

Informe final* del Proyecto K032
Preparación del mapa de antropización del noroeste del país

Responsable: Dra. Margarita Soto Esparza
Institución: Instituto de Ecología AC
División de Vegetación y Flora
Departamento de Investigación y Diagnóstico Regional
Dirección: Km 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351, Congregación El Haya,
Xalapa, Ver, 91070 , México
Correo electrónico: margarita.soto@inecol.edu.mx
Teléfono/Fax: Tel: 01(28)42 1830 Fax: 01(28)18 7809
Fecha de inicio: Junio 13, 1997
Fecha de término: Septiembre 10, 1999
Principales resultados: Cartografía, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Soto Esparza, M. y L. Giddings Bberger. 1997. Preparación del mapa de antropización del noroeste del país. Instituto de Ecología AC. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. K032.** México D. F.

Resumen:

El objetivo de este proyecto es conocer, evaluar y cartografiar las modificaciones ecológico-paisajísticas que han ocurrido en la región noroeste del país. Para los fines de este proyecto se han enmarcado en esta, los estados de Chihuahua, Sonora, Baja California Norte y Sur.

La evaluación de las modificaciones ecológico-paisajísticas se basa en la identificación de los cambios que los componentes (clima, suelo, flora, fauna, etc.) del paisaje pueden sufrir a causa de los agentes (procesos naturales y actividades antrópicas), y a la vez asignarles un grado de intensidad en función de lo autoamigable, reversible o irreversible de la modificación. En los extremos de este gradiente de modificación, se encuentra el paisaje natural que no ha sido perturbado por el hombre y que los cambios que se dan en , son propios de la evolución del mismo. En el otro extremo estaría el paisaje totalmente antropizado, que aunque fuera creado sobre elementos naturales, estos han sido mutados por el hombre en la medida de sus necesidades, cuyos límites están dados por el desarrollo socioeconómico. En medio de estas dos condiciones es posible encontrar una gradación de diferentes intensidades de modificaciones, las cuales van a depender de la combinación agente-componente. Así, el grado de modificación será más drástico si se afecta un componente estable (suelo, relieve, etc.), que si afecta uno inestable (flora y fauna). Aún dentro de este último, la modificación ser de diferente intensidad si el agente incide sobre la composición, la estructura o la función del componente biótico.

La información que se usa proviene principalmente de la cartografía generada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. No obstante, de los recorridos de campo que se hacen dependen las decisiones finales para determinar la modificación, así como su grado del paisaje que se estudie.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Comisión Nacional para el Conocimiento
y uso de la Biodiversidad
(CONABIO)

Informe Final

“Preparación del Mapa de Antropización
del Noroeste del País ”
(Proyecto K032)

Dra. Margarita Soto

Dr. Lorrain Giddings

Septiembre, 1998.

RESPONSABLES

Margarita Soto Esparza
Lorrain Giddings B.

INVESTIGADORES

Carlos J. Chiappy Jhones
Lilly Gama Campillo

COLABORADORES

Magda Gómez Columna
Rocío Jiménez Aponte
Ma. de Jesús Luna Monzalvo
Ma. Elena Medina Abreo
Evelia Ramírez Martínez

C O N T E N I D O

INTRODUCCION	
1. LAS MODIFICACIONES ECOLÓGICO-PAISAJÍSTICAS	1
2. METODOLOGÍA	2
2.1 Generalidades	2
2.2 Material cartográfico	5
2.3 Agentes modificadores y modificaciones	9
2.4 Cruzamientos o correlación de la información	11
2.4.1 Generalidades	11
2.4.2 Mapas intermedios	12
2.5 Mapa de modificaciones ecológico paisajísticas	16
2.5.1 Conformación	16
2.5.2 Índices de diagnóstico	17
3. RESULTADOS	18
3.1. Mapas intermedios	19
3.2 Mapa de modificaciones ecológico-paisajísticas	25
CONCLUSIONES	42
BIBLIOGRAFIA	43
ANEXOS	
1. Lista de mapas que comprende el anexo cartográfico que se entrega por separado	46
2. Lista de archivos incluidos en el ZIP	48

“Preparación del Mapa de Antropización del Noroeste del País”

Informe Final

INTRODUCCION

Actualmente es de gran prioridad conocer y entender el deterioro que el hombre está causando al medio natural, y en qué medida es o no reversible. Las investigaciones que conducen a ello han originado diversas corrientes o escuelas. Una de éstas es la que se enfoca al estudio de las modificaciones ecológico-paisajísticas. Su evaluación se basa en la identificación de los cambios que los componentes del paisaje (bióticos y abióticos) pueden sufrir debido a los agentes modificadores (procesos naturales y actividades antrópicas). Esta metodología ha sido aplicada en Cuba, en la región de Los Cayos, con datos colectados en el campo. En México se aplicó en el estado de Veracruz, con información proveniente de material cartográfico.

El presente estudio constituye una aplicación nueva, ya que por primera vez se hace en una zona árida y en una extensión de la magnitud de lo que aquí consideramos región noroeste (740 mil km). Los criterios de la metodología seguida son básicamente los mismos que en las aplicaciones arriba mencionadas, aunque hubo que hacer algunos ajustes, sobretodo de interpretación de la información en cuanto a un proceso dado. En este proyecto la información provino del material cartográfico del Atlas Nacional del Medio Físico (SPP, 1981), en escala 1:1000,000 principalmente.

Los resultados que se obtienen son aceptables en la medida que se admite que la información de la cual se parte es de 1981. Sin embargo, a pesar de la fecha de la que data creemos que es un buen material, sobretodo si se parte de la base que con la escala a la que se trabajó se pretende tener tendencias indicativas y una visión sinóptica de lo que está pasando en materia de deterioro de los paisajes que conforman la zona estudiada.

1. MODIFICACIONES ECOLÓGICO-PAISAJÍSTICAS

En la actualidad diversas disciplinas abordan el estudio del deterioro y gestión del medio ambiente. El enfoque que adoptan es diverso, surgiendo distintas escuelas entre las que se pueden mencionar la de Ecología del Paisaje (Ruzicka y Miklos, 1982; Nave y Lieberman, 1984; Forman y Godron, 1986), Impacto Ambiental (Westman, 1985), Planeamiento Ecológico (Ruzicka 1978), Ordenamiento Ecológico (Tricart y Kilian 1982) y Modificaciones Ecológico-Paisajísticas (Chiappy et al. 1989 y 1996), entre otras. Un denominador común entre estas es la búsqueda de métodos cualitativos y cuantitativos que permitan evaluar el estado de conservación o perturbación de los componentes del medio natural ante los impactos producidos por las actividades antropogénicas. (Chiappy, 1996).

Entre los enfoques arriba mencionados el de modificaciones ecológico-paisajísticas nos parece importante por considerar los procesos naturales, las actividades antrópicas y la interacción de ambos agentes modificadores. En dicho enfoque, se trata de determinar la manera y la magnitud en las que se han transformado las características de los componentes bióticos y abióticos del paisaje. Dentro de los primeros se consideran la vegetación y la fauna; y en los segundos se examinan el relieve, la hidrología y el clima

A través de la forma en que interactúan o que influyen los agentes modificadores sobre los componentes bióticos y abióticos ocurren modificaciones que pueden variar en intensidad, duración y extensión. Esto se refleja en la estructura, composición dinámica de los elementos que integran el paisaje.

2. METODOLOGÍA

2.1 Generalidades

La determinación de las modificaciones ecológico-paisajísticas se basa en el conocimiento y entendimiento, tanto de los agentes modificadores como de los componentes del paisaje sobre los que inciden. Asimismo, su evaluación se basa en

la identificación de los cambios que los componentes del paisaje pueden sufrir a causa de los agentes (procesos naturales y actividades antrópicas) y a su vez asignarles un grado de intensidad en función de lo automitigable, reversible o irreversible de la modificación. En el extremo de este gradiente de modificación, se encuentra el paisaje natural que no ha sido perturbado por el hombre y que los cambios que se dan en él son propios de la evolución del mismo; en el otro extremo estaría el paisaje totalmente antropizado, que aunque fuera creado sobre elementos naturales, estos han sido mutados por el hombre en la medida de sus necesidades cuyos límites generalmente pueden ser dados por el desarrollo socioeconómico y técnico. En medio de estos dos estadios se encuentran condiciones intermedias.

En el grado de modificación también influye el tipo de componente que se afecta. Así, el grado será más drástico si se afecta un componente estable (geomorfología) que si se afecta uno inestable (flora o fauna). Igualmente la intensidad se ve alterada si el agente influye sobre la composición, la estructura o la función del componente. Por ejemplo, la inundación que se hace del terreno cuando se construye una presa afecta no solo a la flora y a la fauna sino que se está afectando el flujo hidrológico, la geomorfología y el suelo entre otros. En este caso se está frente a una modificación drástica, pues los agentes modificadores están incidiendo sobre componentes estables. Un caso de modificación parcial sería, por ejemplo, si el componente de vegetación de selva sufre alteraciones en su composición y estructura por tala selectiva de una especie del estrato superior (*Cedrela odorata*). Aquí no ha habido cambios en los componentes estables pero si en la composición, estructura y dinámica de la flora y vegetación. Además, de cesar la extracción y si esta no fue masiva es posible por vía natural la recuperación. Si la extracción hubiera sido masiva habría que llevar a cabo alguna práctica de reforestación. En la tabla 1 se hace un resumen de algunas de las modificaciones más frecuentes que pueden sufrir los componentes abióticos y bióticos.

También es importante mencionar, que las formas de laboreo realizadas en forma mecanizada o con riego controlado, para obtener un sistema agrícola intensivo, originan una modificación mayor que las realizadas mediante tracción animal o de forma manual.

Tabla 1.

En forma resumida se presentan las modificaciones ecológico-paisajísticas más frecuentes en los diversos componentes del medio natural. Estas se pueden presentar en diversos grados.

<u>COMPONENTES ABIOTICOS DEL PAISAJE</u>	<u>COMPONENTES BIOTICOS DEL PAISAJE</u>
<p>Relieve</p> <ul style="list-style-type: none">-Destrucción de las formas de relieve-<u>Alteración de la dinámica geomorfológica local</u>	<p>Vegetación</p> <ul style="list-style-type: none">- Alteración de la composición florística de la vegetación- Alteración de la sucesión y la dinámica regenerativa de la vegetación- Disminución de la riqueza y diversidad florística- Pérdida del potencial forestal- Aparición de contaminantes en la materia vegetal (Hojas y frutos)- <u>Invasión de especies indeseables</u>
<p>Suelos</p> <ul style="list-style-type: none">- Desencadenamiento de procesos erosivos- Compactación- Denudación- Sedimentación- Alteración del proceso de pedogénesis- Disminución de nutrientes y materia orgánica- Pérdida de aeramiento y capacidad retentiva- Contaminación de los suelos- Salinización- Modificaciones de las características físico-químicas y biológicas.- <u>Pérdida del potencial productivo</u>	<p>Fauna</p> <ul style="list-style-type: none">- Desplazamiento de la fauna silvestre- Alteración de la composición faunística- Eliminación de hábitat de la fauna- Perturbación del hábitat de fauna- Destrucción directa de la fauna- <u>Incremento poblacional de especies dañinas y perjudiciales.</u>
<p>Hidrología</p> <ul style="list-style-type: none">- Alteración de los procesos de infiltración y circulación de las aguas.- Cambios en el régimen suelo-agua- Rebosamiento de cursos de agua- Aumento de carga de sedimentos en caudales y lechos- Eutroficación de los cuerpos de agua- Incremento de la turbidez del agua- Reducción de la potabilidad- Alteración del manto freático por sobreexplotación- Lixiviación de pesticidas y fertilizantes- Contaminación de las aguas superficiales o sub-superficiales- Disminución de la calidad de las aguas y del potencial hidrológico	<p>COMPONENTES DEL PAISAJE</p> <p>Paisajes</p> <ul style="list-style-type: none">- Disminución de los atributos estéticos y culturales de los paisajes- Disminución de la biodiversidad de los paisajes naturales- Influencia negativa sobre los paisajes vecinos- Contaminación atmosférica y emisión de radioactividad- Peligros de explosión- Propagación de enfermedades- Disminución de la calidad ambiental
<p>Clima</p> <ul style="list-style-type: none">- Disminución de la humedad relativa- Aumentos local de la temperatura- Alteraciones micro y mesoclimáticas- Cambios en los procesos de evaporación, transpiración y filtración.	

2.2 Material cartográfico

La información que se utilizó en este trabajo proviene de seis cartas temáticas del Atlas Nacional del Medio Físico (SPP, 1981) de escala 1:1000,000, correspondiendo a las hojas La Paz, Tijuana y Chihuahua. Dichas cartas son las siguientes:

Carta Hidrológica
Carta Edafológica
Carta de Vegetación y Uso del Suelo
Carta de Uso Pecuario
Carta de Uso Agrícola
Carta Fisiográfica

Además, se empleó la carta de Lluvia Máxima en 24 Horas, la cual fue elaborada con datos provenientes del banco de registros climáticos del Instituto de Ecología.

También fue necesario consultar el Atlas de México (UNAM, 1990), del cual se obtuvo la información de industrias y zonas urbanas.

La información contenida en las cartas temáticas de Hidrología y Edafología se analizan en forma fraccionada, derivándose "nuevas cartas", cuya información corresponde a un subtema o aspecto específico de la carta general. Estos son:

Carta Hidrológica

- Suelos salinos
- Suelos sódicos
- Suelos salino-sódicos
- Zonas de inundación

Carta Edafológica

- Unidades de suelo
- Subunidades de suelo
- Fases físicas
- Fases químicas

Con el objeto de dar un panorama general de qué tipo de información aportaba cada una de las cartas utilizadas, a continuación se hace una descripción somera de éstas.

Carta Hidrológica

Da información sobre cuencas, niveles de escurrimientos, zonas de inundación y zonas en las que los suelos contienen un alto contenido de salinidad y sodicidad.

Carta Edafológica

De ésta se obtuvo información sobre los tipos de suelos, tanto desde el punto de vista de unidad como de subunidades de suelo. También provee datos sobre fases físicas y químicas de los suelos. Por ejemplo, de los primeros indica su pedregosidad, gravosidad, liticosidad, etc., y de los segundos, salinidad, sodicidad o ambas.

Carta Fisiográfica

Esta carta aportó información sobre la configuración del terreno. El sistema de topoformas considera 12 variantes, siendo ellas: sierras, lomeríos, mesetas, llanuras, valle, campo de dunas, depresión, playa o barra, malpaís, arrecife, depresión y zona inundable. A la vez, a nivel de provincia fisiográfica, cada una de estas se caracteriza

con más detalle. Por ejemplo, en el caso de los lomeríos, pueden ser suaves, altos, abruptos, con cañadas, con mesetas, etc.; las sierras pueden caracterizarse por ser de laderas tendidas o abruptas. Este mapa se utilizó para caracterizar desde el punto de vista geomorfológico la zona de estudio.

Carta de Vegetación y Uso del Suelo

Esta fue ruta de las cartas que más información proporcionó. Contiene información sobre la cubierta vegetal original, así como los tipos de transformación que el hombre ha hecho en las diferentes áreas. Se debe mencionar que las denominaciones de los tipos de vegetación no siguen ninguna de las clasificaciones ortodoxas hechas por botánicos, por ejemplo Miranda y Hernández, 1963, Rzedowski, 1.978; a pesar de ello la nomenclatura es bastante ilustrativa y práctica, por lo que sirvió bien para nuestros propósitos. En total se consideran 44 clases que aportan información, tanto de tipos de vegetación naturales como de zonas afectadas por alguna actividad antrópica. No obstante, para este trabajo se reagrupó la diversa información que se contiene de la siguiente manera:

1. Vegetación primaria
2. Vegetación secundaria
3. Vegetación secundaria con agricultura
4. Agricultura y vegetación secundaria
5. Agricultura
6. Pastizal inducido
7. Pastizal cultivado
8. Agricultura con pastizal inducido
9. Agricultura con pastizal cultivado
10. Sin vegetación

Carta de Frontera Agrícola

Para otras zonas del país, entre ellas el estado de Veracruz, el INEGI produjo cartas con este tópico; sin embargo, para la región noroeste del país, no existe. No obstante, de acuerdo a la metodología que se propuso es necesaria. Por ello, se buscaron cartas alternativas que pudieran ayudar a subsanar este problema. Se encontró que las cartas de uso pecuario y agrícola contienen información que combinándola, ofrecen la información equivalente a la de la carta de Frontera Agrícola.

La Carta de Uso Pecuario muestra, entre otras cosas, los terrenos que sustentan pastizales. Así mismo, valora en función de un gradiente los niveles de aptitud para el desarrollo de especies forrajeras, establecimiento de pastizales cultivados, movilidad de ganado en el área de pastoreo y condición de la vegetación aprovechable.

La Carta de Uso Agrícola da información sobre la aptitud del terreno para ser labrado, indicando a la vez el tipo de práctica agrícola. Señala siete categorías, incluyendo la no apta, siendo éstas: agricultura mecanizada continua y estacional, de tracción animal continua y estacional, y manual continua y estacional. A la vez también apunta el nivel de desarrollo de los cultivos de labranza y de riego.

La carta que equivale para nosotros a la de Frontera Agrícola, quedó conformada con 18 clases, siendo éstas las siguientes:

- Agricultura de riego mecanizada continua
- Agricultura de riego mecanizada estacional
- Agricultura de riego con tracción animal continua
- Agricultura de riego con tracción animal estacional
- Agricultura de riego manual continua
- Agricultura de riego manual estacional
- Agricultura de temporal mecanizada estacional
- Agricultura de temporal con tracción animal estacional
- Vegetación natural con tracción animal continua
- Vegetación natural con agricultura manual continua

Vegetación natural con agricultura manual estacional
Vegetación natural no apta
Cuerpos de agua
Vegetación natural apta para el aprovechamiento pecuario
Ciudades
Tierra no apta para agricultura sin embargo en uso agrícola
Tierra no apta para la agricultura
Tierra no apta para aprovechamiento pecuario

2.3 Agentes modificadores y modificaciones

Con la información que proveía cada carta o de la combinación de ellas, fue posible detectar los agentes modificadores y derivar posibles modificaciones de los componentes.

Con el objeto de ilustrar la forma en que se analizaba la información antes mencionada, se presentan algunos ejemplos de las modificaciones inferidas de los diferentes componentes del paisaje. Se exponen el conjunto de características que se consideraron, así como de la cartografía o la fuente de la que fueron obtenidas.

EJEMPLOS

Componente: Suelo

Modificación: Desencadenamiento de Procesos Erosivos

- *Fisiográfico*. Se obtienen las características del relieve (Ej. si las laderas son suaves o abruptas, etc).
- *Suelos*. Se identifica el tipo de unidad existente en el área que se está analizando y si el tipo de suelo es susceptible a la erosión, según el criterio de FAO-UNESCO (1982).

- *Vegetación y uso del Suelo.* Indica el tipo de cobertura vegetal de la zona analizada (Ej. si es zona de vegetación natural o zona de cultivos, pastizales, etc.).
- *Frontera Agrícola.* Señala cómo se laborea la zona en análisis, en el caso que sea agrícola o pecuaria, ya sea de forma manual, con tracción animal o maquinaria.
- *Hidrología Superficial.* Ofrece información sobre los diferentes aspectos de suelos (Ej. si son salinos, zonas de inundación, etc.).
- *Carta de Lluvia Máxima en 24 Hrs.* Incluye información sobre las diferentes condiciones climatológicas, en relación a cantidad de lluvia máxima un día.
- *Atlas de México.* Aporta información adicional sobre zonas urbanas, industriales, mineras, turísticas, etc.

Cuando la información mencionada se conjunta en una zona dada se infiere la presencia de procesos erosivos.

Componente: vegetación

Modificación: Alteración de la Dinámica Regenerativa de la Vegetación.

- *Vegetación y Uso del Suelo.* Se analizan cambios ocurridos en la cobertura la] prima, la (es decir, si es zona de vegetación secundaria, si está combinada o no con la agricultura o pastizales, etc.).
- *Frontera Agrícola.* Se extraen las formas de laboreo, pues en dependencias de éstas, los procesos de regeneración pueden ser factibles o no. Así por ejemplo, las zonas de agricultura mecanizada continua, contribuyen a la desaparición del banco de semillas. Por ello, presentan menos posibilidades de regenerarse en forma natural que zonas laboreadas manualmente.

- *Carta de Suelos*. Esta proporciona el tipo de la unidad de suelo siguiendo los criterios de FAO-UNESCO (1982); se sabe cuan erosionable puede ser. Así, en los suelos erosionables, es más factible que desaparezca el banco de semillas que pudiera regenerar la vegetación original, que en un suelo que no haya sido afectado.
- *Fisiografía*. Igualmente nos da las formas de relieve y por ende, las zonas más propensas a ser erosionables.

2.4 Cruzamiento o correlación de la información 2.4.1

Generalidades

Los ejemplos antes expuestos ilustran el criterio general para correlacionar la información que aportan las diversas cartas. Nuestra experiencia anterior en el estado de Veracruz nos llevó a realizar cruzamientos de la información en etapas, lo que hizo que se redujera el número de combinaciones a analizar. A la vez, esto permitía controlar mejor el proceso de automatización, la evaluación de los agentes que intervienen en las modificaciones ecológico-paisajísticas. En cada una de Las etapas se obtuvo un producto al que llamamos mapas intermedios, que por sí solos aportaban información sobre algún aspecto sobresaliente de la forma en que están interactuando componentes bióticos y/o abiótico con el o los agente(s) modificador(es). Sin embargo, no se debe perder de vista que las tres etapas que comprendió el proceso de cruzamiento constituían fases de complemento que finalmente integraban un todo. También es necesario señalar que el orden en que se realizaron las etapas no implica una jerarquización inherente al proceso.

Un ejemplo, que ilustra lo expuesto es el mapa que se denominó no ortodoxamente Erosión Potencial. Este aporta información sobre aspectos importantes que intervienen en el proceso de erosión. Visto de manera aislada, adolecería de no haberse considerado la cobertura vegetal. No obstante, el mapa llamado Formas de Laboreo, consideraba la cobertura vegetal y la manera en que zonas de cultivo (aunque cubiertos con vegetación) son manejados por el hombre con

prácticas agrícolas que agreden con diferente intensidad el suelo y la presencia de la cobertura vegetal original. Así, el extremo de afectación por laboreo sería una zona de cultivo con prácticas agrícolas mecanizadas. Si a esto se le suma la susceptibilidad del suelo a la erosión, es evidente que la modificación del paisaje de esa zona se incrementa.

Otro aspecto que también se consideró que influye grandemente en el tipo de modificación en el paisaje es la fertilidad del suelo. Sobre este producto intermedio es interesante mostrar un ejemplo que pone en perspectiva lo que puede ocurrir en relación a modificaciones. Así un suelo poco fértil (el cual a pesar de su incompatibilidad para ser cultivado se usa), requiere por tanto de una alta introducción de fertilizantes y pesticidas. Esto desencadenaría entre otras modificaciones por lixiviación de pesticidas y fertilizantes, contaminación de suelos, de aguas superficiales o subsuperficiales (tilico, 1986).

2.4.2 Mapas intermedios

Con el objeto de dar una visión de la información que aportaba cada mapa intermedio en relación al binomio componente-agente en el que se basan las modificaciones ecológico-paisajísticas, a continuación se describen las características de las categorías de cada uno de los mapas intermedios.

Mapa de Erosión Potencial

Objetivo del mapa. Evaluar la susceptibilidad a la erodabilidad de las unidades de suelos según FAO, en función de las topofomas y de la cantidad de precipitación máxima en 24 horas.

Elementos de determinación. Solamente se toman en consideración características naturales de los complejos territoriales en estudio.

- Régimen de precipitación: Lluvia máxima en 24 horas.
- Unidades de suelos (reagrupadas según FAO-UNESCO (1982), de acuerdo a su susceptibilidad a la erosión (nula, baja, moderada fuerte y fuerte)).
- Subsistemas de topoformas (reagrupados) en sierra, lomerío , meseta, llanura, valle, dunas, playa o barra, lomeríos muy suaves solos o con llanos o inundación, bajada, isla rocosa y canon.

CLASES

Erosión fuerte. Zonas que por las características de su régimen de precipitación, la susceptibilidad de las diferentes unidades de suelo a la erosión y por las características del relieve donde se encuentran (Ej. topoformas de laderas abruptas, suelos susceptibles de sufrir procesos erosivos fuerte y con régimen de lluvia en 24 horas mayores de 50 mm), potencialmente pueden sufrir severos problemas de erodabilidad.

Erosión moderada-fuerte. Zonas mayormente de lomeríos, suelos con potencial de erosión de moderado a fuerte y con un régimen de lluvia en 24 horas abajo de 50 mm.

Erosión moderada. Zonas de lomeríos suaves, suelos de erosión moderada y regimen de lluvia en 24 horas entre 30 y 40 mm.

Erosión baja. Zonas de llanuras, valles, suelos de erosión baja y con un régimen de precipitación en 24 horas menor de 30 mm.

En el caso de zonas costeras como son las dunas y playas, éstas están en dependencia de los fenómenos meteorológicos a los que estén expuestas.

Mapa de Fertilidad

Objetivo del mapa. Evaluar los posibles efectos de los procesos de la artificialización de los agroecosistemas (ver Glico, 1986), de acuerdo a las características químicas y físicas de las subunidades de suelos y de sus posibilidades de sustentar los diferentes tipos de sistemas agrícolas y de pastizales.

Elementos de determinación

- Subunidades de suelos agrupadas de acuerdo a su fertilidad según FAO-UNESCO, 1982; Campos, com. pers.
- Fases químicas y físicas de suelos (Carta de Suelos).

- Suelos salinos, suelos sódicos, suelos salinos-sódicos y zonas de inundación (Casta de Hidrología Superficial).

CLASES

Poco fértil. Suelos que para desarrollar una agricultura sustentable necesitan de elevadas concentraciones de insumos.

Moderadamente fértiles. Suelos que para desarrollar una agricultura sustentable necesitan de ciertas cantidades de insumos.

Fértiles. Suelos donde se puede desarrollar una agricultura sustentable con muy poca cantidad de insumos.

Mapa de Formas de Laboreo

Objetivo del mapa. Conocer las formas de laboreo utilizadas en las diferentes zonas de agroecosistemas y pastizales antropogénicos.

Elementos de determinación

- Zonas agrícolas y de pastizales (Carta de Vegetación y Uso del Suelo).
- Agricultura manual (Carta de Frontera Agrícola).
- Agricultura mediante tracción animal (Carta de Frontera Agrícola).
- Agricultura mecanizada (Carta de Frontera Agrícola).

CLASES

Poco modificado por laboreo. Paisajes actuales con vegetación natural donde no se puede detectar algún tipo de práctica agrícola, aunque pudo ser realizada en épocas históricas pasadas, pero cuyo efecto ya ha sido mitigado.

Débilmente modificado por laboreo. Paisajes actuales con vegetación natural de elevada resistencia, que de forma puntual tuvieron alguna incidencia de cultivos realizados de forma manual y en breve espacio de tiempo, lo que se refleja en la presencia de pocas especies secundarias.

Parcialmente modificados por laboreo. Paisajes actuales con vegetación secundaria, combinados por parches de cultivos laboreados de forma manual.

Medianamente modificadas por laboreo. Zonas de cultivos, las cuales son laboreadas de forma manual pero intensivamente.

Fuertemente modificadas por laboreo. Zonas de cultivos, las cuales son laboreadas mediante tracción animal de forma intensiva.

Muy fuertemente modificado por laboreo. Agroecosistemas de gran extensión altamente mecanizados.

2.5 Mapa de modificaciones ecológico-paisajísticas

2.5.1 Conformación

El mapa final de Modificaciones Ecológico-Paisajísticas para fines prácticos se obtiene en dos fases. En la primera se conjuntan los tres mapas intermedios: Erosión Potencial, Fertilidad y Modificaciones por Laboreo. Se debe mencionar que en esta fase el mapa de Modificaciones por Laboreo constituye la base a partir del cual se define un grado de modificación, tomando en cuenta los procesos de la erodabilidad y los mecanismos de artificialización de los sistemas agrícolas.

Si una zona está poco modificada por laboreo, pero tiene poca fertilidad y una alta erodabilidad en la evaluación, da por resultado una parcialmente modificada. Una zona poco modificada sería aquella que ha sido poco afectada por la forma de laboreo y tiene un componente edáfico, cuya susceptibilidad a la erosión es baja, además de no aparentar la incidencia de la aplicación de insumos para cultivos. Un ejemplo, de débilmente modificado ocurriría cuando la zona está débilmente modificada por laboreo y tiene suelos poco susceptibles a la erosión, y una alta fertilidad. Fuertemente modificado se presentaría con suelos de alta fertilidad y muy susceptibles a la erosión, las cuales han sido calificadas como medianamente modificadas por laboreo. Son medianamente modificadas cuando sus suelos son moderadamente fértiles y moderadamente erosionables, con fuertemente modificadas por laboreo. Finalmente, son muy fuertemente modificados aquellos en que el suelo es poco fértil, tiene una alta susceptibilidad a la erosión y son considerados como muy fuertemente modificados por laboreo, debido al uso de maquinaria, agrícola.

En este primer mapa se tiene información sobre los 6 primeros grados de modificación (según los índices de diagnóstico que se describen más adelante).

En la última fase, a este mapa se le agregan los datos de industrias y zonas urbanas, obteniéndose el mapa final de Modificaciones Ecológico-Paisajísticas.

2.5.2 Índices de diagnóstico

El análisis de la información contenida en los mapas usados, reflejan las modificaciones que ha sufrido el paisaje, así como los agentes causantes de ella. Entonces el paso siguiente consistió en delimitar y sistematizar el tipo de modificación y la manera cómo se conjuntaban éstas, derivando de esta forma lo que llamamos grados de modificación.

Es importante mencionar que cuando esta metodología se llevó a cabo en forma manual, se distinguieron 6 grados de modificación, en tanto que cuando se hizo mediante computadora fue posible distinguir 8 para Veracruz, ocurriendo lo mismo para la región noroeste. Esto es entendible, dado que con la computadora es posible relacionar mayor cantidad de información. A continuación se describen los grados que se determinaron:

1. **Zonas poco modificadas.** Paisajes en los que sus componentes y atributos se encuentran en estado natural o cercano a él. Las modificaciones que han sufrido se deben a procesos naturales que pueden ser propios de la evolución del paisaje. Son asimilados por la dinámica propia del paisaje recuperándose el equilibrio.
2. **Zonas débilmente modificadas.** Paisajes cuyos componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido en su composición ligeras modificaciones de carácter antrópico. No obstante, éstas son automitigables.
3. **Zonas parcialmente modificadas.** Paisajes que han sufrido alteraciones en la composición y estructura de sus componentes bióticos, especialmente en la vegetación. Aunque existe una secundarización es posible su recuperación por vías naturales.

4. **Zonas medianamente modificadas.** Paisajes en los que sus componentes bióticos (especialmente la vegetación) han sufrido alteraciones antrópicas en su composición, estructura y funcionamiento. La secundarización está ya establecida. Existe una gran proporción de elementos secundarios.
5. **Zonas fuertemente modificadas.** Paisajes en los que predominan los agroecosistemas poco mecanizados sobre las formaciones secundarias. Las prácticas antropogénicas empiezan a afectar los componentes abióticos, en especial la cobertura edáfica y el microclima.
6. **Zonas muy fuertemente modificadas.** Paisajes en los que los componentes bióticos (naturales y secundarios) han sido substituidos por agroecosistemas altamente mecanizados u otros sistemas antrópicos. Comienza a haber una transformación del microrelieve, aguas superficiales y subterráneos. Se inicia una afectación de su interrelación con los paisajes vecinos.
7. **Zonas drásticamente modificadas.** Paisajes que han sufrido severas alteraciones en sus componentes bióticos, muchas de ellas irreversibles. Los componentes abióticos más estables, como es el macrorelieve son afectados. En su entorno existen gran cantidad de elementos tecnogénicos.
8. **Paisajes antrópicos.** Son aquellos paisajes que han sido enteramente transformados por la actividad humana.

3. RESULTADOS

En los resultados se describen tanto los mapas intermedios como el de modificaciones ecológico-paisajísticas. La reseña se hace para cada una de las hojas que se estudiaron, siendo estas La Paz, Tijuana y Chihuahua. En conjuntó, a esta zona se le denominó Región Noroeste para fines de este proyecto.

3.1 Mapas intermedios

Para fines de explicar los resultados obtenidos en cada uno de los mapas intermedios, tomamos una carta y a partir de éste se hace la interrelación con los otros mapas que se usan. Por esta razón, al inicio de cada uno de los diferentes mapas y hojas se describe dicho mapa y, posteriormente se indica cómo influye la otra información que se considerara. Así, en la preparación del mapa de **Erosión Potencial**, el mapa base es el mapa de **Unidades de suelo**, en el de **Fertilidad** el de **Subunidades de Suelo** y para el de **Modificaciones por Laboreo** el de **Vegetación y Uso del Suelo**.

HOJA LA PAZ

Comprende una superficie de 125951 km². En ella se encuentra el estado de Baja California Norte y parte de los estados de Sonora y Sinaloa.

Desde el punto de vista geomorfológico, su territorio está conformado con las siguientes características: presenta una amplia extensión de casi 32% en sierras y aproximadamente un 4% de lomeríos. Las llanuras y valles ocupan poco más de un 33% en conjunto, las mesetas ocupan el 14%, las dunas y playas que se extienden a lo largo de las costas menos de un 1% y los lomeríos suaves y las bajadas ocupan una extensión del 8% cada una.

Erosión Potencial (Fig. 1). En relación a la susceptibilidad de los suelos a la erosión, podemos decir que de las 11 diferentes unidades de suelo que se presentan, 3 son poco susceptibles a la erosión y ocupan el 20% del área de la zona, 4 son de moderada erosión abarcando el 24% de la superficie, y 4 son de alta susceptibilidad extendiéndose en el 55% del área.

Tomando en cuenta las topofomas en que se encontraban las unidades de suelo antes descritas, su tendencia a la erosión varía. Se aprecia que un 25% de las unidades que se habían evaluado originalmente como de baja erosión, cambiaron a unidades de moderada susceptibilidad a la erosión. Tal cambio se debió a que estas unidades se

encontraban principalmente en zonas de sierras, lomeríos y mesetas. Con respecto a la clase de moderada susceptibilidad, ésta aumentó del 24 al 40%. De éstas, el 5% provino de las unidades de baja erodabilidad que cambiaron a moderada y el otro 10% de las unidades de alta erodabilidad, que a su vez se modificaron a moderada-alta susceptibilidad. Esto es debido a que a pesar de ser unidades de suelo evaluadas originalmente como muy erosionables, éstas se encontraban en zonas topográficas que no están expuestas a altos procesos erosivos, o con pendientes pronunciadas, como es el caso de los valles y los lomeríos de pendiente suave, en donde además la precipitación máxima en 24 horas es siempre menor de 40 mm.

Por otra parte, el 10% de las unidades de suelo que se encontraban clasificadas con una erosión de susceptibilidad moderada-alta, pasaron a ser de alta erosión al encontrarse en zonas de sierras y mesetas a donde la precipitación máxima en 24 horas es mayor de 60 mm, el valor más alto para la zona, lo cual aumenta la posibilidad de erosión hídrica.

Fertilidad (Fig. 2). Para evaluar la fertilidad de los suelos y su posible variación, se utilizaron las subunidades de suelo, las cuales fueron valoradas en términos de fertilidad siguiendo la clasificación de los suelos de FAO. En esta zona se presentaron 20 subunidades diferentes. De éstas, 7 fueron calificadas como poco fértiles y ocupan el 54% de la superficie de la hoja La Paz, 8 son moderadamente fértiles y abarcan el 27%. Las 5 restantes son fértiles y corresponden al 19% de la superficie del área de estudio.

Las evaluaciones arriba mencionadas sufrieron algunos cambios al ser correlacionadas con fases físicas y químicas del suelo, así como con la presencia de zonas de inundación. Estos fueron los siguientes: los suelos fértiles disminuyeron a moderadamente fértiles en un 50%. De este 50%, un 17% se debió a que se encontraban en zonas con fases físicas (zonas líticas y pedregosas principalmente), un 5% fue por la salinidad del suelo y en un 19% variaron de fértiles a poco fértiles, por la conjunción de diferentes factores físicos y químicos. De éstas, el 3% era debido a fases físicas y a que presentaban inundaciones en determinada época del año; el 6% se atribuyó a factores químicos entre los que se encuentra principalmente la sodicidad junto la presencia de zonas de inundación. Por otra parte, el 50% de las subunidades

de suelo que fueron evaluadas como moderadamente fértiles cambiaron a poco fértiles de acuerdo a los siguientes porcentajes: 23% por acción de fases físicas (pedregosidad, suelos líticos y petrocálcicos), 14% por la conjunción de lo anterior con suelos salinos o sódicos y un 12% por estar en zonas de inundación con suelos salinos.

Formas de Laboreo (Fig. 3). Para obtener el mapa de laboreo se usó el mapa de Vegetación y Uso del Suelo que se agrupó en: vegetación primaria, la cual constituye el 80%, vegetación secundaria 6%, y los diferentes usos de la tierra que se distribuyeron como sigue: agrícola 10%, pastizales ya sean inducidos o cultivados menos del 2% y zonas en las que no se reporta ningún tipo de vegetación el 2%, éstas corresponden principalmente a la zona de las salinas.

El resultado de las clases agrupadas del mapa de Vegetación y Uso del Suelo fue combinado con el mapa de Frontera Agrícola. Ambos mapas permiten construir un mapa de grado de modificación debido a las actividades de laboreo o manejo que se realizan en esta zona.

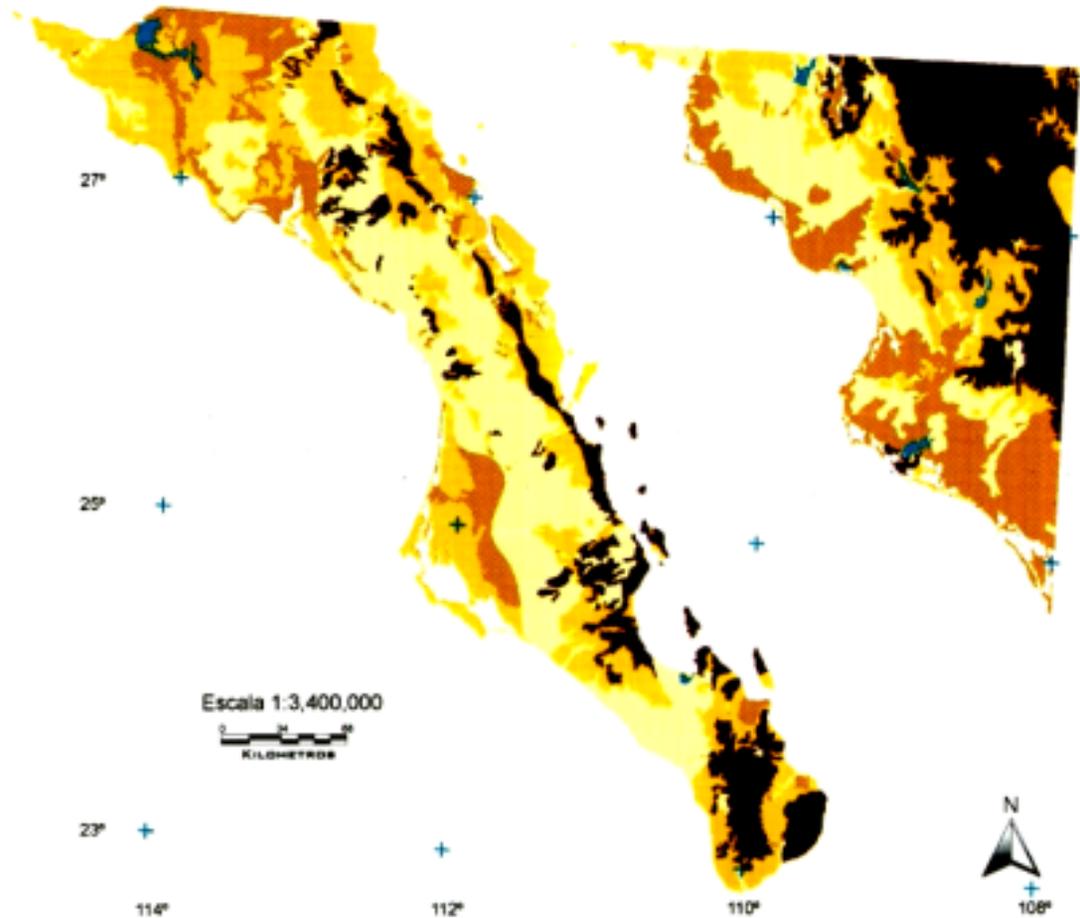
La afectación por laboreo en las áreas que ocupa la hoja La Paz es como sigue: poco modificadas por laboreo corresponden al 53%, débilmente modificadas el 29%, parcialmente modificadas 4%, el grado de medianamente modificadas por laboreo está representado por el 3%, fuertemente modificadas por laboreo 10%, y muy fuertemente modificadas por laboreo el 1%.

Se encontró que a pesar de que la carta de Vegetación considera que estas zonas tienen grandes áreas de vegetación primaria, al cruzarla con la de Frontera Agrícola esta se reduce en casi un 30%, distribuyéndose el resto en los otros grados de modificación. Estamos conscientes de que la carta de Vegetación y Uso del Suelo es de carácter indicativo de la realidad, en contraposición a la carta de Frontera Agrícola, que es más bien de tipo propositivo. No obstante, tomando en consideración la "antigüedad" de las cartas utilizadas, así como lo visto mediante los recorridos de campo, muchas de las zonas propuestas por la carta de Frontera Agrícola se adecuan mayormente a la realidad actual.

Mapa de Erosión Potencial La paz

Figura 1

-  Erosión Fuerte
-  Erosión Moderada-Fuerte
-  Erosión Moderada
-  Erosión Baja
-  Cuerpos de agua



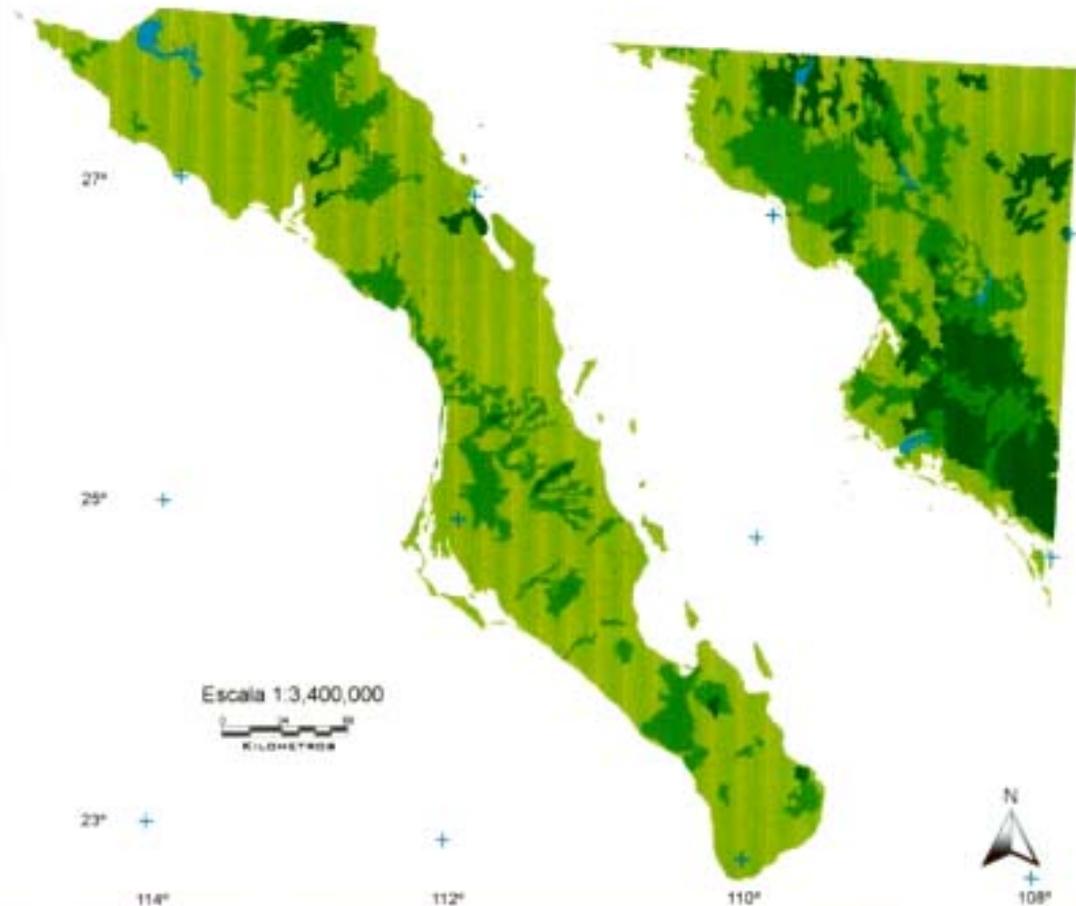
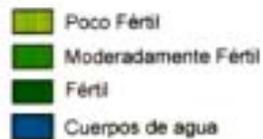
Responsables:
Margarita Soto
Lorain Guiddings

Investigadores:
Carlos Chiappy
Lilly Gama

Colaboradores:
Magda Gómez C.
Rocío Jiménez A.
Ma. de Jesús Luna M.
Ma. Elena Medina A.
Evelia Ramírez M.

Mapa de Fertilidad La paz

Figura 2



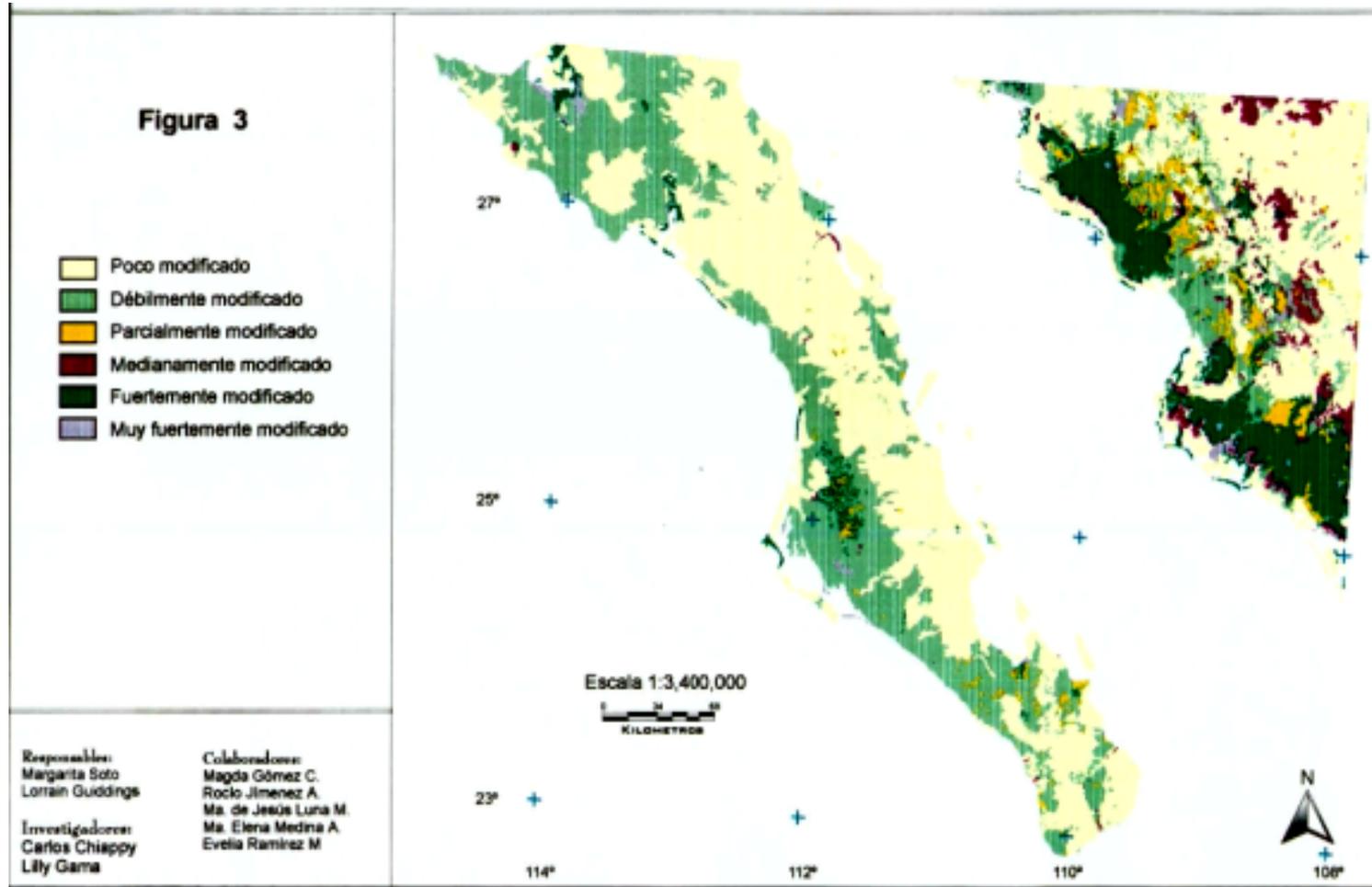
Responsables:
Margarita Soto
Lorena Guiddings

Investigadores:
Carlos Chiappy
Lily Gama

Colaboradores:
Magda Gómez C.
Rocio Jiménez A.
Ma. de Jesús Luna M.
Ma. Elena Medina A.
Evelia Ramírez M.

Mapa de Formas de Laboreo

La paz



HOJA TIJUANA

Esta ocupa 253,868 kilómetros cuadrados e incluye el estado de Baja California Norte y parte de los estados de Sonora y Sinaloa. Geomorfológicamente el 41% corresponde a sierras, 7% a lomeríos de diferentes tipos, 5% a mesetas, 11% a llanuras, 7% a valles, 3.5% a zonas de dunas y playas, 25% a bajadas y un pequeño porcentaje de menos de 1% a islas rocosas.

Erosión Potencial (Fig. 4.). En esta zona se presentan 13 unidades de suelo. De estas, 4 tienen una erodabilidad baja y ocupa el 5% de la superficie; 4 son de moderada erodabilidad comprendiendo el 22% del área; en 4 la erodabilidad es moderada-alta abarcando el 72%, y 1 unidad tiene una alta erodabilidad y comprende menos del 1%. Al correlacionar con otra información que influye en la erodabilidad, como la pendiente de las topoformas en las que se ubicaban estas subunidades y la cantidad de lluvia máxima en 24 horas que reciben, fueron revaluadas de la siguiente manera: casi el 50% de las subunidades evaluadas como de baja erodabilidad cambiaron a moderada erodabilidad. Este cambio se debió a que estas zonas se encuentran en sierras y mesetas donde las pendientes se presentan de manera más pronunciada. El 6% pasó de moderada a moderada-alta, ya que también están en sierras y el 24% de moderada-alta a alta por estar igualmente en sierras, bajadas y mesetas.

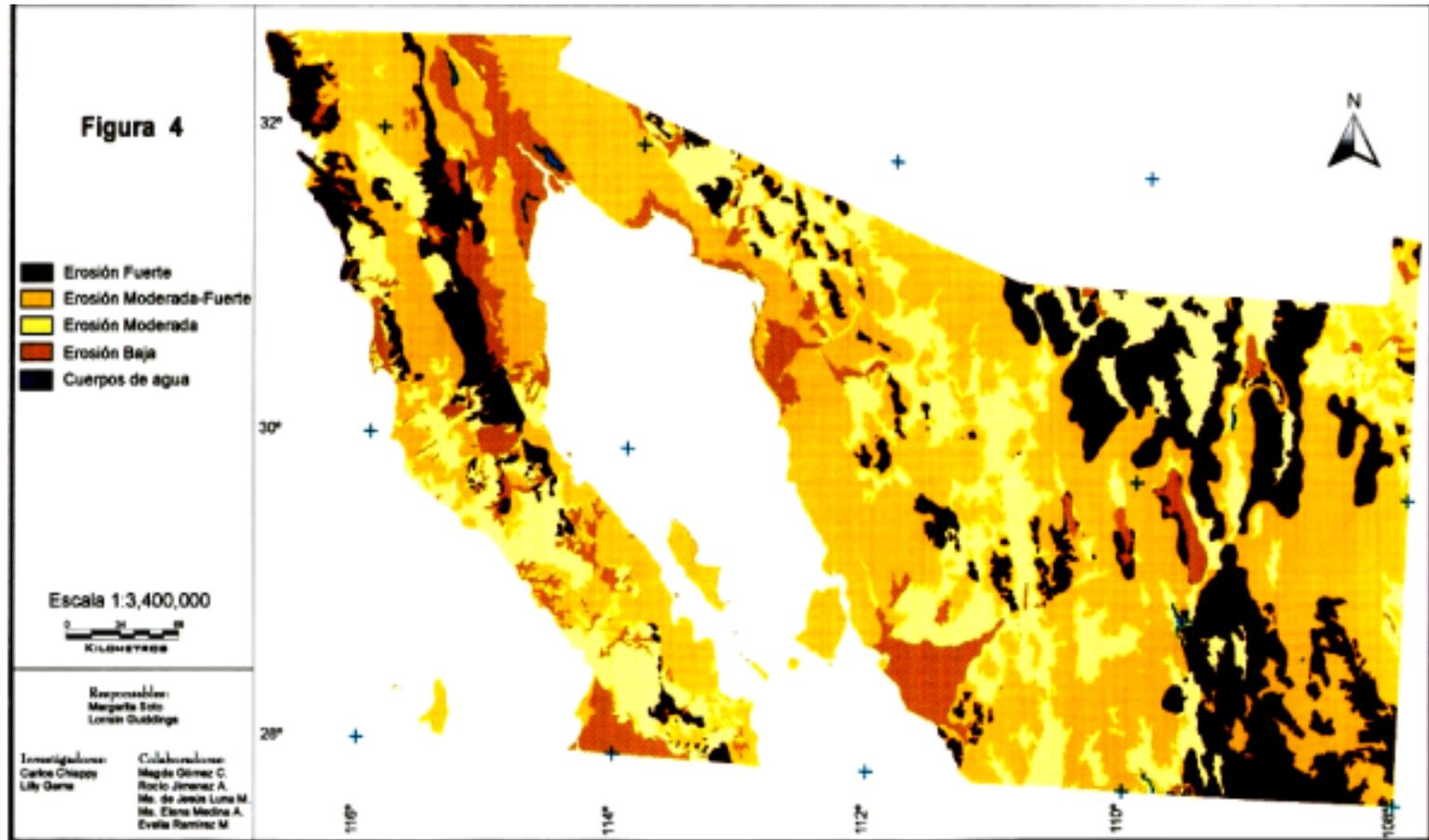
Con respecto a la cantidad de lluvia máxima en 24 horas, la mayoría de las unidades de suelo se encuentra en condiciones donde la lluvia máxima en 24 horas es menor a los 60 mm. A su vez, sólo el 12% de las unidades de suelos están en zonas en donde dicho registro de precipitación es superior a los 60 mm, el cual se corresponde con áreas de sierras y bajadas; estas circunstancias hicieron pasar a estas unidades de suelo, de poseer una susceptibilidad a la erosión moderada-alta a alta.

Fertilidad (Fig. 5). En la evaluación de la fertilidad se observó que de las 29 subunidades de suelo analizadas por su fertilidad, 10 se consideran como poco fértiles; sin embargo, constituyen las unidades que ocupan mayor extensión, casi un 80% de

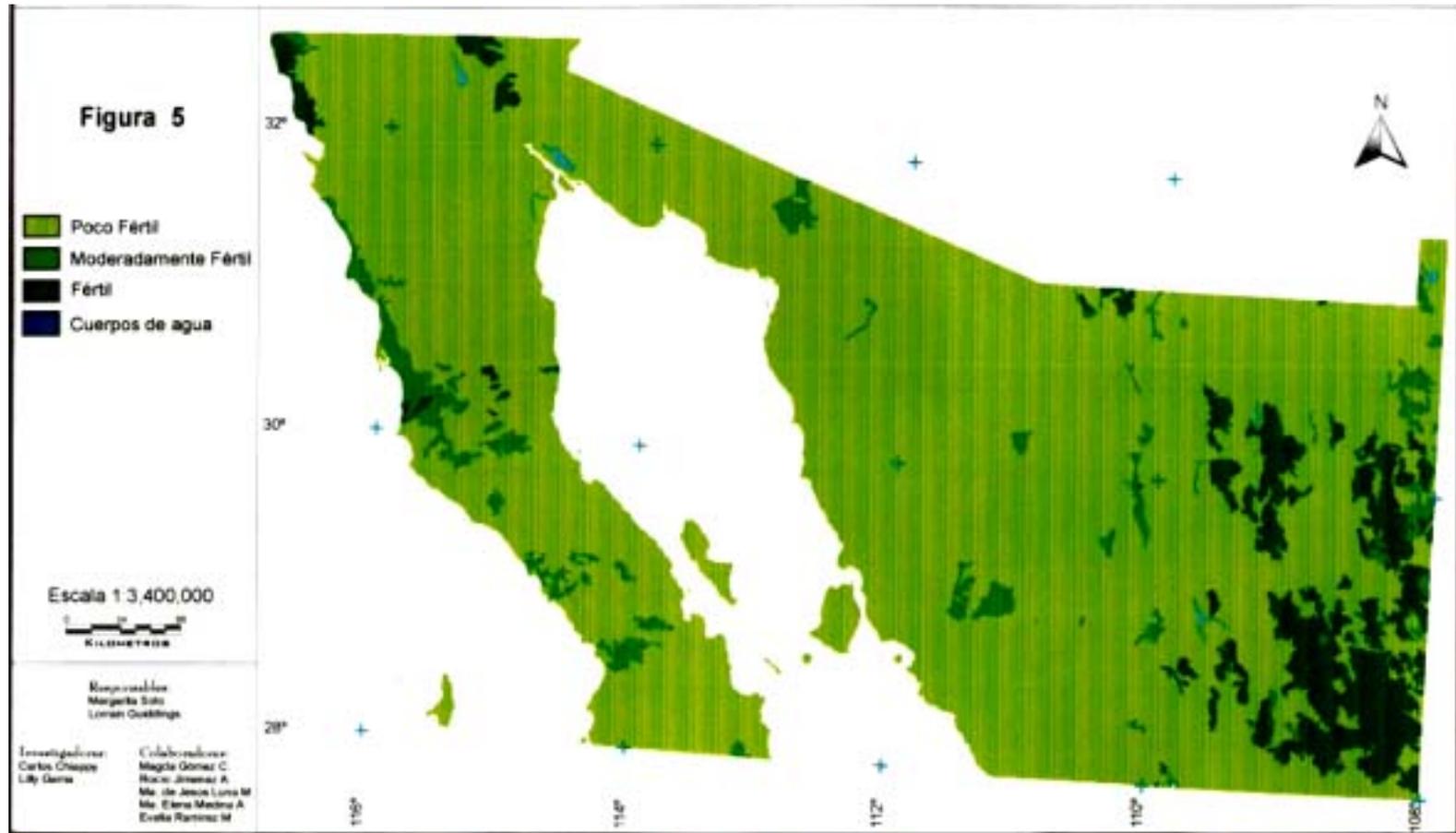
la superficie que comprende la hoja Tijuana. Por otra parte, 11 tiene moderada fertilidad abarcando el 11% de la superficie de la zona y las 7 restantes correspondían a suelos fértiles ocupando el 9%. El análisis de las fases físicas muestran que en esta zona el 47% son líticas, 29% petrocálcicas, el 2% se considera como pedregosa y el 5% gravosa. Con respecto a las fases químicas, el 1% de los suelos está en condiciones de salinidad, el 4% puede considerarse con sodicidad y el 3% como salino-sódicos, por lo que estos factores influyen poco. Sin embargo, al combinar estos datos con otros factores que influyen en la disminución del grado de fertilidad hubo cambios. Así, los suelos fértiles perdieron casi un 2% de extensión, pasando a ser moderadamente fértiles. De este porcentaje, aproximadamente el .25% se debió a los proceso de salinización y el 1.58% a procesos de salinidad combinada por la presencia de fases líticas, petrocálcicas y pedregosas. Por otra parte, el 9% de las unidades pasaron a ser de moderadamente fértiles a poco fértiles de acuerdo a las siguientes circunstancias: un 5% por estar en suelos salinos, un 2% por estar en suelos petrocálcicos y un 2% por poseer un elevado nivel de pedregosidad.

Formas de Laboreo (Fig. 6) En este caso, la carta de Vegetación y Uso del Suelo reasignada aportó los siguientes resultados: un 88% de zonas de vegetación primaria, 4% de zonas con vegetación secundaria, 7% zonas de agricultura, un 1.5% de pastizales, un 1.69% de zonas sin vegetación, que corresponden principalmente a la desembocadura del río Colorado. Al correlacionar ésta con la información contenida en el mapa de Frontera Agrícola, da por resultado los siguientes 6 grados de modificación por laboreo. 57% del área poco modificada por laboreo, 37% débilmente modificada por laboreo, menos del 1% parcialmente modificada por laboreo, 4% medianamente modificada por laboreo, 8% fuertemente modificada por laboreo, y menos del 1% muy fuertemente modificada por laboreo.

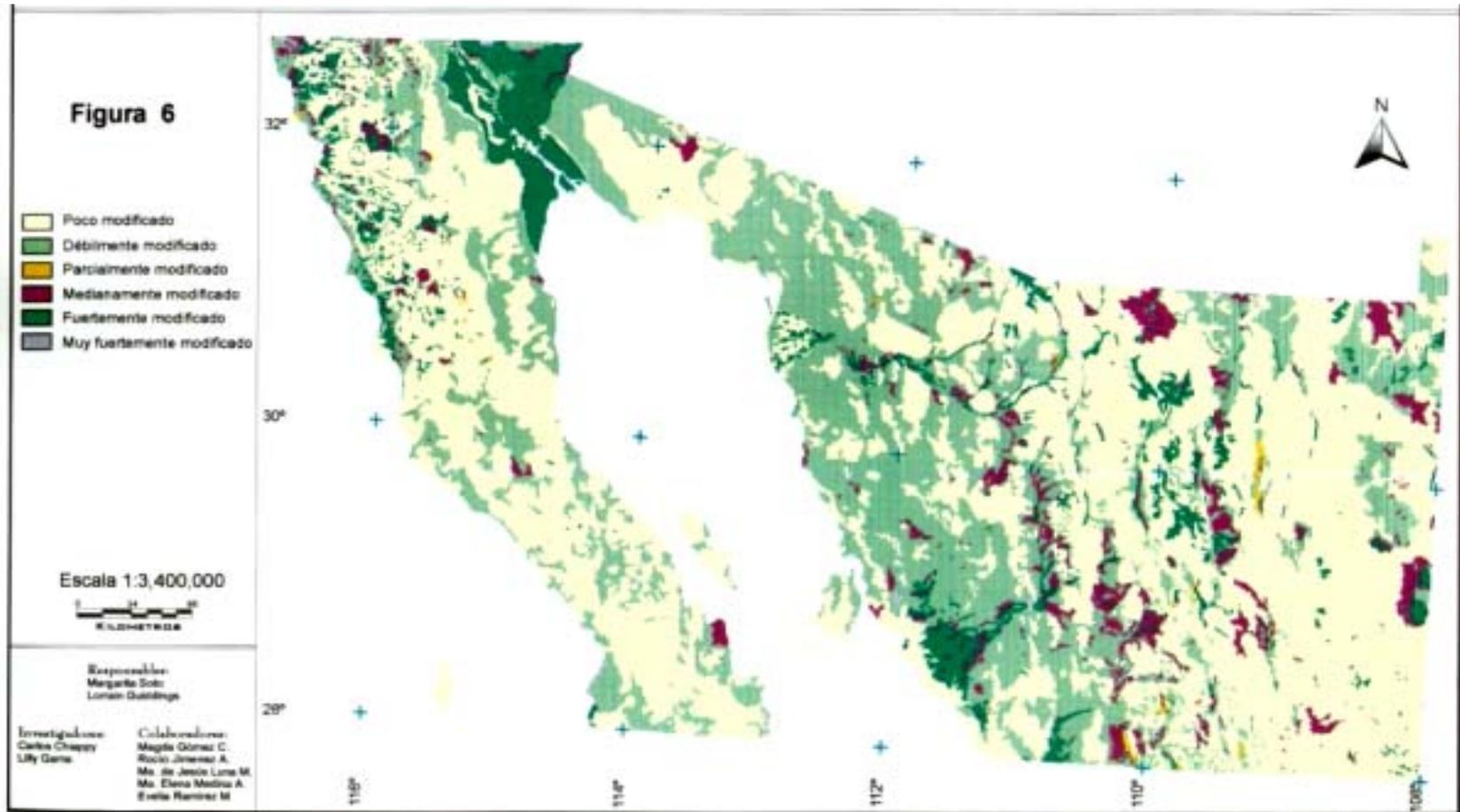
Mapa de Erosión Potencial Tijuana



Mapa de Fertilidad Tijuana



Mapa de Formas de Laboreo Tijuana



HOJA CHIHUAHUA

La hoja Chihuahua abarca una extensión de 359,228 kilómetros cuadrados que implica casi todo el estado de Chihuahua y pequeñas partes de los estados de Sonora, Sinaloa, Durango y Coahuila. La mayoría de la zona se encuentra en áreas serranas que cubren un 24% de la superficie del territorio, en este caso objeto de estudio. Existe también un 8% de la superficie de este territorio caracterizado por la presencia de cañones, así como bajadas (visto este término desde el punto de vista geomorfológico), que abarcan un área de aproximadamente un 23%. Además, se encuentran algunos lomeríos de diferentes tipos (13%), mesetas (14%) y valles (6%). En menor grado representados están las llanuras (19%) y una pequeña zona de playas y dunas (poco más de 1%).

Erosión Potencial (Fig. 7). En esta zona se encontraron 16 unidades de suelos. De éstas, con baja erodabilidad existen 4 unidades que abarcan el 6% del área, con moderada erodabilidad 6 unidades que ocupan el 30%; la susceptibilidad a la erosión evaluada como moderada-alta se observa en 5 unidades de suelo que ocupan el 63% del área, en un poco menos del 1% existe una unidad de alta erodabilidad.

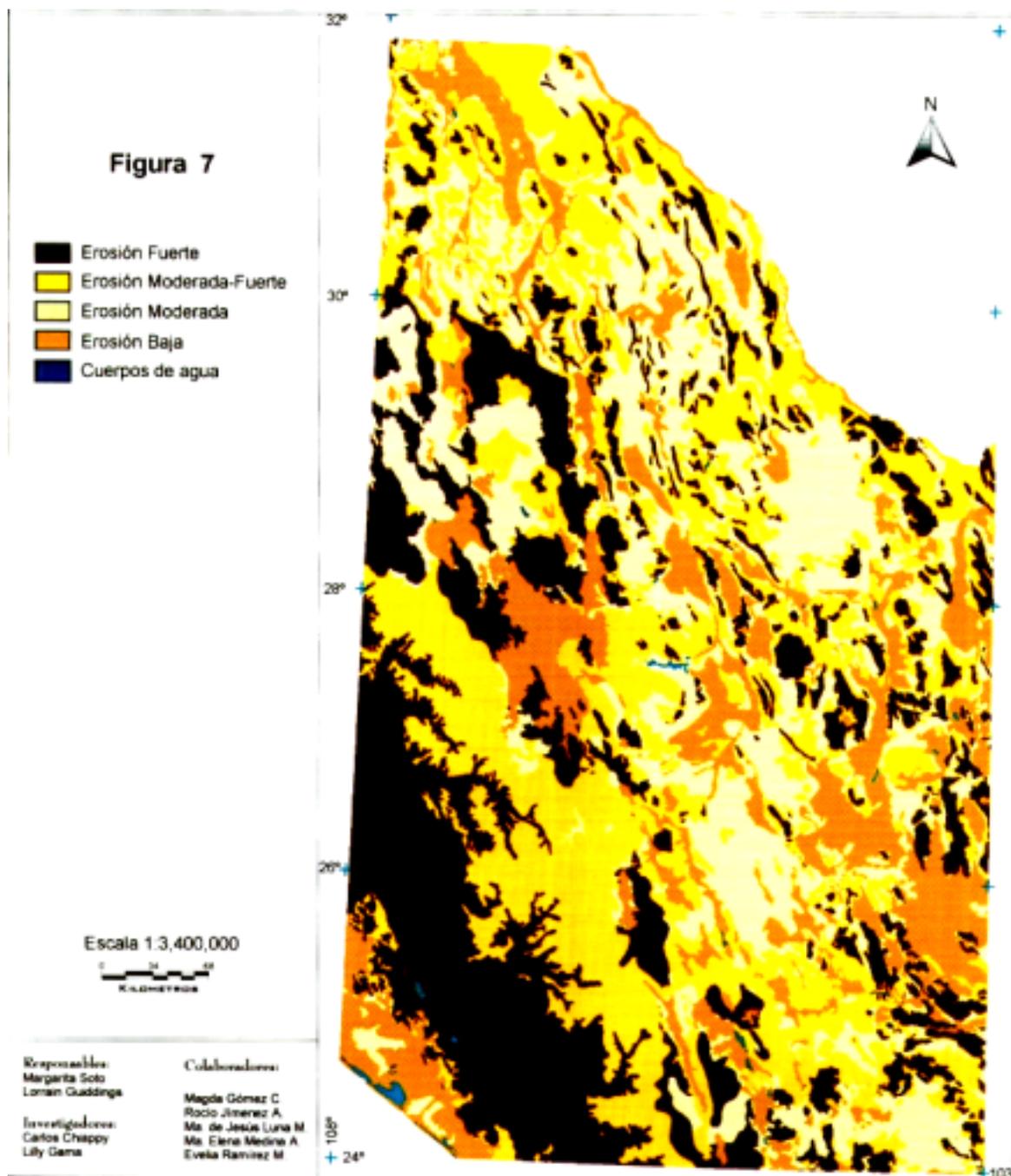
Al reevaluarse las unidades antes mencionadas, considerando condiciones físicas, químicas, así como las características geomorfológicas del relieve donde se encontraban, ocurrieron algunas variaciones; así el 11% de las unidades cambiaron de moderada a baja erosión por encontrarse en zonas de llanuras con poca precipitación, lo que las hace menos expuestas a factores de erodabilidad. Un 8% cambió de alta a moderada, de éste el 6% pertenece a zonas de llanuras con precipitación máxima en 24 horas menor a 40 mm, y también se presentó un 2% en valles con poca precipitación. Sin embargo, en un 24% de las unidades de suelos se cambió el criterio de evaluación con respecto a su susceptibilidad a la erosión, de moderada-alta a alta, debido a que se encontraban en sierras (23%) o mesetas (13%), con precipitación máxima en 24 horas por arriba de 50 mm. En esta zona del país se observa que la precipitación máxima en 24 horas cubre un intervalo que va de menos 30 mm a más de 100 mm, debido a la heterogeneidad climática y geomorfológica de la zona. No obstante, en sentido general puede decirse que la mayor parte de este territorio se encuentra por debajo de un régimen de precipitación de 40 mm.

Fertilidad (Fig. 8). En la hoja Chihuahua se evaluaron 37 subunidades de suelo para construir el mapa de Fertilidad. De ellas 17 fueron calificadas como poco fértiles, 14 como moderadamente fértiles y 10 como fértiles. Esta ocupa respectivamente el 57%, el 26% y el 17% del área. Al ser tomadas en consideración las fases físicas se vio que el 7% de la zona estaba en áreas gravosas, 31% en líticas, 5% en pedregosas, 12% en petrocálcicas, menos del 1% en petrogypsicas, y 1% en dúricas. Sólo el 15% de la zona es considerable como susceptible a inundación y poco más de 8% tienen afectación por estar en suelos salinos, sódicos o salino-sódicos.

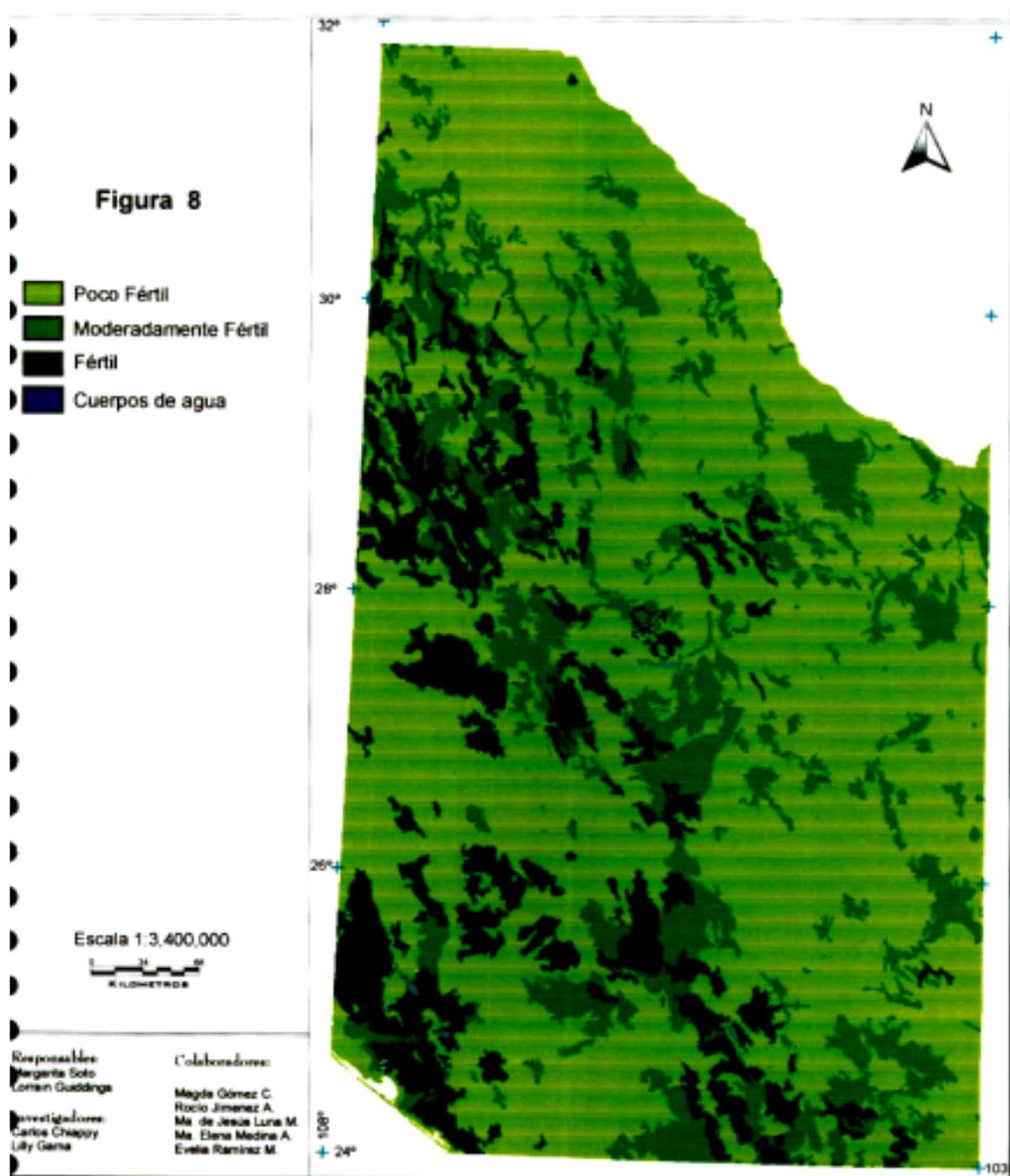
Al reevaluar las subunidades en función de las modificaciones antes mencionadas, se vio que poco más del 3% de los suelos fértiles pasaron a moderadamente fértiles, de éstos en la mayor parte se debió a que se encontraban en zonas gravosas y un pequeño porcentaje (menos del 1%) por estar en zonas petrogypsicas. El 9% de las unidades pasaron de moderadamente fértiles a poco fértiles por encontrarse en zonas afectadas por diferentes fases físicas (2%). Se presentó además, un 2.5% de los suelos con diferentes fases químicas. Se puede señalar también, que existe un 3% por la combinación de ambos factores (físicos y químicos), y un 2% por estar en suelos salinos que al mismo tiempo corresponde a zonas de inundación.

Formas de Laboreo (Fig. 9). En esta parte del país, de acuerdo a la carta de Vegetación y Uso del Suelo, encontramos que el 88% corresponde a zonas de vegetación primaria, 2% se clasifican como zonas de vegetación secundaria, 8% pertenece a zonas agrícolas, y menos del 1% se identifica como zonas de pastizales o sin vegetación. Al cruzar esta información con la de Frontera Agrícola, se aprecia que aparecen 6 grados de modificación por laboreo. Con poca modificación por laboreo existe un 63% la mayor parte de la zona que abarca esta hoja, débilmente modificados por laboreo 20%, parcialmente modificados por laboreo menos del 1%, en el grado que corresponde a medianamente modificados por laboreo 10%, fuertemente modificados por laboreo 6%, y en muy fuertemente modificados por laboreo menos del 1%.

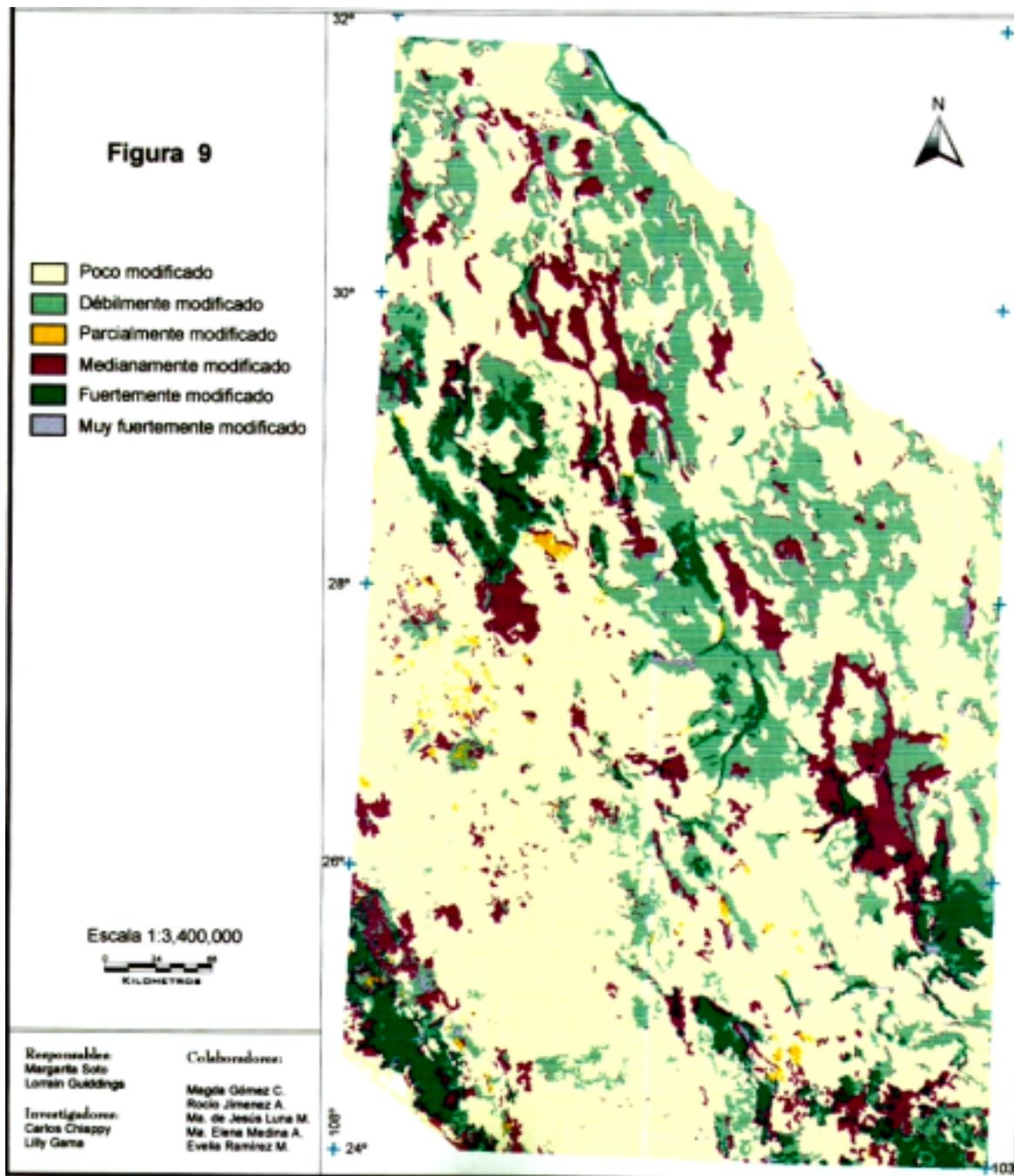
Mapa de Erosión Potencial Chihuahua



Mapa de Fertilidad Chihuahua



Mapa de Formas de Laboreo Chihuahua



3.2 Mapa de modificaciones ecológico-paisajísticas

La obtención de este mapa comprende dos fases; la primera, como se indicó en la metodología, es el resultado de la correlación de los mapas intermedios de Fertilidad, Erosión Potencial y el de Modificaciones por Laboreo se produce un mapa preliminar. En la segunda fase, el mapa de modificaciones ecológico-paisajísticas preliminar se correlaciona con la información sobre industrias y zonas urbanas obteniéndose el mapa definitivo.

El mapa final de Modificaciones Ecológico-Paisajísticas para la hoja La Paz (Fig. 10) quedó conformado de la siguiente manera: el 11% corresponde a zonas poco modificadas en donde se encuentran las zonas de vegetación natural, 14% a débilmente modificadas en donde se ven algunos estados de vegetación secundaria de zonas áridas, 21% a parcialmente modificadas donde las zonas de vegetación secundaria aumentan al entrecruzarse en algunos casos con actividades agrícolas de bajo impacto y con actividades agrícolas extensivas, 42% medianamente modificadas por actividades agrícolas, pecuarias y desarrollos ecoturísticos, 9% están fuertemente modificadas debido a zonas de cultivo intensivo, menos del 1% son muy fuertemente modificadas debido a la práctica de agricultura mecanizada, menos del 1% a drásticamente modificadas en zonas de desarrollos hidroeléctricos y paisajes antrópicos representados por las zonas urbanas.

Al cruzar el mapa preliminar de la hoja Tijuana con la carta que contiene información de las zonas de mayor transformación antropogénica, es decir la información de industrias y zonas urbanas, las modificaciones ecológico-paisajística, resultaron con la siguiente zonificación: 5% con áreas poco modificadas, 26% con débilmente modificadas, 37% con parcialmente modificadas, 21% con medianamente modificadas, 8% con fuertemente modificadas y menos del 1% con zonas muy fuertemente modificadas, drásticamente modificadas y paisajes antrópicos (Fig. 11).

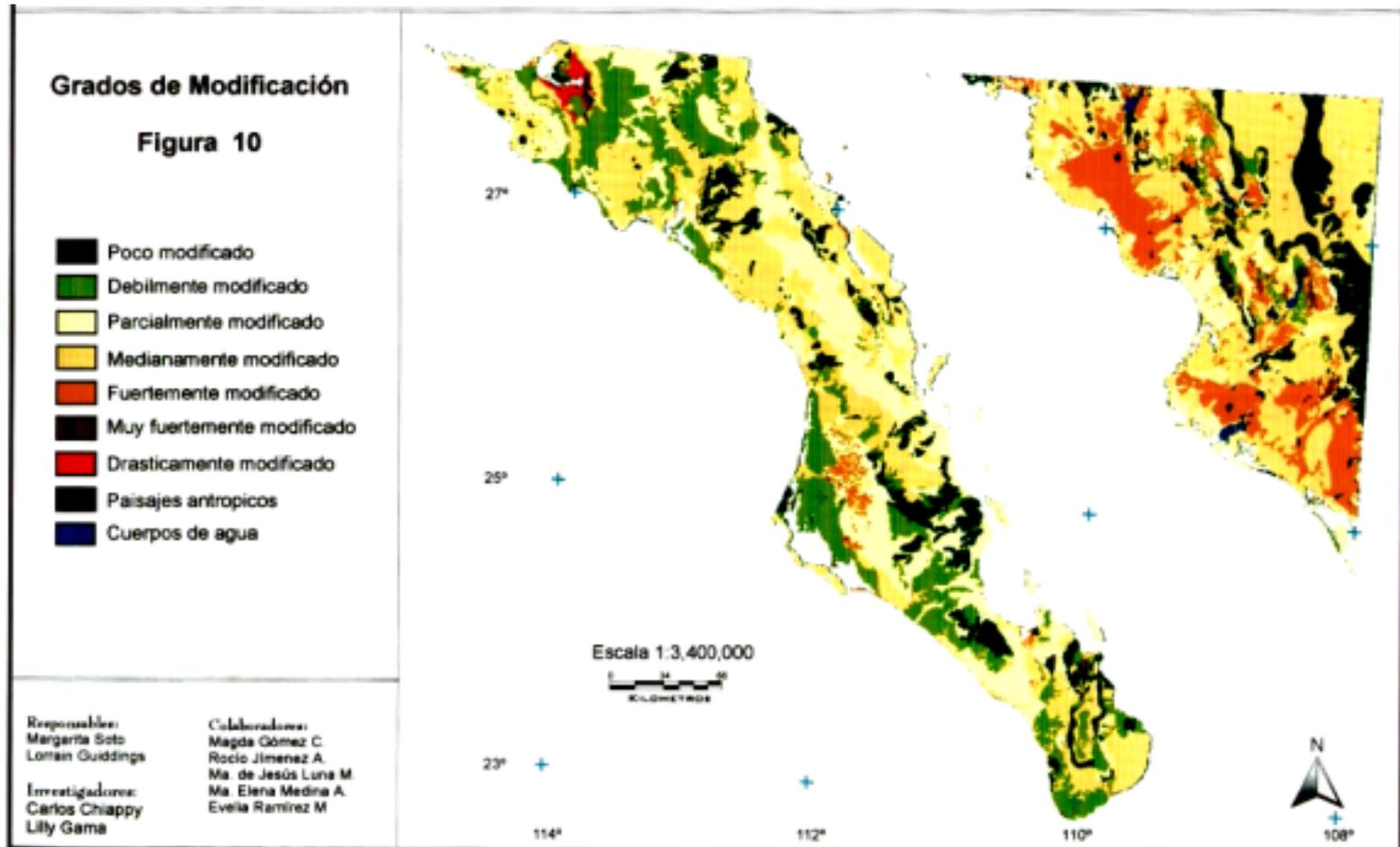
En el mapa final de Modificaciones Ecológico-Paisajísticas de la Hoja Chihuahua, encontramos que existen áreas poco modificadas en casi el 10%, en igual proporción existen superficies débilmente modificadas, el 40% de la zona corresponde a parcialmente modificada, medianamente modificadas está el 33% de la zona, 7%

corresponde a fuertemente modificadas, y en menos del 1% los grados muy fuertemente y drásticamente modificados, lo mismo que los paisajes antrópicos (Fig.12).

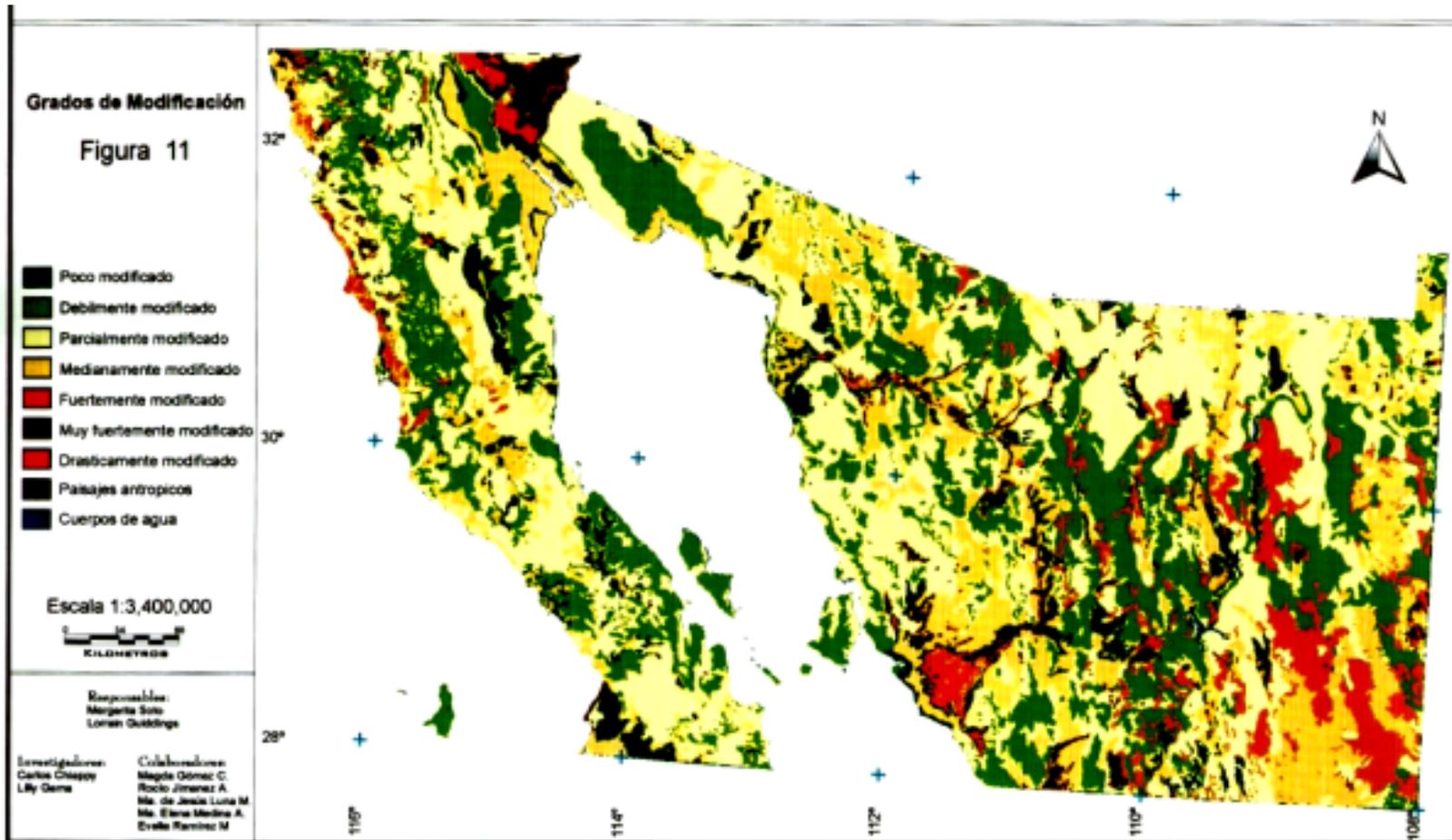
La figura 13 da una visión global de las modificaciones ecológico-paisajísticas de toda la zona del noroeste y en la tabla 2 se indican los porcentajes que corresponden a cada modificación. Así mismo, en el anexo cartográfico se encuentra un mapa impreso 1:4000,000, en el se observa la distribución en toda la zona.

Modificaciones Ecológico-Paisajísticas

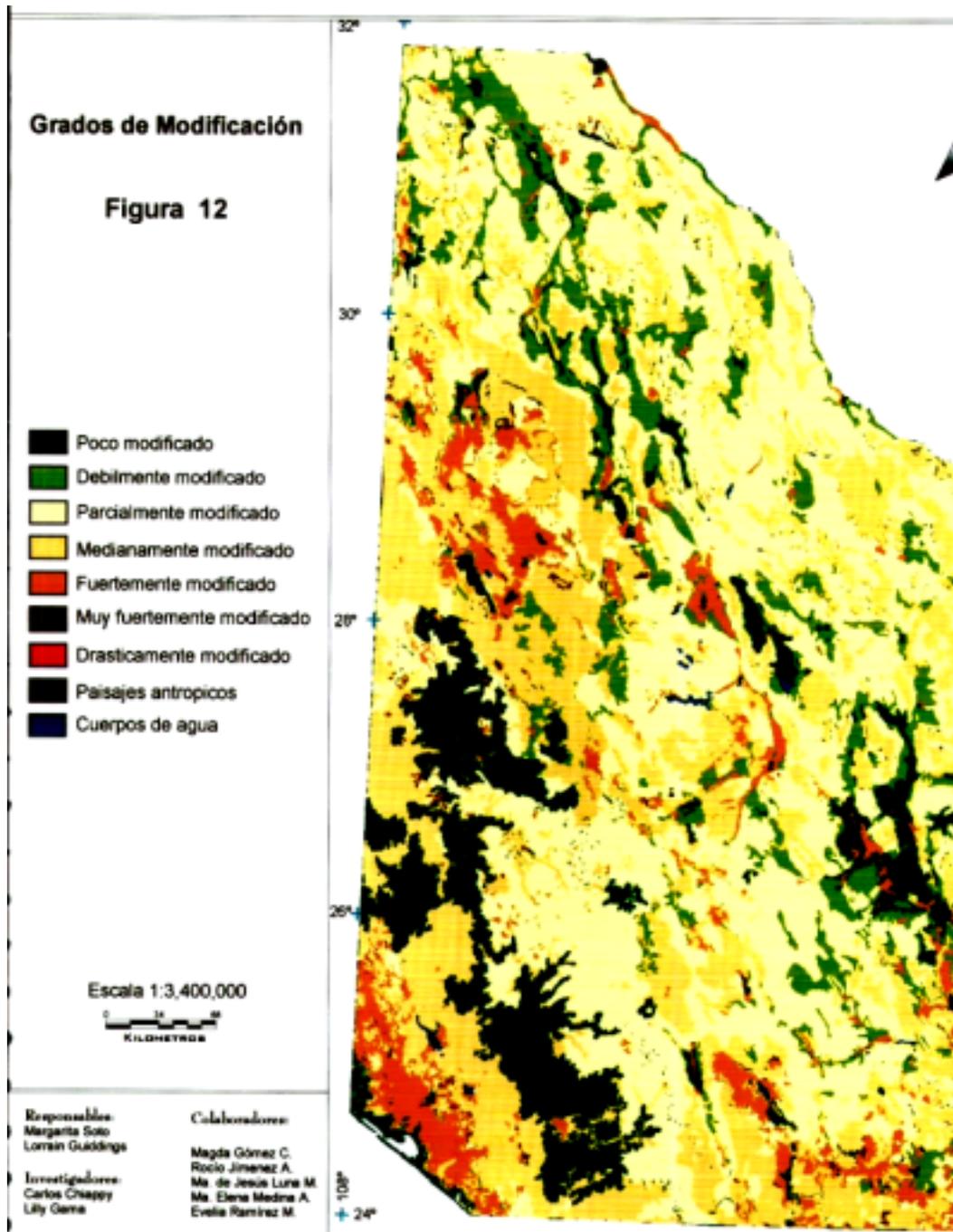
La paz



Modificaciones Ecológico-Paisajísticas Tijuana



Modificaciones Ecológico-Paisajísticas Chihuahua



Modificaciones Ecológico-Paisajísticas

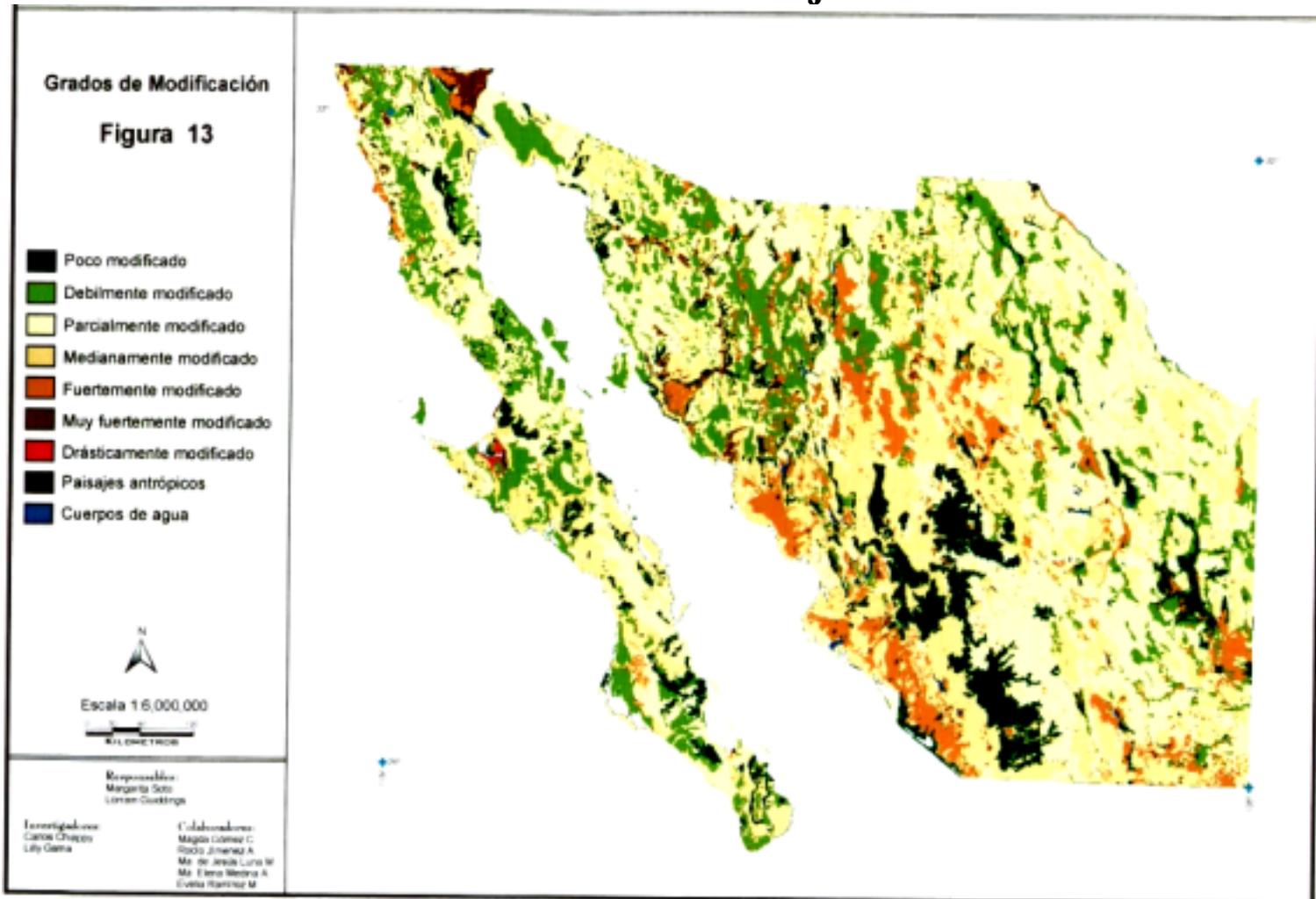


Tabla 2.
Escala de Modificación Ecológico-Paisajística

Título	Descripción	Area en %	Area en Km ²
Zonas poco modificadas	Paisajes prácticamente inalterados con sus propiedades, componentes, elementos y atributos en estado natural o muy cercanos al natural. Sus posibles modificaciones han sido originadas por eventos naturales o procesos inherentes a la dinámica evolutiva de los mismos.	8	61,267
Zonas débilmente modificada	Paisajes con ligeras modificaciones de carácter antropogénico en la composición de los componentes bióticos, siendo las mismas automitigables y sin la ocurrencia de alteraciones en su autodesarrollo.	16	120,801
Zonas parcialmente modificadas	Paisajes que han sufrido determinadas alteraciones en la composición y estructura de los componentes bióticos, originando la secundarización de los mismos, pero sin que haya cambios en sus propiedades más estables, por lo que es posible aún su recuperación por vías naturales.	36	263,847
Zonas medianamente modificadas	Paisajes que aunque aún mantienen restos de los componentes biogénicos secundarios, presentan alteraciones de composición, estructura y de la dinámica funcional, originadas por un proceso gradual y constante de asimilación y transformación antrópica.	31	225,370
Zonas fuertemente modificadas	Paisajes donde existe predominio espacial de los agrosistemas poco mecanizados sobre el resto de las formaciones secundarias, y donde las prácticas antropogénicas comienzan a afectar de forma directa algunos de los componentes abióticos, tales como el microclima y la cobertura edáfica. El restablecimiento de sus propiedades geoecológicas pueden lograrse a través de tratamientos socio-culturales.	8	58,487
Zonas muy fuertemente modificada	Paisajes que han sufrido una total sustitución de los componentes biogénicos, de forma que los ecosistemas naturales y secundarios han sido sustituidos por agrosistemas altamente mecanizados u otros tipos de sistemas antrópicos. En éstos, los tipos de actividades del hombre comienzan a transformar no sólo la estructura vertical de los paisajes (microrelieve, microclima, aguas superficiales y subterráneas, etc.), sino también su estructura horizontal, es decir su interrelación con otros complejos fisiográficos.	1	7,254
Zonas drásticamente modificadas	Paisajes que presentan severas alteraciones en sus propiedades geológicas, muchas de ellas de carácter irreversible. Han sido afectados algunos de sus componentes más estables o invariantes como es el macrorrelieve, por lo que en su entorno destacan ya un gran número de elementos tecnogénicos.	.1	580
Paisajes antrópicos	Estos aunque creados sobre elementos naturales, han sido modificados por el hombre como marco y sustento de sus propias necesidades y esfera socioeconómica. Los elementos tecnogénicos predominan sobre restos de componentes naturales y su dinámica funcional ocurre de manera totalmente artificial.	.1	830

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede decir que es posible conocer las modificaciones ecológico-paisajísticas que han ocurrido en la región, que para propósitos de este trabajo se delimitó como zona noroeste.

Se debe Lomar en cuenta que la información cartográfica de la que se parte data de 1981, y que la escala es de 1:1000,000. Por ello, se debe admitir que los resultados aportan datos indicativos y una visión sinóptica de lo que está ocurriendo en materia de] deterioro de los paisajes de la zona que se estudió.

Pensamos que es un buen punto de partida para planificar y tomar algún tipo de decisión, precisamente por la visión global que aportar, y por los elementos de accesible comprensión de los grados de modificación. Igualmente, los resultados obtenidos constituyen una buena base para determinar zonas que se requiera de conocer con más detalle y precisión.

No obstante lo anterior, no queremos dejar de mencionar que, si bien la metodología funcionó en una zona que presentaba condiciones diferentes a las que se habían venido trabajando, también es cierto que nos encontramos con la necesidad de ajustar algunos de nuestros criterios de evaluación. Uno de los casos más sobresalientes es el aspecto de secundarización de la vegetación de las zonas áridas, en cuanto a su composición florística. En este punto la evaluación se torna compleja debido a que con frecuencia algunas especies conocidas como ruderales, halófitas y xerófitas se entremezclan de tal forma, que hace difícil dilucidar la condición primaria que puede tener la vegetación en esas áreas. Es por ello que algunos aspectos conceptuales, como por ejemplo hasta dónde llega un matorral natural, o dónde comienza una zona inadecuada para aprovechamiento pecuario, han tenido que ser variados en la evaluación de las matrices correspondientes al componente de la vegetación.

También se hace necesario mencionar que en el análisis de la cartografía existente para las diferentes zonas de la República Mexicana, en este caso comparando en el estado de Veracruz con las zonas del noroeste, se notan algunos cambios en las definiciones de algunos conceptos de dicha cartografía, lo cual obviamente nos

condujo a tener que realizar una adecuación de nuestra metodología ante estas variaciones

BIBLIOGRAFIA

- Chiappy, C., L. de Armas, J. Milera, R. Vandama y A. Priego. (1989). *Modificación Ecológico-Paisajísticas. Estudio de los grupos insulares y zonas litorales del Archipiélago Cubano con fines turísticos, Cayo Sabinal-Playa Santa Lucía.* Centro de Investigaciones de Geodesia, Cartografía y Teledetección del Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Vol. 1, 94 pp.
- FAO-UNESCO (1982). *Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo FAO/UNESCO.* Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Subdirección de Agrología, SARH, 125 pp. Traducción de Food and Agriculture Organization of the United Nations United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, *Soil Map of the World*, paris, 1974, 59 pp.
- Forman, T., T. Richard and M. Gooron (1986). *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons Inc., Nueva York, 355 pp.
- Glico, N. (1986). *Agricultura y Medio Ambiente en América Latina.* EDUCA-SIAP, San José, Costa Rica, 244 pp.
- Instituto de Geografía (1990). *Atlas Nacional de México.* UNAM, México. Vol. III.
- Miranda, F y Hernández X., E. (1963). *Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación.* Bol. Soc. Bot. Méx., 28:29-179.
- Nave, Z. y A. S. Lieberman (1984). *Landscape Ecology, Theory and Applications.* Springer-Verlag, Nueva York.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México.* LIMUSA, México. 432 pp.

- Rusicka, M. (1978). "Tropical Problems of Landscape Ecological Research and Planning". *Ekologia, CSSR* 5:233-238.
- Rusicka, M. y L. Miklos (1982). "Landscape-Ecological Planning (LANDEP) in the Process of Territorial Planning". *Ekologia, Vol. 1, CSSR*.
- SPP (1981). *Atlas Nacional de Medio Físico*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F. 224 pp.
- Tricart, J. y J. Kilian (1982). *La Eco-Geografía y la Ordenación del Medio Natural. Elementos Críticos*, Anagrama, Barcelona, 283 pp.
- Westman, W. (1985). *Ecology, Impact Assessment and Environmental Planning*. A. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Nueva York, 531 pp.

ANEXO 1

**LISTA DE MAPAS QUE COMPRENDE EL ANEXO CARTOGRÁFICO
QUE SE ENTREGA POR SEPARADO**

**LISTA DE MAPAS QUE COMPRENDE EL ANEXO CARTOGRÁFICO
QUE SE ENTREGA POR SEPARADO**

1..Mapas a escala 1:1000,000

Hojas:

La Paz

Tijuana

Chihuahua

Estados:

Baja California Norte

Baja California Sur

Sonora

Chihuahua

2. Mapa a escala 1:4000,000

Zona Noroeste

ANEXO 2

LISTA DE ARCHIVOS INCLUIDOS EN EL ZIP

LISTA DE ARCHIVOS INCLUIDOS EN EL ZIP

<u>Nombre</u>	<u>Tamaño</u>	<u>Clase</u>
bajanort.bil	9,154KB	Archivo BIL
bajanort.bilw	39	Archivo BILW
bajanort.hdr	106	Archivo HDR
bajanort.txt	226	Documento de texto
bajasur.bil	9,154KB	Archivo BIL
bajasur.bilw	39	Archivo BILW
bajasu.r.hdr	106	Archivo HDR
hajasur.txt	226	Documento de texto
chiagri.bil	2,731KB	Archivo BIL
chiagri.bilw	33	Archivo BILW
chiagri.hdr	106	Archivo HDR
chiagri.txt	400	Documento de texto
chiantro.bi1	2,731KB	Archivo BIL
chiantro.bilw	33	Archivo BILW
chiantro.hdr	106	Archivo HDR
chiantro.txt	226	Documento de texto
chifron.bil	2,731KB	Archivo BIL
chiron.bilw	33	Archivo BILW
chiron.hdr	107	Archivo HDR
chifron.txt	833	Documento de texto
chihua.bil	9,154KB	Archivo BIL
chihua.bilw	39	Archivo BILW
chibua.hdr	106	Archivo HDR
chihua.txt	226	Documento de texto
chilluvi.hdr	106	Archivo HDR
chilluvi.bil	2,731KB	Archivo BIL
chilluvi.bilw	33	Archivo BILW
chilluvi.tx-t	196	Documento de texto
chipecua.bil	2,731KB	Archivo BIL
chipecua.bilw	33	Archivo BILW
chipecua.hdr	108	Archivo HDR
chipecua.txt	451	Documento de texto

chitopo.bil	2,731KB	Archivo BIL
chitopo.bilw	33	Archivo BILW
chitopo.hdr	106	Archivo HDR
chitopo.txt	5,774	Documento de texto
chiuni.bil	2,731KB	Archivo BIL
chiuni.bilw	33	Archivo BILW
cbiuni.hdr	107	Archivo HDR
chiuni.txt	225	Documento de texto
chiveg.bil	2,731KB	Archivo BIL
chiveg.bdw	33	Archivo BILW
cbiveg.hdr	107	Archivo HDR
chiveg.txt	1,588	Documento de texto
chizurin.bil	5,463KB	Archivo BIL
cbizzurin.bilw	33	Archivo BILW
chizzurin.hdr	106	Archivo HDR
chizzurin.txt	68	Documento de texto
noroste.bil	9,154KB	Archivo BIL
noroste.bilw	34	Archivo BILW
noroste.hdr	106	Archivo HDR
noroste.txt	226	Documento de texto
pazantro.bil	2,586KB	Archivo BIL
pazantro.bilw	34	Archivo BILW
pazantro.hdr	106	Archivo HDR
pazantro.txt	226	Documento de texto
pazlluvi.bilw	34	Archivo BILW
pazlluvi.hdr	106	Archivo HDR
pazlluvi.img	2,586KB	Archivo IMG
pazlluvi.txt	196	Documento de texto
paztopo.bil	2,586KB	Archivo BIL
paztopo.bilw	34	Archivo BILW
paztopo.hdr	108	Archivo HDR
paztopo.txt	5,411	Documento de texto
pazunisu.bil	2,586KB	Archivo BIL
pazunisu.bilw	46	Archivo BILW
pazunisu.hdr	107	Archivo HDR
pazunisu.txt	204	Documento de texto
pazzurin.bil	5,172KB	Archivo BIL

pazzurin.bilw	34	Archivo BILW
pazzurin.hdr	106	Archivo HDR
pazzurin.txt	68	Documento de texto
sonora.bil	9,154KB	Archivo BIL
sonora.bilw	39	Archivo BILW
sonora.hdr	106	Archivo HDR
sonora.txt	226	Documento de texto
tjantro.hdr	3,000KB	Archivo BIL
tjantro.bilw	34	Archivo BILW
tjantro.hdr	106	Archivo HDR
tjantro.txt	226	Documento de texto
tjlluvi.bilw	34	Archivo BILW
tjlluvi.hdr	106	Archivo HDR
tjlluvi.imig	3,000KB	Archivo IMG
Ljlluvi.txt	196	Documento de texto
tjtopo.bil	3,000KB	Archivo BIL
tjtopo.bilw	34	Archivo BILW
tjtopo.hdr	108	Archivo HDR
tjtopo.txt	5,771	Documento de texto
tjjunisu.bil	3,000KB	Archivo BIL
tjjunisu.hilw	34	Archivo BILW
tjjunisu.hdr	107	Archivo HDR
tjjunisu.txt	184	Documento de texto
tjzurin.bil	6,000KB	Archivo BIL
tjzurin.bilw	34	Archivo BILW
tjzurin.hdr	106	Archivo HDR
tjzurin.txt	68	Documento de texto