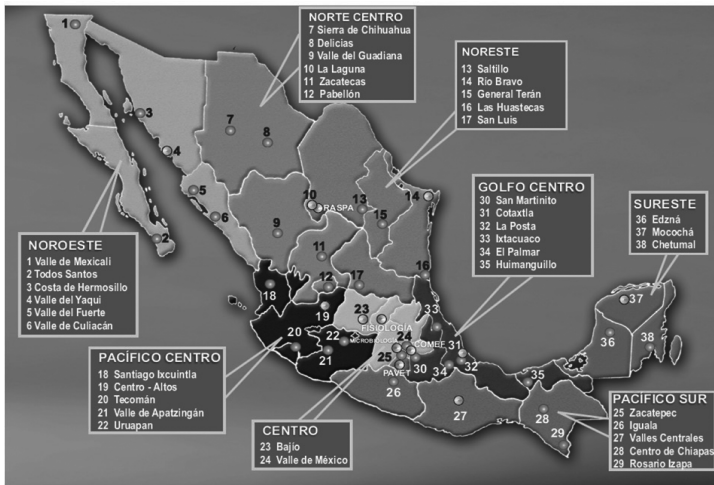
- Sánchez, S. M. y P. J. Palacio, 2004. La experiencia mexicana en la elaboración de los programas estatales de ordenación territorial. Diagnostico, problemática y perspectivas desde el punto de vista de la participación del Instituto de Geografía de la UNAM. Investigaciones Geográficas, abril, 053. UNAM. DF. México.
- Sánchez, S. M. 2008. La política de Ordenamiento Territorial en México y el desarrollo de guías metodológicas. Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco. Revista Electrónica Territorial. Edición 7. Estado de Jalisco.
- Massiris C., A. 1999. Ordenamiento Territorial: Experiencias Internacionales y Desarrollos Conceptuales y Legales Realizados en Colombia. Biblioteca Luís Ángel Arango, Colombia.
- Rosete V., F. A., J. L. Pérea D. y G. Bocco. 2008. Cambio de uso de suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 67: 39:58.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005. Informe del Situación del Medio Ambiente en México 2005 en materia de Ordenamiento Ecológico.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. México Edición 2008. 358 p.

Villanueva D., J., R. Jasso I., G. González C., I. Sánchez C. y C. Potisek T. 2004. El Mezquite en la Comarca Lagunera. Alternativa de producción integral para ecosistemas desérticos. Folleto Científico No. 14. Gómez Palacio, Dgo. 35 p.



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



-  Sede de Centro de Investigación Regional
-  Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
-  Campo Experimental

Comité Editorial del CENID-RASPA

Presidente: Dr. José Antonio Cueto Wong

Secretario: Dr. Miguel A. Velásquez Valle

Vocales: Dr. Juan Estrada Ávalos
M. C. Miguel Rivera González

Revisores Técnicos

M. C. Rodolfo Jacinto Soto

Dr. Luis Manuel Valenzuela Núñez

Edición y diseño:

M.C. Aleida Hernández Antúnez

Lic. Leticia Zamora Téllez

Ing. Alan J. Servín Prieto

La presente publicación se terminó de imprimir en Diciembre de 2010 en la imprenta Carmona, Impresores. Calzada Lázaro Cárdenas No. 850, Col. Eduardo Guerra, Torreón, Coahuila.

Su tiraje consta de 500 ejemplares

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
DISCIPLINARIA RELACIÓN AGUA-SUELO-PLANTA-
ATMÓSFERA**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG

Director

ING. ARMANDO ESTRADA GONZÁLEZ

Jefe de Operación

LIC. FLOR CARINA ESPINOZA DELGADILLO

Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

Investigador	Red de Investigación e Innovación
Catalán Valencia Ernesto Alonso	Modelaje
Cerano Paredes Julián	Servicios Ambientales
Constante García Vicenta	Servicios Ambientales
Estrada Ávalos Juan	Agua y Suelo
González Barrios José Luis	Agua y Suelo
González Cervantes Guillermo	Agua y Suelo
Inzunza Ibarra Marco Antonio	Agua y Suelo
Macías Rodríguez Hilario	Agua y Suelo
Muñoz Villalobos Jesús Arcadio	Agua y Suelo
Potisek Talavera María del Carmen	Agua y Suelo
Rivera González Miguel	Agua y Suelo
Trucíos Caciaño Ramón	Agua y Suelo
Valenzuela Núñez Luis Manuel	Servicios Ambientales
Velásquez Valle Miguel Agustín	Modelaje
Villa Castorena María Magdalena	Agua y suelo
Villanueva Díaz José	Servicios Ambientales

www.gobiernofederal.gob.mx
www.sagarpa.gob.mx
www.inifap.gob.mx
www.bicentenario.gob.mx