

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**ANÁLISIS DE UNIDADES AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA  
SALTILLO Y CHUPADEROS, EN BASE AL USO ACTUAL DEL  
SUELO**

**POR:  
MIGUEL ANGEL HERNÁNDEZ GARCÍA**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para  
Obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**MARZO 2011**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

ANÁLISIS DE UNIDADES AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA SALTILLO Y  
CHUPADEROS, EN BASE AL USO ACTUAL DEL SUELO

Presentada por:

MIGUEL ANGEL HERNANDEZ GARCIA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador  
Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

APROBADA



M.C. Alejandra del R. Sánchez Escobar  
Presidente del Jurado



Dr. Jesús Rodríguez Sahagún  
Sinodal

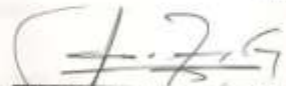


M.C. Juan A. Encina Domínguez.  
Sinodal



M.C. Juan Manuel Cepeda Dovaia  
Suplente

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coordinador de la División de Ingeniería



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2011

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A dios y a la virgen de Guadalupe.**

Definitivamente por darme la vida, por ser parte esencial en el logro de esta meta y por llenarme de bendiciones a mí y a mi familia.

**A mi “Alma Mater”**, por haberme abierto las puertas y darme la oportunidad, las herramientas, las facilidades otorgadas para la conclusión de esta etapa de mi formación y para poder portar con orgullo el nombre de esta mi universidad por todo esto mil gracias.

**Al Departamento Ciencias Del Suelo**, por haberme acogido en su seno y contribuir en mi formación profesional y por brindarme la oportunidad de terminar mi carrera.

**A la M.C Alejandra del R Sánchez Escobar**. Por todo el apoyo, comprensión y paciencia en mi formación profesional, personal y en la culminación del presente trabajo.

**Al M.C Juan Antonio Encina Domínguez**. Por la revisión detallada del documento de tesis, su apoyo continuo y sus acertadas sugerencias.

**Al M.C Juan Manuel Cepeda Dovala**. Por su apoyo y colaboración en la revisión del presente trabajo.

**Al Dr. Jesús Rodríguez Sahagún.** Por su ayuda en la realización del presente trabajo y su apoyo continuo.

**Al Ing. Felipe Neri Hernández.** Por su colaboración y orientación en la realización de los planos.

**Al Ing. Carlos Díaz.** Por su apoyo incondicional en la elaboración de los planos.

**Al Dr. Jesús Valenzuela.** Por haberme brindado su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos y por haberme recibido al ingresar a esta mi universidad.

**A mis cuñadas (dos):** *Lupe, Trini, Mariela y Mauro*, a ustedes gracias por el apoyo que me brindaron durante mi estancia en la universidad y por dar a la vida a todos mis sobrinos por ello mil gracias.

**A mis sobrinos:** *Maurito (magris), Cesia (cesio), Diego (Ilegostiro), Dayana (nanana), Abner (chichuchichu), Isait (chait), Elias (machomen), Milagros (ogrita), Mireya (bella), Toñito (ajolotillo chillón), Eunice (eunis)*. A todos ustedes mil gracias por dar ese rayito de luz a mi vida, porque no importa lo triste que este o lo mal que me sienta siempre logran sacarme una sonrisa y el niño que llevo dentro.

**A la familia Sánchez Ramírez:** Por haberme brindado apoyo condicional durante el transcurso de mi vida, por la motivación, consejos, bendiciones y atenciones brindadas.

**A mis amigos:** *Luz (lucio), Sergio (cheko), Oscar (pacho), José (chencho), Ricardo (chava), Alberto (burro), Trinidad (chino), Roberto (pájaro), Javier (paco),*

*Miguel (sigala), Luis (chivito), Ventura (gordito), Nes (pequeña), Omar (bodoque), Juan (jhon cina), Isait (toto), Juan (Juanjo), Omar (la rata), Jorge (ponk), pechon, pancho, cuco, güero y a los lomas, porque gracias a su apoyo, a su compañía, a sus buenos consejos y por estar siempre con una palabra de aliento cuando los he necesitado, nunca olvidare esos partidos en la canchita, esas tomas de lista afuera del internado después de cenar y esos fines de semana donde preparábamos de cenar y nos desvelábamos , a todos ustedes mil gracias por esos bellos momentos.*

**A mis amigos de carrera:** *Edgar, Pedro, Javier, Basabe, Valentin, Raymundo, Deysi, María H, Nelly, Cheli, Alma, Israel, Tito.*

A mis amigos de Sociedad de Alumnos: Carlos, Isaac, Cande, Claudia, Luis, Vale, Jonatán, Lindita y Sllely.

**A mis amigos de casa:** *Fidel, Eligio, Nisa y Chano. Gracias por haberme dado la oportunidad de vivir con ustedes.*

## **DEDICATORIA**

### **A mis Padres:**

Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grande de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se deposito y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les vivire eternamente agradecido.

**Sr. Elías Hernández Onesto.**

**Sra. Aurelia García Núñez.**

*Mama esto es para ti tan solo un humilde regalo en agradecimiento a lo más grande que tú me has dado “la vida”*

**A mis Hermanos:**

A quienes jamás encontraré la forma de agradecer el cariño, comprensión y apoyo brindado en los momentos buenos y malos de mi vida, hago este triunfo compartido, sólo esperando que comprendan que mis ideales y esfuerzos son inspirados en cada uno de ustedes.

*Lic. Martín Hernández García.*

*Ramón Hernández García.*

*Ma Rosalba Hernández García.*

*Ing. Elías Hernández García.*

*Pt. Antonio Hernández García.*

*Ing. Juan Francisco Hernández García.*

*Gracias por el cariño y apoyo moral que siempre he recibido de ti, con el cual he logrado culminar mi esfuerzo, a ti **Martín** quiero dedicarte este trabajo que refleja el esfuerzo brindado, por confiar en nosotros y por habernos sacado adelante.*

**A mi novia:**

*Ing. Dalía Amada Solís Castellanos.*

*Gracias niña por aparecer en mi vida y permitirme estar a tu lado, no tengo manera de cómo pagarte todo lo que has hecho por mí por todo eso mil gracias.*

**P.D. “HASTA EL FINAL MI NIÑA HERMOSA”**

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>PAGINA</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XII</b>
<b>I.INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
JUSTIFICACIÓN .....	5
OBJETIVOS .....	6
HIPÓTESIS .....	7
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
2.1 CONSECUENCIAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO POR LA URBANIZACIÓN EN MÉXICO. .....	8
2.1.1 LOS USOS DEL SUELO EN MÉXICO. ....	8
2.1.2 DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS HIDROLÓGICOS .....	9
2.1.3 CRECIMIENTO POBLACIONAL Y PÉRDIDA DE TIERRAS AGRÍCOLAS. ....	10
2.1.4 OTRAS CAUSAS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO .....	12
2.1.5 CONFLICTO DE GRANDES AVENIDAS O DESARROLLO DE CAMINOS. ....	13
2.1.6 LA URBANIZACIÓN EN MÉXICO .....	14
2.1.7 EL CRECIMIENTO DE LAS ZONAS URBANAS .....	15
2.1.8 CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LA URBANIZACIÓN .....	15
<b>2.2.- CONCEPTOS BÁSICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA .....	20
3.1.2 GEOLOGÍA.....	20
3.1.3 SUELOS. ....	22
3.1.4 CLIMA .....	24
3.1.5 VEGETACIÓN Y FLORA.....	26



3.2 MATERIALES.....	30
3.3 METODOLOGÍA.....	31

#### **IV. RESULTADOS**

4.1 EL CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE SALTILLO. ....	39
4.2 USOS ACTUALES DEL SUELO. ....	44
4.5 LAS POSIBILIDADES DE USO AGRÍCOLA, PECUARIO, FORESTAL.....	46
4.6 UBICACIÓN DE LAS ZONAS APTAS PARA EL DESARROLLO URBANO.....	47
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>

## INDICE DE FIGURAS

	<b>PAGINAS</b>
FIGURA 1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	21
FIGURA 2.- EDAFOLOGÍA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES (MICRO CUENCA SALTILLO Y CHUPADEROS).....	23
FIGURA 3.- PRINCIPALES CLIMAS DE LAS UNIDADES AMBIENTALES (MICRO CUENCA SALTILLO Y CHUPADEROS).....	25
FIGURA 4.- VEGETACIÓN Y FLORA DE LAS UNIDADES AMBIENTALES (MICRO CUENCAS SALTILLO Y CHUPADEROS), EN BASE AL USO ACTUAL DEL SUELO .....	28
FIGURA 5.- DISTRIBUCIÓN Y ARQUITECTURA DEL PAISAJE DE LAS UNIDADES AMBIENTALES.....	36
FIGURA 6.- MICROCUENCA SALTILLO Y CHUPADEROS .....	37
FIGURA 7.- ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO, MEDIANTE FOTOINTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES.....	38
FIGURA 8.- IMAGEN DE LA POBLACIÓN DE SALTILLO EN EL SIGLO XVIII ....	39
FIGURA 9.- CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DEMOGRÁFICA DE 1978 AL 2000.....	42
FIGURA 10.-INCREMENTO DE LA MANCHA URBANA SOBRE LAS UNIDADES AMBIENTALES (MICRO CUENCA SALTILLO Y CHUPADEROS).....	43
FIGURA 11.- GRAFICA DE USO ACTUAL DEL SUELO.....	45
FIGURA 12.- UBICACIÓN DE LOS LUGARES APTOS PARA LA VIVIENDA .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

### PAGINA

CUADRO 1.- ASPECTOS FÍSICOS Y DE USO DEL SUELO DE LAS MICRO CUENCAS (INCLUYE SUPERFICIE, USO ACTUAL DEL SUELO Y CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS).....	29
CUADRO 2.- TENDENCIAS DE CAMBIO DE LA VEGETACIÓN Y USO DE SUELO ENTRE 1974-2010.....	34
CUADRO 3.- MANCHA URBANA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE SALTILLO.....	42
CUADRO 4.- UBICACIÓN DE LOS LUGARES APTOS PARA EL DESARROLLO URBANO EN LA REGION DE SALTILLO.....	50

## RESUMEN

La Sierra de Zapaliname, ha sido la principal fuente de abastecimiento de recursos para el desarrollo de la ciudad de Saltillo y la región sureste de Coahuila. Sin embargo, debido a los constantes usos del suelo esta se ha ido deteriorando, la principal problemática es el crecimiento de la mancha urbana causado y estimulado por la industria; en el año de 1974 se establecen trayendo consigo una gran demanda de trabajo para la población y con ello la demanda de viviendas para los trabajadores que acudían a ellas de otras regiones expandiéndose así las colonias sin un plan de desarrollo urbano a seguir, de esta manera se afectó y se continua modificando la abundancia y disponibilidad de los recursos, en especial la explotación irracional del acuífero, así como la vegetación natural que crece en áreas aledañas. El presente trabajo consistió en un análisis de los cambios de uso de suelo sobre las unidades ambientales (Microcuenca Saltillo y Chupaderos), a partir de las superficies que ocupó la mancha urbana en los años de 1835, 1917, 1948, 1978 y 2010, realizando un análisis basado en la interpretación de fotografías aéreas, así como de imágenes digitales del territorio. Existe una mayor diversidad de uso de suelo y cobertura de suelo en 1974 con respecto al 2010, los patrones de cambio indican una expansión potencial del uso urbano sobre la exposición norte y noreste del área, fraccionamientos campestres en los bosques y matorral submontano en laderas bajas de las sierra. La agricultura ha impactado a los pastizales naturales e inducidos, mientras que las huertas de frutales han afectado los matorrales y bosque de pino.

## I.- INTRODUCCIÓN

En los últimos años el municipio de Saltillo y la ciudad han crecido en su población debido al crecimiento industrial hacia el Norte de la ciudad como en Ramos Arizpe y años recientes hacia el sureste de la ciudad de Saltillo, lo cual ha ocasionado una serie de efectos positivos y negativos.

El principal problema es el incremento de la población que las empresas que llegan traen consigo cientos de personas que demandan vivienda, obligando a los fraccionadores a proporcionárselas de manera acelerada que se establecen donde quiera precisamente, por lo que no existe una planeación de las colonias conforme a estudios de ubicación, sólo de necesidades momentáneas. Y esta falta de planeación adecuada es lo que ha llevado a la construcción de los asentamientos en áreas que no deberían estar, urbanizando las áreas protegidas alterando su entorno, e incrementando los riesgos tanto para la misma población ya que no se consideran los factores geológicos, hidrológicos, relieve, climáticos, que en un momento dado es un riesgo.

El problema de crecimiento de la población trae afectaciones directas e indirectas a otros varios factores, tales como la fauna, la flora, suelo, agua, que están debidamente correlacionados como todo sistema. La afectación de cualquiera de ellos varía o desacomoda de cierta forma, a cualquiera de los otros, los cuales tienen cierta resiliencia para poder absorber ciertos cambios o perturbaciones sin que esto afecte su estructura o funcionalidad; sin embargo, a causa de que dichos cambios en todos los factores citados, se está sobrepasando

la habilidad de los sistemas de sobreponerse, debido a la velocidad descomunal al cual se suscitan las afectaciones.

Los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental la mayor parte de los cambios ocurridos en ecosistemas terrestres son debido: a) Conversión de la cobertura del terreno, b) degradación del terreno y c) intensificación en el uso del terreno (Lambin, 1997).

Estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a **impactos ecológicos importantes** en prácticamente todas las escalas. Localmente inducen la pérdida y degradación de suelos, cambios en el microclima y pérdida de la diversidad de especies; regionalmente afectan el funcionamiento de cuencas hidrográficas y de asentamientos humanos; a nivel global, coadyuvan a las emisiones de gases de efecto invernadero que da por resultado el problema del cambio climático global.

En el caso más claro de cambio en el uso del terreno es la deforestación en las ciertas regiones. Se ha estimado que la conversión en la cobertura forestal tropical ha alcanzado un promedio de 15.5 millones de hectáreas por año para el periodo de 1981-1990, lo cual se traduce en una tasa anual de deforestación de 0.8%. Aproximadamente 50% del cambio ocurre en Latinoamérica (FAO, 1995). Históricamente la deforestación ha sido particularmente notable en el oeste del continente africano, donde los bosques han sido reducidos en un 44%; en América Latina, en un 32%, y en el sur y sudeste de Asia 34% (Houghton, 1994).

Entender el impacto que ocasiona el cambio de uso y cobertura del terreno, significa estudiar factores ambientales y socioeconómicos que afectan su uso. Sin embargo, no existen análisis cuantitativos de la importancia relativa de estos factores con el cambio de la cobertura y uso del terreno, ya que las interpretaciones de cómo estos factores interactúan para estimular el cambio varían ampliamente de una región a otra (Skole et al., 1994; Kummer y Turner II, 1994).

Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin et al. 2001). Aun que existen eventos naturales, tales como los huracanes, que propician variaciones en la cobertura natural, durante las últimas décadas, las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas (Vitousek et al. 1997). Por ejemplo, se estima que la pérdida de bosques desde los arboles de la humanidad al presente va de un tercio (Noble y Dirzo 1997), a casi la mitad (Cincotta et al. 2000), de la superficie total original. Este proceso se agudizó durante los últimos dos siglos al cuadruplicarse la densidad de la población y desaparecer más superficie forestal que durante toda la historia de la humanidad sobre tierra (Cincotta et al. 2000). Esta acelerada pérdida de la cubierta forestal lleva consigo el exterminio de la reserva genética inherente a los ecosistemas autóctonos. Entre las consecuencias más obvias destaca la pérdida del potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales que proporcionan los

ecosistemas para el bienestar humano, el calentamiento global, la alteración de ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, la introducción de especies exóticas, el exterminio de las especies nativas y la pérdida de hábitat en general (Velázquez, et al. 2002).

**PALABRAS CLAVE:** Uso actual del suelo, Unidades Ambientales, Análisis Espacial, Microcuenca Saltillo y Chupaderos.



## JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene la finalidad de generar información acerca de los cambios de uso de suelo en la zona de Saltillo, asimismo, conocer los resultados de las políticas ambientales del pasado, reconocer las tendencias del deterioro ambiental y una evolución posible. Dicha información aportara criterios para la toma de decisiones por las autoridades y para los planeadores y gestores ambientales. La información generada en este proyecto servirá para un mejor manejo de uso de suelo, para tomar decisiones para una buena Planeación de Desarrollo Urbano.

El paisaje actual contrasta en mucho al descrito en las crónicas históricas donde mencionan la abundancia de fauna silvestre, de bosques de pinos, arroyos cristalinos y clima un poco más templado, contra la fauna escasa, matorrales que dominan la sierra y los arroyos secos actuales. Una de las problemáticas de la región que más preocupa, es la escasez de agua.

Si entendemos que todos los cambios que se han suscitado en el área representan una modificación en cuanto a la cantidad, calidad y disponibilidad de los recursos, y a las posibilidades de desarrollo de la región. Entonces las preguntas lógicas serían ¿Por cuánto tiempo más podrá sostener el crecimiento desmedido? ¿Cómo será la ciudad dentro de 10 o 20 años?

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo general**

Identificar y establecer las categorías de uso del suelo en Saltillo, Coahuila, México.

### **Objetivos específicos**

1. Identificar y cuantificar las situaciones de usos del suelo en un periodo de 50 años.
2. Establecer las categorías del uso de suelo adecuado para cada zona del municipio de Saltillo, Coahuila para mejorar el entorno y contrarrestar los efectos nocivos causados por el crecimiento de la ciudad.
3. Proponer una serie de recomendaciones de planificación y manejo para la conservación del área.

## **HIPÓTESIS**

1. El establecer el uso del suelo en el municipio de Saltillo, Coahuila, ayudara a reducir en un gran porcentaje el impacto ecológico, generado por el mal uso del suelo.
2. Los cambios en los usos del suelo se tienen una estrecha relación con el desarrollo de la Planeación del desarrollo urbano de la ciudad de Saltillo.
3. El uso del suelo debe proporcionar la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación y pérdida de Biodiversidad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Consecuencias del cambio de uso de suelo por la urbanización en México.

#### 2.1.1 Los usos del suelo en México.

De acuerdo a la información presentada por la SARH (1988) citada en el informe para la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo; del total del territorio nacional que asciende a 195.8 millones de Ha, el 27.2 % son ecosistemas transformados; el uso de suelo se encuentra repartido en agrícola con un 13.8%, ganadero con un 57%, forestal con un 24%, improductivo con un 3.8%, cuerpos de agua 1.2 % y urbano 0.2% SEDESOL (1992).

El uso potencial del suelo del territorio nacional de acuerdo con un inventario realizado por la SARH (1989) con base a la clasificación agrícola de las tierras por su capacidad agrícola, pecuaria y forestal, se determino que en el país hay en primer lugar mayor existencia de suelos con capacidades pecuarias, en segundo lugar forestales y finalmente, agrícolas (SEDESOL, 1992).

Sin embargo, cualquier evento relativamente discreto en tiempo que perturbe ecosistemas, comunidades o estructuras poblacionales, modifique los recursos, la disponibilidad de uso de los mismos o el medio ambiente físico, se considera un disturbio (Pickett and White, 1985). Así también establece que existes dos tipos de disturbios que pueden distinguirse, eventos destructivos y las

fluctuaciones ambientales (Neilson y Wullstein, 1983 citado por Pickett and White 1985).

### **2.1.2 Degradación de los recursos hidrológicos**

Independientemente de la cantidad de cubierta, el campo con superficies duras provocadas por la pérdida de la cubierta vegetal, inevitablemente incrementara la velocidad de escurrimiento superficial y decrementará la infiltración. Al incrementar la esorrentía se incrementa la erosión de los bancos de los arroyos, incrementa la frecuencia de inundaciones y acarrea polución y escombros que afectan a los sistemas de drenaje y alcantarillado de las ciudades. Existe un serio conflicto entre la urbanización desordenada y mantener la cantidad y calidad de los recursos hídricos, incluyendo arroyos y ríos de los valles que proveen un estético y recreativo placer junto con un sin número de beneficios prácticos (Nebel, 1981).

Por otro lado en México se tiene que el 80% de los recursos hidrológicos de encuentran debajo de la cota de los 500 m sobre el nivel del mar y es justamente arriba de este nivel donde se desarrolla el 80% de la actividad industrial del país; de esta última, 55% se encuentra en el valle de México, que sufre grandes problemas de agua (SEDESOL, 1992).

En alusión al problema del agua. En la ciudad de Saltillo que actualmente presenta un desarrollo industrial acelerado, Rodríguez (1993) publica que de acuerdo a Tobón 1986, que considera una recarga de acuíferos de 40 millones de

metros cúbicos y la extracción en 1990 fue de 60 millones de m<sup>3</sup> por lo que existe una sobre explotación considerable, Tobón (1986), dice que no existen elementos suficientes para asegurar el abasto futuro de agua, especialmente si el incremento de la población continua al ritmo actual. Así también recomienda que no se incentive el establecimiento de nuevas industrias en el valle, aun siendo de bajo consumo de agua.

Por otro lado el INEGI (1990), establece que el total de la población, la disposición de agua entubada se elevo del 73.5% en 1970 al 91.7% en 1990, Tobón (1986), estima un gasto de 1600 lps calculando un abasto promedio de 300 litros por habitante, sin embargo Rodríguez (1993), menciona que un 50% del agua que entra a la red de distribución se pierde.

Aunando en la problemática Rodríguez (1993) menciona que no existe análisis del agua sobre la presencia de sustancias toxicas, volátiles o semivolátiles, la calidad del agua indica que es mala ya que se presentan rangos de 1000-2,100 mg/L de sólidos disueltos cuando la Organización Mundial de la Salud establece valores de 500 mg/L o menos.

### **2.1.3 Crecimiento poblacional y pérdida de tierras agrícolas.**

El principal problema del uso del suelo como lo destaca Nebel (1981) es el crecimiento poblacional, propiciado por los múltiples factores después de la segunda guerra mundial, las áreas metropolitanas han crecido a un ritmo

impresionante. Más aun la población mundial se mantiene crecido y la situación alimenticia mundial está empezando a ser crítica.

El desarrollo de complejos habitacionales, grandes avenidas y centros comerciales se han extendido sobre el campo, produciendo lo que se conoce como crecimiento desordenado que implica la pérdida de tierras agrícolas por urbanización y por lo tanto la necesidad de apertura de nuevas tierras al cultivo. Sin embargo también se pierde tierra agrícola por erosión, desertificación y salinización Nebel (1981).

En algunos países, como Estados Unidos, se tienen mecanismos de evaluación de la transformación de los ecosistemas naturales y las áreas urbanas y se mencionan perdidas de tierras agrícolas por crecimiento desordenado aproximadamente de 18 millones de Ha desde 1945 y continua consumiendo aproximadamente 1 millón de Ha por año. Los desarrollos carreteros generalmente persiguen el terreno fácil, con poca pendiente que por lo general representan las tierras más ricas. Entonces la urbanización tiende a seguir al desarrollo de caminos. Estas áreas no solo son entonces tierras “viejas” si no que representan las mejores tierras agrícolas (Nebel, 1981).

La perdida de tierras al cultivo es parcialmente compensada por la apertura de nuevas tierras al cultivo, que a su vez, fueron ocupadas invariablemente por ecosistemas naturales con flora y fauna nativa importante. Así también, las tierras agrícolas perdidas, por lo general, son tierras con vocación para ello, es decir pueden ser cultivadas con o sin sistema de riego o drenaje, por otro lado las nuevas tierras al cultivo presentan un patrón árido o húmedo y requieren desarrollo de infraestructura de dotación de agua, obtención de agua; y que por lo

general dichos desarrollos pueden ser contraproducentes a largo plazo para el mismo ecosistema natural (Nebel, 1981). También indica que la urbanización no planeada tiene un efecto de dominio, creando un conflicto entre conservación de recursos naturales y sacrificio de estos por obtener una producción agrícola.

#### **2.1.4 Otras causas de degradación del suelo**

De acuerdo a la información documentada por evaluación mundial de la degradación del suelo (Glasod, 1990), auspiciado por el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA) indica que las causas de la degradación del suelo se encuentran divididas aproximadamente iguales entre el pastoreo del ganado, la agricultura y las practicas forestales insostenibles a nivel país. Parte de la degradación se debe a la explotación excesiva de leña y una pequeña cantidad se deteriora por las actividades industriales, como la eliminación de desperdicios y uso excesivo de pesticidas. El mismo documento reporta para América central, donde se incluye a México, cifras de degradación del suelo de 45% por prácticas agrícolas, 15% por pastoreo excesivo, 22% por deforestación, 18% por explotación excesiva y las demás categorías representan menos del 1% (Recursos Mundiales 1992-1993).

Por otro lado se reporta que en México y América central hay una grave degradación química y física del suelo, a demás de la ocasionada por el agua. El 25% de la tierra con vegetación esta de moderada a gravemente degradada y



10% de la misma, está en degradación grave o extrema (Recursos Mundiales 1992-1993).

### **2.1.5 Conflicto de grandes avenidas o desarrollo de caminos.**

Como el crecimiento urbano continua, entonces existe una necesidad perpetua para nuevos caminos, el problema es donde ponerlos. Mientras el desarrollo suburbano sea no planeado, la mayoría de las veces provocara que un camino fragmente algunas comunidades mientras esto beneficie a otros (Nebel, 1991).

Tratar de fraccionar las áreas residenciales es poco posible, por lo que los nuevos caminos se tendrán que construir a través de parques o áreas con vegetación natural. Esto debido a que estas áreas son mucho más baratas, los constructores generalmente piensan que la carretera o camino que pasa por una área grande representa solo una pequeña porción de ella, sin embargo, las implicaciones son muchas desde las beneficios consuntivos del lugar contra los que provocara el camino, además de lo que repercutirá en el habitat de la flora y fauna silvestre.

En resumen existe un gran número de conflictos entre los intereses por los caminos y las personas que desean conservar la integridad de la comunidad, parques y granjas.

### **2.1.6 La urbanización en México**

El proceso de urbanización en México se intensificó de manera importante durante el siglo XX. En este periodo las ciudades aumentaron de tamaño y su densidad poblacional también se incrementó notablemente. Por un lado, la oferta urbana de oportunidades de empleo, educación, atención médica y acceso a servicios y, por otro, la falta de oportunidades, el deterioro y la consecuente depauperación de las zonas rurales contribuyeron a que un gran número de migrantes provenientes del campo se instalara en las ciudades.

Garza (2002) reconoce tres etapas de urbanización en México: 1] moderada-baja, entre 1900 y 1940; 2] acelerada-media, de 1940 a 1980, y 3] baja-acelerada, de 1980 a 2000. Durante el primer periodo, México era un país esencialmente rural, cuyo grado de urbanización apenas alcanzaba 10.6%. En el segundo, correspondiente a una época de crecimiento y estabilización económica, la población mexicana se volvió predominantemente urbana, aparecieron varias ciudades nuevas y las existentes crecieron a ritmos acelerados. El tercer periodo se caracteriza por la consolidación del perfil urbano del país, aun cuando la década entre 1980 y 1990 estuvo marcada por una inestabilidad económica que desde luego afectó el crecimiento de las ciudades, influyó sobre los patrones migratorios hacia las ciudades del país y contribuyó al incremento de la migración hacia Estados Unidos de América.

### **2.1.7 El crecimiento de las zonas urbanas**

En el ámbito mundial, la concentración de la población en asentamientos urbanos es un proceso irreversible de grandes alcances sociales, económicos y ambientales. Actualmente, las ciudades tienen un impacto crítico sin precedentes en el ambiente global (Rodríguez *et al.* 2007). El crecimiento de las ciudades y la tasa de crecimiento de la población urbana en el mundo entero muestran una tendencia creciente y se espera que prácticamente todo el crecimiento poblacional ocurra en las ciudades durante los primeros 30 años del siglo XXI (Wri, 1994; Unpd 2002). Esto no es una excepción en el caso de México.

### **2.1.8 Consecuencias ambientales de la urbanización**

Los efectos de las grandes ciudades sobre las zonas en las que se desarrollan son profundos e incluso dramáticos pues implican la alteración y, frecuentemente, la desaparición total y definitiva de una gran cantidad de características físicas y biológicas originales de la región. Las aglomeraciones urbanas sustituyen a los ecosistemas naturales modificando la flora y fauna originales, alterando el suelo de forma irreversible y afectando el flujo de agua y la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos (acuíferos). En las ciudades se ubican zonas industriales que forman conglomerados urbano-industriales, lo que implica un aporte de diversas sustancias, organismos y formas de energía ajenos al sistema, que provocan la degradación y contaminación de suelos, cuerpos de agua superficiales y sistemas de agua subterránea. Desde hace poco, se ha alterado severamente la calidad del aire al emitir a la atmósfera altas

concentraciones de sustancias contaminantes generadas por las industrias y los vehículos automotores.

## **2.2.- Conceptos básicos**

**Uso del suelo.-** Es un término clave de las intervenciones humanas en la naturaleza. Se puede referir a un asentamiento urbano o a su zonificación prevista dentro de un plan de desarrollo urbano y sus reservas territoriales, a zonas habitacionales e industriales, a centros de producción acuícola, a complejos turísticos, a muelles y puertos, a un campo agrícola, a potreros, a áreas naturales protegidas.

**Unidades Ambientales.** Definen las zonas homogéneas de ecosistemas naturales e identifican las posibilidades y problemas para el desarrollo. Su delimitación y estructuración están básicamente concebidas en función de parámetros físicos, de humedad, temperatura, precipitación, caracterización fisionómica de vegetación, suelos y fisiografía.

**Microcuenca.** Es una parte de terreno, delimitado por las partes altas de las montañas donde el agua de la lluvia se concentra y se consume en el suelo, para salir después por un cauce principal y desembocar en un río o lago.

**Uso Potencial del suelo.-** Es una representación de las condiciones ambientales y en especial de las condiciones del suelo, en términos de su comportamiento como factores limitantes del uso agrícola, pecuario y/o forestal a que puede destinarse un determinado espacio geográfico. Es decir, al conjunto de

condiciones a las que los productores agrícolas deben enfrentarse -buscando transformarlas o adaptarse a ellas- al pretender el aprovechamiento de la tierra y sus recursos en el desarrollo de la agricultura, ganadería y/o forestal.

**Planificación urbana.-** Es el conjunto de instrumentos técnicos y normativos que se redactan para ordenar el uso del suelo y regular las condiciones para su transformación o, en su caso, conservación. Comprende un conjunto de prácticas de carácter esencialmente proyectivo con las que se establece un modelo de ordenación para un ámbito espacial, que generalmente se refiere a un municipio, a un área urbana o a una zona de escala de barrio.

**Plan nacional de desarrollo urbano.-** Es el conjunto de mapas, gráficos y documentos, que describen la política general de distribución demográfica y uso de la tierra, fenómeno de la producción, prioridades de desarrollo físico, urbano regional y coordinación de las inversiones públicas de interés nacional.

**Desarrollo Urbano.-** Se define como el proceso de adecuación y ordenamiento, a través de la planeación del medio urbano, en sus aspectos físicos, económicos y sociales; que implica a demás de la expansión física y demográfica, el incremento de las actividades productivas, la elevación de las condiciones socioeconómicas de la población, la conservación y mejoramiento del ambiente y el mantenimiento de las ciudades en buenas condiciones de funcionamiento.

**Área Metropolitana.-** Es el conjunto de áreas urbanas correspondientes a distintas jurisdicciones municipales y que al desarrollarse en torno a un centro principal de población, funciona como una sola unidad urbana.

**Plan Regulator.-** Es el instrumento de planificación local que define en un conjunto de planos, mapas, reglamentos y cualquier otro documento, grafico o suplemento, la política de desarrollo y los planes para las distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, y construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas.

**Sectorización.-** Delimitación de un ámbito de intervención sanitaria, teniendo en cuenta características socio demográficas y sanitarias, entre los trabajadores de salud y actores sociales responsable de acciones focalizadas en el trabajo extramural. Para una vigilancia más efectiva de los grupos de riesgo a nivel de las comunidades, en base a criterios de equidad, territorialidad, población, accesibilidad, recursos, entre otros.

**Arquitectura del Paisaje.-** De acuerdo con Forman y Godron (1981) citado por Romme, (1982), el paisaje puede ser visto como un mosaico de elementos (comunidades de vegetación y del uso del suelo) interconectadas e integradas espacialmente cubriendo una unidad grande de tierra, tal como, una cuenca o una región fisiográfica.

**Mapeo.-** El proceso actual de mapeo incluye la delineación de la condición del suelo, o las clases de tipo de cobertura y la producción de mapas.

**Áreas Naturales Protegidas.-** La LGEEPA (1988), define a las áreas naturales protegidas como: las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes naturales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

**Parques Nacionales.-** Se constituyen en terrenos forestales, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo o recreo, su valor histórico por la existencia de flora y fauna de importancia nacional, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones de interés general análogas. Son para uso público y en ellas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y, en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos.

**Monumentos Naturales.-** A que contengan uno o varios elementos naturales de importancia nacional, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva al incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.

**Parques Urbanos.-** Áreas de uso público, constituidas por las entidades federativas y los municipios en los centros de población para obtener y preservar el equilibrio en los ecosistemas urbanos industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos de la naturaleza, de manera que se proteja un ambiente sano, el esparcimiento de la población y valores artísticos, históricos y de belleza natural que se signifiquen en la localidad.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Ubicación y descripción del área**

##### **3.1.1 Ubicación geográfica**

La Ciudad Saltillo se ubica dentro de las Microcuencas Saltillo y Chupaderos, corresponde a los 101° longitud oeste del meridiano de Greenwich y los 25° 26' 30" de latitud norte (ver figura 1); a una altitud de 1,590 m s.n.m. y más de 200 Km al norte del trópico de Cáncer, el clima es fresco y benigno, sin variaciones extremosas ya que las montañas que lo rodean lo defienden de cambios bruscos.

##### **3.1.2 Geología**

Las rocas que afloran en el área son sedimentarias marinas, en las partes altas calizas y en las partes bajas lutitas, acillas y aluvión y conglomerados del Jurásico y Cretácico UAAAN (2003)

Aluvial.- Depósitos aluviales que ocupan casi una tercera parte de la zona.

Calizas.- Roca compuesta en gran parte al mineral calcita ya sea por procesos orgánicos o inorgánicos. Ubicados en el macizo montañoso.

Lutita.- Rocas detríticas de grano fino, constituidas de partículas de tamaño de limo y arcilla, cuarzo, feldespatos, calcita, dolomita y otros minerales. Se localizan en la parte con exposición norte y en el valle.

Conglomerado.- Roca formada de fragmentos redondeados, un porcentaje apreciable del volumen de la roca consiste de partículas del tamaño de gránulo o más grande, se ubican en exposición sureste y en los pie de monte.



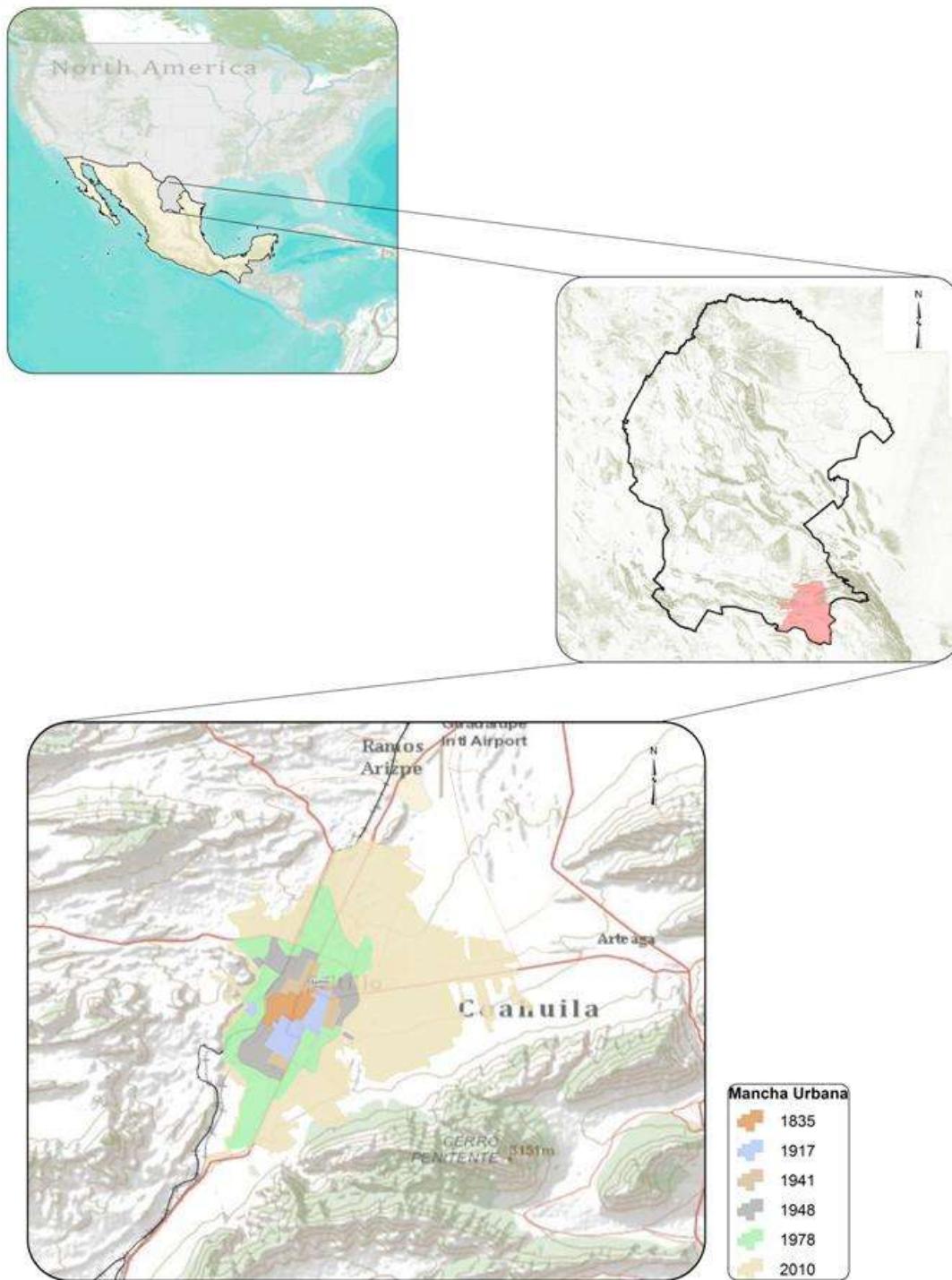


Figura 1.- Ubicación del municipio y la zona urbana de Saltillo, Coahuila

### **3.1.3 Suelos.**

Se pueden distinguir cuatro tipos de suelos en el municipio de acuerdo a los datos obtenidos del estado de Coahuila (ver figura 2 y cuadro 1).

Xerosol.-Son suelos de semidesierto, suelo de color claro y pobre en materia orgánica, son profundos, característicos en áreas casi planas. Estos suelos en su variación pueden presentar una capa en la que ha habido acumulación de arcilla, haciendo el drenaje más lento de lo normal, con baja susceptibilidad a la erosión.

Regosol.- Que se caracteriza por tener suelo dominados por material suelto que no es aluvial reciente y con una profundidad hasta de 50 cm. Suelo que se caracteriza por no presentar capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen (calizas y lutitas) por lo que son ricos en carbonatos. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

Feozem.- Su capa superficial es suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Entre los 20 y 50 cm de profundidad. La susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno donde se encuentre.

Litosol.- Suelos sin desarrollo con profundidad menor de 10 centímetros, tiene menor erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta.

Para el caso de la mancha urbana los suelos dominantes son Xerosol Haplico, Xerosol Cálcico y para la Sierra de Zapaliname dominan los litosoles (ver figura 2).

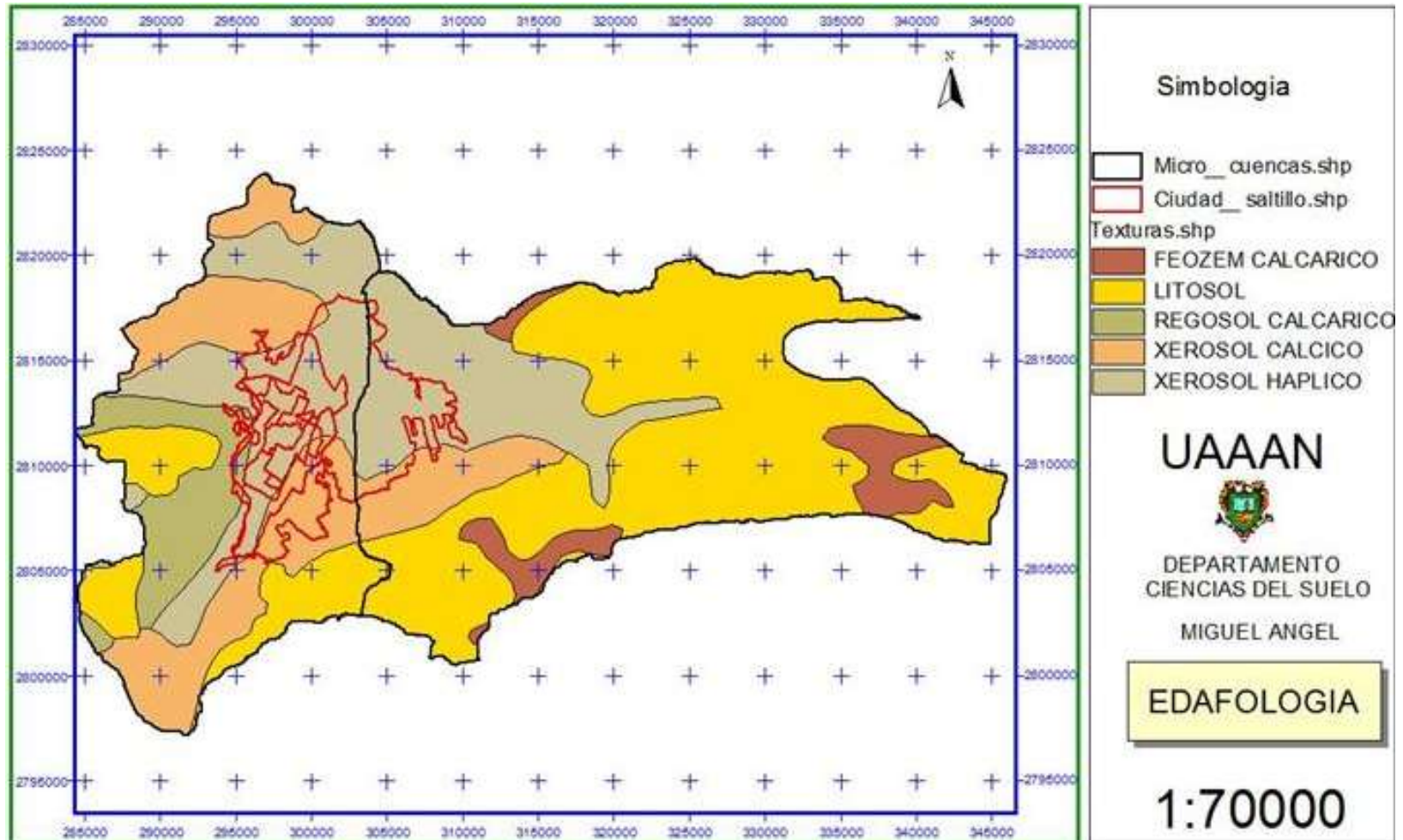


Figura 2.- Edafología de las Unidades Ambientales (Microcuenca Saltillo y Chupaderos).

### 3.1.4 Clima

El clima es de subtipo seco semicálido; al suroeste subtipo semiseco templado y grupos de climas secos y semifríos, en la parte sureste y noreste. La temperatura media anual es de 17.5°C y la precipitación media anual en el sur del municipio se encuentra en el rango de los 125 a 400 mm; al centro tiene un rango de 400 a 500 mm y al norte de 125 a 400 mm; con lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, además de precipitaciones escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. Los vientos predominantes tienen dirección noreste con velocidad de 22.5 km/hr. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte norte-noreste y suroeste; y granizadas de uno a dos días en la parte sureste y de 0 a un día en el resto.

Para el municipio de Saltillo los climas dominantes son: Árido, semicalido (BWhw), temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Muy árido, semicalido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C y los rangos de precipitación van de 125 a 400 mm (ver figura 3 y cuadro 1)).

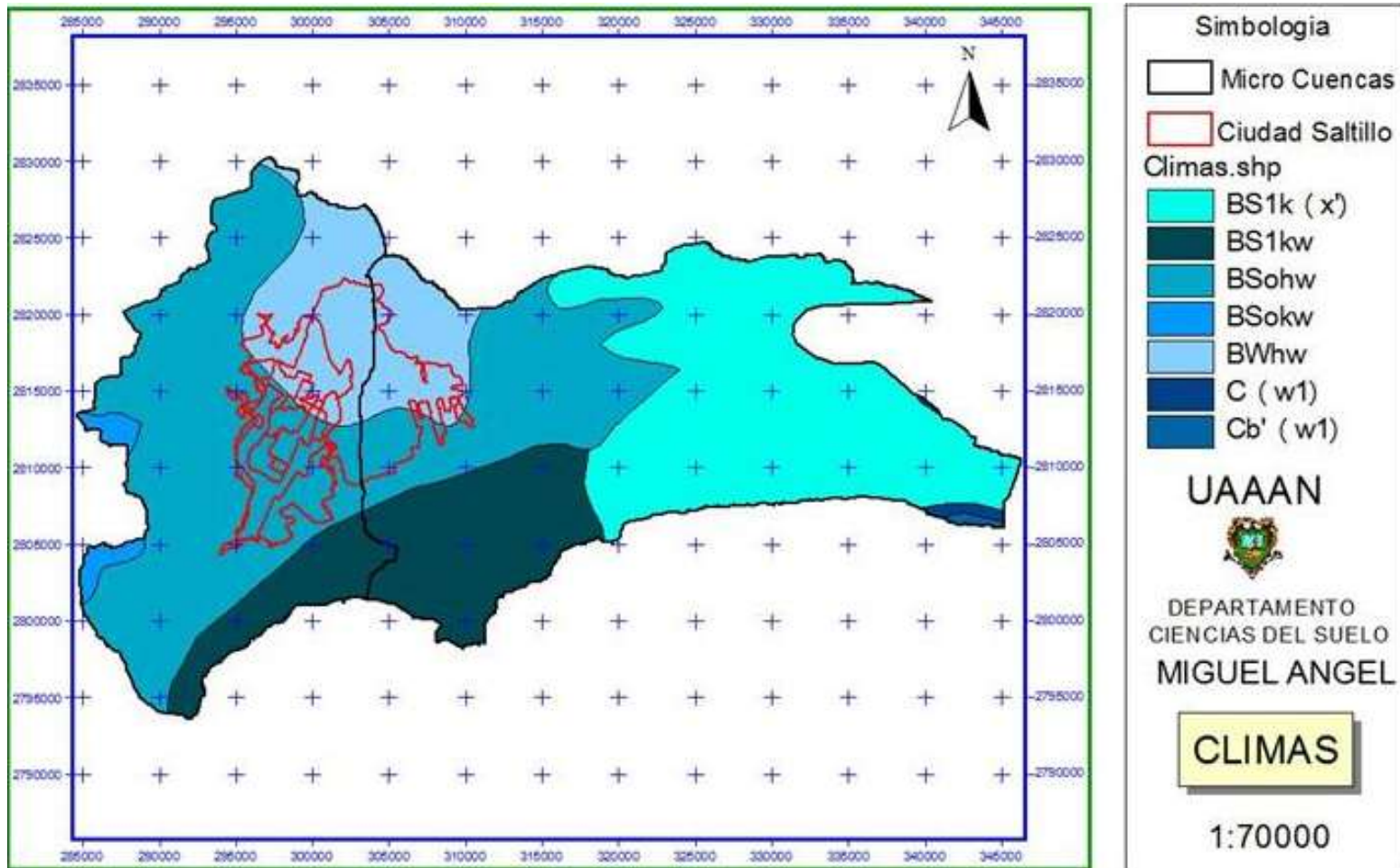


Figura 3.- Principales climas de las Unidades Ambientales (Micro cuenca Saltillo y Chupaderos)

### 3.1.5 Vegetación y Flora.

En general las comunidades vegetales presentes en las exposiciones Sur y Sureste de la sierra de Zapalinamé, son matorrales desértico rosetófilo y micrófilo (ver cuadro 1 y figura 4). En las partes altas del macizo montañoso se encuentran Bosques de pino (*Pinus cembroides* y *P. greggii*), en los cañones con mayor humedad se localizan Bosques de encino y en las laderas bajas de exposición Norte y Oeste se presenta Matorral Submontano (Arce y Marroquín, 1985; Villarreal y Valdés, 1992-93).

Matorral desértico micrófilo (ver cuadro 1 y figura 4). Se trata de un matorral inerme, el cual se distribuye sobre el fondo de los valles que bordean la sierra y lomeríos o bien en las partes bajas de abanicos aluviales, donde los suelos son profundos y poco pedregosos sobre suelos Xerosoles háplicos. Las especies representativas de este matorral son: *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Jatropha dioica*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia rastrera*, *Yucca filifera*, *Viguiera stenoloba*, *Prosopis glandulosa*, *Fouquieria splendens* y *Koeberlinia spinosa*.

Matorral desértico rosetófilo (ver cuadro 1 y figura 4). Es la vegetación más común y abundante en laderas de exposición sur donde los suelos son someros y pedregosos de tipo litosol y rendzina. Se integra por arbustos espinosos y perennifolios, las cuales forman un estrato arbustivo de 30 a 60 cm de alto; se distribuye en todas las laderas y lomeríos de la sierra, donde los suelos son someros y pedregosos y derivados de roca caliza. Sus componentes principales son *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Mimosa zygophylla*, *Hechtia texensis*, *Agave scabra*, *A. striata*, *Viguiera stenoloba*, *Fouquieria splendens*, *Parthenium incanum*, *Yucca carnerosana*, *Euphorbia antysiphilitica* y *Parthenium argentatum*.

Matorral Submontano (ver cuadro 1 y figura 4). Es una comunidad propia de áreas donde las condiciones ecológicas son de afinidad métrica y transicionales entre los ecosistemas xéricos y los bosques templados, se distribuye en el pie de monte o en las laderas medias del macizo montañoso, donde los suelos son rendzina y litosol, someros a profundos y se presentan buenas condiciones de humedad. Se trata de una comunidad integrada por especies inermes, perennifolias y el tamaño de las hojas es mayor que en especies del matorral xerófilo; se compone por arbustos y árboles aislados de hasta 3 m de altura, los que forman comunidades abiertas o densas dependiendo de la disponibilidad de humedad. Las especies dominantes son: *Quercus striatula*, *Q. intricata*, *Q. pringlei*, así como *Purshia plicata*, *Amelanchier denticulata*, *Cercocarpus foothergilloides*, *Lindleya mespiloides*, las especies espinosas más abundantes son: *Berberis trifoliolata* y *Mimosa biuncifera*. En sitios con altitudes superiores a los 2,000 m crece un matorral dominado por *Arctostaphylos pungens*, además de *Rhus virens* y *Viguiera greggii*. El estrato herbáceo está integrado por gramíneas amacolladas de los géneros *Muhlenbergia* y *Nassella*.

Zacatal (ver cuadro 1 y figura 4). También llamado pastizal, se le encuentra principalmente en las laderas bajas de la sierra existen áreas pequeñas dominadas por gramíneas, los cuales son zacatales amacollados, estos crecen sobre suelos de tipo litosol, calcáreos y de poca profundidad, las especies dominantes son: *Muhlenbergia emersleyi*, *Muhlenbergia dubia*, *Nassella tenuissima* y *Schizachyrium scoparium*. Con frecuencia esta asociación se mezcla con arbustos del Matorral Submontano como *Purshia plicata* y *Amelanchier denticulata* y de las comunidades boscosas como *Pinus cembroides*.

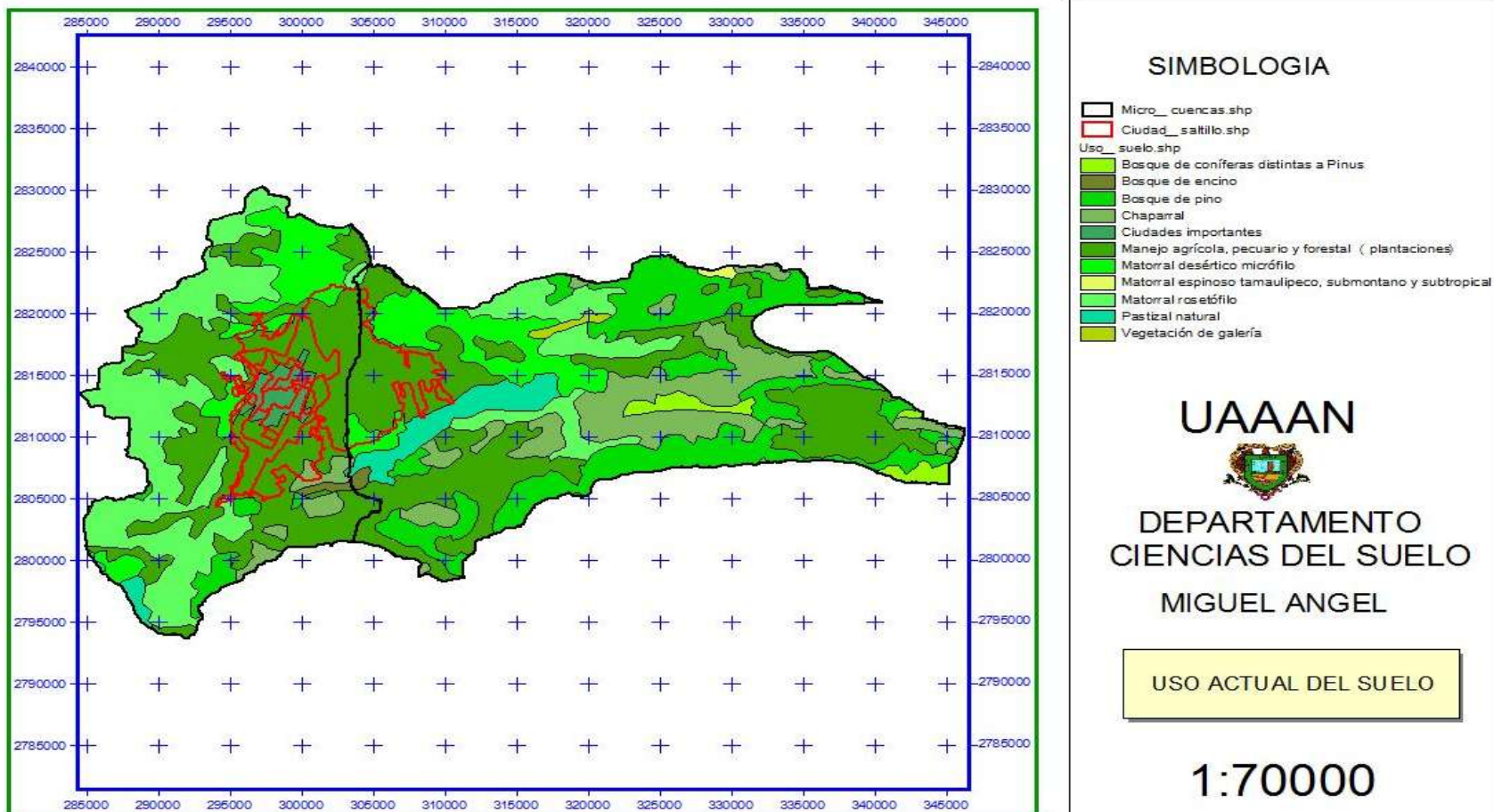


Figura 4.- Vegetación y Flora de las Unidades Ambientales (Microcuencas Saltillo y Chupaderos), en base al uso actual del suelo



Cuadro 1.- Aspectos físicos y de uso del suelo de las Microcuencas (incluye superficie, uso actual del suelo y condiciones Edafoclimáticas).

NOMBRE	uso actual del suelo y cobertura vegetal		Edafología		Climas		Temperatura	Precipitación
	Tipo	Superficie (Has)	Tipo	Superficie (Has)	Tipo	Superficie (Has)	Tipo	Rangos (mm)
<b>micro cuenca Saltillo</b> Superficie (10482.6307 Has)	Chaparral	158.9862	Regosol calcárico	422.8530	BSohw	5682.4151	Semicálido	125 a 400
	Ciudades importantes	1801.8199						
	Manejo agrícola, pecuario y forestal (plantaciones)	7989.8409	Xerosol cálcico	2830.5428				
	Matorral desértico micrófilo	490.2542			BWwh	4800.2156	Templada	
	Matorral rosetófilo	41.7295	Xerosol haplico	7229.2350				
	<b>Micro cuenca chupaderos.</b> Superficie (3819.7398 Has)	Matorral desértico micrófilo	427.3651	Xerosol cálcico	411.9185	BWwh	2314.7663	
Pastizal natural		6.4427	Xerosol haplico	3407.8214	Templada			

## **3.2 Materiales.**

### **Base datos.**

-Polígono digital de las dos microcuencas y del área urbana de Saltillo Coahuila.

-Coberturas digitales obtenidas de la base de datos de la Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), a excepción de la cobertura de uso actual del suelo que fue realizada dentro del proyecto:

- Edafología.
- Clima.
- Vegetación.
- Precipitación.
- Hidrología.
- Curvas de nivel.

### **Software**

Los programas computacionales se describen a continuación:

**Arc View Gis 3.3.-** Es uno de los programas más utilizados para manipular y ordenar información geográfica y base de datos, lo cual permite obtener y extraer solo la información que se requiere. Este presenta gran variedad de herramientas que permiten procesar datos gráficos y alfanuméricos, además varias aplicaciones para capturar, almacenar y analizar estos datos a fin de producir cartografía o

modelos que representan lo más cercano posible a la realidad de cualquier parte del mundo.

**Google Earth.**- Nos permite viajar o recorrer al mundo entero de manera que podemos observarlo y analizarlo como si fuéramos un satélite o un avión, además de que el nivel de acercamiento es muy detallado como para realizar una foto interpretación de los tipos de vegetación, relieve, uso del suelo, entre los más destacados. Con este programa se pueden obtener las imágenes deseadas y trabajar con polígonos georreferenciados.

### **3.3 Metodología.**

La metodología utilizada consta de una parte de conceptos y otra de métodos y técnicas. En la parte conceptual, de acuerdo con Bocco *et al.* (2001),

Analizar el proceso de cambio de uso y cobertura del terreno implica tres pasos principales: *a)* detección e interpretación cartográfica, *b)* análisis de los patrones de cambio de cobertura y uso del suelo, y *c)* análisis de las causas del cambio de uso del suelo.

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 proceso cartográfico que expresará los cambios de la vegetación en el tiempo

(1835-2000); es decir, “se trató de expresar las diferencias entre dos momentos temporales para las distintas unidades de observación” (Gutiérrez y Gould, 2000).

### **Análisis de la información:**

El análisis se llevo a cabo con información existente de tiempo atrás desde 1835 hasta la actualidad, la cual está basada sobre: Comercio, saltillo antiguo, industria, urbanización, crecimiento poblacional, cuerpos de agua, y usos actuales del suelo. Esta información fue obtenida del archivo municipal de Saltillo, Coahuila, de esta manera toda la información recaudada fue analizada y comparada empezando por el siglo XVIII, de esta manera se comparó el comercio con el Saltillo antiguo analizándose la fuente principal de ingresos para la población, la industria con la urbanización analizando la superficie ocupada, la ubicación y la fuente principal de ingresos una vez terminado el análisis los resultados se compararon con el crecimiento de la población, de esta manera se ligo la urbanización con el crecimiento poblacional, analizando la fuente principal de ingresos, la superficie ocupada, la ubicación y la cantidad de habitantes, al crecimiento poblacional se le sumo los cuerpos de agua que en los siglos XVIII y XIX eran muy abundantes al llegar a esta comparación los resultados de la degradación de los recursos eran muy evidentes encontrando que la principal problemática era el crecimiento de la mancha urbana debido a la urbanización y asi se obtuvo el uso actual del suelo.

## **Análisis con criterios ambientales:**

Con la finalidad de obtener la problemática actual de las micro cuencas se hizo el estudio a través de la delimitación de la mancha urbana marcando las superficies expandidas en cada año marcado como son 1835, 1917, 1941, 1948, 1978 y 2010, de esta manera se hizo el estudio analizando todos los recursos naturales afectados por el crecimiento desmedido de la ciudad ya que al no haber una planeación de crecimiento el entorno es el principal afectado además de acabar con los recursos que por años ha proveído a la ciudad o los recursos que en su momento fueron de provecho para la población como lo fueron los cuerpos de agua deacuerso a Fray Agustin Morfi, en el año de 1902. Esta area semidesertica y arida lo formaba un valle con un oasis de verdor y numerosos manantiales (mas de 665), vertian sus aguas en una red de arroyos que cruzan del valle en todas dierecciones irrigando sus prodigas tierras arcillo-arenosas, propiciando el crecimiento de la vegetacion espontanea y favoreciendo la agricultura estos numerosos cuerpos de agua han ido disminuyendo; y otros han desaparecido en su totalidad, ademas del desarrollo de fraccionamientos por su parte a afectado principalmente áreas con vegetación de bosque siendo el responsable de los cambios: de 65.51% de bosque de encino, 36.27% de bosque de juníperos 13.27% matorral con bosque de pino (Portes, 1996). Además por el tipo de suelo y las pendientes donde se desarrollan estos fraccionamientos, los riesgos de erosión aumentan considerablemente, la presencia de estos fraccionamientos limita y disturba el hábitat de la fauna silvestre por las actividades humanas que se desarrollan.

Además el crecimiento de la mancha urbana es el responsable de la pérdida del 74.4% de rosáceas con pastizales inducidos, hábitat importante para especies silvestres como codornices, palomas y pequeños mamíferos.

La agricultura ocupó en 1974 el 9.54% de la superficie total si bien con la expansión de la mancha urbana se perdió el 11.20% (477.5 Ha) de tierras agrícolas correspondientes a pequeñas granjas y huertos, también para 1994 se incrementaron en un 41.54% ocupando actualmente el 12.48% de la superficie total actual con 5552.5 ha (ver cuadro 2 y figura 5).

Cuadro 2.- Tendencias de cambio de la vegetación y uso de suelo entre 1974-2010

<b>PRINCIPALES CAMBIOS 1974-2010</b>	
<b>1974</b>	<b>2010</b>
GANADERÍA	AGRICULTURA
PASTIZALES	
MAT-MICRO	
B.PINO	
B.PINO	MAT-RESOTOFILO
AGRICULTURA	
AGRICULTURA	MANCHA URBANA
MAT-MICRO	
CHAPARRAL	
MAT-RESO	
BOSQUE-ENCINO	
BOSQUE-PINO	

Esta expansión es un tanto irreversible por la gran cantidad de desmontes y desarrollo de caminos en toda esa área. Por otra parte los fraccionamientos se desarrollan en área aledañas o cercanas a pequeños centros de población, buscando principalmente la presencia de bosques de pinos o simplemente arboles.

Las áreas mas afectadas corresponden en un 39.68% a pastizales inducidos con matorrales de rosáceas y chaparrales, 37.14% son pastizales naturales, el 2.82% de pastizal natural con bosque esto por lo general son destinadas a huertas de manzana, las tendencias de expansión de cultivos no frutales es hacia la ocupación de pastizales naturales y matorrales que se encuentran en las áreas de valles, laderas bajas y pie de monte (Portes, 1996).

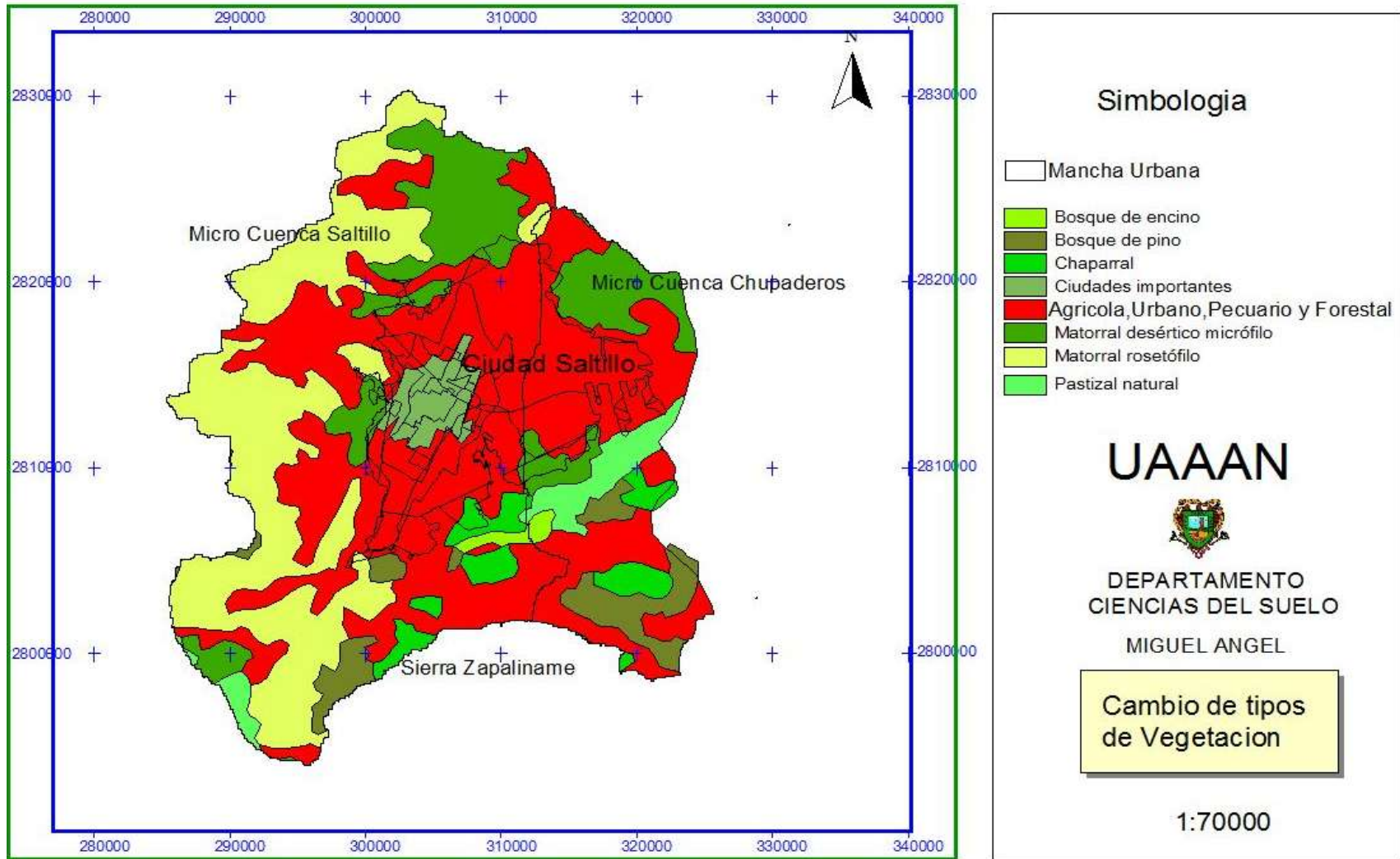


Figura 5.- Distribución y Arquitectura del paisaje de las unidades ambientales.



## Generación de cobertura de uso actual del suelo

Para la creación de esta cobertura fue necesario bajar directamente imágenes satelitales con apoyo del programa Google Earth a una escala aproximada de 1:6,500, para poder foto interpretar lo mejor posible de aquí se empezó a delimitar la mancha urbana teniendo como base unos planos de los años 1835, 1917, 1941, 1948, 1978 y 2010 estos planos fueron proporcionados por el archivo municipal de Saltillo (ver figura 6).

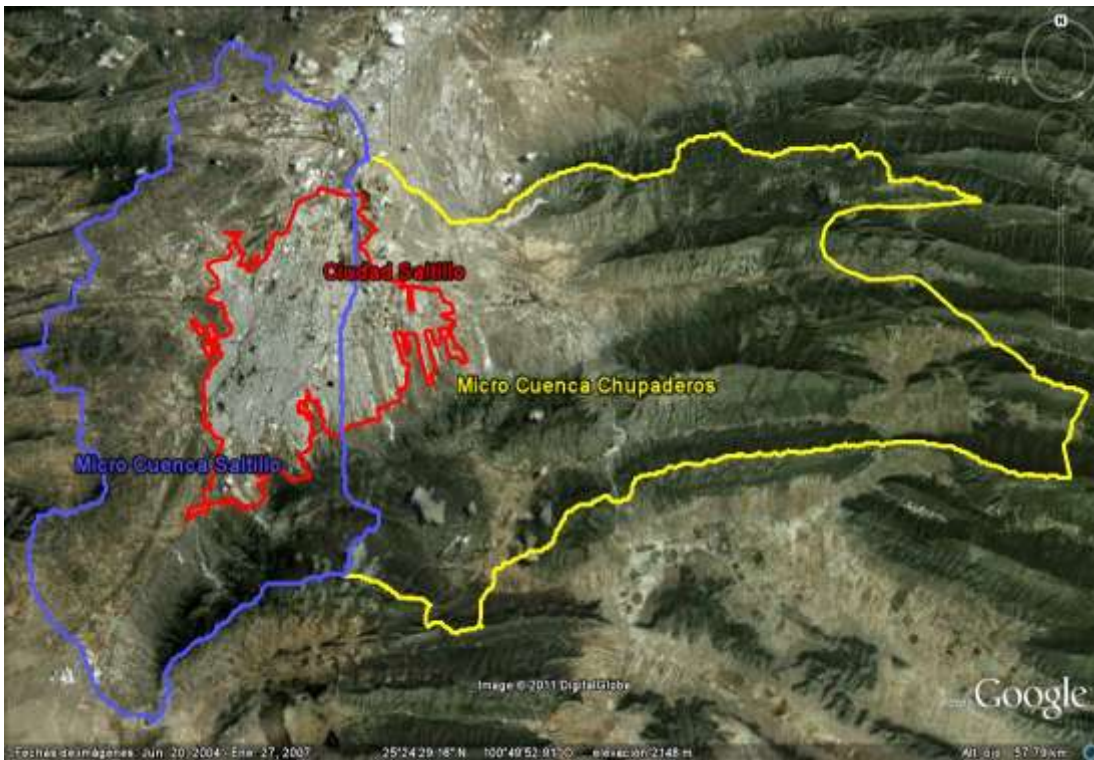


Figura 6.- Ubicación del Valle de Saltillo delimitado a través de las 2 Microcuencas (Chupaderos y Saltillo) donde está asentada la ciudad.

Las imágenes se georeferenciaron para poder manipularla en el programa Arc View GIS 3.3, donde se creó un mosaico que incluye a las 2 microcuencas (Saltillo y Chupaderos) y a la mancha urbana.

Mediante fotointerpretación; se delimitaron polígonos de los diferentes usos del suelo, colocándoles un indicador (ID) con un número único que nos permite clasificar en la tabla de atributos y en la vista los diferentes usos del suelo, además de que fueron agregados parámetros de medida de superficie en hectáreas y perímetro de cada uso del suelo.

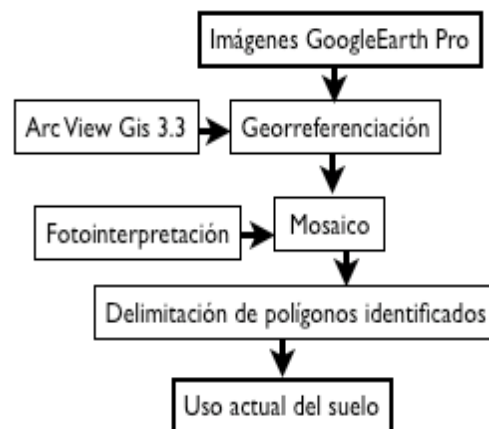


Figura 7.- Esquema metodológico para la generación del mapa de uso actual del suelo, mediante fotointerpretación de imágenes satelitales.

Las otras coberturas de entradas requeridas fueron: Uso de suelo y cobertura vegetal, curvas de nivel, precipitación, climatología y temperatura, estas coberturas fueron tomadas de la página de CONABIO.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 El crecimiento de la Ciudad de Saltillo.

A principios del siglo XVIII el valle de Saltillo se convirtió en ganadero; uno de los mas grandes productores de bovinos, equinos, ovejas y cabras que proveian de carne, lana, pieles y grasas a las regiones circunvecinas.



Figura 8.- Imagen de la población de Saltillo en el siglo XVIII

Para la primera mitad del siglo XVIII Saltillo vivía en una actividad económica diversa, en la que la agricultura tenía la mayor importancia (el maíz fue el grano que en mayor cantidad se cosechaba, la producción del trigo, en cambio tendía a la baja, las cosechas eran muy irregulares teniendo que importarse de otras regiones para la producción de harina), sin embargo, se había desarrollado para entonces como centro comercial, a ella ocurrían ordinariamente los campesinos de la región a ofrecer sus productos y a realizar sus compras.

En el año de 1878 la ciudad de Saltillo contaba con 19,937 habitantes, ocupando una superficie aproximada de 268 Ha (ver cuadro 3, figuras 9 y 10), estaba habitada el área que rodea a la Alameda Zaragoza y lo que actualmente es la zona centro de la ciudad, población que se dedicaba a la agricultura, artesanías, comercio.

Para el año de 1902, el crecimiento de la ciudad se daba hacia el norte, noreste, sureste y poniente, llegando a alcanzar una superficie de 434 Ha con una población de 26,280 habitantes (ver cuadro 3, figuras 9 y 10).

Saltillo ha presentado un crecimiento uniforme entre los años 1930 y 1960, pero es a partir de este último año cuando vemos que el ritmo de crecimiento aumenta en forma notable, pues el censo de 1960 daba a la ciudad una población de 127,772 habitantes y el de 1970 161,114 y la estima para 1974 es de 191,273 mostrando una tasa de crecimiento que sobrepasa en forma considerable la de cualquiera de las décadas anteriores.

Una de las etapas de crecimiento de Saltillo fue en el año de 1947, habiendo surgido la industria con el establecimiento de CINSA. Como consecuencia hubo la necesidad de crear escuelas, siendo estas: el ateneo fuente, el tecnológico, jurisprudencia, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la normal superior y la normal básica. Con este desarrollo, Saltillo llegó a tener una superficie de 788 Ha, y una población de 63,710 habitantes, dando lugar a colonias ubicadas al noroeste y suroeste (ver cuadro 3, figuras 9 y 10).

En 1980 debido a la instalación de industrias en la parte norte de la ciudad, la superficie de la ciudad se elevó a 5,045 Ha, para 321,758 habitantes, y calculándose para 1987 de 6,956 Ha, con una población de 397,767 habitantes, encontrándose un déficit actual de 124 Ha (ver cuadro 3 y figura 10), fue en esta época cuando se dio el desarrollo industrial haciendo grandes avances como fue la instalación de varias fabricas como son: La Zincamex, empresa de mucha cuantía, construyó su planta al norte de la ciudad, agregándose otras en el año 1968 como son la planta de la Inyec-Diesel, Vitromex, Cifunsa y Moto Islo. Con la Industrialización se empieza a estimular el desarrollo de nuevas colonias como lo fue la colonia Rio Bravo terminada en 1970, Virreyes obrera, Virreyes popular y Lasalle.

Para el año 1990, se requerirá una superficie urbanizada para los distintos usos de 7,970 Ha, que descontando las 6,956 actuales se tendrá un déficit de 1014 Ha, y para el año 2000 se calcula una mancha urbana de 11,832 Ha, de las cuales restando las existentes existirá una necesidad de 4,876 Ha (ver cuadro 3, figuras 9 y 10).

Cuadro 3.- Mancha urbana y densidad de población de la Ciudad de Saltillo.

Año	Habitantes	Superficie (Ha)	Habita/Ha	Superficie requerida(Ha)	Déficit en Has
1878	19,937	268	268	354	86
1902	26,280	434	60.6	467	33
1947	63,710	788	80.9	1,134	346
1971	167,070	1,435	85.9	2,973	1,538
1978	215,414	2,851	75.6	3,834	983
1980	321,758	5,045	63.7	5,727	682
1987	397,767	6,956	57.1	7,080	124
1990	447,810	-----	-----	7,970	1,014
2000	664,729	-----	-----	11,832	4,876

Fuentes: De el año de 1987 a 1978 Plan metropolitano de desarrollo urbano.

Decimo censo de vivienda el año de 1980, protección estimada por el departamento de cálculo de la facultad de Arquitectura

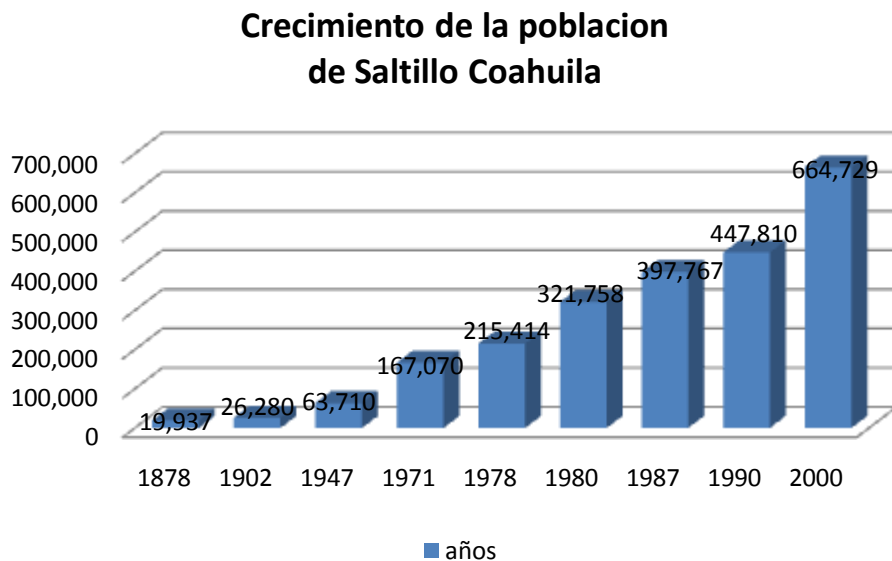


Figura 9.- Crecimiento de la población de la ciudad de Saltillo en los años 1978 al 2000.

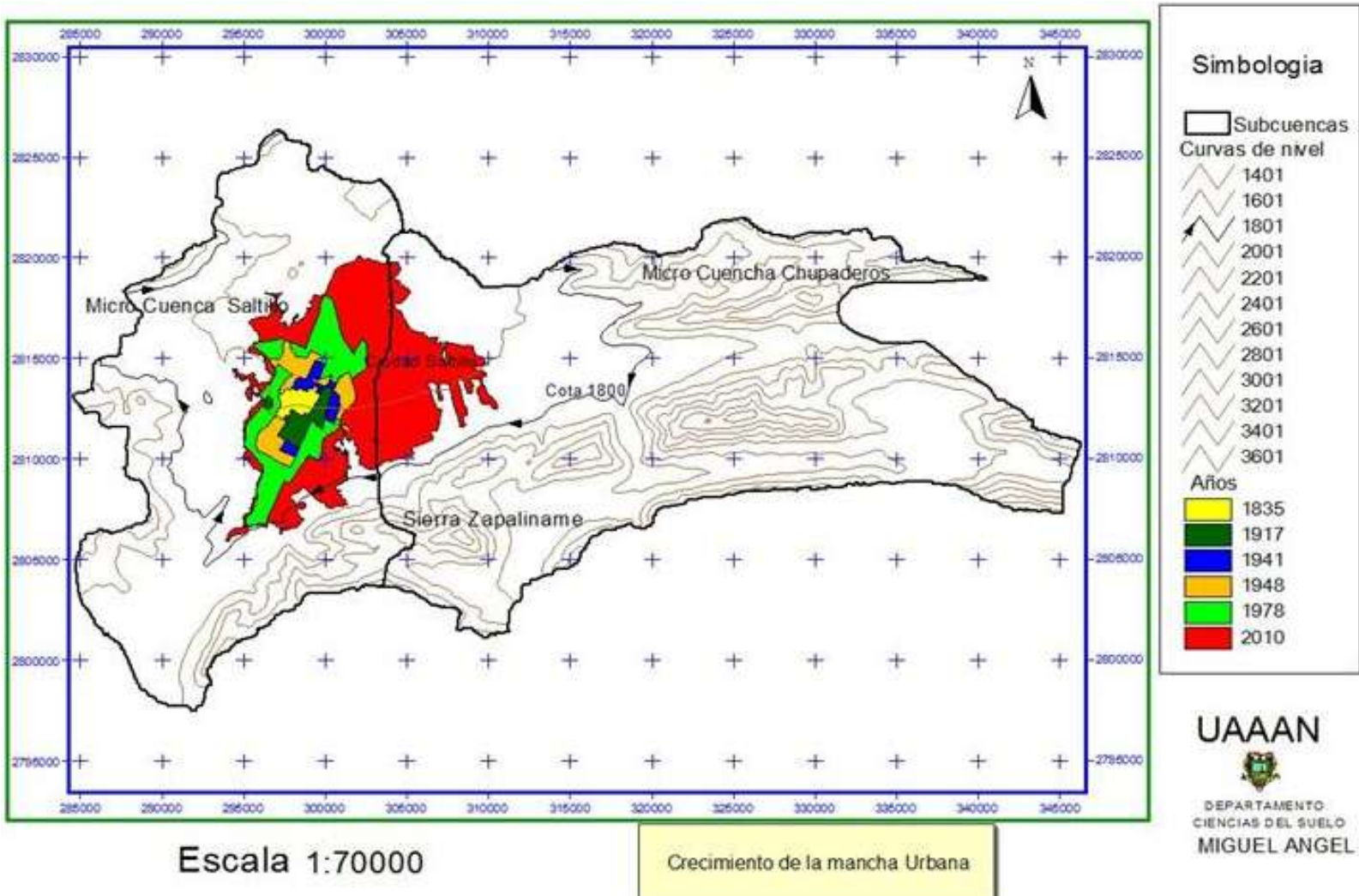


Figura 10.- Incremento de la mancha urbana sobre las Unidades Ambientales (Microcuenca Saltillo y Chupaderos).

## **4.2 Usos actuales del suelo.**

### **4.2.1 Uso agrícola.**

Actualmente 40,265 Ha son utilizadas para la producción agrícola (ver figura 11), en los ejidos que circundan en la sierra, dedican los terrenos planos para sembrar cultivos básicos y algunos frutales. El cultivo más común es el maíz, se utilizan para ello instrumentos tradicionales como el arado con yunta, pero en algunos sitios donde el terreno lo permite se labora con tractores.

En la mayor parte de los terrenos se practica la agricultura de temporal, solo hay partes irrigadas en las cercanías al ejido el Diamante. El frutal que se cultiva más comúnmente es el manzano, ninguno de los ejidos tiene huertos irrigados y algunos tienen sistema de protección contra el granizo.

### **4.2.2 Uso ganadero.**

A la explotación pecuaria se dedican 250,159 Ha (ver figura 11), la ganadería que se practica en el área es extensiva, los animales pastorean libremente tanto en el matorral como en el bosque, aunque en los poblados existen corrales en todas las casas, donde guardan a los animales y los alimentan principalmente con rastrojo, los encierran solo cuando pueden alimentarlos o cuando necesitan tenerlos cerca para ordeñarlos o para utilizarlos en las faenas de campo.

La principal limitante para la ganadería es la falta de agua en los terrenos de bosque, esto ha permitido de cierta forma disminuir el impacto del pastoreo, sin embargo; los sitios cercanos a los centros de población y los aguajes presentan síntomas claros de sobrepastoreo, la cubierta de gramíneas es prácticamente



nula, la regeneración del bosque muy escasa y la erosión es notable en algunos sitios.

#### 4.2.3 Uso forestal.

Al uso forestal se dedican 266,076 Ha, en la Sierra de Zapalinamé hay evidencias de aprovechamiento desde la época inmediata a la fundación de Saltillo, los pobladores que ocuparon el valle utilizaron el lugar como fuente de madera, leña y de carbón para uso domestico (Portes, 1996) y en el año de 1996 el Gobierno del Estado de Coahuila, declara a la Sierra de Zapalinamé como Zona sujeta a conservación ecológica (Anónimo, 1996).

#### 4.2.4 Recreativo.

La sierra Zapaliname, es el área para excursionismo y campismo, más cercana a la ciudad de Saltillo, lo utilizan excursionistas y familias para días de campo.

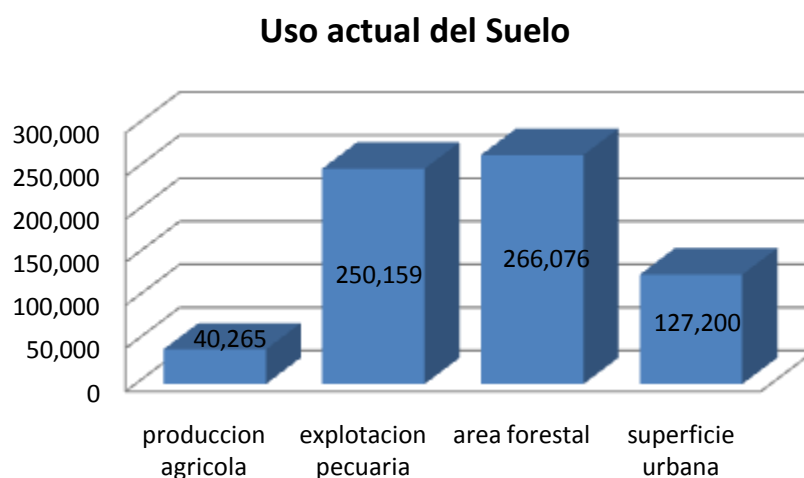


Figura 11.- Uso actual del suelo en el área de Saltillo.

#### **4.5 Las posibilidades de uso agrícola, pecuario, forestal.**

En las sierras transversales no es posible realizar ningún tipo de actividad agrícola por las fuertes restricciones para el desarrollo de los cultivos y prácticas de labranza, así como las fuertes pendientes y lo somero de los suelos que tienen excesiva pedregosidad. En los valles intermontanos es posible realizar labores mecanizadas pero los suelos son salinos.

En la gran sierra plegada los suelos son muy someros con pendientes mayores al 40% y una obstrucción superficial del 50 al 70% que impide cualquier clase de labor agrícola.

El uso de especies pecuarias se reduce a ganado caprino de pastoreo extensivo. En algunas zonas se pueden plantar especies forrajeras en praderas cultivadas, que se ven afectadas por sales de sodio que merman su desarrollo, reduciendo el número de especies aprovechables.

Por el grado de pastoreo en los pastizales es obvio que estas tierras se han dedicado durante mucho tiempo a la producción ganadera, actualmente se explota el ganado caprino, bovino y equino. En décadas anteriores la producción de ovinos fue muy rentable, debido al gran valor que tenía la lana, para la producción de cobijas, tapetes y sarapes. Hoy en día la lana ha sido sustituida por fibras sintéticas.

El uso forestal se reduce a especies no maderables como la extracción de lechuguilla, palma samandoca, sotol y cortadillo. Algunas partes tienen bosque de

pino y encino actualmente sobreexplotadas. El cambio en el uso del suelo y la presión de las actividades humanas en la Sierra de Zapalinamé han ocasionado procesos de desertificación en la región de estudio (Portes, 2001). Esto ha propiciado una tendencia general de avance de los matorrales en sustitución de los bosques de encino (Arce y Marroquín, 1985). El matorral submontano es una de las comunidades más afectadas por actividades humanas, debido a que se ubica en los límites con la zona urbana de la ciudad de Saltillo, esta cercanía ha propiciado la pérdida de 74% del matorral en solo 20 años debido a la urbanización y el cambio de uso de suelo (Portes, 2001).

#### **4.6 Ubicación de las zonas aptas para el desarrollo urbano.**

De acuerdo al análisis que se desarrollo en cada uno de los aspectos del medio natural, nos proporciona la ubicación de las zonas aptas para el desarrollo urbano, considerando primeramente su topografía son las que se ubican al noroeste de la ciudad ya que su rango de pendientes oscila entre el 1.35% y el 40% marcada como adecuada y optima.

Al suroriente donde existe la tendencia de crecimiento, aun sobre la sierra de Zapaliname, es apropiada hasta la cota 1,800 (ver figura 12), por encontrarse, pendientes consideradas como no adecuadas, sobre pasando esta.

Las áreas susceptibles de inundación se localizan hacia el norte, a lo largo del arroyo del pueblo, sobre el cual, urge una acción de regeneración urbana,

proveyéndose con esto un equipamiento recreativo y de área verde tan necesario en esa parte de la ciudad (ver cuadro 4 y figura 12). Hacia el sur y centro de la ciudad son del tipo granulares sueltos y barroso, presentando un grave riesgo por derrumbes en esta zona (ver figura 12).

El área localizada al norte y sureste, es la más adecuada para la ubicación de construcciones, no presentando problemática alguna para la introducción de servicios e infraestructura la cual está dedicada a la agricultura de temporal, siendo su producción baja por lo que no es una barrera para el desarrollo urbano futuro de la población (ver cuadro 4 y figura 12). La zona norte y oriente está compuesta por aluvión, siendo la ideal para el crecimiento de la ciudad (ver figura 12 y cuadro 4).

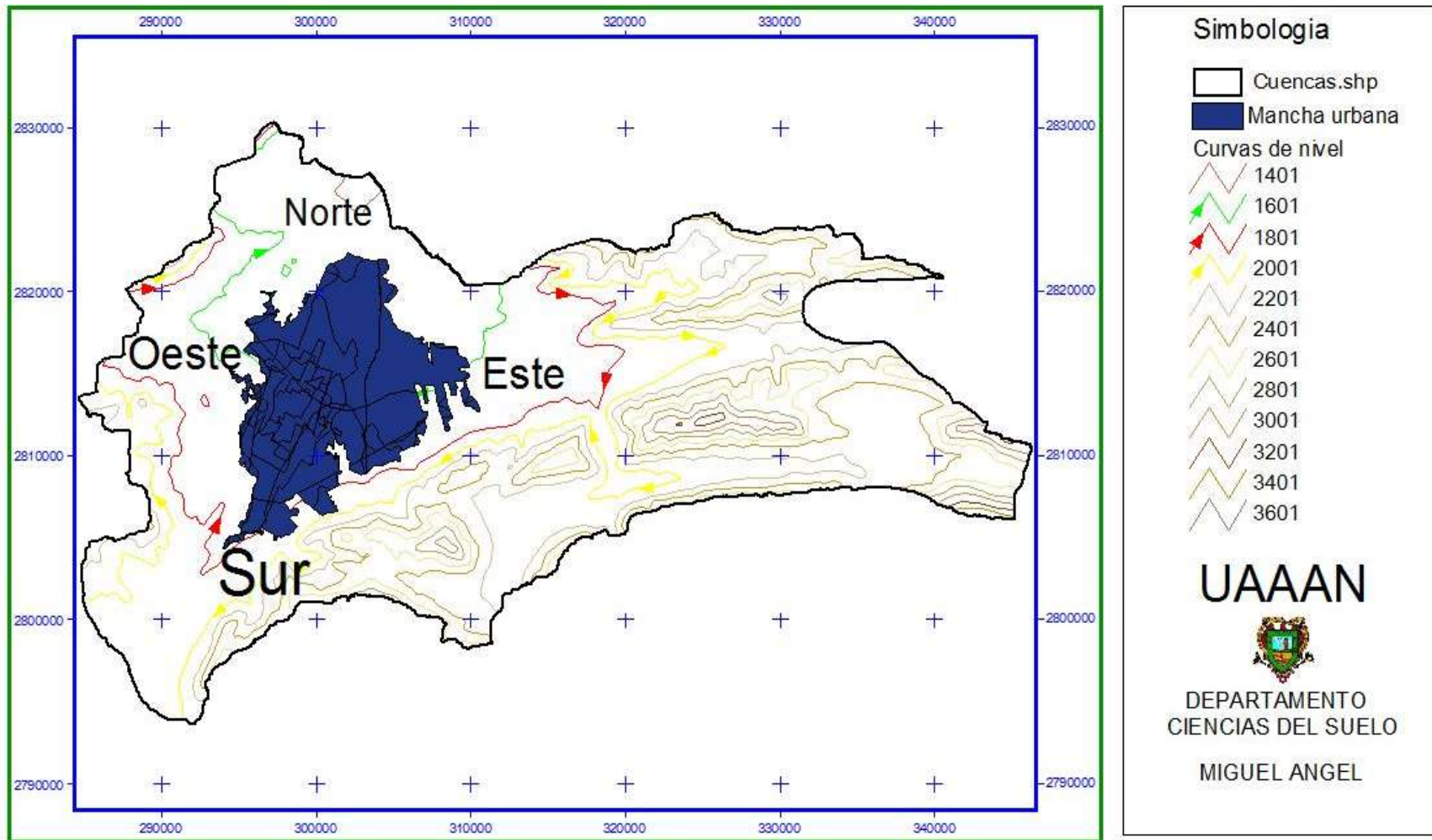


Figura 12.- Ubicación de los lugares aptos para la vivienda en el área de Saltillo, Coahuila

Cuadro 4.- Ubicación de los lugares aptos para el desarrollo urbano en la región de Saltillo

CLAVE PALNO	CLASIFICACIÓN	SUBSUELO	APTO P/VIVIENDA	SUELO	APTO PARA VIVIENDA
Norte	2	Arcilla poco permeable, poco compresible.	Bueno	tipo de zonas áridas muy permeable necesita fertilización para cultivo xerosol	regular
Noreste	2	Limos arenosos poco permeables (almendrilla).	regular	suelto (como dunas, playas), muy permeable, regosol,(6)	regular
Centro	4	Conglomerado duro de lutitas, poco compresible, poco permeable.	regular	xerosol (7)	regular
Centro Sur	5	Limos arenosos poco permeables (almendrilla a 0.50 de profundidad).	regular	xerosol (7)	regular
Sur Oeste	2	Arcilla poco permeable, poco compresible.	bueno	Muy fértil (agricultura permeable castañozem. (8)	bueno
Sur Este	4	Gravas y arenas calcáreas, empacadas en arcillas y limos.	bueno	Fértil (agricultura). Rendzina.(8)	bueno
Cerros	1	Roca sedimentaria poco permeable lutita a 10-20 cm, de profundidad.	regular	acido (litosol)	regular

## V. CONCLUSIONES

- a) Todos los cambios producidos, como se ha expuesto, afectan la superficie y distribución de los diferentes usos, modificando así las fronteras entre cada uno y con ello la estructura del paisaje; las tendencias de dominio de los usos urbano y categoría de vegetación de matorral, vulneran la estructura del paisaje al homogeneizarlo, estos resultados tienen sus implicaciones ecológicas que modifican los valores ambientales de la propia área, tanto para la población urbana y rural como para el hábitat de la flora y fauna silvestre; al pasar de aéreas de captación de agua o recarga básica a uso urbano; de bosques a matorrales y de pastizales a agricultura, esto puede influir en la diversidad biológica, y en la supervivencia y coexistencia de especies, es importante entonces monitorear y correlacionar estos cambios con las poblaciones de animales clave como pueden ser los osos y venados, así como de insectos como mariposas monarcas ya que estos animales son originarios de la región y su reubicación está directamente relacionada con el tamaño de la ciudad o de la actividad humana.
- b) Estos cambios modificaron la estructura, superficie y distribución espacial de los diferentes usos y cobertura de la Sierra Zapaliname, los cambios en el área corresponden a políticas de desarrollo que se iniciaron anteriormente y que continúan en el presente, además de estar directamente influenciados por las consecuencias del crecimiento y desarrollo de la ciudad de Saltillo.

- c) Existe una zona de recarga del acuífero que se localiza a 3 Km de Saltillo sobre la Sierra Zapaliname en el cañón de San Lorenzo, observando la necesidad de su conservación, por representar una área no solo de dotación de agua sino de recreación e investigación, de esta manera la Sierra Zapaliname necesita de un programa de educación ambiental, que se cuestione sobre los efectos de desarrollo y crecimiento de la ciudad de Saltillo y sobre su propio futuro y del área, así como de su papel y oportunidad de participación como usuario de los beneficios que aporta.
- d) La falta de planeación del desarrollo urbano en Saltillo, origina que exista un mal uso del suelo, donde se presentan alteraciones tales como sustituciones o invasión sobre áreas agrícolas y/o áreas con vegetación forestal, generando así una alteración en el uso actual del suelo y al mismo tiempo el desequilibrio ambiental o un mal crecimiento.



## **VI. RECOMENDACIONES.**

1. Resulta importante reforzar el plan de manejo del área protegida con especial énfasis en evitar la urbanización a través del avance de la mancha urbana y regular el cambio de uso de suelo, factores causantes de la mayor pérdida de la vegetación de áreas aledañas, es importante además el control de los incendios forestales.
  
2. La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro tiene la oportunidad de demostrar que se puede conservar un área y tener beneficio social, los ejidatarios y pequeños propietarios requieren de una mayor atención, de un proceso de educación y de capacitación para la conservación del área.

## VII. LITERATURA CITADA

Anónimo. 1996. Decreto de la Sierra de Zapalinamé como área natural protegida, con carácter de zona sujeta a conservación ecológica. Periódico Oficial del Gobierno de Coahuila. Tomo CIII. No. 83. Saltillo, Coah.

Arce, G. L. y J. S. Marroquín. 1985. Las unidades fisonómico-florísticas del cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. *Biótica* 10(4): 369-393

Bolón, H J.S. 2006 Evaluación del Cambio Climático en el Municipio de Saltillo, Coahuila, México y sus Consecuencias para la agricultura.

Coronado, L.L La educación ambiental formal y no formal en el área rural, a través del manual de educación ambiental águila real.

Cincotta, R. P., J. Winsnewski, y R. Engelmai 2000 Human population in the biodiversity hotspots. *Nature* 404:990-991.

Cuellar. P. M. 1987 Historia de la ciudad de Saltillo

Davila, A, J. J 1977 Crónica de Saltillo Antiguo.

FAO 1995 Evaluación de los recursos forestales 1990, países tropicales.

Forman, R.T.T y Gordon, M. 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons. New York.

Franklin, J.F AND Forman, R.T.T 1987. Creating landscape patterns by forest cutting Ecological consequences and principles.

Garza, G 2002 Evolución de las ciudades en el siglo XX. Revista de información y análisis 19: 7-16.

Lambin, Eric F., BL. Turner, Helmut. J. Geist, Samuel B. Agbola, Arild Angelsen, John W. Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fisher, Carl Folke, P.S. George, Katherine. Homewood, Jacques Imbernon, R, K Leemans, Xiubin LI, Emilio F. Moran, Michael Mortmore. P.S. Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Will Steffen. Gleen D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Colen Vogel y, Jianchu Xu. 2001 The causes of land use and land cover change: moving beyond the myths.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1988 Ediciones Delma. México D.F.

López L. A. 1992 La ciudad y su tiempo Histórico (saltillo siglos XVIII y XIX).

Martínez V. J, 1902 Bases para una reforma urbana en Saltillo.

Meganck, R y Carrera L.J. 1981 Plan de manejo para el Uso Múltiple del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah. UAAAN-OEA.

Nebel, B.L., 1981 Environmental Science: The Way Tge World Works. Prince-Hall. Inc. Englewood Clisffs, N.J 07632.

Orozco, N. M, 2010 Zonificación Forestal del Ejido Cuauhtémoc, Saltillo, Coahuila, México.

Pickett, S.T.A and White, P.S. 1985. Patch dynamic: a synthesis In: Pickett. S. T. A and White, P.S. (eds) The Ecology of natural Disturbance and patch Dynamic pp 371-386. Academic Press, Orlando FL.

Pisanty, I. Marisa Mazari, Exequiel Ezcurra, El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, México 2009, pág. 720-723, 736-737.

Portes V.L. 1996 Análisis de Cambio de uso de Suelo en la sierra Zapaliname, Municipios de Arteaga y Saltillo, Coahuila.

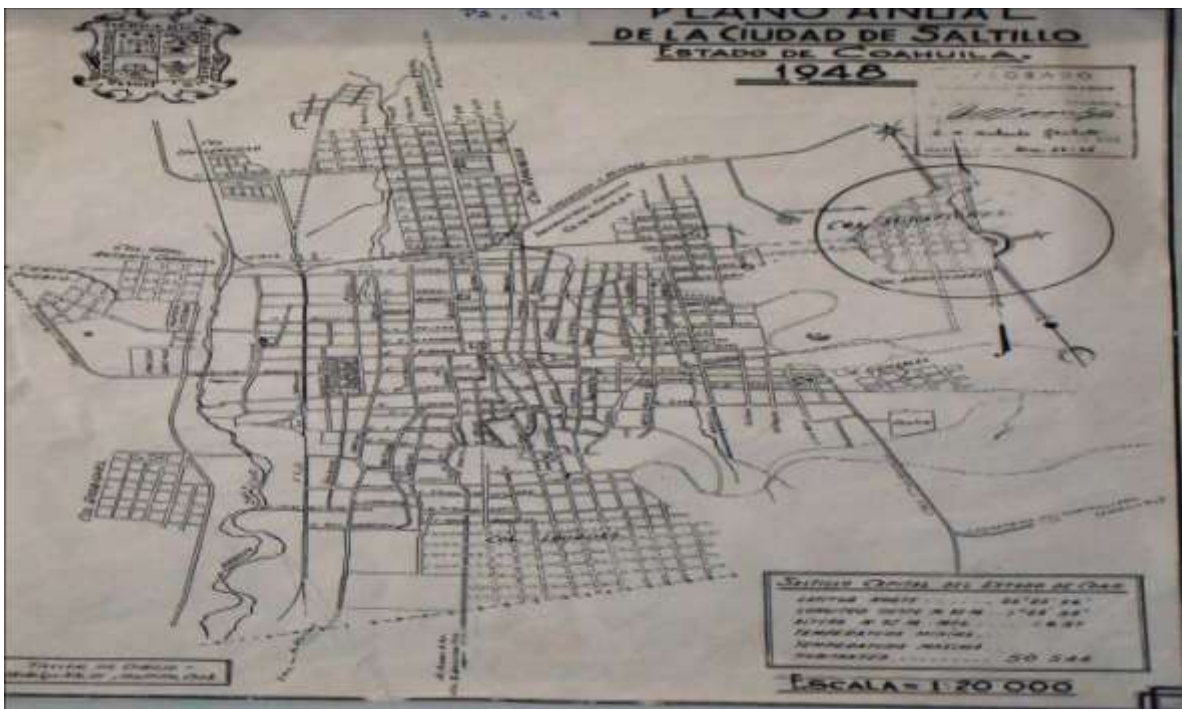
Portes V.L. 2001. Evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la sierra Zapalinamé. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente 2:41-51.

- Rodríguez, E.A., D. Alves Pereira, B.C. Camacho-Pires y R.A.B. Moraes-Victor. 2007. El enfoque ecosistémico de las áreas urbanas y periurbanas: contribución de la reserva de la biosfera del cinturón verde de la ciudad de São Paulo para la gestión integrada de las ciudades y de sus servicios ambientales, en G. Halffter, S. Guevara y A. Melic (eds.), *Hacia una cultura de la conservación de la diversidad biológica*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 337-353.
- Rodríguez, M.F. 1993 Por falta de agua, peligra el desarrollo en Saltillo.
- Rosete, V. F.A, J.L. Pérez D., Bacco Gerardo. 2007 Cambio de uso del suelo y vegetación en la península de Baja California, México.
- Sedesol, 1992 Informe para la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Naciones Unidas 3:10-15.
- Velázquez. A, J.F Mas, J.R. Díaz Gallegos, R. Mayorga Saucedo, P.C. Alcántara. R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J.L Palacio 2002 Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México.
- Villarreal-Quintanilla J.A. y Valdés-Reyna J. 1992-93 Vegetación de Coahuila, México. Revista de Manejo de Pastizales 6: 9-18.





PLANO DE LA CIUDAD DE SALTILLO EN EL AÑO DE 1941.



PLANO DE LA CIUDAD DE SALTILLO EN EL AÑO DE 1948.



PLANO DE LA CIUDAD DE SALTILLO EN EL AÑO DE 1978.