



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE POSGRADO EN GEOGRAFÍA  
Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Geografía, Centro de Investigación en Geografía Ambiental  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**Vulnerabilidad socioambiental en la Reserva Estatal  
Real de Guadalcázar, estado de San Luis Potosí, 2000-2010**

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

**Xochizeltzin Castañeda Camacho**

TUTOR  
**Dra. María Teresa Sánchez Salazar**  
Instituto de Geografía, UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
Dra. Naxhelli Ruíz Rivera, Instituto de Geografía, UNAM  
Dr. Manuel Suárez Lastra, Instituto de Geografía, UNAM  
Mtro. José Antonio Quintero Pérez, Instituto de Geografía, UNAM  
Dr. Oscar Reyes Pérez, Programa de Posgrado en Geografía

MÉXICO, D. F., Diciembre de 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*El presente trabajo fue realizado con entusiasmo, disciplina,  
constancia y sentido de compromiso, por México, mi país;  
está dedicado a quienes no tuvieron la oportunidad.*

## **ESTA TESIS SE REALIZÓ GRACIAS AL APOYO DE CONACYT A TRAVÉS DE SU SISTEMA DE BECAS**

### ***Como testimonio de reconocimiento...***

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme como institución una plataforma educativa sólida de reconocimiento internacional.*

*Al Programa de Posgrado en Geografía, por esta gran oportunidad de superación.*

*Al Instituto de Geografía, por ser un recinto de excelencia académica.*

### ***Como testimonio de mi más profunda gratitud...***

*A la Dra. María Teresa Sánchez Salazar, Tutora de este trabajo. Gracias por ser mi guía en esta etapa tan importante de mi formación, también por la confianza, el respaldo y la comprensión; por el espacio, que en el más amplio contexto, fue decisivo para concretar esta tesis; por su afecto y las múltiples contribuciones que me brindó.*

*Al Mtro. José Antonio Quintero Pérez. Quedo especialmente agradecida por su valiosa instrucción en el ámbito de teledetección; por aportar a mi bagaje cognoscitivo nuevas técnicas de análisis y, sobre todo, por dedicarme el tiempo necesario durante las numerosas sesiones que demandó este trabajo.*

*Al Dr. Manuel Suárez Lastra. Aprecio de sobremanera la orientación que recibí en el área de estadística; contribución metodológica que trascendió en distintos momentos de la investigación. Gracias también por su absoluta colaboración y reiterado apoyo, en particular durante esta última etapa del proceso.*

*A la Dra. Naxhelli Ruíz Rivera. Agradezco las observaciones precisas que constituyeron una referencia fundamental para concretar el posicionamiento teórico-conceptual del estudio. Gracias por aclarar mi panorama en momentos de suma confusión, también por su atenta y pronta respuesta, muestra de gran compromiso.*

*Al Dr. Oscar Reyes Pérez. Externo mi total agradecimiento por su apoyo y asistencia durante las dos etapas de trabajo de campo realizadas en la zona de estudio y, sobre todo, por la minuciosa corrección que realizó de esta tesis en un lapso de tiempo tan breve; los comentarios, reflexiones y críticas constructivas, sin duda, mejoraron el producto.*

***Como testimonio de reconocimiento especial...***

*Al Dr. José María Casado Izquierdo, quien con su experiencia contribuyó para mejorar la cartografía desarrollada; agradezco de igual forma su disposición para auxiliarme en distintos procedimientos técnicos que dieron continuidad al proceso metodológico.*

*Al Lic. René Ramos, por el apoyo técnico que me brindó y por resolver mis dudas.*

*A Alexis Ascanio de la UASLP, por asistirme en la segunda etapa de trabajo de campo.*

***Con gran respeto y admiración...***

*Al Dr. Álvaro Sánchez Crispín, gracias por alentarme constantemente, por su gentileza y por las extraordinarias oportunidades que me brindó para desempeñarme en el ámbito geográfico.*

*Al Dr. José Omar Moncada Maya, agradezco sus consejos y deferencias para avanzar en mi condición de estudiante.*

*Al Dr. Enrique Propín Frejomil, valoro sus enseñanzas durante mi estancia en el Posgrado y su trato cordial.*

*Al Dr. Luis Chías Becerril, gracias por aportar información clave para este estudio, por la confianza y sus atenciones.*

*Al Maestro Armando Peralta, aprecio su gentileza, cortesía y el tiempo compartido.*

*Al Dr. Álvaro López López, gracias por su trato siempre amable y sincero.*

*Al Dr. Miguel Aguilar Robledo y al Dr. Javier Fortanelli Martínez de la UASLP, por su reiterado apoyo, a pesar de la distancia.*

***Con gratitud merecida...***

*Al Dr. Javier Delgado Campos, Mtro. Macario Arredondo, Lic. Penélope Márquez y Vicky Ponce, muchas gracias por facilitarme los procedimientos administrativos durante mis estudios de posgrado.*

### ***Con amor a quienes contribuyeron a mi formación...***

*La conclusión de este proyecto de vida lo comparto con mi familia, un logro que fue posible gracias a su respaldo. Gracias por ayudarme en todo momento y circunstancias y por estar, siempre.*

*Con mucho cariño para la Sra. Felipa y el Sr. Enrique. Padres, les doy gracias por sus enseñanzas, por su incondicionalidad y por creer en mí. A Rosa María Castañeda y Rafael Ochoa, gracias por darme un espacio en su vida, en su casa y en su corazón; fueron un soporte elemental durante mi estancia en esta hermosa ciudad. A Enrique, Judith, Adrián y Kate, gracias por contagiarme su alegría y entusiasmo.*

### ***Con franco agradecimiento...***

*En el cubículo 14, especialmente a Rosario Barrera Arumir, por tu amistad sincera, la confianza y los días compartidos. Gracias por ser cómplice de hazañas heroicas en días lluviosos, por los viajes exprés y por ayudarme cuando más lo necesité; también a Guadalupe Tapia Varela, por el afecto, la risa, tu grato compañerismo y, sobre todo, por mantener la “producción constante”.*

*A Paloma Velazquez, Jazmín Javier, Zuleyma Palomino, Aldahir Olivares, Elda Navarro, Benjamín Flores y Natalia Gutiérrez, por su compañía y las buenas experiencias.*

*A una persona que aprecio mucho, Leticia Molina, gracias por todo el apoyo que me brindaste, por tus muestras de afecto y todas las atenciones recibidas.*

*A Adela Rivera Martínez, Varinka Saenz, Gerardo Mollinedo, Abel Villagrán, Gabriel Balderas, Francisco Castillo y Olga Correa, con quienes he tenido la grata oportunidad de coincidir en el maravilloso espacio de la Geografía.*

*A quien guía mi vida,  
**Señor, gracias...***

*Por las bendiciones y las pruebas,  
Por despejar los obstáculos del camino,  
Por darme fuerza para superar las adversidades.*

## ÍNDICE

Índice .....	i
Índice de figuras .....	iii
Índice de cuadros .....	v
Introducción .....	1
<b>Capítulo 1. Consideraciones teórico-conceptuales y metodológicas en torno a la vulnerabilidad</b> .....	<b>7</b>
1.1. Vulnerabilidad y su relación con el espacio .....	7
1.1.1 La vulnerabilidad del ser humano ante el medio .....	8
1.1.2 La noción de vulnerabilidad y su dimensión espacio-temporal .....	12
1.1.3 La vulnerabilidad desde el enfoque de sistemas complejos .....	15
1.2. El estudio de la vulnerabilidad en el ámbito social .....	19
1.2.1 Precedentes en la evolución conceptual de la vulnerabilidad .....	19
1.2.2 Tendencias de vulnerabilidad en América Latina .....	22
1.2.3 La aproximación del análisis de vulnerabilidad social .....	24
1.3. Antecedentes metodológicos en la evaluación de la vulnerabilidad .....	27
1.3.1 Los indicadores como base de aproximación .....	27
1.3.2 Elementos de convergencia: factores, condiciones, circunstancias y grupos .....	30
1.3.3 Algunas vías de aplicación .....	34
1.4. Apuntes .....	39
<b>Capítulo 2. La Reserva Estatal Real de Guadalcázar en el estado de San Luis Potosí</b> .....	<b>41</b>
2.1. La Reserva en el contexto de espacio protegido .....	41
2.1.1 Características generales del área de estudio .....	43
2.1.2 Antecedentes en torno a la declaratoria .....	45
2.2. Aspectos físico geográficos .....	49
2.2.1 Geología .....	49
2.2.2 Climas e hidrología .....	53
2.2.3 Suelos .....	56
2.2.4 Vegetación .....	59

2.3. Patrones poblacionales y procesos económicos locales .....	63
2.3.1 Distribución de la población y su interconectividad .....	63
2.3.2 Distribución de la tierra .....	66
2.3.3 Dinámica de crecimiento de la población .....	69
2.3.4 Nivel educativo de la población .....	72
2.3.5 Marginación y problemáticas locales recurrentes .....	75
2.3.6 Ocupación y orientación económica .....	78
2.4. Apuntes .....	85
<b>Capítulo 3. Metodología para evaluar la vulnerabilidad socioambiental en la zona de estudio .....</b>	<b>87</b>
3.1. Perspectiva metodológica .....	87
3.1.1 Aspectos generales de las variables de trabajo .....	91
3.2. Procesamiento de los indicadores .....	95
3.2.1 Detección de cambio negativo en la cubierta vegetal .....	95
3.2.2 Intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad ..	109
3.3. Bases para el análisis espacial .....	111
3.3.1 Determinación de la unidad espacial de referencia .....	111
3.3.2 Identificación del patrón de <i>clusters</i> .....	114
3.4. Apuntes .....	117
<b>Capítulo 4. Expresión territorial de la vulnerabilidad socioambiental en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar .....</b>	<b>119</b>
4.1. Síntesis de resultados .....	119
4.1.1 Configuración espacial del deterioro en la vegetación .....	119
4.1.2 Tendencias evolutivas de la marginación .....	121
4.2. Otros hallazgos .....	129
4.2.1 Los cambios “positivos” en la vegetación .....	129
4.2.2 Balance de las metas alcanzadas en el marco legal de protección .....	131
4.3. Apuntes .....	136
Conclusiones .....	139
Bibliografía .....	145



## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 2

2.1.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: localización .....	43
2.2.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: límites y colindancias .....	44
2.3.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: zonificación .....	47
2.4.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: geología .....	51
2.5.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: rasgos climáticos e hidrológicos ..	54
2.6.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: suelos .....	57
2.7.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: vegetación, 2007 .....	60
2.8.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: aprovechamiento de los recursos naturales .....	62
2.9.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: sistema de asentamiento y distribución de género, 2010 .....	64
2.10.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: tenencia de la tierra ..	67
2.11.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: Tasa de crecimiento medio anual de la población por localidad, 2000–2010 .....	70
2.12.	TCMA de población del municipio de Guadalcázar y sus localidades según su ubicación 1990-2000-2010 .....	71
2.13.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: escolaridad y oferta educativa por localidad, 2010 .....	73
2.14.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: marginación y problemas de mayor incidencia por localidad, 2010 .....	76
2.15.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: ocupación por sector y estructura económica por localidad, 2000 y 2010 .....	79
2.16.	Municipio de Guadalcázar: evolución de la agricultura de temporal por año, 2003–2012 .....	82
2.17.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: zonas agrícolas de temporal y de riego .....	83
2.18.	Reserva Estatal Real de Guadalcázar: desarrollo de ganadería extensiva de alto impacto ambiental .....	84

### CAPITULO 3

3.1.	Esferas clave del concepto de vulnerabilidad .....	88
3.2.	Efectos potenciales de vulnerabilidad rural por degradación ambiental ...	89
3.3.	Ubicación de la RERG sobre la imagen Landsat, 2000 .....	96
3.4.	Ubicación de la RERG sobre un mosaico de imágenes Spot, 2009 .....	96
3.5.	Corte del área de estudio con las imágenes Landsat, 2000 y Spot, 2009 ..	97
3.6.	Parcelas de entrenamiento sobre imagen Spot, 2009.....	98
3.7.	Parámetros utilizados en el estudio de la RERG, 2000: imagen Landsat, NDVI, Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura .....	100
3.8.	Parámetros utilizados en el estudio de la RERG, 2009: imagen Spot, NDVI, Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura .....	101
3.9.	Clasificación de cubiertas en la RERG con base en algoritmos: Máxima Similitud, 2000 y Mínima Distancia, 2009 .....	105
3.10.	Trabajo de campo: verificación de cubiertas en la zona de estudio .....	106

3.11. Cubiertas de vegetación y cubiertas de antropización en la RERG, 2000–2009 .....	107
3.12. Detección de cambio en la RERG 2000–2009, por pixel .....	108
3.13. Intersección de la malla con el área de estudio .....	112
3.14. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: división del territorio por unidad espacial de referencia como base de análisis .....	113
3.15. Clasificación de puntos en una UER .....	115

#### **CAPITULO 4**

4.1. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: patrón de pérdida de la cubierta vegetal según nivel de intensidad, 2000–2009 .....	120
4.2. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: evolución de la marginación en las localidades 2000-2010, en relación con la pérdida de cubierta vegetal .....	122
4.3. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: patrón espacial de regeneración con vegetación secundaria, 2000–2009 .....	130
4.4. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: proceso de regeneración (vegetación secundaria) según categoría de área, 2000–2009 .....	133
4.5. Reserva Estatal Real de Guadalcazar: pérdida de la cubierta vegetal según categoría de área, 2000–2009 .....	134

## ÍNDICE DE CUADROS

### CAPITULO 1

1.1. Criterios básicos para el estudio de la vulnerabilidad .....	14
1.2. Clasificación de los activos de los seres humanos .....	16
1.3. Tipos de vulnerabilidad y sus causas .....	18
1.4. Hitos en la noción de vulnerabilidad social .....	21
1.5. Expresión de la vulnerabilidad social .....	25
1.6. Características predominantes en los estudios de vulnerabilidad social por ámbito, según la condición de ser, estar, tener, realizar, padecer o pertenecer de las personas .....	31

### CAPITULO 2

2.1. Áreas Naturales Protegidas en el estado de San Luis Potosí .....	42
2.2. Características y distribución de las rocas situadas en la RERG .....	52
2.3. Principales características de las unidades de suelo de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar .....	58
2.4. Asociaciones vegetales en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar .....	61
2.5. Porcentaje de escolaridad y de oferta educativa en las localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar y de su entorno, 2010 .....	74
2.6. Municipio de Guadalcázar: dinámica de la actividad agrícola por tipo, 2003–2012 .....	81
2.7. Municipio de Guadalcázar: distribución del valor de la producción en la actividad ganadera por tipo, 2006–2012 .....	83

### CAPITULO 3

3.1. Estructura del Índice de Marginación por localidad, 2000–2010 .....	94
3.2. Total de bandas según parámetros utilizados, 2000–2009.....	104
3.3. Identificación de <i>clusters</i> mediante la I de Moran Local, por tipo .....	116

### CAPITULO 4

4.1. Ejercicio A. Cambio de la marginación en localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por zona geográfica, 2000–2010 .....	124
4.2. Ejercicio B. Cambio de la marginación en localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por zona geográfica, 2000–2010 .....	125
4.3. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: alteración en la cubierta vegetal según zonificación, 2000–2009 .....	132

## INTRODUCCIÓN

Una herencia cultural ancestral permanece en los modelos de poblamiento vinculados a la presencia de recursos naturales, sin embargo, estos elementos físicos en sí mismos no explican los patrones de distribución de grupos humanos a quienes el desarrollo tecnológico les ha permitido evolucionar frente a condiciones geográficas extremas. Aunque este hecho es propio de naciones con economía estable, la realidad de los países no industrializados varía de forma considerable ante la persistencia de población en localidades marginadas cuya dependencia del ambiente es casi absoluta.

En este contexto, el siglo XXI plantea grandes retos porque, no obstante se reconoce a nivel global la profunda crisis que afecta a las sociedades humanas por el deterioro ambiental, el sistema económico no ha cambiado y los patrones de consumo exceden por demás los ritmos de reproducción de la naturaleza. En estas circunstancias, el decreto de espacios para su protección intenta ser una panacea para la conservación de los recursos naturales, sin embargo, en esta acción se soslaya que tales recursos constituyen la base para el desarrollo de las actividades humanas y, que existen condicionantes estructurales que determinan un acceso desigual a los recursos económicos; lo cual ubica en situación crítica a los habitantes locales quienes son relegados de los objetivos de la sustentabilidad.

La Reserva Estatal Real de Guadalcázar (RERG) se decretó en 1997 como un modelo de conservación para zonas áridas y semiáridas de México con el propósito de generar mecanismos sustentables de uso de los recursos naturales. Esta Área Natural Protegida (ANP) forma parte de los límites sureños del Desierto Chihuahuense y es la de mayor extensión en el estado de San Luis Potosí; en su interior, conjuntos montañosos y condiciones geográficas particulares determinan la gran variedad de sus asociaciones vegetales, las cuales van desde los matorrales hasta los bosques de pino.

En términos de biodiversidad, esta reserva destaca por tener la mayor concentración de especies de cactáceas en el mundo –muchas de ellas endémicas– y también por albergar el grupo más numeroso en condición de amenaza (*Periódico Oficial*, 1997).

En cuanto a recursos geológico-geomorfológicos, dicha área posee importantes reservas de minerales (caliza, estaño, mercurio, plata y oro) con potencial para su aprovechamiento; asimismo, formaciones rocosas y grutas espectaculares, algunas de amplia extensión que resultan de gran interés para la práctica del turismo.

Por otra parte, este singular territorio exhibe un patrimonio cultural extraordinario. Según el INAH, existen más de 200 sitios de interés arqueológico e histórico, entre ellos basamentos con más de dos metros de altura, construcciones de material lítico y objetos de cerámica, asentamientos mineros, yacimientos de fósiles, cascos de ex-haciendas, iglesias y conventos (*Periódico Oficial*, 1997).

En suma, esta ANP constituye un símbolo representativo de riqueza natural y cultural, merecedora de estudios que revelen su máximo potencial en diversos contextos y también, de aquellos que muestren su realidad al evidenciar sus principales problemas. En este sentido, el presente trabajo se inscribe en esta última directriz y, de acuerdo con las características de la zona, se parte de la premisa que el deterioro ambiental desencadena procesos difíciles de revertir que inciden de forma negativa en los seres humanos, en particular al suceder en áreas de extrema fragilidad como las zonas áridas y, sobre todo, si la velocidad del proceso de deterioro es acelerada.

Así, una vez que se reconoce la relación indisoluble entre el hombre y la naturaleza, donde la afectación de uno o ambos puede llegar a crear sinergias poco convencionales que trascienden la escala en que ocurren, la hipótesis de trabajo sostiene que:

El deterioro ambiental y la marginación socioeconómica de la población son dos variables que, al asociarse en un mismo tiempo y espacio, determinan niveles de vulnerabilidad diferenciados en el binomio sociedad-naturaleza. En este sentido, la población que se encuentra en la RERG es vulnerable a aumentar su nivel de marginación dado que el deterioro en la vegetación disminuye sus posibilidades de supervivencia e inhibe el desarrollo de sus medios de vida a largo plazo, sobre todo en donde los cambios suceden con mayor intensidad.

Con base en ello, el propósito del estudio consistió en evaluar la condición de vulnerabilidad socioambiental intrínseca en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por el deterioro de la vegetación y por el aumento en el nivel de marginación en sus localidades. Los objetivos particulares fueron los siguientes:

- Establecer los parámetros teórico-conceptuales concernientes a la vulnerabilidad.
- Caracterizar en los ámbitos físico y socioeconómico la zona de estudio.
- Medir la vulnerabilidad socioambiental de la Reserva a través de indicadores.
- Explicar la manifestación territorial de la vulnerabilidad socioambiental en el área protegida.

En este trabajo, el concepto de vulnerabilidad socioambiental se concibe a partir de dos posturas complementarias. Es “una característica intrínseca y dinámica de los elementos expuestos al riesgo que permite determinar el daño esperado (daño potencial), o bien, los efectos resultantes de un desastre” (Renaud, 2006:117) en la que pueden influir “condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que incrementan la susceptibilidad de una comunidad” (UN/ISDR, 2004) a un determinado impacto.

La metodología utilizada, se distingue por contener métodos estadísticos y por el uso de herramientas y técnicas de teledetección aplicadas al estudio de un espacio de extensión relativa y singular por su complejidad. Por su parte, el trabajo de campo desarrollado en dos etapas permitió el reconocimiento de la zona de estudio y la verificación de la información generada mediante el análisis de imágenes satelitales.

En términos generales, los principales problemas que se enfrentaron fue integrar en un mismo análisis, variables del ámbito social y ambiental que revelaran la evolución de procesos en ambas dimensiones, en un mismo tiempo y espacio. En función de lo anterior, el trabajo se estructuró en cuatro partes cuyo contenido se describe a continuación.

En el Capítulo Primero se analizan diversos posicionamientos teórico-conceptuales sobre vulnerabilidad que permitieron asociar procesos sociales y ambientales. En principio, se expone el vínculo de dependencia del ser humano con los recursos naturales y la vulnerabilidad de éste, como un hecho que forma parte de su naturaleza. Mediante distintas posturas, se evidencia que no existe definición unívoca sobre el término de vulnerabilidad pero sí algunas tendencias, es por ello que se destaca la importancia de incluir en los estudios las nociones de tiempo y espacio, asimismo, la necesidad de identificar su trascendencia en múltiples dimensiones y, los factores y criterios elementales que favorecen su comprensión, en particular desde la perspectiva de sistemas complejos.

Una parte medular se concreta al examinar los referentes teóricos que contribuyeron en la evolución del concepto de vulnerabilidad y, sobre todo, cómo se manifiesta esta condición de acuerdo al contexto económico de América Latina. Además, desde la perspectiva de vulnerabilidad social, se distingue la susceptibilidad del ser humano ante múltiples causas como un elemento central en sus distintas formas de expresión, sin soslayar que la convergencia de diversos factores, condiciones y circunstancias, según el nivel de agregación (familia, hogar, localidad, etc.), es crucial en la etapa de selección de indicadores. Por último, se hace notar el contraste entre algunos métodos que se aplican al estudio de la vulnerabilidad según el ámbito (social, ambiental, económica), cuyo diseño responde a casos específicos de distintos espacios geográficos.

En el Capítulo Segundo se aborda la caracterización de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar en la cual se presentan antecedentes en torno a su decreto; luego, se detallan algunas características ambientales que configuran este singular territorio. En el medio socioeconómico, la utilización de indicadores revela un panorama con situaciones poco favorables para la población local, la cual, asentada en un medio rural carece de servicios básicos y muestra un alto rezago en distintos ámbitos, condiciones que se suman a otros aspectos demográficos con tendencias similares. En este esquema, otra cuestión de gravedad tiene lugar por la alta dependencia de la población de un solo sector económico: el primario; mismo que por las condiciones en que se desarrolla, se contraponen a los principios de sustentabilidad.

Estos aspectos se expresan gráficamente a través de cartografía temática y se comparan en dos sentidos: el entorno inmediato que incluye las localidades circunvecinas de la RERG y, en algunos casos, la escala de referencia municipal. Con base en esto, es posible identificar tendencias generales en la región y, sobre todo, comprender en su justa dimensión la situación particular del ANP.

En el Capítulo Tercero se concreta el posicionamiento teórico y metodológico de la investigación que destaca por su visión incluyente de los aspectos ambiental y social. Además, se fundamenta la selección de variables que dieron pauta a la aplicación de dos indicadores para evaluar la vulnerabilidad socioambiental en la Reserva: el primero, detección de cambio negativo en la cubierta vegetal; el segundo, intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad.

Por lo que sigue al desarrollo metodológico, en la evaluación se concatena el uso de técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica con la aplicación de métodos estadísticos. En detalle, se especifican algoritmos como el Índice de vegetación (NDVI), Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura utilizados para realizar la Clasificación supervisada; asimismo, el estadístico I de Moral Local para identificar patrones de *clusters* que reflejan los cambios en la vegetación. Por otra parte, la aplicación del método de Diferencia de Medias con relación a la condición de marginación de las localidades se efectúa según su distribución por área geográfica, lo anterior sin soslayar el efecto del Problema de la Unidad de Área Modificable (MUAP) que resulta por el nivel de agregación de los datos.

Entre las bases que hicieron posible conjuntar en la zona de estudio una cantidad importante de información se encuentra la determinación de una malla cuya Unidad Espacial de Referencia (UER) es de un km<sup>2</sup>; misma que fue crucial para el análisis espacial, además de ser bastante práctica a nivel de interpretación visual.

En el Capítulo Cuarto, se presentan los resultados de la evaluación que, a través de mapas, revelan la vulnerabilidad socioambiental en la RERG. El acento se pone en la expresión territorial de los indicadores para hacer evidente el comportamiento de los elementos analizados. Como resultado de la correlación espacial negativa entre los indicadores se muestran las condiciones diferenciadas de vulnerabilidad por zona geográfica y se interpretan los resultados obtenidos.



Por último, se exponen otros resultados emanados del procedimiento metodológico que incitan a la reflexión luego de constatar que, dentro del marco legal de protección en que se inserta esta ANP y según los objetivos de su Plan de Manejo, existen deficiencias en el cumplimiento de metas originalmente establecidas, que evidencian el trabajo que aún falta por hacer.

En suma, este trabajo desde una perspectiva geográfica pretende ser un aporte al análisis de la evolución de aspectos sociales y procesos de degradación ambiental, con vista a dar fundamentos a medidas de intervención en el territorio estudiado.

## **CAPÍTULO 1**

### **CONSIDERACIONES TEÓRICO-CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS EN TORNO A LA VULNERABILIDAD**

En este capítulo se presenta, en primer lugar, la relación y dependencia del ser humano con los recursos de su entorno, y, derivado de esto, cómo se originan situaciones de vulnerabilidad en función de las distintas formas de apropiación que se practican. En lo referente a la noción de vulnerabilidad social se destacan sus alcances, problemáticas, aportaciones, variantes y vínculos; para ello, se revela la incidencia que tienen las políticas macro económicas en los sistemas de protección social, y a su vez, la importancia de contribuciones de diversos autores en la evolución de este enfoque. Después, esta perspectiva se contextualiza en la región latinoamericana en correspondencia a sus patrones de riesgo, con ello, se expone el interés que esta forma de aproximación genera en la actualidad en distintos ámbitos de gestión.

En relación a la variación en el empleo de datos y a las tendencias cualitativas o cuantitativas que existen para la evaluación de la vulnerabilidad, se destaca el papel de los indicadores; además, la necesidad de diferenciar entre estudios de tipo sincrónico o diacrónico. Aunado a esto, se profundiza en los elementos de convergencia y que mejor representan a este constructo, lo que conlleva a una revisión de la interrelación de variables en un orden de causa y efecto. Finalmente, se muestran de forma detallada algunas de las metodologías y métodos que se han aplicado en casos específicos, según distintos espacios geográficos.

#### **1.1. VULNERABILIDAD Y SU RELACIÓN CON EL ESPACIO**

El ser humano por una condición inherente se encuentra ligado de manera estrecha al ambiente porque los recursos naturales, en el más amplio sentido, se constituyen como su medio absoluto de subsistencia, sin embargo, en distintas escalas la apropiación de estos bienes se torna problemática en función de intereses individuales o colectivos. Este hecho merece atención especial dada su trascendencia, pues en determinadas circunstancias puede condicionar o modificar una situación de vulnerabilidad inicial entre los habitantes de un espacio.

En este apartado se analiza el alcance de la noción de vulnerabilidad y su ambigüedad en términos conceptuales, también, se examina el proceso a través del cual se incorporó al ámbito social y cómo ha contribuido al estudio de grupos de población a partir de criterios básicos cuya máxima expresión se concreta en el territorio. Por otro lado, enmarcada en un modelo de sistemas complejos, se hace énfasis sobre la noción vulnerabilidad global para identificar la interacción de factores múltiples. Finalmente, el tema de los activos revela cómo la exclusión e inequidad en su acceso genera tendencias desfavorables en distintas situaciones.

### **1.1.1 La vulnerabilidad del ser humano ante el medio**

En sentido estricto, se puede afirmar que la vulnerabilidad es una condición intrínseca a todo ser vivo, determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida, y por las exigencias internas del propio organismo (Wilchex, 1993 en Quijano *et al.*, 2001:19). Es por ello que en el tema de vulnerabilidad el ambiente tiene un gran peso (Cannon *et al.*, 2003:5).

En contexto, de acuerdo con Clark (1991) el organismo humano requiere de ciertas condiciones para desarrollarse y aunque en un espacio determinado la presencia de climas extremos, la escasez de recursos naturales, los terrenos escarpados o las pendientes excesivas no impiden del todo la ocupación humana, sí restringen su accesibilidad, habitación y desarrollo. Esto ocurre porque los seres humanos son ampliamente dependientes de los recursos naturales para satisfacer sus necesidades básicas y desarrollar sus medios de vida (Berkes *et al.*, 1998; Walker *et al.*, 2002; Ostrom, 2009 en Weigel, 2010:2).

En este sentido, cabe destacar que los recursos naturales, por ser necesarios de forma permanente en el circuito productivo, son de suma importancia para la economía de las naciones (Bassols, 1972:79), por tanto, devienen en un punto de fricción al constituirse como fundamentos del poder y la riqueza (Zimmermann, 1967:9). Ahora bien, la cuantificación de los recursos naturales se dificulta dado que cada población tiene necesidades, costumbres e ideales distintos y, en este sentido, el grado de subjetividad que conlleva la relación población-recursos también complejiza su identificación y diferenciación, de tal forma que los elementos que se incluyen en las clasificaciones varían.

Según Zimmermann (1967) la palabra recurso se refiere a la función que una cosa o una sustancia puede realizar, o bien, a una operación de la cual puede formar parte, es decir, la función o la operación de alcanzar un fin dado, tal como satisfacer una necesidad. Por su parte, Herrera *et al.* (1997) sostienen que los recursos naturales se conceptualizan como aquellos medios para la subsistencia humana que se toman de la naturaleza y que “la sociedad puede utilizar en forma directa o bien transformar, de manera parcial o total, en la fabricación de los más variados artículos” (Bassols, 1972).

La revisión de estas definiciones permite hacer notar que del concepto de recursos naturales deriva el de tenencia de la tierra, el cual en esencia, alude a los términos y condiciones en que los recursos naturales son mantenidos y utilizados por los individuos o grupos con base en una relación de derechos y obligaciones (Bruce 1986; Moyo, 1995; Shivji *et al.*, 1998 en ECA, 2004:21).

Al respecto, el estado a través del pronunciamiento de leyes específicas y declaratorias promueve las políticas de uso de la tierra; proceso en el cual se diseñan todos los aspectos de su manejo, primordialmente: su adquisición y disposición; los regímenes de tenencia social y legal; la distribución de la estructura y sus mecanismos; la regulación y sus formas de uso (ECA, 2004:23).

En relación con lo anterior, ante el impacto negativo producido a gran escala por la disminución de los recursos naturales, la discusión de la problemática ambiental ha destacado como una prioridad en gran parte de los países. Sin embargo, tratar el tema no resulta sencillo porque “las formas de utilización, apropiación y degradación de los bienes y recursos naturales son procesos determinados por condiciones históricas y deformaciones estructurales” (Aguilar *et al.*, 1994:193).

A grandes rasgos, en los países en vías de desarrollo los problemas ambientales actuales se relacionan, entre otras cosas, a la carencia de un desarrollo científico y tecnológico apropiado (Aguilar *et al.*, 1994:193). En el caso de América Latina, la problemática del deterioro ambiental se ha agravado por diversos procesos como la inserción, en diferentes etapas, al capitalismo mundial; la falta de articulación entre agricultura e industria; y por las asimetrías de capital y productividad entre las unidades productivas dentro de un mismo sector. Lo anterior reforzado por los modelos de desarrollo vigentes desde la segunda mitad del siglo XX que, además de agudizar la desigualdad social, se apoyan, en esencia, en la explotación de los recursos naturales (López, 1996:5-6).

Al respecto, la comunidad científica y distintas instancias gubernamentales han encontrado en la creación de áreas naturales protegidas una herramienta para conservar la naturaleza; sin embargo, en muchos casos, estos espacios son producto de sesgos y vicios administrativos acumulados que, a través de los años, deterioran el singular patrimonio que les dio origen (Melo, 2002; Loa *et al.*, 2009). Aunado a ello, cuando en estas áreas el nivel de cobertura de las necesidades básicas de la población es precario, la utilización de los recursos naturales entra en contradicción de forma irreversible con su conservación pues se prioriza el aprovechamiento económico aún a riesgo de su agotamiento (Azqueta, 2001:65).

Otro factor de conflicto en las áreas protegidas surge con las políticas de tenencia de la tierra en relación a los usos de suelo, en otras palabras, la negación de la legitimidad de la tierra y de sus recursos a sus propietarios, aunado a la inequidad en la aplicación de regulaciones en los diferentes sistemas de tenencia derivan, por lo general, en inestabilidad ambiental (ECA, 2004:64) y social.

Por otra parte, en tanto los elementos de biodiversidad tienen un papel jerárquico en la identificación de las áreas para proteger, adicionalmente éstos también pueden aumentar la persistencia de vulnerabilidad (Gaston *et al.*, 2002:362) para las comunidades humanas en las cuales el acceso a recursos productivos y a otro tipo de activos es bajo por localizarse en zonas marginales, en regiones áridas, o bien, sobre ambientes ecológicos frágiles en los cuales existen además procesos de deterioro intensos (Lidith, 2005:17).

En este orden de ideas, es un hecho que la interacción entre el ser humano y la naturaleza se realiza en un medio geográfico dado, en un tiempo y espacio determinado. Por tanto, "el espacio constituye una totalidad donde se traslapan todas las manifestaciones de la ocupación humana en la superficie terrestre" (Claval, 1974, 1979 en Aguilar-Robledo, 1987:15). En tales circunstancias, el concepto de territorio necesariamente forma parte de esta discusión.

Así, la definición de territorio alude a la porción de naturaleza y de espacio que una sociedad reivindica como el lugar donde sus miembros han encontrado de forma permanente las condiciones y los medios materiales para su existencia. Lo cual implica que un grupo social, al apropiarse de un territorio, lo hace en cuanto a tener acceso, control y uso de las realidades que lo componen; y las formas de propiedad se

constituyen en la condición legal que legitima el acceso a los recursos y a los medios de producción (Godelier, 1984 en Furió, 1996).

En síntesis, el territorio es dinámico y su análisis permite comprender la estructuración socio-espacial que contiene. Asimismo, es un espacio de poder, de gestión de individuos, grupos y organizaciones; además, es una construcción social donde confluyen diversos intereses y percepciones, así como actitudes que resultan complementarias o conflictivas (Montañez, 1998:122-3). Aunado a ello, su construcción se complejiza en función de las relaciones y de los medios técnicos que facilitan la interacción social (Córdoba, 2005:121).

Ubicar de esta manera a la dimensión territorial permite reconocer por un lado, la articulación que existe entre procesos sociales y económicos en distintas escalas de análisis, y también, el impacto de las políticas y programas de carácter nacional, la concreción de las tendencias globalizadoras dominantes, y, la actuación de los grupos de poder (Rodríguez, 2005). En lo que respecta a la construcción del territorio, toda representación es evidencia clara de las relaciones de poder entre los grupos sociales. En otras palabras, cuando se generan conflictos por la apropiación del territorio lo que se encuentra en disputa es la soberanía, la pertenencia y el dominio de los actores sociales sobre el espacio (Rodríguez *et al.*, 2010:14).

Así, en resumen, el objetivo de este apartado fue señalar la vulnerabilidad que posee el ser humano por naturaleza; condición que puede alterarse en función de las características del entorno y por el nivel de accesibilidad a los recursos naturales. En relación a estos últimos, se evidenció la jerarquía que ostentan para las naciones como generadores de riqueza y los conflictos que surgen en torno a su apropiación, por ello, se examinó la relación entre recursos naturales y tenencia de la tierra, de lo cual derivan las políticas de uso en cuanto a su manejo.

Aunado a lo anterior, la problemática ambiental a nivel global se puso de manifiesto para destacar que los espacios protegidos no necesariamente son una alternativa para la conservación, también, el papel que pueden ejercer como factores de vulnerabilidad debido a la inestabilidad que prevalece en los países en vías de desarrollo a raíz del modelo capitalista imperante. Al final, el énfasis apuntó hacia los conceptos de espacio y territorio, el último en particular, para señalar que la dimensión territorial facilita la comprensión de macro procesos y de estructuras sociales de poder.

### **1.1.2 La noción de vulnerabilidad y su dimensión espacio-temporal**

En torno a la noción de vulnerabilidad, aunque se han realizado avances en el ámbito conceptual y en sus formas de representación, aún persiste ambigüedad en su definición (Cutter *et al.*, 2008:2301). A grandes rasgos, este concepto se ha utilizado de manera frecuente para referirse a individuos quienes, en un gradiente de indefensión, padecen ciertas privaciones en términos de bienestar social (Hoogeveen *et al.*, 2004:5). Sin embargo, entre las críticas a estas formas de aproximación se mencionan la aplicación incorrecta de indicadores para medir la vulnerabilidad, o bien, la inclusión de variables inadecuadas para formar dichos estándares de evaluación (Dwyer *et al.*, 2004:9).

En este sentido, el área de vulnerabilidad más evidente y con mayor cantidad de estudios es la físico-material en la cual se incluye tierra, clima, ambiente, labores, infraestructura, hogares, financiamiento y tecnologías; en contraparte, la vulnerabilidad relacionada a la capacidad socio-organizacional por su orientación hacia un enfoque cualitativo, ha sido menos tratada (Cannon, 2003:9-10).

En este contexto, la condición de vulnerabilidad de las personas puede abarcar un espectro amplio de posibilidades, es por ello que en los estudios que tratan el tema existe una tendencia a incluir adjetivos que, en función de circunstancias dadas, delimitan a qué se es vulnerable, sin embargo, sin hacer de lado esta necesidad, de acuerdo con Busso (2001) la vulnerabilidad debe estudiarse a partir de sus dimensiones, las cuales son capaces de generar una sinergia negativa a partir de una situación de vulnerabilidad inicial. Así, para este autor, la noción de vulnerabilidad es entendida como un proceso multidimensional que confluye en el riesgo o probabilidad del individuo, hogar o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencia de situaciones internas o externas.

En este orden de ideas, dado que la vulnerabilidad se vincula al riesgo y en numerosos estudios se ha relacionado a la expresión de amenaza, es preciso diferenciar los alcances de ambos conceptos (CELADE-ECLAC, 2001:10). A este respecto, una amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento natural específico de cierta magnitud que, entre otras cosas, destaca por la extensión de su impacto en términos espaciales (Dwyer, 2004:2). Por su parte, el riesgo, difiere en función de su origen, bien sea por fenómenos físicos o como resultado de la acción antrópica (conflictos), aunado a ello, puede afectar a los individuos de forma directa o indirecta (en su idiosincrasia),

puede covariar a través del tiempo o vincularse a otros riesgos (Hoogeveen, 2004:9-10); además, al relacionar la toma de decisiones en el presente cuya repercusión se expresará en estados futuros, se constituye en una forma de análisis de corte temporal (Albarracín, 2002:6).

Con base en estas definiciones resulta evidente que el término de riesgo contiene un alcance de mayor envergadura, toda vez que el concepto de amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia de ciertos eventos, pero no a sus implicaciones (Busso, 2001). Entonces, a partir de estos preceptos, la vulnerabilidad debe ser tratada como un fenómeno que se relaciona con el nivel de exposición al riesgo en combinación con otros factores que afectan la habilidad de las personas para sobrellevar la exposición (Cannon *et al.*, 2003:36). En lo que se refiere a la adaptación, es una forma de respuesta que implica transformaciones multidimensionales y endógenas de los afectados frente a la materialización del riesgo (CEPAL-ECLAC, 2002:27).

Según Cutter (2003), en los estudios de vulnerabilidad destacan tres tipos de orientación: identificación de condiciones que hacen a las personas y lugares vulnerables frente a eventos naturales extremos, la vulnerabilidad como condición social y, estudios integrados sobre exposición potencial y resiliencia social.

En términos concretos, los medios de evaluación también varían, por ejemplo, para Golovanevsky (2005) la vulnerabilidad incluye cuatro dimensiones: el hábitat (ambiente y vivienda), el capital humano (salud y educación), la dimensión económica (empleo e ingresos) y, el capital social y las redes de protección social. Desde otras perspectivas, “la vulnerabilidad se relaciona con cinco factores: la exposición, la protección, la capacidad de respuesta inmediata, la capacidad de resiliencia y la capacidad de reconstrucción” (CELADE-ECLAC, 2001:10).

En función de las vertientes expuestas es evidente que la noción de vulnerabilidad es un tema complejo, por ello, la aportación de Busso (2001) es fundamental para su comprensión pues el autor sostiene que los criterios ontológicos básicos que permiten una mayor aproximación son el tiempo, el espacio y el contenido, dado que reflejan expresiones de carácter temporal y territorial. Además, para determinar el origen de la vulnerabilidad sugiere emplear dos criterios analíticos: estructural y coyuntural; el primero, asociado a fenómenos que aunque estén presentes no se expresan sino en el largo plazo (degradación ambiental, falta de infraestructura básica, desempleo estructural, tipo de inserción de los países a los sistemas económicos,



niveles altos y persistentes de pobreza); el segundo, vinculado a la exposición transitoria a riesgos por desastres naturales no recurrentes.

Por otra parte, en un sentido amplio, se ha hecho hincapié en que los componentes de la vulnerabilidad están asociados a los sistemas de alimentación y a los medios de vida, en particular en comunidades rurales (ECA, 2004:25), por tanto, la vulnerabilidad de los individuos o colectivos también puede variar en función de su localización espacial —asentamientos en áreas de alto riesgo o tierras con poco potencial productivo— (Gacitúa *et al.*, 2001:295); de forma que, es en esta dimensión en la cual la distribución de infraestructura y de servicios públicos y privados en el territorio puede representar, causar o modificar esta condición (Lidth, 2005:12).

En relación a este aspecto, Aguilar *et al.* (2001) sostienen que los asentamientos rurales dispersos de pequeña dimensión, alejados de centros urbanos importantes tienden a generar condiciones de vida bastante precarias, asimismo, el desarrollo socioeconómico incipiente del medio donde se localizan limita sus posibilidades de atraer inversiones o proyectos productivos que ayuden a superar esta segregación.

En este contexto, se hace hincapié que entre la población, los efectos de ciertos fenómenos o procesos repercuten de manera diferenciada, por ello, otro criterio importante en el tema de la vulnerabilidad es el nivel de agregación territorial, determinado a partir del individuo, hogar, barrio, comuna, subregión o país (Busso, 2001:27).

En suma, con base en las consideraciones planteadas, el Cuadro 1.1 sintetiza los principales criterios que favorecen la aproximación a la temática en cuestión.

**Cuadro 1.1. Criterios básicos para el estudio de la vulnerabilidad**

Tipos				
ONTOLÓGICO	ANALÍTICO		LOCALIZACIÓN ESPACIAL	NIVEL DE AGREGACIÓN TERRITORIAL
	ESTRUCTURAL	COYUNTURAL		
Tiempo, espacio, contenido.	Fenómenos que aunque presentes se expresan a largo plazo.	Exposición transitoria a riesgos por desastres naturales no recurrentes.	Áreas de alto riesgo.	Individuo, hogar, barrio, comunidad, región, subregión, país.

Fuente: elaborado con base en Busso, 2001 y Gacitúa *et al.*, 2001.

Una vez hecha esta precisión, la perspectiva se remite hacia el análisis de la relación dialéctica entre el entorno y el interno porque, este último, en función del nivel de agregación presenta condiciones que lo hacen vulnerable frente a riesgos provenientes del primero a los que está expuesto. Por ende, en esta relación, la exposición se combina con las características propias del interno quien enfrenta y a su vez genera cambios en su contexto de referencia (Busso, 2001:13).

En esta sección se reconocieron algunas formas de aproximación que existen en torno al concepto de vulnerabilidad y la problemática asociada; entre otros aspectos, se enfatizó como idea errada el concebir a esta noción sólo a partir de las privaciones de bienes materiales que afectan el nivel de bienestar en los individuos, cuando en realidad abarca hechos vinculados a factores que superan el ámbito local. En este contexto, la postura de Busso (2001) trasciende porque, desde su perspectiva, la vulnerabilidad debe entenderse como un proceso multidimensional asociado al riesgo.

Con base en lo anterior y después de analizar otras posturas que complementan esta visión se realizó un esquema que aglutina a los elementos necesarios para entender la noción de vulnerabilidad desde criterios ontológicos y, para identificar su origen no sólo por fenómenos físicos, sino por factores que se materializan a largo plazo; también, para considerar el nivel de exposición de los individuos o grupos según su localización espacial y su nivel de agregación en un determinado territorio.

### **1.1.3 La vulnerabilidad desde el enfoque de sistemas complejos**

En el medio físico confluyen procesos múltiples cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, es decir, un sistema complejo (García, 1994:85). Como se ha señalado, dado que los riesgos hacen referencia a cambios no lineales, examinar y medir la vulnerabilidad es un buen intento de aproximarse al manejo de sistemas complejos, aunque esto no es sencillo, pues se trata de identificar cadenas de relaciones (Ibisch, 2011:1).

Desde este enfoque, la dialéctica que surge por la doble direccionalidad de los procesos no debe ser analizada fraccionando un conjunto en áreas parciales, pues la complejidad de un sistema no se determina sólo por la heterogeneidad de los elementos (o subsistemas) que lo integran, sino por la dependencia mutua de sus funciones en el sistema total (García, 1994:85-6). En este marco de referencia es que se inserta la

propuesta de Wilches (1998) quien denomina vulnerabilidad global a la interacción entre los múltiples factores que la causan, en otras palabras, un sistema complejo que debe ser abordado desde varias aristas, según las características de cada población.

Así, entre los factores que se relacionan de forma directa a la vulnerabilidad destaca el tema de los activos dado que la falta de ellos, su disminución o la inhabilidad en su manejo genera segregación (CELADE-ECLAC, 2001:12; CEPAL-ECLAC, 2002:5), de hecho, las posibilidades reales de acceso son las que, en gran medida, determinan la condición de vulnerable (Katzman *et al.*, 2001). En este contexto, la estructura de oportunidades es entendida como las “probabilidades de acceso a bienes (activos), servicios o actividades que inciden sobre el bienestar del hogar, al facilitar el uso de recursos propios o el suministro de nuevos recursos útiles para la movilidad e integración social a través de los canales existentes” (Katzman, 2000).

Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Banco Mundial, entre otras instancias, sostienen que los tipos de activos (o capitales) de las personas necesarios para vivir son cinco: humanos, naturales, sociales, físicos y financieros. En el Cuadro 1.2 se observan las características de cada uno.

**Cuadro 1.2. Clasificación de los activos de los seres humanos**

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
Humano	Habilidades, destrezas, conocimiento, fortaleza física y condición de salud, nivel de educación.
Natural	Áreas disponibles y en uso, rubros y volúmenes de producción, disponibilidad de agua, del bosque y de sus productos, la biodiversidad (flora y fauna).
Social	Organizaciones locales, redes, conexiones y contactos, relaciones de confianza y apoyo mutuo, reglas, acuerdos, normas y valores de los grupos, mecanismos de participación en la toma de decisiones, liderazgo, reconocimiento frente a terceros.
Físico	Infraestructura (transporte, edificios, sistemas de agua, energía y comunicaciones), herramientas, semillas y tecnología.
Financiero	Ahorros, crédito/débito, remesas, salarios, pensiones, ingresos.

Fuente: elaborado con base en PCAC-UNAG y DFID (2003) sobre criterios de CEPAL y del Banco Mundial.

En esta clasificación es notorio, en primer lugar, la variedad de aspectos que cada tipo de activo puede contener, y también, la influencia que pueden ejercer en ámbitos de trascendencia para el bienestar de los seres humanos. Asimismo, resulta evidente que la afectación a alguno de ellos causará, sin duda, un impacto negativo sobre otros; por ejemplo, cuando en un espacio determinado se restringe la disponibilidad de áreas para desarrollar la actividad agrícola, se genera una disminución en los ingresos por producción, si la población afectada no cuenta con activos de tipo financiero, dicha acción quebrantará sus condiciones de vida, llegando a incidir incluso en su salud o fortaleza física.

En este sentido, es una realidad que la exclusión y la inequidad en el acceso a los activos económicos y sociales (recursos, servicios, ingresos) (Ferranti *et al.*, 2004) exacerbaban las desigualdades entre individuos o grupos de personas quienes, de manera parcial o total, son marginadas de estos sistemas (Lidth, 2005:13).

Al respecto, el concepto de marginación en América Latina se ha vinculado de forma regular a los estudios sobre pobreza (Arteaga, 2003:148) y, ésta a su vez, a la noción de vulnerabilidad, sin embargo, vulnerabilidad y pobreza no son sinónimos (Cannon *et al.*, 2003:4). Para ahondar en ello se debe tener presente que, según Blaikie *et al.* (1996) los estudios de pobreza se generan en función de una medida descriptiva que involucra el ingreso, el gasto y el consumo, además, se caracterizan por enfocarse en las personas y los hogares pero regularmente de manera estática, por tanto, al dejar de lado los procesos causales, resultan insuficientes como única herramienta de trabajo (Pizarro, 2001).

Por su parte, el análisis de la vulnerabilidad en su eje medular se concentra en estudiar la afectación de los activos y las estrategias de individuos, hogares y comunidades que limitan su acceso al conjunto de oportunidades que brinda el mercado, el Estado y la sociedad (Busso, 2001:17). Aunado a ello, esta noción involucra cualidades predictivas (Cannon *et al.*, 2003:4) las cuales, desde la perspectiva del riesgo, derivan de las características y sinergias sociales y económicas entre la población (Blaikie *et al.*, 1996 en Barrenechea *et al.*, 2000).

De esta forma, con base en los activos antes descritos Lidth (2005) propone una clasificación por tipos de vulnerabilidad cuyas principales causas se originan a partir de situaciones concretas, donde efectos en cadena, repercuten de manera desfavorable para quienes la experimentan. Estas asociaciones se plasmaron en el Cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3. Tipos de vulnerabilidad y sus causas**

<b>Tipo</b>	<b>Causas</b>
Económica	Una crisis económica, la caída de precios de cultivos u otro impacto económico que cause una reducción en los activos, en especial de tipo financiero, físico y natural.
Social	La exclusión social o la pérdida de servicios básicos. Se relaciona a activos sociales, culturales y humanos.
Ambiental	Surge por la desprotección frente a desastres naturales y por el deterioro ambiental; se relaciona específicamente a los activos naturales pero también puede impactar en otros activos.
Geográfica	Se relaciona a la ubicación física y con el impacto a los activos físicos y naturales.

Fuente: elaborado con base en Lidth, 2005.

Como se puede observar, las causas de los tipos de vulnerabilidad presentan una relación directa con los activos (véase Cuadro 1.2). Entre otros aspectos, nótese que en el ámbito de vulnerabilidad ambiental, en su más amplio contexto, el deterioro de los recursos naturales puede generar esta condición.

Con base en lo señalado, se precisa que el tema de vulnerabilidad remite al estudio de las relaciones entre procesos estructurales a nivel macro, también, a las características y mecanismos adaptativos de los hogares a nivel micro (Filgueira, 1999).

Ahora bien, para cerrar este apartado se deja en claro que el concepto de sistemas complejos se expuso para después introducir el de vulnerabilidad global, el cual se argumentó debe estudiarse vinculado con los activos de las personas. Para ello, la clasificación de activos permitió diferenciar a los de tipo humano, natural, social, físico y financiero, los cuales han sido reconocidos ampliamente por instituciones como la CEPAL dada su influencia en el tema de vulnerabilidad.

Aunado a estas premisas, se enfatizó que la exclusión de los seres humanos en el acceso a estos bienes capitales genera condiciones de marginación, puntualizando que el término de pobreza no es sinónimo de vulnerabilidad. Por otra parte, se estableció que la noción de vulnerabilidad sugiere incluir al análisis procesos caracterizados por su complejidad, dado el impacto bidireccional de factores en la macroescala y la microescala.

## **1.2. EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD EN EL ÁMBITO SOCIAL**

La noción de vulnerabilidad social se encuentra vinculada estrechamente a los sistemas globales de políticas económicas, a su vez, a los sistemas de protección social en un ámbito más local. En este esquema, es importante conocer de qué manera se inserta este enfoque en el sector de políticas públicas; de igual forma, con base en una línea de tiempo es conveniente identificar los momentos en que las contribuciones de diversos autores permearon la noción de vulnerabilidad social que en la actualidad se reconoce.

A partir de estos referentes, se examina en un contexto de escala a las características que generan patrones de riesgo en la estructura poblacional y económica de la región latinoamericana; además, se analiza el eje central de la noción de vulnerabilidad social apuntando a sus causas de origen, esto con la finalidad de hacer notar por qué esta línea de investigación forma parte de una amplia discusión en distintos ámbitos e instancias de gestión.

### **1.2.1 Precedentes en la evolución conceptual de la vulnerabilidad**

Entre los distintos grupos, los sistemas de protección social son influenciados por determinantes estructurales de corto y largo plazo que bien pueden anticiparse o suceder de forma aleatoria. Además, en este tipo de sistemas existen diferencias sustanciales debido a la fuerza que ejercen la cultura, las tradiciones y las formas de organización (*United Nations*, 2001:20).

En el caso de los países en vías de desarrollo, las acciones de políticas macroeconómicas inciden sobre sus niveles de vulnerabilidad (Sojo, 2004:9), es por ello que el riesgo es considerado como uno de los factores que los distingue (Hoogeveen *et al.*, 2004:3). Aunado a que, el grueso de la población de estas naciones permanece fuera de los sistemas sociales de protección de forma que su soporte real, en gran medida, proviene de relaciones de parentesco, de la sociedad comunitaria o civil (*United Nations*, 2001:14). Ante estas circunstancias, los gobiernos nacionales adquieren gran responsabilidad en cuanto a satisfacer las necesidades básicas de la población a través de programas de asistencia social y, en este sentido, para garantizar una distribución adecuada, la existencia y aplicación de la legislación, entre otros aspectos, es fundamental (*United Nations*, 2001:20).

Al respecto, el enfoque de vulnerabilidad deviene un complemento al análisis tradicional de la pobreza y ha contribuido al diálogo en el ámbito de las políticas públicas (Hoogeveen *et al.*, 2004:3); convirtiéndose esto en uno de sus principales estímulos (CEPAL-ECLAC, 2002:5). Ahora bien, aunque los primeros antecedentes de indicadores en el área social tuvieron su origen en 1830 —con fines de mejora a la salud pública en países de Europa y Estados Unidos de Norteamérica (Dwyer *et al.*, 2004:9)— es importante destacar que la medición de aspectos sociales de la vulnerabilidad es bastante reciente, pues la tendencia en un principio estuvo orientada hacia los impactos por desastre frente a amenazas naturales (King *et al.*, 2000:54).

Así, entre 1960 y 1970 fue notorio en las ciencias sociales el auge de investigaciones que trataron el tema de los indicadores en un sentido teórico y metodológico (Duncan, 1969; Land, 1983; Land *et al.*, 1975; Smith, 1973) y cuya aplicación se orientó a políticas de corte social (Rossi *et al.*, 1980). En dicho periodo, el tema de las desventajas sociales trascendió de forma que, por ejemplo, la Organización de Naciones Unidas y el Banco Mundial, entre otras instancias, dedicaron una cantidad importante de recursos monetarios para la creación de estos parámetros (Dwyer *et al.*, 2004:9). Por su parte, en el caso de América Latina los estudios se centraron en la marginalidad (Busso, 2001:9).

En consecuencia, en un intento por estudiar la vulnerabilidad de manera integral se desarrollaron indicadores ambientales basados en estudios cualitativos los cuales emergieron como una amalgama entre áreas opuestas de la ciencia (Cutter *et al.*, 2003:244). A esta perspectiva, según Blaikie (1996), contribuyeron ampliamente Davis (1976) y Cuny (1983) cuyas propuestas permearon ámbitos de funcionarios, técnicos y operativos encargados de la gestión. Otra aportación clave fue realizada por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), al hacer patente que el ambiente que rodea a los asentamientos humanos contribuye a la ocurrencia de desastres (OPS, 1994).

Por lo que sigue, en el decenio de 1980 la persistencia, diversificación y crecimiento de la pobreza en gran parte de los países latinoamericanos hizo que en los ámbitos internacional y nacional se cuestionaran los enfoques utilizados para tratar los temas de orden social (Busso, 2001:9). Como efecto de esta tendencia, desde 1990 autores como Keys (1991), Smith (1994), Blaikie *et al.* (1994) y Granger (1995) incluyeron características socioeconómicas y demográficas en sus estudios. Por su parte,

King y MacGregor referidos en Dwyer *et al.* (2004), argumentaron cómo y por qué medir la vulnerabilidad es tan importante como lo que se mide.

Esta articulación fue decisiva pues es justo en esta fase que el enfoque de vulnerabilidad social recibió un impulso a partir de las contribuciones de Amartya Sen quien orientó su búsqueda no sólo a las características de ingresos, sino también a dimensiones de autopercepción y género, psicosociales, étnico-raciales, educacionales, laborales, familiares y políticas de las privaciones (Busso, 2001:9). Por su parte, Caroline Moser (1998) en el área conceptual sintetizó el denominado “marco de activos/vulnerabilidades” y aunque su propuesta conjuntó vulnerabilidad con pobreza, incidió en el diseño de políticas al incluir el término relativo a los activos de los pobres.

Posterior a la contribución de Moser, en el desarrollo analítico del enfoque destacaron en América Latina los estudios de Katzman (1999) y Attanasio *et al.* (1999), también fueron significativas las aportaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2000) y las investigaciones de corte sociodemográfico realizadas por el Centro Demográfico de Latinoamérica y el Caribe (CELADE) (Rodríguez, 2000).

Con base en lo descrito sobre el tema en cuestión, los hechos más representativos se sintetizaron en el Cuadro 1.4, en el cual se acentúan las aportaciones que de manera sustancial han fortalecido la noción de vulnerabilidad social.

**Cuadro 1.4. Hitos en la noción de vulnerabilidad social**

1830	1960-1970	1976-1983	1990	1998	2000
Utilización de indicadores para la salud pública (Europa, EUA).	Auge en el uso de indicadores en las Ciencias Sociales con impacto directo sobre políticas de corte social.	Se señaló la implicación del ambiente en los seres humanos frente a desastres y se utilizaron indicadores ambientales cuya incidencia permeó ámbitos de gestión.	Se incluyeron en estudios características socio-económicas y demográficas. Amartya Sen consideró, además de los ingresos, dimensiones de autopercepción y políticas de las privaciones.	Se sintetizó el marco de activos/vulnerabilidades y se incluyó el término “Activos de los pobres”; ambos incidieron en el diseño de políticas.	Desarrollo de investigaciones de corte socio-demográfico en América Latina.

Fuente: elaborado con base en Duncan, 1969; Smith, 1973; Land *et al.*, 1975; Rossi *et al.*, 1980; Land, 1983; Keys, 1991; Blaikie *et al.*, 1994; OPS, 1994; Smith, 1994; Granger, 1995; Blaikie, 1996; Moser, 1998; Rodríguez, 2000; Busso, 2001; Cutter *et al.*, 2003; Dwyer *et al.*, 2004.



En este esquema está claro que los indicadores aplicados a distintas áreas (salud, ambiental, socioeconómica) se constituyeron como una herramienta importante para realizar aproximaciones al tema de la vulnerabilidad, además, es un hecho también que fueron clave las contribuciones de especialistas como Amartya Sen y Moser, dado que centraron su atención en elementos antes no considerados.

Asimismo, es sobresaliente que los estudios de vulnerabilidad latinoamericanos de los años sesenta se traslaparon con los análisis de exclusión social europeos de los ochenta; coyuntura que derivó en la noción de vulnerabilidad social (Busso, 2001:9) contemporánea en la cual se procura medir procesos complejos (Banco Mundial, 2001) a través de evaluaciones que se han apoyado en metodologías diversas, destacando en número las de corte cuantitativo por la complejidad propia de las sociedades (Dwyer *et al.*, 2004:9).

En cuanto a las aproximaciones precursoras, se reconocen principalmente características como la movilización de activos de los pobres para sobrevivir y enfrentar crisis, los activos que permiten generar ingresos y con ello la superación, o bien, el desajuste entre los activos y la estructura de oportunidades (CEPAL-ECLAC, 2002:5).

En este sentido, la noción de vulnerabilidad ofreció un apoyo para complementar los estudios por diferencias de ingreso, sexo, edad, lugar de residencia, nivel educativo, etnia o cualquier otra distinción que usualmente se utiliza en los análisis relacionados al concepto de pobreza (Busso, 2001:16).

A manera de síntesis, la idea central de este apartado fue mostrar cómo la noción de vulnerabilidad se incorporó de forma gradual a las políticas públicas, pero sobre todo, revelar los procesos que le anteceden y sustentan; esto a partir de la confluencia de hechos, agentes y circunstancias en donde de manera reiterativa el concepto ha sido reformulado particularmente en el campo teórico.

### **1.2.2 Tendencias de vulnerabilidad en América Latina**

En los países latinoamericanos las desventajas sociales se vinculan con ciertas características de la estructura y dinámica de la población que, en combinación con otras variables, producen situaciones de riesgo que logran propagarse en términos generacionales, entre otras, son recurrentes las tasas altas de fecundidad, la maternidad adolescente, el tamaño del hogar, los índices de dependencia, la jefatura de hogar muy

joven o anciana, la mortalidad infantil, la esperanza de vida y la localización residencial (CELADE, 1999).

Según Sojo (2004) el bienestar social supone como requisito políticas macroeconómicas estables y, en este sentido, el contexto de América Latina no es alentador debido a la volatilidad de los capitales internacionales que predominan en el territorio, por tanto, dada su inestabilidad económica, la región puede catalogarse de alto riesgo social. Aunado a ello se presentan otros riesgos de tipo idiosincrático y una capacidad mínima para resistir a cambios abruptos; los cuales, en gran medida, están condicionados por los sistemas políticos correspondientes (Ocampo, 2001).

A inicios del siglo XXI, las encuestas de opinión (en ámbitos objetivos y subjetivos) realizadas por distintos gobiernos latinoamericanos revelaron el aumento en la indefensión, la inseguridad y la exposición a riesgos, tanto en individuos como a nivel de hogares y comunidades. Por ende, en estas naciones se distingue un patrón de desarrollo precario que se ajusta al marco de vulnerabilidad social (Busso, 2001:29).

En este contexto, los países de la región aunque tuvieron reformas desde 1990 en sus sistemas de protección social (*United Nations*, 2001:13) que les permitieron mejorar su cobertura de servicios, las crisis y recesiones económicas que han experimentado en distintos momentos les han impedido reducir la desigualdad social y, en términos de consumo, la mayoría ha mantenido una tendencia de gran fluctuación (CELADE-ECLAC, 2001:8).

Al respecto, Sojo (2004) identificó que los avances logrados se frenaron de forma considerable desde 1997, lo cual impactó en varias dimensiones y sectores de la población. Por su parte, Busso (2001) sostiene que en el decenio de los noventa del siglo pasado, la distribución del ingreso no registró cambios importantes, sin embargo, fue pronunciado el aumento de empleos en el sector informal. A consecuencia de esto, al final de este periodo, el resultado de las encuestas de opinión permitieron conocer que la sensación de indefensión e inseguridad fue una constante en la sociedad latinoamericana (Pizarro, 2001).

En función de lo anterior, destaca el Seminario Internacional en Formas de Vulnerabilidad Social en Latinoamérica y el Caribe realizado en 2001, en Santiago de Chile. En esta reunión se confirmó que en ambas regiones los indicadores sociales, económicos y ambientales omiten las percepciones de incertidumbre, inseguridad, indefensión, precariedad y erosión de los derechos. Por otra parte, se informó la

persistencia de la segregación, que aunada a la segmentación en las labores del mercado y de la educación, impactaron negativamente en los grupos sociales en cuanto a sus oportunidades y medios de movilidad social, provocando una disminución en el consumo entre los grupos de mayor desventaja, y por ende, una participación más simbólica que tangible (CELADE-ECLAC, 2001:12).

De acuerdo con Villa *et al.*, (2002) es evidente que la importancia del enfoque de vulnerabilidad social se relaciona a la coyuntura de riesgos emergentes y al deterioro de las formas históricas de protección. Por tanto, esta noción se ha convertido en uno de los temas más relevantes y debatidos en la actualidad (CEPAL-ECLAC, 2002:36).

En esta sección, fue importante explicar la dinámica de desigualdad y desventaja social que experimentan los países en vías de desarrollo. Así, el caso de América Latina es particular no sólo porque en este territorio las situaciones y sinergias negativas prevalecen entre su población, sino porque se intensifican y reproducen en un ambiente de inseguridad derivado del riesgo que produce el sistema económico en que se inserta esta región; tal como lo confirmaron los resultados de las encuestas de diferentes países que la integran.

### **1.2.3 La aproximación del análisis de vulnerabilidad social**

En un inicio la vulnerabilidad social surgió como una forma de analizar cómo las comunidades rurales empobrecidas enfrentaban las consecuencias de eventos traumáticos (Pizarro, 2001). En la actualidad, prevalece el interés en la comunidad mundial por reducir las pérdidas humanas y los daños económicos frente a eventos extremos (Thomalla *et al.*, 2006 en Cox *et al.*, 2006:2), pero también se busca comprender las vulnerabilidades socialmente creadas, las cuales todavía son ignoradas por la dificultad que entraña su cuantificación, tan es así que las estimaciones de impacto económico suelen no reportar la pérdida social (Cutter, 2003:243).

En relación con esto, la noción de vulnerabilidad social ha adquirido reconocimiento por su enfoque integral para tratar el tema del riesgo (Dwyer *et al.*, 2004:4). Entre otras contribuciones, destaca la de Heitzman *et al.* (2002) al introducir el concepto de cadena de riesgo; perspectiva en que se distinguen las acciones tomadas antes y después de que se materialice éste, es decir, se hace hincapié en la prevención y la mitigación del riesgo (Quijano, 2001:19).

En este marco de ideas, se entiende que la vulnerabilidad social es relativa a la desprotección de las personas cuando enfrentan daños potenciales, en la insatisfacción de sus necesidades básicas y por la violación a sus derechos humanos (Cáceres, 1999). Es por ello que al aportar elementos para comprender la organización social de la población (Salgado *et al.*, 2007:8) se convierte en una herramienta para analizar los efectos que el patrón de desarrollo actual impone a las sociedades contemporáneas quienes enfrentan limitantes en su capacidad de respuesta y, por ende, una gran dificultad en términos de movilidad social ascendente, también, en fortalecer identidades y nuevas formas de alianza (CELADE-ECLAC, 2001:2).

En sentido estricto, la vulnerabilidad social se presenta por la confluencia de tres circunstancias: la combinación de eventos, procesos o rasgos que entrañan adversidades potenciales para el ejercicio de los distintos tipos de derechos ciudadanos o bien, para el logro de proyectos de las comunidades, los hogares y los individuos; la incapacidad de respuesta frente a la materialización de tales riesgos; y la inhabilidad para adaptarse a las consecuencias de la materialización de los riesgos (CEPAL, 2002:21).

Con base en lo anterior, la vulnerabilidad social centra su atención en la evaluación de aspectos como la pertenencia a un grupo y a redes sociales; el acceso a servicios y a programas de salud; incluidas las decisiones políticas, el desequilibrio económico, las normas, los valores y los marcos legales (Aggleton *et al.*, 2004 en Salgado *et al.*, 2007:9).

En este contexto, el Cuadro 1.5 presenta las diferentes formas que según Busso (2001) constituyen la expresión máxima de vulnerabilidad social entre los individuos o colectivos.

**Cuadro 1.5. Expresión de la vulnerabilidad social**

<b>Formas</b>			
Fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno.	Desamparo institucional por parte del Estado.	Debilidad interna para afrontar los cambios y aprovechar las oportunidades que se presentan.	Inseguridad permanente que paraliza la posibilidad de pensar estrategias que en un futuro propicien mejores niveles de bienestar.

Fuente: elaborado con base en Busso, 2001.

En esta clasificación se observa un elemento central que es la susceptibilidad del ser humano, dado que éste puede ser afectado por cambios en el entorno, o bien, debido a la escasez de políticas públicas o programas de orden social que procuren mejorar sus condiciones de vida, también, por características individuales propias que le impidan hacer uso de las oportunidades o desarrollar estrategias.

Por tanto, en su sentido más profundo, el análisis de la vulnerabilidad social busca identificar la relación entre los aspectos internos, representados por la cantidad, calidad y composición de los activos; y, aspectos externos, dados por el conjunto de oportunidades que ofrece el mercado, el Estado y la sociedad civil. Ambos aspectos vinculados por el concepto de estrategias que refiere a los tipos de comportamiento individual y grupal en relación a la movilización y uso de activos para acceder al conjunto de oportunidades (Busso, 2001:29).

Con estas bases, la noción de vulnerabilidad social permite aproximarse en términos cognitivos a cómo y por qué diferentes grupos y sectores de la sociedad se encuentran sometidos –de forma dinámica y heterogénea– a procesos que atentan contra su subsistencia y capacidad de acceso a mayores niveles de bienestar y al ejercicio de sus derechos ciudadanos (Busso, 2002). Además, brinda la posibilidad de caracterizar condiciones objetivas y subjetivas de incertidumbre y desprotección para entender las oscilaciones en la movilidad social (Golovanevsky, 2005:121).

Al respecto, según Quijano (2001) la vulnerabilidad puede estudiarse de acuerdo al nivel de cohesión interna, por ejemplo, una comunidad es vulnerable si las relaciones que vinculan a sus miembros no superan la vecindad física. En otras palabras, un grupo social es vulnerable si no tiene sentimientos de pertenencia y propósitos compartidos, también, si carece de organización para traducir tales propósitos en acciones concretas.

En resumen, el contenido de este apartado centró el interés en exponer los alcances e implicaciones de la noción de vulnerabilidad social, cuya máxima expresión se reconoció involucra aspectos del interno y del entorno, los cuales al confluir hacen altamente susceptible al ser humano. Una vez identificados, se mostró que dichos aspectos pueden ayudar a comprender situaciones relativas a la movilidad social; también, se planteó que los análisis acotados solamente en torno a vulnerabilidad por ingresos o en función del haber de bienes materiales resultan insuficientes pues las dimensiones del constructo consideran relaciones cuya magnitud los supera en demasía.

### **1.3. ANTECEDENTES METODOLÓGICOS EN LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD**

En el tema de vulnerabilidad la experiencia de múltiples investigaciones revela la variación en datos, técnicas y tipos de estudios existentes; en función de ello, en este apartado se expone el papel decisivo de los indicadores en el ejercicio de evaluación, asimismo, la estrecha relación que éstos guardan con los constructos teóricos. Por otra parte, se deja en claro la necesidad de realizar análisis complementados por variables de tipo cuantitativo y cualitativo, aunado a la importancia de diferenciar entre estudios de tipo sincrónico o diacrónico.

En relación al objetivo de esta línea de investigación, el énfasis se hace sobre los elementos que convergen y que mejor la representan, por otra parte, es apropiado identificar procesos distantes que generan desventajas entre la población a partir de una cadena interrelacionada de variables o circunstancias cuyo efecto se traduce en patrones de afectación. Finalmente, se presentan algunas aportaciones en cuanto a metodologías, resaltando partes esenciales de sus procesos, también, los fundamentos que permitieron su desarrollo y aplicación para investigaciones en distintos ámbitos.

#### **1.3.1 Los indicadores como base de aproximación**

En función de los enfoques emergentes, las técnicas utilizadas para medir la vulnerabilidad han mostrado variaciones. Sin embargo, en lo referente a la obtención de los datos, según los requerimientos, se han utilizado de igual manera fuentes primarias (cuestionarios, encuestas, entrevistas, trabajo y recopilación de datos en campo) o secundarias (censos, anuarios); desde luego, los resultados develan tendencias cualitativas o cuantitativas, con mayor o menor sesgo (Dwyer *et al.*, 2004:15-19; King *et al.*, 2000:52).

En lo referente a la ponderación de variables, ésta se ha dado de forma objetiva o subjetiva y, aunque la última es considerada de menor confiabilidad por generarse a partir del conocimiento local, con base en la experiencia e intuición del investigador, también se sostiene que a falta de ello, ciertos aspectos de la vulnerabilidad social quedan relegados (Dwyer *et al.*, 2004:19).

Al respecto, Birkmann (2006:57) sostiene que cualquier indicador, sea cuantitativo o cualitativo, tiene significación además del valor que observa. En otras palabras, la relevancia de un indicador para estimar cierta cualidad o característica de un sistema descansa en la interpretación que se hace de este indicador y su relación con el fenómeno de interés. Por tanto, es prerrequisito esencial comprender el significado de cada variable y definir la función del indicador que se genera.

En los estudios sobre vulnerabilidad la función de los indicadores no se puede soslayar. En las ciencias sociales estos parámetros fueron bastante representativos en el decenio de los sesenta (King *et al.*, 2000:52); en parte, porque facilitaron el proceso de introspección al estar contruidos sobre una base de tiempo-escala, además, por las ventajas que ofrecieron para estudiar a la población a partir de unidades específicas (Andrews *et al.*, 1976).

En este sentido, un indicador, de acuerdo con la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), es un parámetro o valor que provee información o describe el estado de un fenómeno dado; su finalidad es reducir el número de mediciones que normalmente se requieren para reflejar una situación determinada y simplificar el proceso de comunicación (INEGI-INE, 2000:19-20). En este tema, otra definición clave es la de Palacio *et al.* (2004) al sostener que los indicadores miden cuantitativamente (tasas, cocientes, índices) o describen cualitativamente a los criterios, aunado a ello, revelan condiciones y tendencias que pueden ser útiles en la planeación del territorio.

Entre otros aspectos, es un hecho que los indicadores, en particular los compuestos (índices), permiten validar constructos (Fenton *et al.*, 1999), es decir, conceptos o ideas con frecuencia abstractas que definen o categorizan un tema o situación; en realidad, interesa de sobremanera que su base teórica exprese un proceso (King *et al.*, 2000:52). Por tanto, los indicadores han de formularse a través de una vía que refleje su complejidad y facilite su interpretación, teniendo presente que al sintetizar conceptos amplios es inevitable la exclusión de algunas características (Dwyer *et al.*, 2004:9-15). Debido a ello, es menester acotar los aspectos más sobresalientes del objeto de estudio para comprender si un conjunto de indicadores deriva en un modelo o teoría acerca de cómo opera la sociedad (King *et al.*, 2000:52) y el ambiente.

Cabe señalar que en el ámbito social existen ciertas limitaciones al utilizar indicadores, de hecho, en el caso de la vulnerabilidad, la amplitud del concepto dificulta

la selección de variables (King *et al.*, 2000:52) y, derivado de ello, también llega a ser problemático identificar la escala apropiada para el análisis (Cutter *et al.*, 2008:2305).

Por ende, en función de la exposición a distintos tipos de riesgo, el uso de un solo indicador podría ser insuficiente para capturar una tendencia, pero la aplicación de un conjunto de ellos puede inducir a confusión en la determinación de niveles de vulnerabilidad (Busso, 2001:23), porque habrá aspectos irrelevantes que destacarán por encima de otros esenciales. En este sentido, se ha reconocido la necesidad de fortalecer el ámbito teórico y el metodológico, en especial con aportes procedentes de la multidisciplinaria y la transdisciplinaria (CELADE-ECLAC, 2001:2).

Según Fenton *et al.*, 1999, los indicadores pueden ser de tipo informativo (descriptivo), predictivo (identificar potencialidades positivas o negativas), orientados a problemas (situaciones de acción), de evaluación de programas (monitoreo de efectividad) y de alineación de objetivos (enfocados a grupos de población específicos). Sin embargo, al margen del tipo de indicador se deberá prever su factibilidad de exploración y verificación a través de diversos métodos, asimismo, su vigencia con base en la actualización periódica de sus datos.

Con respecto al tema de vulnerabilidad, se enfatiza que al aplicar indicadores, los resultados no revelarán una respuesta holística y absoluta para entender un determinado proceso (Dwyer *et al.*, 2004:9-15). De tal forma que para identificar las heterogeneidades y realizar aportes concretos en la construcción de indicadores se recomienda incluir además de variables cuantitativas, aquellos insumos de orden cualitativo que podrían generar información valiosa, por ejemplo, historias de vida, tendencias de género, patrones de salud, entrevistas a informantes clave (Barrenechea *et al.*, 2000:4; Hoogeveen *et al.*, 2004:19-20); toda vez que existen condiciones trascendentales intangibles que en muchas ocasiones quedan fuera de los análisis (Dwyer *et al.*, 2004:16).

Por otra parte, según Barrenechea *et al.* (2000) como parte de las decisiones al inicio de una evaluación sobre vulnerabilidad es necesario acotar el tipo de estudio que se realizará, en otras palabras, si en el análisis se utiliza como base sólo el momento de un desastre se considera que el estudio es de corte sincrónico. En cambio, si en torno a un evento de riesgo se incluyen las etapas de prevención, mitigación y recuperación el estudio es diacrónico; en cuyo caso, se identificarán prioridades entre la población para



establecer, de acuerdo a las posibilidades, la intervención correspondiente de agentes u organismos.

En suma, en este apartado se demostró la función y ventajas de los indicadores para revelar tendencias en la evaluación de procesos, asimismo, la necesidad de incluir en el momento de su diseño a las variables (cuantitativas o cualitativas) que mejor representen el fenómeno de interés. En relación a ello, se demostró la problemática inherente a esta decisión en el tema de la vulnerabilidad social, pues el concepto por su ambigüedad, dificulta su creación.

### **1.3.2 Elementos de convergencia: factores, condiciones, circunstancias y grupos**

En cualquier estudio de vulnerabilidad la identificación de los elementos expuestos es fundamental. Así, una vía es centrar la atención en la búsqueda de disparidades o asimetrías sobre aspectos diversos (Hoogeveen *et al.*, 2004:10) dado que un gran número de factores, características o circunstancias pueden contribuir de forma negativa para reproducir y acumular desventajas entre la población.

En casos particulares donde sucede la confluencia de múltiples causas, el análisis debería plantearse con aspectos de macroescala y microescala. Por ende, será de gran utilidad analizar ciertos comportamientos, asimismo, emplear datos y métodos estadísticos (Busso, 2001:6-10).

Con base en estas ideas, y debido a que algunas tendencias por su perdurabilidad incrementan la condición de ser vulnerable, los componentes de vulnerabilidad social son objeto de estudio a partir de su convergencia (Sojo, 2004:20). Aunado a esto, es de suma importancia considerar que los efectos de ciertos procesos surgen en muchas ocasiones distantes del lugar de impacto; estas causas de origen (institucionales, políticas, económicas o sociales) también deben ser incluidas en los análisis (Cannon *et al.*, 2003:5).

Según Cutter *et al.* (2003:245), entre la comunidad científica de las ciencias sociales existen desacuerdos en la selección y combinación de variables para evaluar y representar la vulnerabilidad social, sin embargo, también se reconoce el predominio de ciertos elementos o características que mejor la representan; algunos de los más citados se observan en el Cuadro 1.6, agrupados por ámbito, según la condición de ser, estar, tener, padecer o pertenecer de las personas sujetas a vulnerabilidad.

**Cuadro 1.6. Características predominantes en los estudios de vulnerabilidad social por ámbito, según la condición de ser, estar, tener, realizar, padecer o pertenecer de las personas**

Ámbito	Variables
Bienestar	Edad muy corta o avanzada, bajo nivel de escolaridad, enfermedad, epidemias, discapacidad física, estado civil soltero, migrante, inmigrante, ingresos bajos, situación de pobreza, altas tasas de mortalidad, altas tasas de fecundidad, baja esperanza de vida, desintegración familiar, no posesión de vivienda, baja calidad de la vivienda, disminuida concentración de bienes en el hogar, incapacidad para acumular activos/ahorros, estatus socioeconómico.
Económico	Dependencia de un solo sector económico, altas tasas de dependencia (la suma de niños y ancianos supera al total de PEA), crisis financiera.
Ocupación	Desempleado, subempleado, baja inserción laboral, inaccesibilidad a empleos lícitos, desempeñar actividades primarias, campesino sin propiedad de tierra, agricultor de subsistencia, trabajador del medio rural.
Localización	Degradación ambiental, dependencia de infraestructura, áreas sísmicas de entornos urbanos altamente densificados y edificados, asentamientos en el medio rural o en áreas climáticas de condiciones extremas, asentamientos en zonas contaminadas o de riesgo por su proximidad a volcanes, fallas geológicas y a centros nucleares.
Cultural	La raza, origen étnico, no pertenecer a redes sociales, carecer de seguridad social, percepción del riesgo, discapacidad lingüística, costumbres, creencias y valores, violencia doméstica, procedencia de las personas que integran la comunidad.
Género	Mujer, mujer indígena, madre adolescente, madre soltera, jefa de hogar en el medio rural.
Exclusión	Padecer discriminación, inaccesibilidad a información y tecnología, limitaciones en el ejercicio del poder político y la representación.
Otros	Inseguridad, conflictos sociales, inestabilidad política, terrorismo, guerras, golpe de estado, turista de temporada vacacional.

Fuente: elaborado con base en Blaikie *et al.*, 1994; Hewitt, 1997; Puente, 1999; Heinz Center for Science, Economics, and the Environment, 2000; Holzmann *et al.*, 2000; King *et al.*, 2000; Putnam, 2000; Rodríguez, J., 2000; Busso, 2001; Cutter, 2001; Tierney *et al.*, 2001; FIDA, 2001; Quijano *et al.*, 2001; CEPAL-ECLAC, 2002; Davis *et al.*, 2002; Cannon *et al.*, 2003; IDB, 2003; Banco Mundial, 2004; Dwyer *et al.*, 2004; DFID, 2004; Sojo, 2004; NOAA, 2010.

En este cuadro se sintetizaron los elementos que, en numerosos estudios, se ha considerado interactúan en determinadas categorías y niveles de aplicación según su escala (Cannon *et al.*, 2003:10); cada uno por separado no explica la vulnerabilidad

social, incluso algunas variables no pueden representar riesgos por sí mismas (excepto la mortalidad), pero se convierten en ello a partir de que una o varias, en una cadena de relaciones, dificultan el ejercicio de derechos (CEPAL-ECLAC, 2002:7) y provocan desventajas marcadas entre la población.

En el ámbito de bienestar, por ejemplo, es un hecho que la condición de padecer algún tipo de enfermedad también puede estar relacionada a un déficit de acumulación de activos, asimismo, que los gastos derivados de servicios médicos pueden impactar la economía de las personas y sus familias en distintas etapas del ciclo de vida (Andrew *et al.*, 2008:1); por otro lado, también es importante considerar que la infraestructura de salud es fundamental en casos de desastre, pues en cierta forma determina el tiempo de recuperación (Cutter *et al.*, 2003:248-9).

Otras categorías de amplia relación son la educación y los ingresos, es decir, de los últimos interesa además de la cantidad y frecuencia en que se perciben, sus variaciones temporales, pues de esto derivan situaciones concretas de riesgo (Busso, 2001:6) dado que a menor nivel educativo disminuyen las probabilidades de obtener mejores ingresos, y ante la carencia de estos activos se reduce también el nivel de comprensión y el acceso a información (Heinz Center for Science, Economics, and the Environmental, 2000).

En lo relativo al ámbito económico y de ocupación, son dos sectores vinculados que repercuten, sin duda, sobre otros. En cualquier escala, la generación de ingresos apoyada en un solo sector económico (primario, secundario, terciario) genera una situación de vulnerabilidad frente a crisis económicas de corto o largo plazo (Cutter *et al.*, 2003:253); condición que se acentúa particularmente en quienes se desempeñan en el sector primario (Hewitt, 1997; Puente, 1999).

Con respecto al desequilibrio de población, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha externado su preocupación en el tema. En 2002 destacó que la ausencia de varones en las labores del campo contribuye a la vulnerabilidad social porque, por un lado, se producen cultivos de menor calidad nutrimental, por el otro, dado que a nivel de hogar uno de los activos que movilizan las personas es la oferta laboral de sus miembros, las faenas recaen sobre las mujeres y los niños, afectando así su capital humano, sobretodo, en los hogares uniparentales (ECA, 2004:72; CEPAL-ECLAC, 2002:6). De acuerdo con Cutter *et al.* (2003), la ocupación de las personas ejerce un papel preponderante que exagera o disminuye su

vulnerabilidad, motivo por el cual en los estudios o análisis correspondientes se debe poner especial interés en las ocupaciones basadas en servicios de bajo rango.

Por su parte, la localización geográfica es otro aspecto que se ha examinado dada su implicación con respecto a los asentamientos humanos, por ejemplo, estar ubicados en un entorno degradado (rural o urbano) o en zonas de alto riesgo, o bien, carecer de infraestructura que dificulte su evacuación, incluso, depender de ésta para desempeñarse en sus empleos. En este contexto, al incluir este componente en los estudios de vulnerabilidad se ha logrado comprender mejor ciertos patrones y sus tendencias (Cutter *et al.*, 2003:258).

En el ámbito cultural, la vulnerabilidad se ha estudiado no sólo en relación a la raza o el origen étnico, además, por la pertenencia a redes sociales y por la dependencia a servicios de seguridad social, asimismo, según la afectación de las sociedades por cambios abruptos, aunado a la percepción que éstas tienen sobre los riesgos; esta última incluye las costumbres, las creencias y diversas formas de expresión (Quijano *et al.*, 2001:20).

Entre las investigaciones, otra categoría que ha sido reiterativa es la de género pues se reconoce que a partir de esta condición las mujeres son altamente vulnerables en circunstancias variables, o bien en su condición de ser, por ejemplo, indígena, madre adolescente, madre soltera, jefa de hogar, habitar en un medio rural. Así, en una asociación de efectos negativos, solo por mencionar algunos, se ha identificado que la fecundidad temprana trunca en la mayoría de los casos la trayectoria educativa de la madre, con ello se limita su inserción al mercado laboral, o bien, puede condicionarla al ámbito doméstico (Sojo, 2004:20). Con base en lo señalado se advierte que la exclusión de las personas a través de la discriminación o cualquier otra limitante de acceso, genera susceptibilidad para su integración a los sistemas de desarrollo (FIDA, 2001; Davis *et al.*, 2002; IDB, 2003; Banco Mundial, 2004).

Entonces, a manera de conclusión, en el apartado se demostró que es elemental la identificación de los grupos vulnerables a partir de la convergencia de aspectos múltiples, los cuales no necesariamente se hacen evidentes en el entorno inmediato. Por otra parte, se detallaron algunas cadenas de relaciones que generan esta condición a partir de ciertas desventajas en el bienestar, en la ocupación laboral o en el ámbito económico, en función de la localización espacial de los individuos, por cuestiones de género o culturales, entre otras.

### **1.3.3 Algunas vías de aplicación**

Existe una diversidad considerable de métodos y propuestas de evaluación en el tema de vulnerabilidad, según los enfoques y objetivos de las investigaciones. Las siguientes líneas sintetizan algunas contribuciones que por su innovador aporte han marcado tendencias en el campo metodológico, después, se describen algunos métodos que constituyen una plataforma de apoyo en esta temática.

En este sentido, en el trabajo de Carpio *et al.* (1999) se abordan dimensiones analíticas como la desigualdad en las capacidades de funcionamiento de personas y familias; en concreto, sobre las inequidades en el acceso a activos básicos como tierra, bienes de capital y tecnologías, créditos monetarios, educación de calidad. Por su parte, en la investigación de Hoogeveen *et al.* (2004) se distinguen dos líneas: una enfocada a la construcción del riesgo y el perfil de la vulnerabilidad, la otra, relacionada con la evaluación del riesgo en función de las estrategias, arreglos e intervenciones. La primera facilitó la identificación de las personas expuestas, en tanto, la segunda permitió centrar la atención sobre los riesgos de mayor impacto negativo en el bienestar, también, sobre aquellos relacionados con las políticas de mercado.

Según Hoogeveen *et al.* (2004) entre las instituciones que tratan este tema se encuentra el Banco Mundial cuyo análisis de riesgo y de vulnerabilidad a nivel de hogar ha centrado su atención en identificar, a través de mecanismos formales e informales, el impacto del riesgo a partir de la condición de pobreza. Así, este organismo a nivel mundial realizó un análisis de los tipos de vulnerabilidad en sectores de población de clase baja; las principales variables fueron: salud, ingreso, violencia, delincuencia, deserción escolar, desastres naturales y niveles de participación en la toma de decisiones (Banco Mundial, 2001).

En este ámbito, otra entidad reconocida es la CEPAL, quien ha estudiado la vulnerabilidad social de la población latinoamericana con base en los antecedentes evolutivos de su mercado de trabajo, la prestación de servicios sociales en educación, salud y previsión social, asimismo, a partir de las modificaciones en las formas tradicionales de organización y participación social, también por las debilidades de las micro y pequeñas empresas (CEPAL, 2000).

Por otra parte, una investigación representativa porque favoreció el desarrollo de políticas públicas para atenuar la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe

fue realizada por CELADE-ECLAC; en sus categorías de análisis incluyeron, primero, los activos (físicos, financieros, humanos y sociales) de individuos, hogares y comunidades; segundo, las oportunidades surgidas del ambiente social (el Estado, el mercado y la sociedad); y tercero, las estrategias (patrones de comportamiento) que los individuos, hogares y comunidades desarrollaron para movilizar sus activos y responder a cambios externos CELADE-ECLAC (2001).

En la línea de vulnerabilidad social por amenazas naturales Dwyer *et al.* (2004) destacaron en su modelo de riesgo a nivel de hogar la influencia de aspectos sociales frente a amenazas naturales. En los treinta y dos indicadores que aplicaron, predominaron los de tipo cuantitativo, aunado a cuestionarios sobre percepción del riesgo, técnicas de análisis de árbol y en la última etapa, una estimación síntesis. Lo anterior con base en elementos que los autores consideraron clave: atributos personales de individuos sin hogar, interacción entre individuos de la comunidad, situación geográfica en relación a la proximidad de los servicios, estudios sobre desastres y mitigación en el sector institucional.

En el caso de Cutter *et al.* (2003), su trabajo se desarrolló en Estados Unidos sobre un modelo de vulnerabilidad social por amenazas naturales, mismo que evidenció un patrón espacial diferenciado en un periodo de cuarenta años (1960-2000). En su planteamiento, los autores sostienen que el riesgo interactúa con la mitigación (presencia o ausencia de acciones) para producir la amenaza potencial donde la situación geográfica, en un contexto físico y social, determina la vulnerabilidad total. El índice de vulnerabilidad apoyado en métodos estadísticos, incluyó once variables del área social, entre otras, salud, edad, densidad de edificaciones en el entorno, dependencia de un solo sector económico, tenencia de vivienda, la raza y etnicidad, ocupación y dependencia de la infraestructura.

Por su parte, en el marco de vulnerabilidad por desastres la aportación de Cannon *et al.* (2003), desde una perspectiva holística y multidisciplinaria, centró la atención en aspectos socioculturales, económicos y ecológicos; utilizando para ello la aproximación de sistemas luego de reconocer que en la vida de las personas los sistemas económicos y políticos inciden sobre las formas de producción y en la toma de decisiones. En este caso particular la infraestructura física tiene un peso importante, aunque sin dejar a un lado los medios de subsistencia a nivel comunidad, y la intervención institucional.

En cuanto a los estudios desarrollados por CEPAL-ECLAC (2002:7) se concibió a la vulnerabilidad desde un enfoque sociodemográfico en el que confluyeron potencialmente eventos de riesgo, incapacidad de respuesta frente a la materialización y, finalmente, inhabilidad de adaptación. En esta perspectiva la presencia simultánea de los dos primeros configuró a corto plazo una situación desfavorable para quienes padecieron esta condición, por tanto, el análisis se centró en la identificación y descripción de escenarios de riesgo.

En el estudio de Andrew *et al.* (2008) la vulnerabilidad social se hizo operativa en relación con los temas de precariedad y mortalidad para evaluar el impacto en personas de edad avanzada. El índice desarrollado con métodos estadísticos utilizó un rango de medición de cero a uno cuya interpretación se refiere a un gradiente de ausencia y presencia, respectivamente. Finalmente, los niveles que conformaron este parámetro surgieron como resultado de la acumulación de los déficit. Otra investigación también de corte estadístico fue la propuesta de King *et al.* (2000) cuya idea central, con base en el análisis de componentes principales, se orientó hacia la creación de un índice de vulnerabilidad social que integró aspectos de salud, ingreso, renta y pago por muerte, sin embargo, en este estudio los temas en torno a la estructura familiar y a las facilidades de la comunidad quedaron al margen.

Ahora bien, entre las propuestas que abordan el tema de género se encuentra la investigación de Lidth *et al.* (2005) en donde se profundiza en la situación de las mujeres jefas del hogar y su edad (jóvenes o adultos mayores), relacionando también sus condiciones ambientales de acuerdo con su ubicación geográfica (laderas, zonas áridas). Por otra parte, en relación a los conflictos de tierra y de los recursos naturales la Comisión Económica por África (2004:10) (ECA por sus siglas en inglés), examinó cinco temas importantes: problemas de escasez de tierra, temas políticos, comunidades fronterizas, marginación de grupos sociales, conflictos armados como resultado de la destrucción de los recursos naturales.

Un ejemplo más lo constituye el trabajo coordinado por Katzman (1999) quien asoció métodos cuantitativos y cualitativos para estudiar en Uruguay la relación entre activos y estructura de oportunidades de hogares e individuos. Los indicadores utilizados son relativos al capital físico (tenencia y valor de la vivienda, tenencia de vehículo), financiero (potencial de crédito), humano (nivel educativo del hogar, fuerza de trabajo potencial) y social (composición social, estabilidad en los hogares que

contienen hijos menores de 16 años). Las variables se enfocaron en la evaluación de jóvenes que no estudian, no trabajan, ni se encuentran buscando trabajo; mujeres que han tenido hijos y no se encuentran casadas, además de un indicador de insuficiencia educativa (Busso, 2001:26).

Las vías metodológicas señaladas hasta el momento son muy diversas pues fueron diseñadas de acuerdo a las características de cada zona o temática de interés. De igual forma en la aplicación de métodos también existen divergencias, a continuación se mencionan algunos que con frecuencia se han aplicado en el estudio de vulnerabilidad social.

Así, el método de Análisis de las Capacidades y Vulnerabilidades (CVA) surgió a finales del decenio de los ochenta, posteriormente fue adaptado para el país de Filipinas donde la participación de la comunidad favoreció la planeación frente al manejo de desastres. En otro caso, este método permitió a Anderson y Woodrow desarrollar su modelo *Rising from the Ashes* el cual examinó tres áreas convergentes: la físico-material, la social-organizacional y la motivacional-altitudinal (cosmovisión y habilidad para generar cambios) (Cannon *et al.*, 2003:8-15).

En términos generales, la aproximación de CVA incluye el manejo de datos secundarios, entrevistas semi-estructuradas, perfiles históricos, mapeo participativo, entrevistas a informantes clave, análisis de estrategias y de redes institucionales y sociales, árbol de problemas, evaluación de capacidades y observación directa. No obstante esta amplitud, las variaciones en los indicadores y en las formas de recopilar la información en campo limitan la conformación de un modelo de aplicación generalizado (Cannon *et al.*, 2003:8-15).

Otro método es el denominado Evaluación de Seguridad en los Medios de Vida de los Hogares (HLSA por sus siglas en inglés) cuyo origen, en el ámbito de los desastres, se remonta a las crisis por sequía y hambruna en África. Esta aproximación en distintos países y regiones se ha realizado a partir de cuatro enfoques agrupados por categorías: contextos, condiciones y tendencias de los medios de vida (capital económico, natural, humano y social); procesos institucionales y estructuras organizacionales (gobernación, sociedad civil y sector privado); estrategias de medios de subsistencia (actividades productivas y de intercambio); y resultados de los medios de vida (seguridad relacionada a la nutrición, alimentación, salud, hábitat, educación, medios de subsistencia, redes sociales y al ambiente) (Frankenberger *et al.*, 2000:8).



Cabe mencionar que este esquema introduce conceptos que señalan desventajas y privaciones, sin embargo, su fortaleza radica en la forma en que se percibe a la vulnerabilidad, es decir, como una o varias características inadecuadas que existen en las estrategias de los hogares, lo cual facilita la comprensión de la interconectividad que existe entre macro procesos, las oportunidades y estrategias eventuales de los individuos en relación a sus medios de subsistencia (Cannon *et al.*, 2003:45).

En los casos en que el estudio de HLSA se ha trabajado relacionado al tema de nutrición, Frankenberger *et al.* (2000) describen tres líneas fundamentales: la primera es la disponibilidad de alimentos en los hogares y su habilidad para acceder a ellos; la segunda en función de una dieta alimentaria como acción inalienable tras reconocer que la malnutrición afecta la salud y condiciona ciertos padecimientos en las personas; la última, considerando a los alimentos sólo una parte del espectro pues existen otras necesidades básicas (materiales e inmateriales) que requieren ser satisfechas para obtener un nivel adecuado de bienestar.

De acuerdo a esta variante, a través de la información cualitativa se busca identificar la forma en que se utilizan los ingresos derivados de la productividad, habilidades intangibles, capacidades y relaciones sociales; también, los niveles de asignación de los recursos en ámbitos de seguridad alimentaria, nutrición, salud, educación, recursos hídricos y refugio; por último, la capacidad de los hogares y comunidades para recuperarse del riesgo y de etapas de crisis —con énfasis en el papel de género y en el acceso a los recursos y oportunidades (Cannon *et al.*, 2003:43).

Un procedimiento metodológico distinto propuesto por Ibisch (2011) es el denominado Manejo Adaptativo del Riesgo y la Vulnerabilidad en Sitios de Conservación (MARISCO por sus siglas en inglés). En esta propuesta la noción del manejo adaptativo permite desarrollar e implementar estrategias a través de acciones planeadas y mejoras para un tiempo futuro. En el eje medular de su constructo teórico destaca el modelo abierto para fines de conservación; premisa que posibilita la introducción de nuevos elementos al proceso de análisis y de planeación.

A partir de los planteamientos descritos, esta última sección tuvo como objetivo demostrar que existen metodologías y métodos muy diversos para aproximarse a la evaluación de la vulnerabilidad social, en función de ello, se presentaron a grandes rasgos algunos de los más representativos.

#### **1.4. APUNTES**

En este capítulo se expusieron aspectos significativos en torno al tema de vulnerabilidad. En principio se planteó que ser vulnerable es inherente a la naturaleza humana. Por otra parte, ante el deterioro ambiental se destacó el papel de las áreas protegidas como instrumentos para la conservación, pero también las implicaciones que esto genera en la población local. Lo anterior para enfatizar que abordar la noción de vulnerabilidad obliga a reflexionar sobre el concepto de territorio por ser articulador de procesos naturales, sociales y económicos.

En términos generales, se reconoció la ambigüedad que prevalece en la definición del concepto de vulnerabilidad y sus tendencias; se especificó también su vínculo con el riesgo y la importancia de integrar a los estudios la relación espacio-temporal. Con respecto a la orientación, se distinguieron líneas básicas, entre otras, condiciones que hacen a las personas y lugares vulnerables frente a eventos naturales extremos y la vulnerabilidad como condición social.

Por otro lado, se diferenciaron los alcances de sus dimensiones (hábitat, capital humano, capital social, economía) y los factores a los que se relaciona (exposición, capacidades de respuesta/resiliencia); asimismo, los criterios básicos (tiempo, espacio, contenido) y analíticos (estructural, coyuntural) que favorecen su estudio porque, la vulnerabilidad bien puede expresarse a causa de un fenómeno, o estar presente y no materializarse sino a largo plazo.

En este sentido, se analizó la forma en que el factor de localización puede contribuir a la vulnerabilidad en los seres humanos, asimismo, la necesidad imperiosa de seleccionar el nivel de agregación apropiado (individuo, hogar, región, etc.) porque padecer esta condición no depende solo del individuo o grupos sociales, el entorno también ejerce un papel decisivo. Al respecto, estudiar la vulnerabilidad desde la perspectiva de sistemas complejos permite la integración de elementos de distinta naturaleza, aunque, la evaluación requiere mayor profundización.

Al abordar el tema de vulnerabilidad en la esfera social, se acentuaron en una escala temporal los hitos que revolucionaron la forma de entenderla, sobresaliendo el traslape entre estudios de vulnerabilidad latinoamericanos con los análisis de exclusión social europeos para generar la noción de vulnerabilidad social contemporánea que, de forma gradual, se ha incorporado al ámbito de las políticas públicas.

Al tratar la vulnerabilidad en América Latina se expuso la dinámica de desigualdad y desventaja social que experimentan los países en vías de desarrollo a raíz de sinergias negativas que intensifican y reproducen el riesgo, derivadas del sistema económico en que se inserta la región.

Ahora bien, en cuanto a las formas de vulnerabilidad, se observó que entre ellas prevalece un elemento central a partir de la susceptibilidad del ser humano, es decir, éste puede verse afectado por cambios en el entorno, por la falta de políticas públicas o programas de orden social y también, por características individuales propias que le impidan hacer uso de las oportunidades o desarrollar estrategias.

En lo concerniente a la forma de medir la vulnerabilidad se demostraron las funciones y ventajas que ofrecen los indicadores para revelar tendencias, asimismo, la necesidad de incluir en su diseño variables (cuantitativas o cualitativas) representativas teniendo presente que, existen procesos encadenados por relaciones que agudizan las desventajas y no necesariamente son evidentes en sentido lineal.

A grandes rasgos, para finalizar, se explicaron algunas vías metodológicas y métodos para evaluar la vulnerabilidad que difieren entre sí; el propósito fue hacer patente que al igual que sucede con la definición conceptual, la forma de estudiar este enfoque es amplia.

## **CAPÍTULO 2**

### **LA RESERVA ESTATAL REAL DE GUADALCÁZAR EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ**

En el contexto actual, el fenómeno de la globalización ha modificado profundamente hasta en los ámbitos más locales la vida de los seres humanos y su entorno. En este esquema, la dinámica social requiere ser analizada en un sentido amplio que incluya desde su ambiente físico, la composición, estructura y distribución de la población hasta los sistemas de producción que determinan tendencias económicas en las diversas unidades territoriales.

Así, en este apartado se mencionan algunos acontecimientos relacionados con la declaratoria de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar y después sus particularidades físico-geográficas. La caracterización muestra los principales atributos de las variantes ambientales que posee esta entidad, sin embargo, para comprender mejor la realidad de la población local, su configuración social y de infraestructura, se incluyen aspectos del ámbito político-administrativo, demográfico y económico.

Se advierte esta necesidad dado que en el presente enfoque de vulnerabilidad se evalúa la calidad, integridad y funcionamiento de elementos representativos del ambiente, asimismo, la interrelación que existe entre éste y la población que habita el área protegida.

#### **2.1. LA RESERVA EN EL CONTEXTO DE ESPACIO PROTEGIDO**

El Poder Ejecutivo Federal, a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo 44, define a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) como las “zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas”.

En el estado de San Luis Potosí, las áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal, en conjunto, representan apenas un 8.5% de su territorio. “Lo que se puede suponer como insuficiente si se considera que debería al menos de incluirse un 15% de la superficie total estatal” (Loa *et al.*, 2009:33).

El Cuadro 2.1 permite observar en sentido comparativo algunos datos que sirven de referencia, por ejemplo, la extensión en superficie de las áreas decretadas.

**Cuadro 2.1. Áreas Naturales Protegidas en el estado de San Luis Potosí**

Área	Denominación	Municipio	Fecha de publicación	Superficie en km <sup>2</sup>
<b>FEDERAL</b>				
	Reserva Forestal Nacional “Porción Boscosa del Estado de San Luis Potosí”	Xilitla y Aquismón	03/11/1923	(aprox.) 299
	Parque Nacional “El Potosí”	Rioverde y Santa María del Río	15/09/1936	20
	Parque Nacional “El Gogorrón”	Villa de Reyes	22/09/1936	250
	“Zona Protectora de la Ciudad de San Luis Potosí”	San Luis Potosí, Soledad de G.Sánchez, Villa Hidalgo	11/09/1937	(aprox.) 160
	Área de Protección de Flora y Fauna “Sierra de Álvarez”	Villa de Zaragoza y Armadillo de los Infante	07/04/1981	169
	Área de Protección de Flora y Fauna “La Mojonera”	Vanegas	13/08/1981	92
	Reserva de la Biósfera “Sierra del Abra Tanchipa”	Ciudad Valles y Tamuín	06/06/1994	215
<b>ESTATAL</b>				
	Parque Urbano “Paseo de la Presa” San José	San Luis Potosí	05/06/1996	4
	Parque Urbano “Ejido San Juan de Guadalupe” Sierra San Miguelito	San Luis Potosí	05/06/1996	12
	<b>Reserva Estatal con características de Reserva de la Biósfera “Real de Guadalcázar”</b>	<b>Guadalcázar</b>	<b>27/09/1997</b>	<b>2568</b>
	Parque Estatal “Palma Larga”	Rioverde	05/06/1998	3
	Sitio Sagrado Natural “Huiricuta y la Ruta Histórico Cultural del Pueblo Huichol”	Catorce, Villa de la Paz, Matehuala, Villa de Guadalupe, Charcas, Villa de Ramos	27/10/2000	1402
	Monumento Natural “El Sótano de las Golondrinas”	Aquismón	15/03/2001	3
	Sitio Sagrado Natural “Cuevas del Viento y de la Fertilidad”	Huehuetlán	15/03/2001	0.1
	Monumento Natural “La Hoya de las Huahuas”	Aquismón	15/03/2001	5
	Parque Estatal del “Bosque Adolfo Roque Bautista”	Tamuín	15/03/2001	0.4
	Parque Estatal “Manantial de la Media Luna”	Rioverde	07/06/2003	3
	Reserva Estatal “Sierra de Este y Sierra de En medio”	El Naranjo	26/05/2006	18
	Reserva Estatal Tancojol	San Vicente Tancuayalab	04/03/2008	0.95
			<b>Total</b>	<b>5220.75</b>

Fuente: elaborado con base en Loa *et al.* (2009).

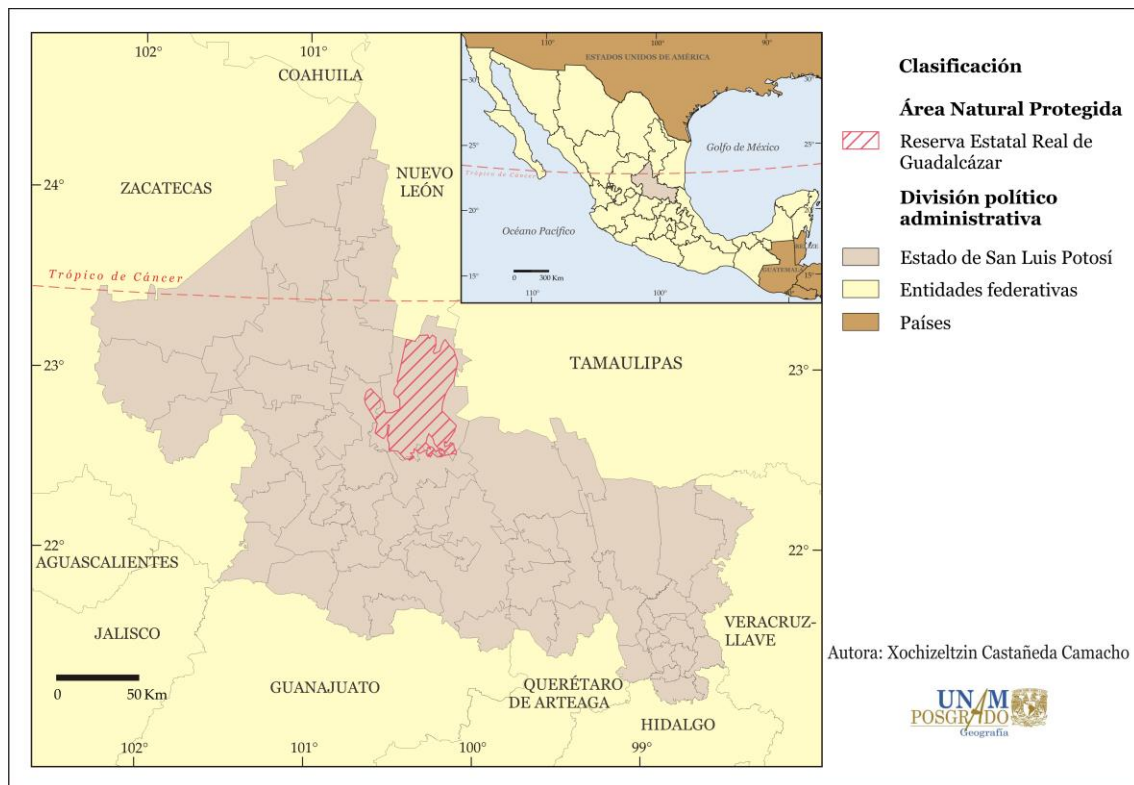
Nótese que la RERG es la de mayor extensión entre las 19 ANPs que existen en la entidad potosina. Le sigue el Sitio Sagrado Natural “Huiricuta y la Ruta Histórico Cultural del Pueblo Huichol”; el resto tiene una extensión que dista mucho de ambas.

### 2.1.1 Características generales del área de estudio

La Reserva Estatal Real de Guadalcázar se localiza en la porción norte-centro del estado de San Luis Potosí, en el borde sur del Valle Matehuala-Huizache donde se originan los corredores naturales del Desierto Chihuahuense hacia la Sierra Madre Oriental y a la Huasteca Potosina (*Periódico Oficial*, 1997).

El mapa de la Figura 2.1 ilustra, en un contexto nacional, la ubicación de esta Área Natural Protegida (ANP).

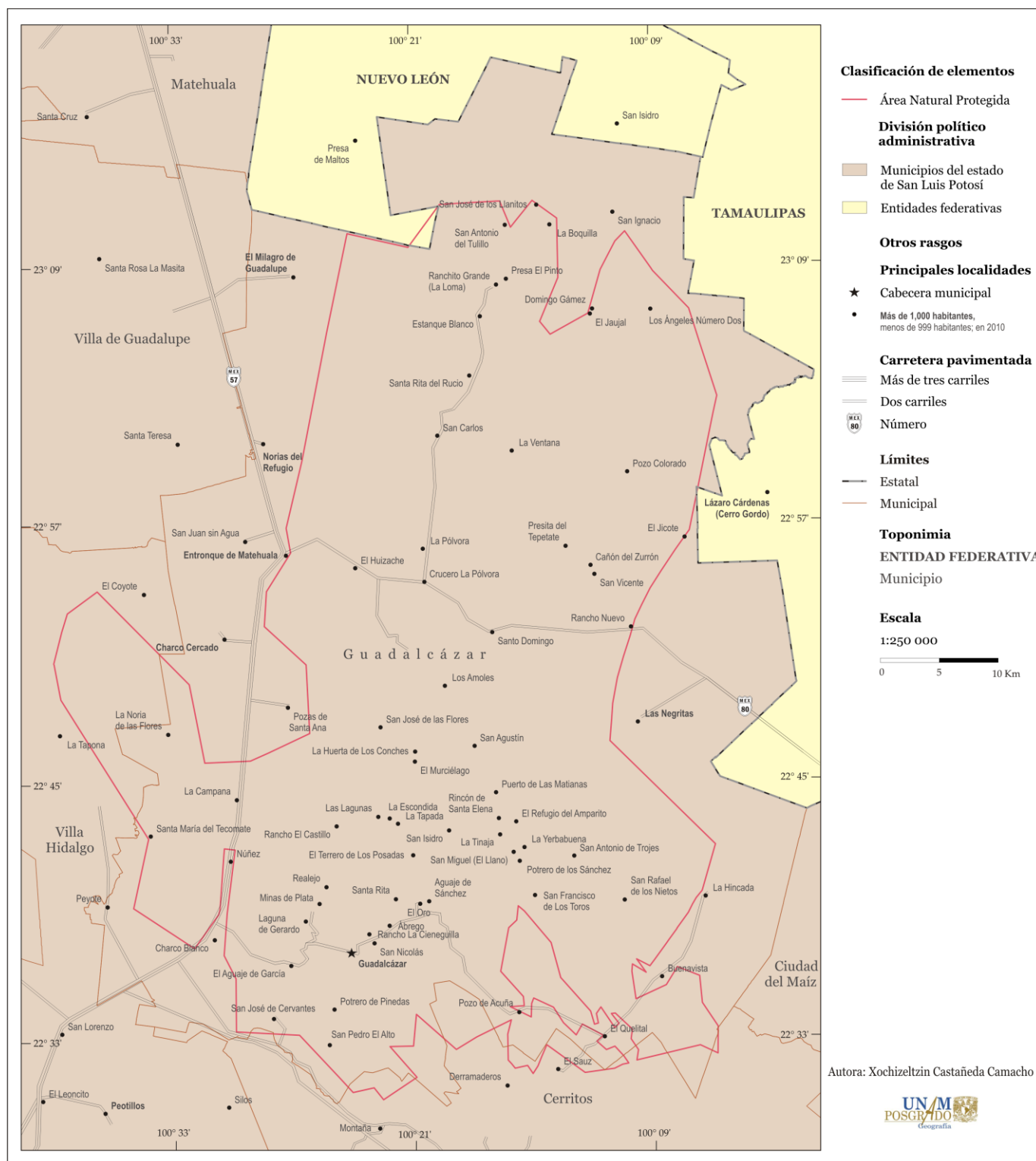
Figura 2.1. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: localización



Fuente: elaborado con base en CONANP (2007); INEGI (2010); IMT (2007).

La superficie del polígono abarca 2,568.28 km<sup>2</sup> y en un 94% corresponde al municipio de Guadalcázar; al sur, los municipios de Villa Hidalgo y Cerritos también contienen parte de esta área, asimismo, al noroeste, una mínima proporción pertenece al estado de Nuevo León (*Periódico Oficial*, 2006b). Al respecto, la Figura 2.2 muestra los límites y colindancias de la RERG con respecto a dichas entidades.

**Figura 2.2. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: límites y colindancias**



Fuente: elaborado con base en CONANP (2007); INEGI (2010); IMT (2007).

### **2.1.2 Antecedentes en torno a la declaratoria**

La declaratoria de la RERG como Área Natural Protegida se concretó el 20 de septiembre de 1997 (*Periódico Oficial*, 1997), sin embargo, por su relación directa se describen algunos referentes a partir de 1988.

Así, en un contexto en el que abundó la implementación de programas en el medio rural tendientes a beneficiar el sector campesino, en 1988 el Gobierno del Estado de San Luis Potosí solicitó a la Secretaría de la Reforma Agraria, por causa de utilidad pública, la expropiación de 200 mil hectáreas de terrenos de agostadero (de uso colectivo) del ejido Charco Cercado, perteneciente al municipio de Guadalcázar; bienes que serían destinados a formar parte de un parador turístico (*Periódico Oficial*, 1988). Al concretarse dicha expropiación a principios de 1990 el gobierno se comprometió a indemnizar a los afectados con mil pesos por cada m<sup>2</sup>, es decir, un monto que ascendió a 200 millones de pesos (*Periódico Oficial*, 1990).

A finales del mismo año, con el objeto de crear una fuente de empleo para trescientas personas (en su mayoría miembros del ejido Charco Cercado) cuya actividad económica estaba ligada directamente a la caza y comercialización de especies silvestres del entorno, el entonces Gobernador Leopoldino Ortiz Santos en un decreto administrativo ofertó por 3,500 millones de pesos en licitación pública el parador turístico ubicado entre los km 95 y 103, al margen de la carretera federal número 57 México-Piedras Negras, tramo San Luis Potosí-Matehuala (*Periódico Oficial*, 1990).

Posteriormente, en 1997 el Gobernador Sánchez Unzueta a través de la Coordinación General de Ecología y Gestión Ambiental emitió el decreto administrativo en el cual declaró Área Natural Protegida bajo la modalidad de Reserva Estatal, con características de Reserva de la Biósfera, a la región históricamente denominada “Real de Guadalcázar” ubicada en el municipio del mismo nombre (*Periódico Oficial*, 1997).

La superficie total del ANP en ese decreto fue de 1,887.58 km<sup>2</sup>. En la delimitación se incluyeron dos polígonos categorizados como zonas núcleo: uno abarcó vegetación árida y el otro de bosque. Por otra parte, se permitió continuar con el desarrollo de actividades agropecuarias, mineras y con el establecimiento de centros de población en seis áreas denominadas de influencia: Guadalcázar, Realejo Terrero de



Posadas, Huizache, San Carlos-La Pólvara-Joya Los Contreras, El Salitre-Los Amoles-San Agustín, San Francisco de los Toros-Potrero Casillas (*Periódico Oficial*, 1997).

En esta declaratoria se enfatizó a la región de Guadalcázar en el estado de San Luis Potosí como uno de los centros más importantes de concentración de cactáceas en México, que sobresale también por albergar el grupo más numeroso de especies endémicas en condición de amenaza. Con base en ello, la RERG se constituyó como un modelo de conservación para las zonas áridas y semiáridas del país con el fin de establecer mecanismos sustentables de uso de los recursos naturales; su administración se facultó a la Coordinación General de Ecología y Gestión Ambiental. Entre otros aspectos, un objetivo primordial para este organismo debió ser la protección de los ecosistemas, de los monumentos históricos y arqueológicos, a través de convenios de concertación y colaboración con los sectores social y privado y con los habitantes locales; lo anterior bajo el esquema de desarrollo sustentable (*Periódico Oficial*, 1997).

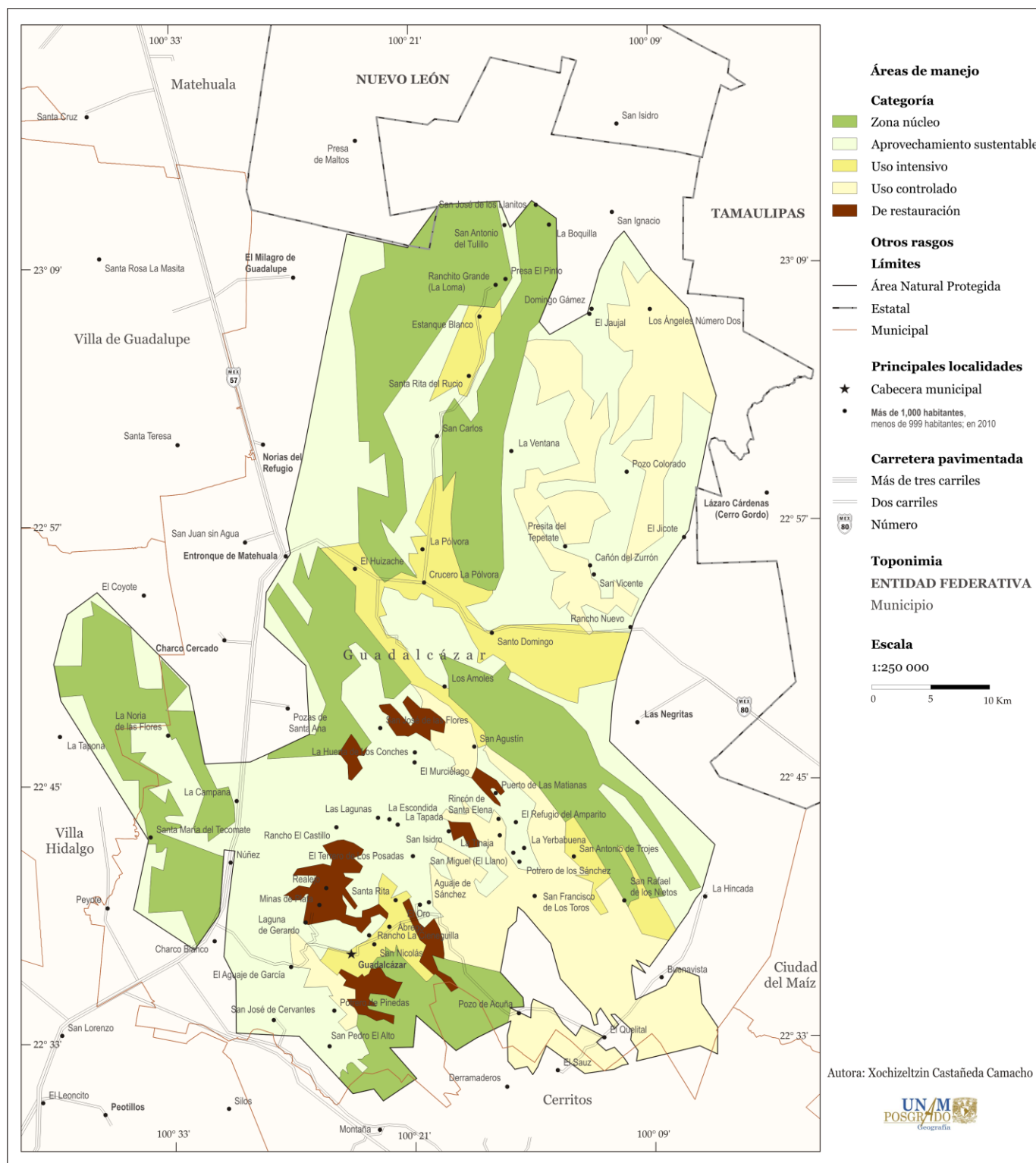
En este orden de hechos, a principios de 2000 el Gobernador Silva Nieto procuró incidir en el logro de objetivos en materia ambiental y por ello creó el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de San Luis Potosí (SANPES). La misión de este organismo descentralizado con amplio alcance jurídico fue resolver problemas asociados a la planificación, además de brindar respaldo legal a las ANPs existentes y a las de nueva creación. Así, de acuerdo a su Título Segundo, Capítulo Primero, Artículo Sexto se reconocieron cinco tipos de área: Parque Estatal, Monumento Natural, Reserva Estatal, Parque Urbano y Área de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (*Periódico Oficial*, 2000). A continuación se define textualmente la tercera, pues bajo esta denominación fue decretada la RERG.

“Las Reservas Estatales se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel estatal, representativas de uno o más sistemas naturales no alterados significativamente por la acción del hombre o que requieren ser conservados y restaurados, y en los que habiten especies y subespecies representativas de la biodiversidad del Estado, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción, raras y las sujetas a protección especial. En ellas podrá autorizarse la realización de actividades de conservación de los sistemas naturales y sus elementos, de investigación científica y educación ecológica, y limitarse o prohibirse aprovechamientos **de los recursos naturales**<sup>1</sup> que alteren los sistemas naturales (*Periódico Oficial*, 2000).

---

<sup>1</sup> La frase “de los recursos naturales” fue agregada en el Decreto del 15 de enero de 2000, en el cual se creó el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de San Luis Potosí y el Consejo Estatal de Áreas Naturales Protegidas (*Periódico Oficial*, 2000).

**Figura 2.3. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: zonificación**



Fuente: elaborado con base en CONANP (2007); INEGI (2010); IMT (2007).

Nótese que en esta referencia se hace patente que la conservación es prioridad y que por la vía legal se procura regular el uso de los recursos naturales y de las especies en el marco de los espacios protegidos, lo cual es comprensible dadas las tendencias actuales de deterioro, sin embargo, la declaración expresa de limitar o prohibir el aprovechamiento de dichos recursos es un hecho que debe ser analizado dado que afecta invariablemente a la población local.

En este orden de ideas, desde 2005 algunos estudios observaron inconsistencias en la RERG, lo que, siguiendo la política de ordenamiento territorial culminó en 2006 con la expedición de un nuevo decreto administrativo en donde se modificaron, adicionaron y derogaron algunas disposiciones del preexistente (*Periódico Oficial*, 2005; *Periódico Oficial*, 2006).

En esta nueva declaratoria, según el Artículo Segundo, el ANP quedó a cargo de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de Gobierno del Estado de San Luis Potosí (SEGAM) –a través del Consejo Estatal de Áreas Naturales Protegidas (CEANPES)– con la colaboración de los Ayuntamientos y de los habitantes de los municipios de Guadalcázar, Villa Hidalgo y Cerritos (*Periódico Oficial*, 2006).

Entre otros cambios importantes figura el incremento de 680.70 km<sup>2</sup> a la extensión de ANP para totalizar una superficie de 2,568.28 km<sup>2</sup>. Por otra parte, se puso de manifiesto la no afectación del régimen de tenencia de la tierra y el derecho de sus propietarios y poseedores para realizar actos traslativos de dominio o posesión (*Periódico Oficial*, 2006).

En cuanto a su funcionamiento se reclasificaron los espacios que la conforman a partir de una zonificación en la cual se establecieron polígonos para el aprovechamiento controlado (5), intensivo (5) y sustentable (11), además, para la restauración (7) y otros como zona núcleo (6) (*Periódico Oficial*, 2006). En la Figura 2.3 se puede observar la distribución espacial de estos polígonos. En primer lugar sobresalen las áreas de aprovechamiento sustentable por ser de mayor extensión (41%), seguidas por las zonas núcleo (29%) y las de uso controlado (18%). Aquellas con menor superficie son las áreas de uso intensivo (8%) y de restauración (3%).

Finalmente, en relación al Plan de Manejo de la Reserva (cuyos estudios fueron avalados en 2007), fue un año después cuando se publicó el decreto administrativo con su aprobación en la modalidad de Reserva Estatal (*Periódico Oficial*, 2007; *Periódico Oficial*, 2008).

## **2.2. ASPECTOS FÍSICO GEOGRÁFICOS**

### **2.2.1 Geología**

La historia y dinámica de la Tierra se interpreta a través del estudio de las rocas (De Cserna *et al.*, 2002:9) y de los procesos geológicos que han generado determinada expresión en el relieve (SPP-INEGI, 1982). Asimismo, es indiscutible que los yacimientos minerales de gran importancia económica derivan de la inusual conjunción de transformaciones estructurales entre los elementos de la corteza terrestre (Consejo de Recursos Minerales *et al.*, 1992:53).

En la superficie que actualmente conforma la República Mexicana, la orogenia Laramide resultó determinante en su configuración al aumentar casi al doble la extensión emergida. De esta manera, las formaciones sedimentarias de origen continental abundan tanto como aquellas pertenecientes a ambientes marinos (Consejo de Recursos Minerales *et al.*, 1992:23).

A continuación se describen las características litológicas de la RERG en el marco de su escala más próxima: el territorio potosino. Al respecto, esta ANP se localiza en la provincia geológica Plataforma Valles-San Luis Potosí en la cual el ambiente de depósito corresponde a sedimentos calcáreos pelágicos de tipo nerítico (Tardy, 1980 en SPP-INEGI, 1982:44).

Según el Servicio Geológico Mexicano *et al.* (2006) en términos estratigráficos afloran rocas de la era Mesozoica, de los periodos Triásico Superior (las más antiguas en la zona), Jurásico Superior (secuencia carbonatada en alternancia de limonita-caliza y basalto-filita), Cretácico Inferior (alternancia de caliza-lutita y anhidrita-dolomía) y Cretácico Superior (alternancia de arenisca-lutita). En lo que respecta a la era Cenozoica, rocas volcánicas y vulcanoclásticas cubren de forma discordante a las antes descritas. Finalmente, se presentan del periodo Cuaternario depósitos de aluvión (en las partes bajas de los valles) y algunos derrames basálticos afectados por rocas intrusivas de composición granítica.

En el marco tectónico, la RERG queda comprendida en el Terreno Guerrero. Esta unidad Vulcano-sedimentaria se desarrolló sobre un piso oceánico deformado, en una secuencia de arco de islas donde se presentan rocas volcánicas andesíticas submarinas y sedimentos marinos del Mesozoico intrusionados por plutones graníticos mesozoicos y cenozoicos; su ámbito de depositación corresponde a aguas de relativa

profundidad (Tristán, 2008:15). Durante la etapa Triásico-Jurásico medio, el Terreno Guerrero fue levantado y deslizado sobre el Terreno Sierra Madre, por ende, en esta zona de contacto existe una gran área de cizalla intensa, frágil y dúctil de varios kilómetros de ancho (Consejo de Recursos Minerales *et al.*, 1997:6).

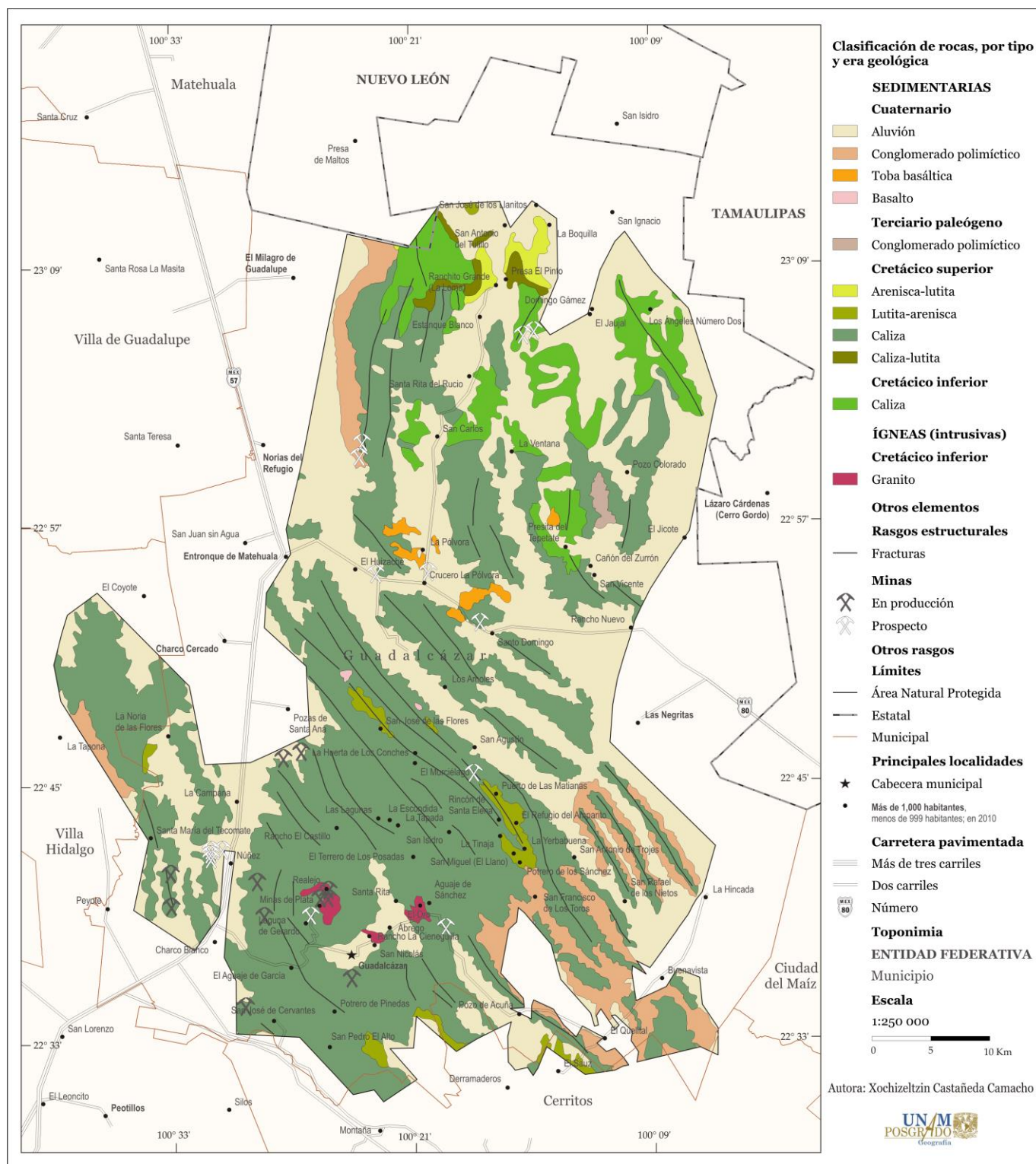
Así, como resultado de estas acreciones y traslaciones a lo largo del tiempo la RERG contiene una importante cantidad de recursos minerales con potencial para su aprovechamiento. En términos específicos, el área corresponde a un ambiente de evaporitas, terrígenos y carbonatos en donde la roca de mayor interés económico es la caliza perteneciente a la Formación Tamasopo, misma que contiene abundantes depósitos de yeso, carbonato de calcio, mármol, ónix y un alto contenido de agregados pétreos (grava y arena) derivados de la caliza. En orden cronoestratigráfico, otras unidades litológicas importantes por ser receptoras de yacimientos minerales metálicos, no metálicos, de roca dimensionable y de agregados pétreos son las formaciones El Abra, Tamaulipas Superior, Indidura, Cárdenas y Caracol (SGM *et al.*, 2006:22-26).

Al respecto, desde el decenio de los cincuenta un estudio en la región de Guadalcázar reconoció dos resumideros correspondientes a las Cuencas de Guadalcázar y El Realejo en los que abundan grandes depósitos de grava con pequeñas cantidades de estaño, mercurio, plata y oro. Sin embargo, estos minerales se presentan en forma secundaria y son de grano extremadamente fino, por lo cual su explotación es altamente costosa debido a las dificultades que conlleva la extracción de agua en una región desértica (Fries *et al.*, 1948:1-2), lo que condiciona su utilización.

En este orden de ideas, en la Figura 2.4 se ilustra la distribución de los distintos tipos de roca y de los rasgos estructurales presentes en la RERG. Se observa que las rocas sedimentarias de tipo caliza del periodo Cretácico Superior son predominantes; en menor proporción, al norte, se encuentran calizas del periodo Cretácico Inferior. El aluvión del periodo Cuaternario es también importante en el área y de esta misma etapa, aunque en menor cantidad, el conglomerado polimíctico. Este último distribuido en promontorios aislados hacia el sureste y noroeste.

Con respecto a las rocas ígneas, el tipo granito (Era Cenozoica) se localiza en mínima proporción hacia el sur y la toba basáltica del periodo Cuaternario hacia el centro noroeste.

**Figura 2.4. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: geología**



Fuente: elaborado con base en SGM (2005); CONANP (2007); INEGI (2010); IMT (2007).

Entre las rocas sedimentarias, las de tipo arenisca-lutita y caliza-lutita con escasa representación se sitúan al norte, en tanto que las rocas lutita-arenisca se ubican al centro sur y suroeste del territorio. El cuadro 2.2 expone en síntesis algunos rasgos específicos de las rocas que conforman la zona de estudio.

**Cuadro 2.2. Características y distribución de las rocas situadas en la RERG**

Era	Tipo/clase de roca	Principales características y distribución
<b>CENOZOICA</b>		
	<b>SEDIMENTARIAS</b>	
	Aluvión	Depósitos de material no consolidado, producto de la desintegración de rocas preexistentes. Se constituye por cantos rodados, grava, arena, limos, arcilla y carbonato de calcio. Cubre los valles y áreas aledañas de arroyos y ríos.
	Conglomerado-polimítico	Es producto de la desintegración de rocas preexistentes (grava, arena, limos) depositadas durante el Pliocuaternario en fosas tectónicas convertidas en lagos. Descansa discordantemente hasta con 30 m de espesor sobre rocas sedimentarias de origen marino. Aflora en las localidades El Milagro de Guadalupe, Noria del Refugio y Presa del Tepetate.
	<b>ÍGNEAS EXTRUSIVAS</b>	
	Basalto	Presentan una textura holocristalina vesicular, microporfírica con fenocristales de olivino alterado a idingsita y plagioclasa; los piroclastos que la conforman son de brecha a toba de lapillo, con fragmentos de basalto vesicular y escoria basáltica en una matriz de arena volcánica, con nódulos de herzolita y granulitos de roca metamórfica. Se encuentra cubierta por depósitos de talud y relleno aluvial del Cuaternario (asociado al tezontle rojo). Aflora en las cercanías a las localidades La Pólvora, San Juan sin Agua y Noria del Refugio.
	Toba basáltica	Clásica de composición basáltica, color café amarillento, textura porfídica con fenocristales de plagioclasa. Cubierta por depósitos de talud y relleno aluvial. La edad considerada es del Pleistoceno. Aflora con un espesor de 60 m en las inmediaciones de los ejidos La Pólvora, Santo Domingo y Presa El Tepetate, al centro de la zona de estudio.
	<b>ÍGNEAS INTRUSIVAS</b>	
	Granito	De composición ácida calcoalcalina, textura holocristalina y porfídica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y mica. Se presenta en forma de apófisis y stocks con aureolas de metamorfismo y algunos diques aplíticos. Es común su intrusión en rocas sedimentarias y su principal afloramiento se localiza en los cerros San Cristóbal y Las Comadres.
<b>MESOZOICA</b>		
	<b>SEDIMENTARIAS</b>	
	Caliza	Proveniente de origen marino, se extiende en estratos de medianos a masivos. Forma los pliegues anticlinales, sinclinales y recumbentes.
	Caliza-lutita	Proveniente de origen marino, corresponde a depósitos en aguas someras. Se presenta en capas delgadas y contiene concreciones calcáreas, algunas fosilíferas.
	Lutita	Roca de tipo calcáreo y físil que se presenta en estratos de medianos a gruesos.
	Lutita-arenisca	Presente en estratos de medianos a gruesos. Algunos afloramientos de intenso plegamiento se localizan hacia el norte, también en los sinclinales de la Sierra Madre Oriental.

Fuente: elaboración propia con base en SGM *et al.* (2006); INEGI (2002).

En términos generales, nótese que las rocas sedimentarias de la era Mesozoica provienen en su mayoría de un ambiente marino; entre las sedimentarias de la era Cenozoica, su origen bien puede ser marino como continental. En el caso de las ígneas, es común que intrusionen a las rocas sedimentarias.

### **2.2.2 Climas e hidrología**

El clima difiere en cada región del planeta por aspectos geográficos relacionados con la latitud, la altitud y la proximidad oceánica. Es un hecho que cambios sutiles de esta variable, en escalas de tiempo breve o de largo plazo, pueden ser suficientemente importantes para afectar a los ecosistemas (Nicholson, 1999:45) y a las actividades humanas (Cloudsley-Thompson, 1979:9), por ello es que el tema de los impactos causados por fenómenos climáticos extremos como inundaciones o sequías genera gran interés a nivel mundial (Sánchez *et. al.*, 2011:133).

El agua a través de los procesos de precipitación, evapotranspiración y escorrentía modula el clima y este a su vez puede influir en su dinámica (Toledo *et al.*, 2006:39) condicionando la distribución de sus flujos en conjunción con determinados rasgos topográficos, del sustrato geológico y de la vegetación (Anton *et al.*, 2000:161).

En México aunque se reconoce la importancia de este elemento vital, el deterioro continuo disminuye su funcionalidad lo cual es preocupante porque en el caso de las aguas de escorrentía, del total de agua precipitada sólo el 16% se incorpora a los acuíferos, el resto fluye superficialmente y aunque este porcentaje es relativamente alto, la evaporación es también considerable (SEMARNAT, 2003:133). En cuanto a las aguas subterráneas, en el país se ha intensificado su extracción y con ello el agotamiento de estos depósitos (Tamayo, 1971:23-25) por lo que cada vez se requiere cavar a mayor profundidad para ubicarlos, limitando además el abastecimiento entre la población.

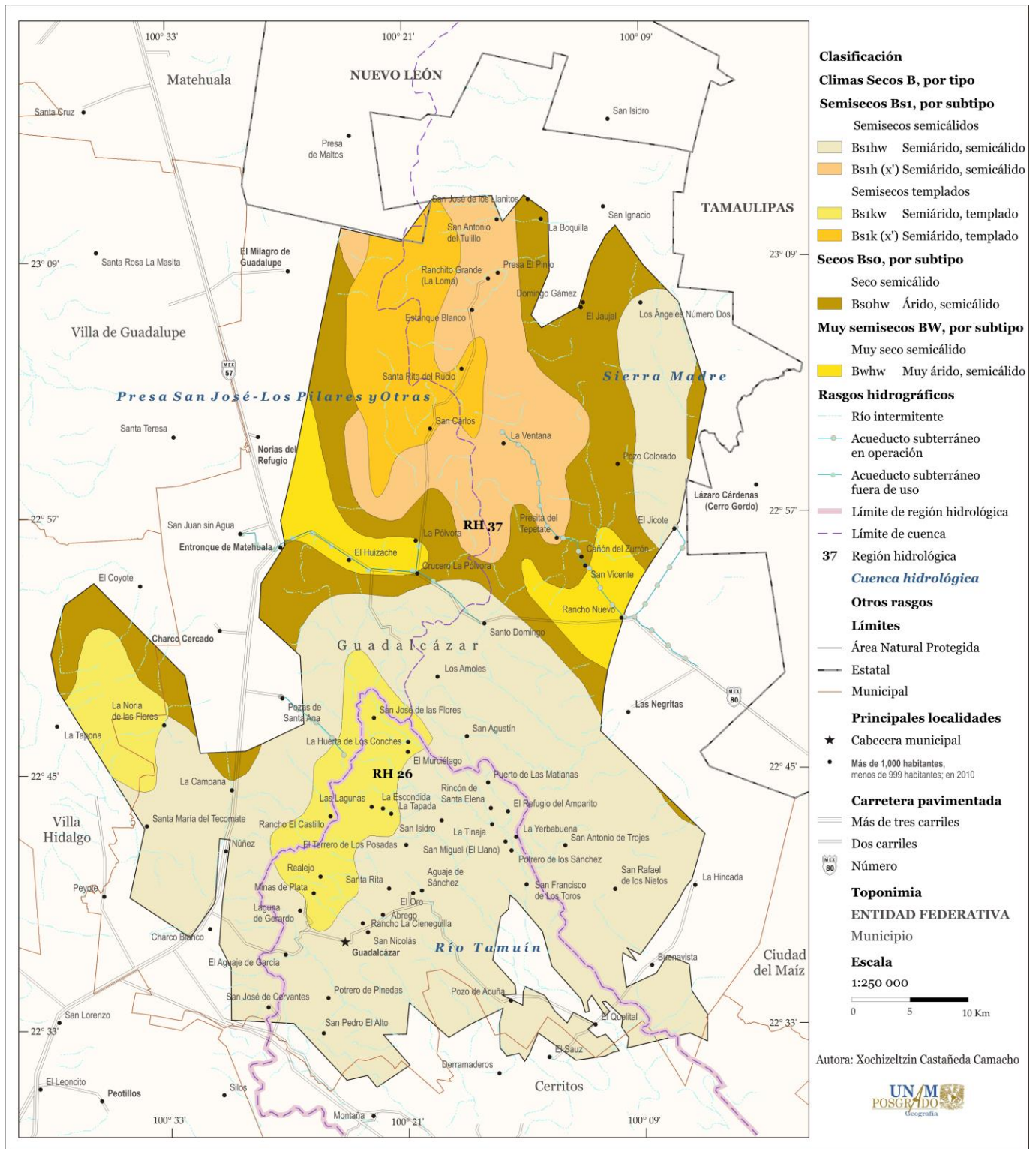
En este punto se hace hincapié que en las zonas áridas y semiáridas la escorrentía es casi nula (Maderey *et al.*, 2007), por tanto, las cuencas endorreicas o las llanuras inundables pueden ser muy importantes no obstante que las altas temperaturas hacen que el agua se evapore rápidamente y, dado el alto contenido de sales en el suelo, se produce una mayor concentración de sólidos disueltos (Anton *et al.*, 2000:44-168).

Otro rasgo que distingue a las regiones áridas es su alta biodiversidad pero también su extrema fragilidad pues el menor estrés ambiental puede afectarlas de forma severa (Fisher *et al.*, 1999:165). En cuanto al desarrollo de las especies, dado que los contrastes de temperatura alternados durante el día y la noche son marcados, la presencia de microclimas incide en su distribución ampliando sus posibilidades de supervivencia (Sánchez *et. al.*, 2011:51; Cloudsley-Thompson, 1979:24).

En este contexto, el mapa de la Figura 2.5 ilustra los climas y algunos rasgos hidrológicos presentes en la RERG.



**Figura 2.5. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: rasgos climáticos e hidrológicos**



Fuente: elaborado con base en García, E.-CONABIO (1998); CONANP (2007); INEGI (2002, 2010); IMT (2007).

En primer lugar se observa que esta ANP contiene únicamente climas secos ya que se encuentra situada en la Mesa del Centro donde éstos predominan (García *et al.*, 2003:21-29), sin embargo, debido a la presencia de conjuntos montañosos en su interior, existen los microclimas que determinan notablemente la estructura, diversidad y distribución espacial de sus comunidades vegetales. A grandes rasgos, los tres tipos de climas que se presentan son: semisecos (BS1), secos (BS0) y muy semisecos (BW); en conjunto incluyen seis subtipos climáticos.

Con respecto a los tipos, del primero el más representativo es el semiárido semicálido (BS1hw), distribuido desde el centro y hacia el sur del territorio. En relación al segundo, el árido es también importante con el subtipo semicálido (BS0hw), distribuido en el centro-norte. En el tercero, en menor proporción que los anteriores, el semicálido (BW1hw), se localiza al centro este y centro oeste en tanto que el subtipo semiárido templado (BS1k(x')) se ubica en una porción al noroeste del ANP.

En relación al patrón de escorrentía y permeabilidad, en la RERG abundan los ríos intermitentes enmarcados por cuencas de tipo endorreico (Consejo de Recursos Minerales, 1992:14). Su ubicación se corresponde con dos cuencas de la Región Hidrológica 37. Al este, la cuenca Sierra Madre registra una escorrentía que oscila entre los 20 y 50 mm anuales; en contraste, al oeste, la cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras presenta una escorrentía menor a 10 mm anuales. La mayor escorrentía del área se localiza al sur, en la cuenca Río Tamuín. Esta tercera corresponde a la Región Hidrológica 26 en donde se registran entre 200 y 500 mm anuales (INEGI, 2002:49-50).

Con respecto a la hidrología subterránea de la RERG, el flujo tiene una dirección general hacia el noreste. La profundidad al nivel estático al suroccidente es de dos metros incrementándose en dirección al noreste, hasta registrar 16 metros en la localidad de Ábrego. La calidad del agua se clasifica como dulce, con una concentración de sólidos totales disueltos entre 350 y 510 ppm; la familia de agua predominante es cálcico-bicarbonatada (INEGI, 2002).

La recarga principal de esta agua subterránea proviene de la infiltración directa por la precipitación pluvial, por las fracturas y por el sistema cárstico de las formaciones calcáreas que rodean la zona, en tanto que la descarga ocurre con la extracción por bombeo (aunque es reducida) y por evapotranspiración en las áreas con niveles someros. En términos geohidrológicos la zona se ha clasificado como subexplotada y en relación a su permeabilidad, es de media a baja (INEGI, 2002).

### **2.2.3 Suelos**

En términos específicos, el suelo se ha definido como la capa superficial de escaso espesor sobre la corteza terrestre en donde se desarrollan las raíces de las plantas. Este elemento al estar relacionado con diversos ciclos (agua, carbono, nitrógeno, oxígeno, mineral) y dado que en él suceden los procesos de descomposición<sup>2</sup> y el flujo de nutrientes, deviene en un sistema clave para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres (FitzPatrick, 1996:19) y también para los grupos humanos al constituirse en su base productiva.

La distribución de los suelos no es azarosa sino que éstos desarrollan un patrón con base en cinco factores: la roca madre, el clima, la topografía, los organismos y el tiempo. Así, un mismo tipo de roca, en función del clima, puede originar suelos de composición mineral, permeabilidad y área específica diferenciable (FitzPatrick, 1996:25-29).

En México se reconoce, por una parte, el predominio de cinco tipos de suelo: Leptosoles, Regosoles, Calcisoles, Feozems y Vertisoles (Semarnat *et al.*, 2003); por otra, que el 45% de su superficie muestra signos de degradación principalmente debido a procesos químicos relacionados al uso intensivo de la agricultura, por erosión hídrica, eólica y por compactación.

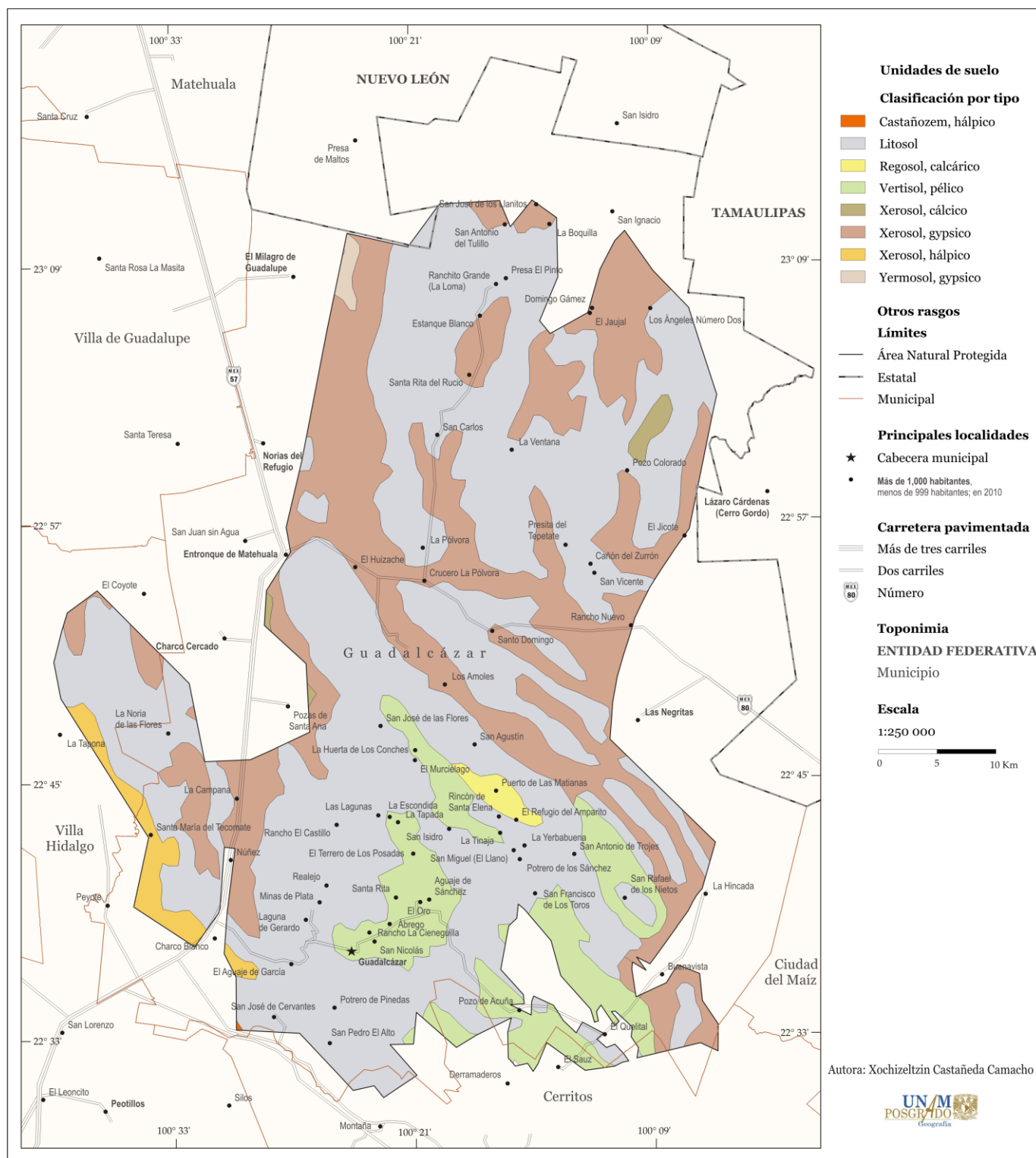
En las discusiones de política ambiental, a cualquier escala, el tema del cambio de uso del suelo y sus efectos es una constante (Sánchez *et al.*, 2011:127); recientemente el interés se ha centrado en regiones áridas porque son áreas de gran fragilidad en donde la degradación de los suelos conduce a la desertificación. En este sentido, un paisaje de zona árida presenta rasgos vinculados a procesos de denudación (Porta *et al.*, 2005:48 y 73) dado que la escorrentía (aunque no es abundante) y la erosión eólica disgregan rápidamente el material impidiendo la formación *in situ* de suelos con mayor espesor (Cloudsley-Thompson, 1979:26).

En la RERG los tipos de suelo presentes son los siguientes: Castañozem (Hálpico), Litosol, Regosol (Calcárico), Vertisol (Pélico), Xerosol (Cálcico, Gypsico, Hálpico, Lúvico) y Yermosol (Gypsico). Aunque en general todos ellos pueden tener una distribución muy amplia en el país y corresponder a distintas variaciones climáticas, es bastante común que se encuentren en zonas áridas y semiáridas con el predominio de asociaciones vegetales de pastizal o matorral, como es el caso en la zona de estudio. La Figura 2.6 permite observar los tipos de suelo enunciados y su distribución.

---

<sup>2</sup> Según Fragozo *et al.* (2001:3) los recursos que entran al suelo experimentan tres fases en el proceso de degradación: la fragmentación, la transformación enzimática (catabolismo) y el lavado por agua (lixiviación).

**Figura 2.6. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: suelos**



Fuente: elaborado con base en INIFAP-CONABIO (1995); CONANP (2007); INEGI (2010); IMT (2007).

De acuerdo con esto, en el Cuadro 2.3 se sintetizó una descripción de las características esenciales de los tipos de suelo y sus unidades específicas.

**Cuadro 2.3. Principales características de las unidades de suelo de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar**

<b>Tipo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Características</b>	<b>Susceptibilidad a erosión</b>
<b>Castañozem</b>	Hálpico	Kh	Contiene una capa superficial (color pardo) rica en materia orgánica y acumulación de calcio en el subsuelo. Se distribuyen en zonas áridas y en zonas de transición hacia climas lluviosos.	Moderada
	Litosol	I	Se consideran suelos sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm y de características variables en función del material que los forma.	De moderada a alta, según su localización.
<b>Regosol</b>	Calcárico	Rc	Este suelo no presenta diferenciación en sus capas, su color es claro, muy parecido a la roca que lo origina.	Variable, de acuerdo a su situación en el terreno.
<b>Vertisol</b>	Pélico	Vp	Corresponde a suelos maduros, arcillosos y masivos (color negro, gris o rojizo) que en la época de sequía presenta grietas profundas.	Moderada
<b>Xerosol</b>	Cálcico	Xk	En estas unidades de suelo es escasa la materia orgánica. Su capa superficial es de color claro con arcillas o carbonatos (estos componentes también pueden estar en las capas inferiores) y presentan cristales de yeso.	Baja, a menos que se encuentre en pendientes y sobre alguna fase física en donde sea vulnerable.
	Gypsico	Xg		
	Hálpico	Xh		
	Lúvico	Xl		
<b>Yermosol</b>	Gypsico	Yg	Son suelos más pobres en materia orgánica que el anterior, contienen una capa superficial color claro y en el subsuelo puede encontrarse abundancia de arcillas o carbonatos (parecidos a los que se hallan en su capa superior), también, cristales de yeso o carbonatos.	Baja, salvo en pendientes y sobre alguna fase física donde la erosión tenga fuerte incidencia.

Fuente: elaboración propia con base en SPP (1981).

En este contexto, el tipo de suelo que más abunda es Litosol. Asimismo, entre los tipos de Xerosol, la unidad clasificada como Gypsico se localiza en franjas delgadas desde el centro-norte y hacia el sureste y suroeste. En menor proporción, el Vertisol se distribuye de forma aislada hacia el sur-sureste. Con respecto al suelo Xerosol Hálpico, se localiza en una delgada franja en los límites de la Reserva, al suroeste, en tanto que el Regosol Calcárico se presenta en una reducida área en el centro-sur.

Entre los tipos de suelo distribuidos en menor área se encuentran: el Xerosol Cálcico, el Yermosol Gypsico hacia el noreste y noroeste, respectivamente, además, el tipo Castañozem, cuya presencia en la zona limítrofe al suroeste del área es apenas perceptible.

#### **2.2.4 Vegetación**

Las plantas constituyen uno de los elementos del paisaje con propiedades físicas únicas cuya morfología y asociación es determinada por factores de latitud, altura y posición (Strahler, 1986:351). En su crecimiento influyen la forma del relieve, la pendiente, la orientación de las vertientes y los suelos en los que se desarrollan. En diversos estudios sobre vegetación, las etapas de crecimiento de las plantas, algunos signos de perturbación en sus individuos e indicios de fenómenos erosivos sirven como indicadores de la dinámica funcional de la comunidad en observación.

En la República Mexicana la heterogeneidad de sus elementos naturales y sus características geográficas han generado asociaciones florísticas contrastantes que son representativas a nivel mundial por su biodiversidad y endemismo. Un ejemplo de este tipo de asociaciones sucede en las regiones áridas y semiáridas del país cuyas especies, no obstante su resistencia para adaptarse a condiciones de humedad baja y variable, temperaturas extremas y salinidad alta (Archer *et al.*, 1999:43), son altamente vulnerables dadas sus tasas de crecimiento lento y de regeneración baja, aunado a que su rango de distribución de ocurrencia es de escasa densidad (Hernández y Godínez, 1994 citado en Hernández *et al.*, 2005:273).

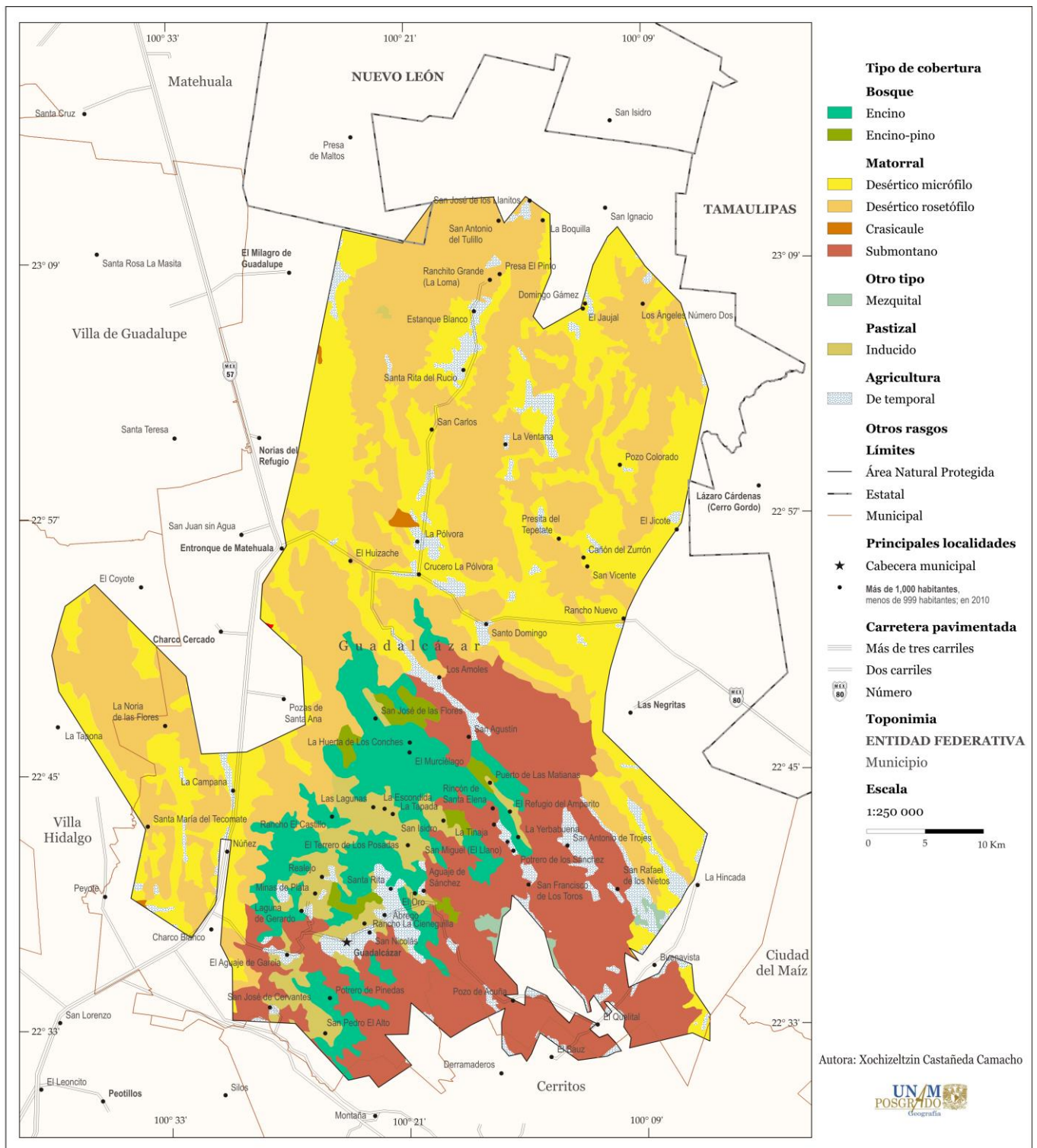
En la RERG algunas especies forman parte de la dieta alimentaria y también se utilizan con fines medicinales y rituales. En ocasiones, su comercialización deviene en la única fuente de ingreso para los habitantes (Saltz *et al.*, 1999:67) lo cual tiene serias implicaciones dado que el tráfico ilegal de flora y fauna es una práctica común (Stoleson *et al.*, 2005:69). Ante estas circunstancias, la conservación del capital genético es prioridad y algunas zonas se convierten en foco de atención. Es el caso de El Huizache<sup>3</sup>, área comprendida en esta ANP que posee, con 75 especies de cactus, la concentración más alta reconocida en el mundo; y aún más relevante es que el 63% de ellas son endémicas de la región del Desierto Chihuahuense (Hernández *et al.*, 2005:269).

En general la zona de estudio a pesar de sus condiciones de aridez presenta importantes contrastes de asociaciones vegetales en el centro-sur. Esto principalmente como resultado de la variación altitudinal. En la Figura 2.7 se observa la distribución de estos tipos de vegetación.

---

<sup>3</sup> El área del Huizache con alrededor de 114 km<sup>2</sup> (Hernández *et al.*, 2005:269) se localiza sobre la carretera número 80 al centro-oeste de la Reserva, muy próxima al entronque de Matehuala.

**Figura 2.7. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: vegetación, 2007**



Fuente: elaborado con base en INEGI (2007, 2010); CONANP (2007); IMT (2007).

Así, se presentan ocho tipos de asociación vegetal entre los que predominan los matorrales micrófilo y rosetófilo, distribuidos ampliamente desde el centro-norte de la zona y en franjas laterales hacia el este y oeste, además del matorral submontano al sur y sureste. En contraste, los bosques de encino se distribuyen al centro-oeste y, en mínima proporción, asociaciones de encino-pino se localizan en el centro y hacia el suroeste. En términos de extensión, los tipos con menor representación son el pastizal inducido, el mezquital y el matorral crasicaule.

En relación a los rasgos específicos de las especies de cada grupo de vegetación el Cuadro 2.4 sintetiza algunas referencias elementales.

**Cuadro 2.4. Asociaciones vegetales en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar**

Tipo	Asociación	Descripción	Especies dominantes
BOSQUE	Encino	Constituido por especies de <i>Quercus</i> . Presenta elementos de baja estatura (6-10 m) con troncos sinuosos, delgados y ramificados.	<i>Quercus</i> ( <i>mexicana</i> , <i>obtusata</i> , <i>laeta</i> ) y <i>Juniperus flaccida</i> (cedro).
	Encino-pino	Conformado por un patrón de bosque abierto con una mezcla de especies de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> donde domina la primera.	<i>Quercus</i> ( <i>mexicana</i> , <i>potosina</i> , <i>eduardii</i> , <i>microphylla</i> ) y elementos de <i>Pinus</i> sp. (pino) y <i>Juniperus monosperma</i> (cedro blanco).
PASTIZAL	Inducido	Es considerado vegetación secundaria, se mantiene con la acción periódica del fuego y pastoreo extensivo del ganado. Abundan las especies herbáceas acompañantes.	<i>Stipa micronata</i> , <i>Panicum bulbosum</i> , <i>Hilaria cenchroides</i> , <i>Deschampsia pringlei</i> , <i>Bouteloua curtipendula</i> , <i>B. radicata</i> , <i>Bromus anomalus</i> , <i>Muhlenbergia</i> spp., <i>Paspalum</i> spp.
MATORRAL	Desértico micrófilo	Conformado por elementos arbustivos (0.5-2.5 m) con hojas o folíolos de tamaño reducido.	<i>Larrea tridentata</i> (gobernadora), <i>Flourensia cernua</i> (hojasén), <i>Opuntia</i> sp. y <i>leucotricha</i> , <i>O. streptacantha</i> , <i>Acacia</i> sp. (huizache).
	Desértico rosetófilo	Especie arbustiva de hojas largas y angostas en forma de roseta; con un estrato subarbustivo de 20 a 60 cm desarrollado en laderas y lomeríos.	<i>Agave lechuguilla</i> (lechuguilla), <i>Agave striata</i> (espadín), <i>Hechtia glomerata</i> (guapilla) y <i>Dasyllirion</i> sp. (sotol).
	Crasicaule	Conformado por gran variedad de cactáceas de los géneros <i>Opuntia</i> <i>Myrtillocactus</i> que miden hasta 4 m de altura; se desarrolla sobre suelos someros en laderas y abanicos aluviales al pie de monte. El estrato herbáceo va de 0.1 a 0.8 m.	<i>Opuntia streptacantha</i> y <i>leucotricha</i> , <i>Prosopis laevigata</i> (mezquite), <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (garambullo), <i>Acacia farnesiana</i> (huizache), <i>Mimosa biuncifera</i> (uña de gato), <i>Agave</i> sp. (maguey), <i>Ferocactus</i> sp. (biznaga).
	Submontano	Comunidad en ocasiones muy densa de arbustos leñosos subperennifolios; sus elementos miden hasta 7 m en el estrato superior y se desarrollan en laderas y al pie de monte.	<i>Celtis pallida</i> (granjeno), <i>Cordia boissieri</i> (trompillo) y <i>Helietta parvifolia</i> (barreta o palo blanco), <i>Stenocereus</i> sp. (pitayo); también se encuentran de manera frecuente <i>Myrtillocactus</i> sp. (garambullo), <i>Neopringlea intergrifolia</i> (corvagallina).
OTROS	Mezquital	Comunidad que crece distribuida en tres estratos: arbóreo, de 5 a 8 m de altura; arbustivo, de 1 a 3 m; y herbáceo de 0.1 a 0.8 m.	<i>Prosopis laevigata</i> (mezquite), <i>Juniperus monosperma</i> (cedro), <i>Maytenus phyllanthoides</i> (granadillo), <i>Opuntia leucotricha</i> (duraznillo), <i>Opuntia imbricata</i> (cardenche), <i>Celtis pallida</i> (granjeno), <i>Buchloe dactyloides</i> (zacate chino).

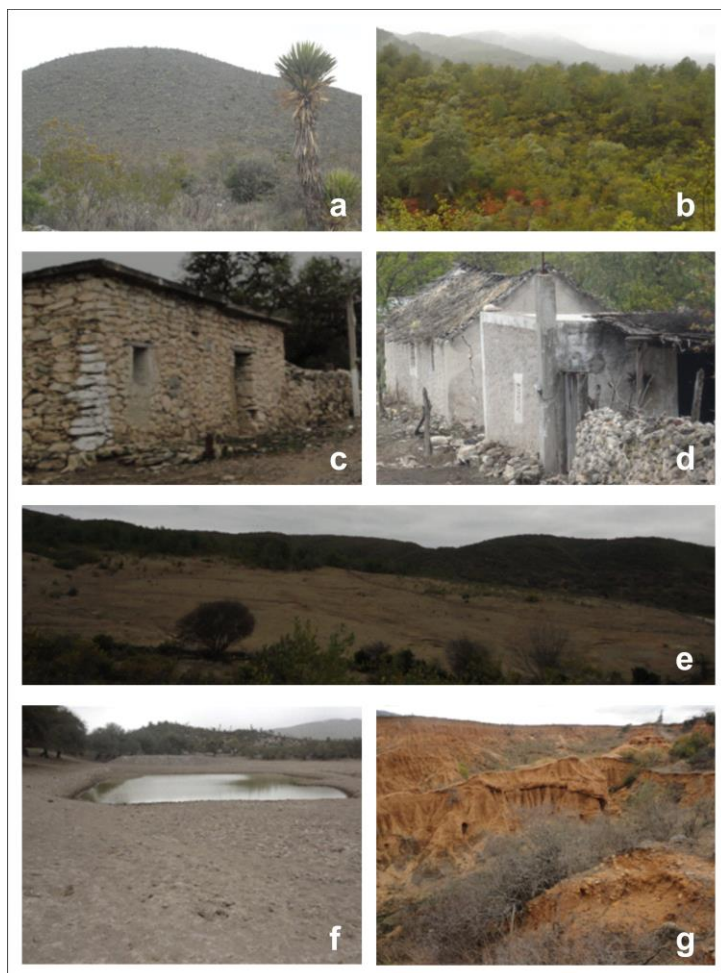
Fuente: elaboración propia con base en Rzedowsky (1978); INEGI (2002).

Cabe aclarar que en este esquema se nombraron sólo algunas de las especies dominantes de cada asociación, pues el objetivo no es incluir un listado exhaustivo sino ofrecer un panorama general de la composición de los grupos y su fisonomía.



En suma, la Figura 2.8 muestra algunas características esenciales de la RERG y el aprovechamiento de sus recursos naturales por parte de los lugareños.

**Figura 2.8. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: aprovechamiento de los recursos naturales**



Fuente: elaboración propia, imágenes tomadas en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar. Trabajo de campo, febrero de 2013.

Las letras a y b de esta figura hacen evidente el contraste de asociaciones vegetales de tipo matorral; micrófilo y submontano, respectivamente. Cabe mencionar que es cotidiano en los hogares el uso de leña como combustible.

En las letras c y d se muestran los materiales de la región que comúnmente se utilizan para la construcción de las viviendas; la roca caliza es básica para formar los cimientos y la estructura, en tanto, la palma suele emplearse para los techos.

La imagen con letra e revela una amplia zona de agostadero, pues la práctica de ganadería extensiva es predominante (ganado caprino y bovino). En el inciso g se observa un bordo o jagüey; estas formas de captación de agua de lluvia, ante la ausencia de ríos perennes, favorecen la cría del ganado. En cuanto al inciso h, presenta una extensa área de cárcavas como muestra de un proceso de erosión intenso.

Como se mencionó durante esta sección, los recursos naturales de la RERG son singulares, pero algunas de las prácticas que se desarrollan quedan bastante limitadas por las características propias del área, lo cual hace que sean insostenibles a largo plazo.

## **2.3. PATRONES POBLACIONALES Y PROCESOS ECONÓMICOS LOCALES**

En México existen diferencias notables al comparar los ámbitos rural y urbano, tradicionalmente estudiados a partir de la división del trabajo, el empleo y la homogeneidad o heterogeneidad de sus comunidades. Al margen de esta divergencia, en ambos casos, la estructura de la población es influida por aspectos culturales, políticos, restricciones en los servicios y la infraestructura e incluso por condiciones que desfavorecen a un género sobre otro. Por ende, para obtener un diagnóstico integral del territorio es requisito obligado analizar a los grupos sociales y sus patrones derivados de situaciones específicas.

Con base en lo anterior, la cartografía incluida en este capítulo contiene información de las localidades situadas en la RERG y de aquellas que no obstante su ubicación es fuera del perímetro, su proximidad en términos de distancia es inmediata. Estas últimas estarán referidas en el documento como «el entorno», el cual se constituye de 96 localidades<sup>4</sup> con un total de 31,157 habitantes. Cabe aclarar que se excluyeron aquellas localidades cuya representación gráfica quedó restringida porque sus datos censales están protegidos en garantía al principio de confidencialidad.

### **2.3.1 Distribución de la población y su interconectividad**

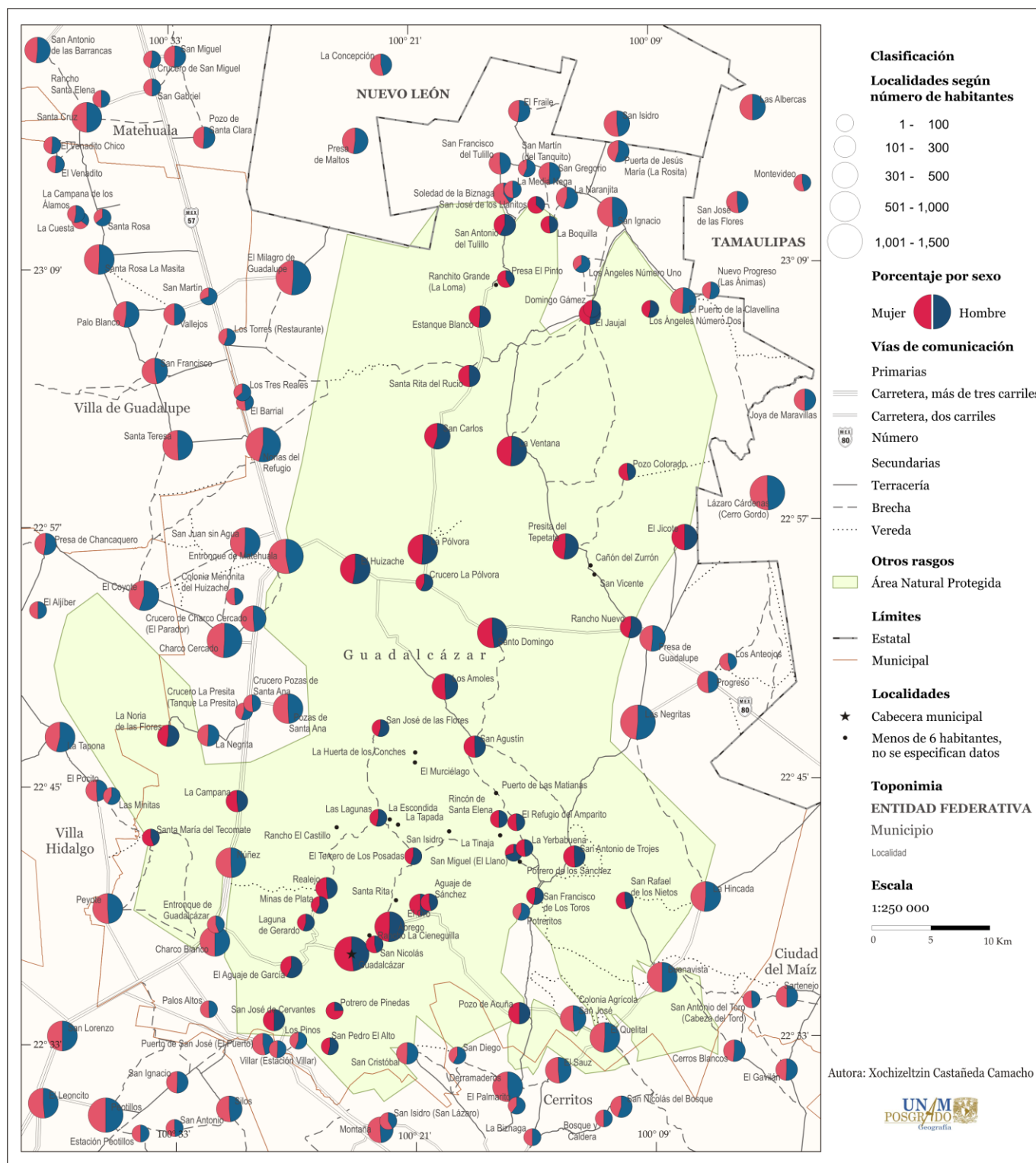
La distribución de la población, las vías de comunicación y los medios de transporte en conjunción generan dinamismo y articulan el espacio. De hecho, la ubicación de centros poblados con base en el aprovechamiento de ciertos recursos y áreas potenciales, orienta las actividades económicas de las distintas regiones (Flores, 1961:125).

El mapa de la Figura 2.9 muestra la configuración territorial de la RERG y su entorno. La distribución de la población se presenta en cinco rangos que refieren el tamaño de la localidad en números absolutos y, en porcentaje, la proporción de población de acuerdo al sexo. A través de la infraestructura vial se puede observar la articulación del área protegida y al mismo tiempo su fragmentación dada la connotación negativa que este elemento induce en términos ambientales.

---

<sup>4</sup> De estas localidades, 41 corresponden al municipio de Guadalcázar (53% de habitantes del entorno), suman 26 los municipios de Cerritos y Villa Hidalgo (24% de habitantes del entorno) y las 29 restantes (con 23% de habitantes del entorno) pertenecen a otros municipios aledaños como Matehuala, Villa de Guadalupe, Ciudad del Maíz y a dos estados colindantes: Nuevo León y Tamaulipas.

**Figura 2.9. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: sistema de asentamiento y distribución de género, 2010**



Fuente: elaborado con base en INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

La RERG sumó en 2010 un total de 9344 habitantes (INEGI, 2010) distribuidos en 61 localidades, lo que representa el 36% de la población total y el 55% de las localidades del municipio de Guadalcázar. El patrón dominante es de tipo rural con el 75% de las localidades que no supera los 200 habitantes y, la concentración de asentamientos, con dos terceras partes, es notoria hacia el sur. En cuanto a infraestructura vial existen, al centro y al sur, dos ejes de vías primarias que atraviesan el área de oeste a este; un tercero, en sentido transversal inicia al centro con dirección norte. El cuarto, al oeste, es un tramo corto con orientación hacia la frontera con Estados Unidos y corresponde a la carretera federal 57, también llamada eje del Tratado de Libre Comercio.

Así, en la figura se observa que en esta Reserva la localidad más poblada se ubica al sur y es la cabecera municipal de Guadalcázar (con 1209 habitantes, representan el 13% de la población del ANP). En sentido descendente, el rango de 501 a 1000 habitantes incluye cinco localidades situadas al centro, centro-norte y centro-sur: Santo Domingo, La Pólvora, El Huizache, La Ventana, y Ábrego (equivalentes al 35% de la población); en su mayoría estos emplazamientos coinciden con vías de comunicación primarias. En el rango de 301 a 500 habitantes se ubican hacia el centro y centro norte, las localidades de Los Amoles, Presita del Tepetate, El Jicote y San Carlos (son el 14% de la población); nótese que en este grupo, con excepción de la última, la conectividad vial predominante es de tipo secundario.

El siguiente rango, de 101 a 300 habitantes, incluye a 14 localidades (29% de la población): al norte, San Antonio del Tulillo, Estanque Blanco, Santa Rita del Rucio y El Jaujal; al centro y centro-este, San Agustín y Rancho Nuevo; al sur y sureste, El Oro, Pozo de Acuña y San Antonio de Trojes; al suroeste, La Campana, Realejo, El Aguaje de García y San José de Cervantes; y al oeste, La Noria de las Flores. Finalmente, el rango con menos de 100 habitantes contiene a 37 localidades (representan el 9% de población total y el 61% del total de localidades). Su distribución varía y suelen ser núcleos de baja densidad, aislados y alejados de vías de comunicación primarias.

En lo concerniente a la distribución de la población por sexo en la RERG, existe cierto equilibrio, con excepción de localidades como San José de los Llanitos, Potrero Pinedas, San Miguel (El Llano). En el entorno la dinámica es similar; localidades de mayor tamaño se ubican muy próximas a vías de comunicación primaria, y aquellas con menos habitantes se vinculan mediante vías de terracería, brecha o vereda; en la distribución por sexo, tampoco hay cambios drásticos en la mayoría de ellas.

### **2.3.2 Distribución de la tierra**

En México, el tipo de tenencia de la tierra es un factor que incide en gran parte de sus problemas ambientales (Scott *et al.*, 2005:55) y sobretodo, en el manejo de sus áreas protegidas. En el país, a través de etapas históricas como la Conquista, la Colonia y hasta su constitución como Estado Independiente, se ha creado una estructura jurídica que conforma el actual derecho agrario mexicano (Ruiz, 1981:1).

Un hito singular fue la Revolución Mexicana de 1910, con ella surgieron nuevas instituciones políticas y la Constitución de 1917, que en su Artículo 27 plasmó todo lo referente a la reforma de la tierra otorgando a la Nación los derechos absolutos sobre sus recursos. Derivado de ello, existen dos periodos importantes con respecto a la redistribución de la tierra: el primero, cuando el Presidente Lázaro Cárdenas (1934-1940) hizo patente esta reforma a través del ejido como forma de propiedad de la tierra<sup>5</sup>. El segundo, con Luis Echeverría (1970-1976) quien repartió 30 mil ejidos, aunque en su caso, la ubicación tendió a ser en áreas marginales de bajo rendimiento para el cultivo, de hecho, gran parte de las zonas áridas en el norte del país fueron destinadas a la producción ganadera (Scott *et al.*, 2005:55).

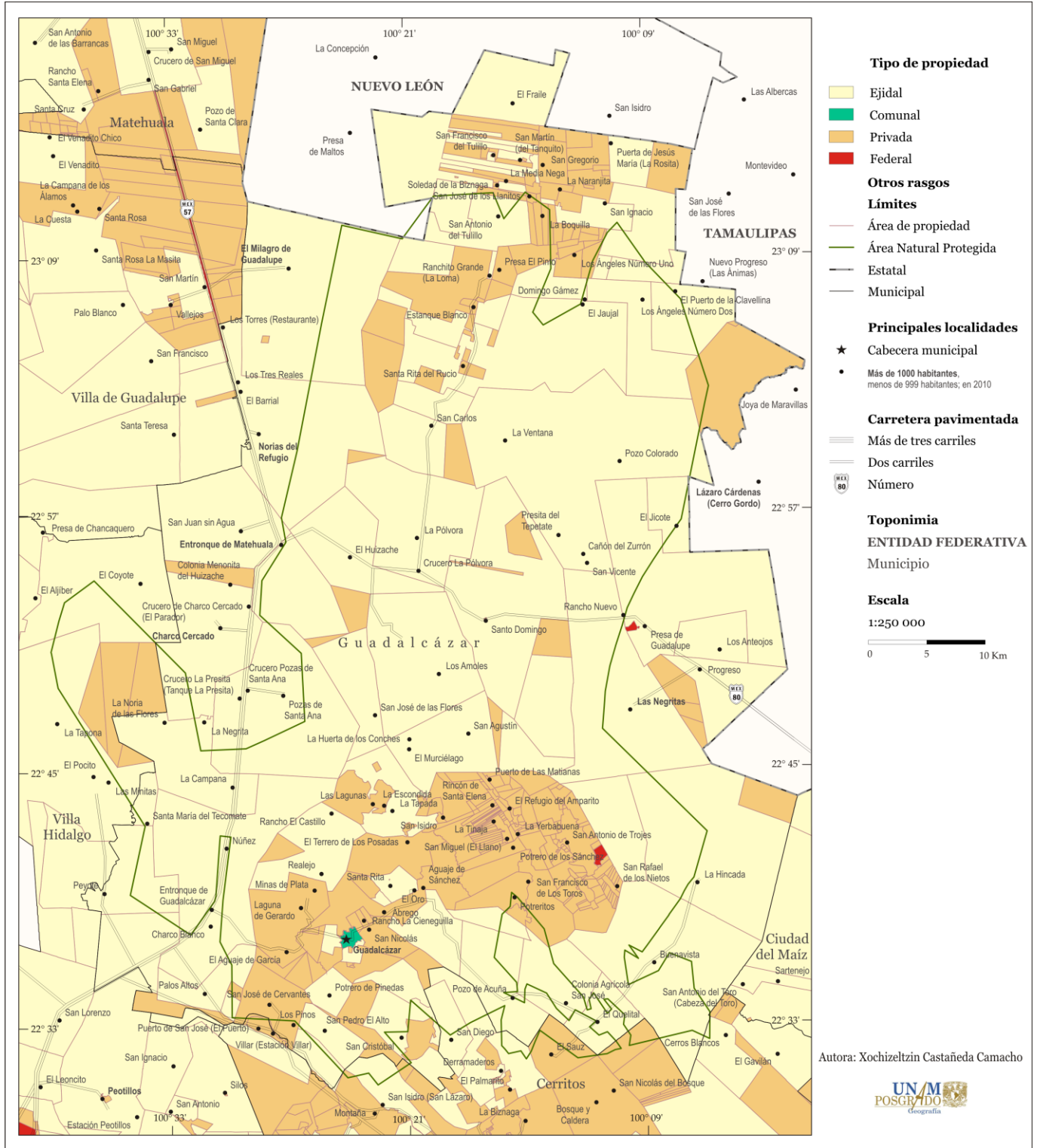
En la legislación mexicana existen también aciertos y algunos errores. En sentido estricto, la tenencia de la tierra presenta no sólo distintas figuras jurídicas que con frecuencia entran en conflicto, también ambigüedades que es pertinente definir, por ejemplo, los términos tenencia, posesión y propiedad. El primero implica sólo la ocupación de la tierra sin intención de retención o apropiación; el segundo supone la intención manifiesta del poseedor de mantenerse en el disfrute de ella y convertirse en dueño; el último, incluye la posesión directa o indirecta y la facultad de disponer de la tierra a voluntad (Hinojosa, 1981).

En términos específicos, la tenencia de la tierra —asociada más al ámbito rural y excepcionalmente al urbano— comprende cuatro tipos o formas de propiedad y posesión de predios rústicos reconocidos y regulados por las leyes mexicanas: ejidal y comunal, privada o particular, correspondiente a la Federación, ambigua o transitoria (Hinojosa, 1981). De acuerdo con este esquema, en la Figura 2.10 se representa la distribución y proporción de los predios en la RERG y su entorno, según el tipo de propiedad.

---

<sup>5</sup> En México aproximadamente el 70% de las áreas boscosas del sur es manejada por ejidatarios (Segura, 2000; Molnar y White, 2001 en Scott *et al.*, 2005:55). Por su parte, la propiedad comunal representa el 20% del total en el país y predomina en comunidades indígenas (Scott *et al.*, 2005:55).

**Figura 2.10. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: tenencia de la tierra**



Autora: Xochizeltzin Castañeda Camacho



Fuente: elaborado con base en INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

En general, es común que las características físico-geográficas de un territorio determinen su orientación económica y articulen jerarquías en el uso de suelo, definiendo áreas nodales de primer orden y áreas circunvecinas con usos complementarios (Flores, 1961:125). En esta dinámica, la tierra es considerada como objeto de transacción, lo que provoca conflictos que derivan en enfrentamientos entre las diversas modalidades socioeconómicas (García *et al.*, 1995:143).

En este contexto, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1988) faculta al ordenamiento ecológico como instrumento de política ambiental encargado de regular o inducir el uso de la tierra y las actividades productivas a través de la protección del ambiente y la preservación y uso sustentable de los recursos naturales. Sin embargo en la práctica, los problemas por el uso del suelo se magnifican sobre todo cuando las actuaciones de carácter público sobre el territorio no concilian con los intereses de cualquier tipo de propiedad.

En este contexto, la RERG se encuentra dividida según el tipo de propiedad en 283 polígonos, de éstos el 24% corresponden a ejidos y el 75% son de propiedad privada. Aunque los primeros son menores en porcentaje, destacan por ser los de mayor superficie; los segundos, presentan una distribución mayor al sur, al suroeste y, en menor grado, al centro y al norte. Este contraste se observa en la Figura 2.10, donde también es evidente que, ubicados al sureste y en la localidad de Guadalcázar, los tipos de propiedad federal y comunal, respectivamente, son menores.

En el entorno hay una dinámica semejante, los predios de propiedad ejidal son mayoría y la propiedad privada se concentra al norte, al sur, y al noroeste, en los alrededores de la carretera federal 57 que es un área de propiedad federal.

Una característica común en la Reserva y su entorno es el reducido tamaño de los predios de propiedad privada, lo cual supone un mayor número de propietarios y también de posibles conflictos. Sin embargo, de acuerdo a los datos censales recientes (INEGI, 2010b) esto no es una tendencia en la zona, de hecho, las localidades El Huizache y San Pedro El Alto, ubicadas al centro-oeste y al suroeste, ambas en predios de tipo ejidal, son las únicas en donde se reportan conflictos debido a irregularidad o disputa por la tenencia de la tierra. Esto no significa que en el resto de las localidades este problema esté ausente, sino que según la percepción de las comunidades, existen otros problemas —relacionados con la falta o la inaccesibilidad a ciertos servicios— considerados de mayor relevancia, los cuales se detallan en los temas siguientes.

### **2.3.3 Dinámica de crecimiento de la población**

El cambio en número de una población puede estar influido por el fenómeno de la migración y también por el propio crecimiento natural (nacimientos y muertes). En algunos casos uno prevalece, o ambos inciden (Clarke, 1991:42). Un crecimiento desproporcionado se traduce en una mayor presión sobre los recursos naturales (Alba-Hernández, 1976:110), en contraparte, la despoblación afectará invariablemente la estructura social en relación a sus grupos de edad y sexo (Clarke, 1991:206). Según Clout (1976:215) en el ámbito rural las comunidades pequeñas tienden a perder más población que otras consolidadas, en particular, aquellas con menos de 100 habitantes.

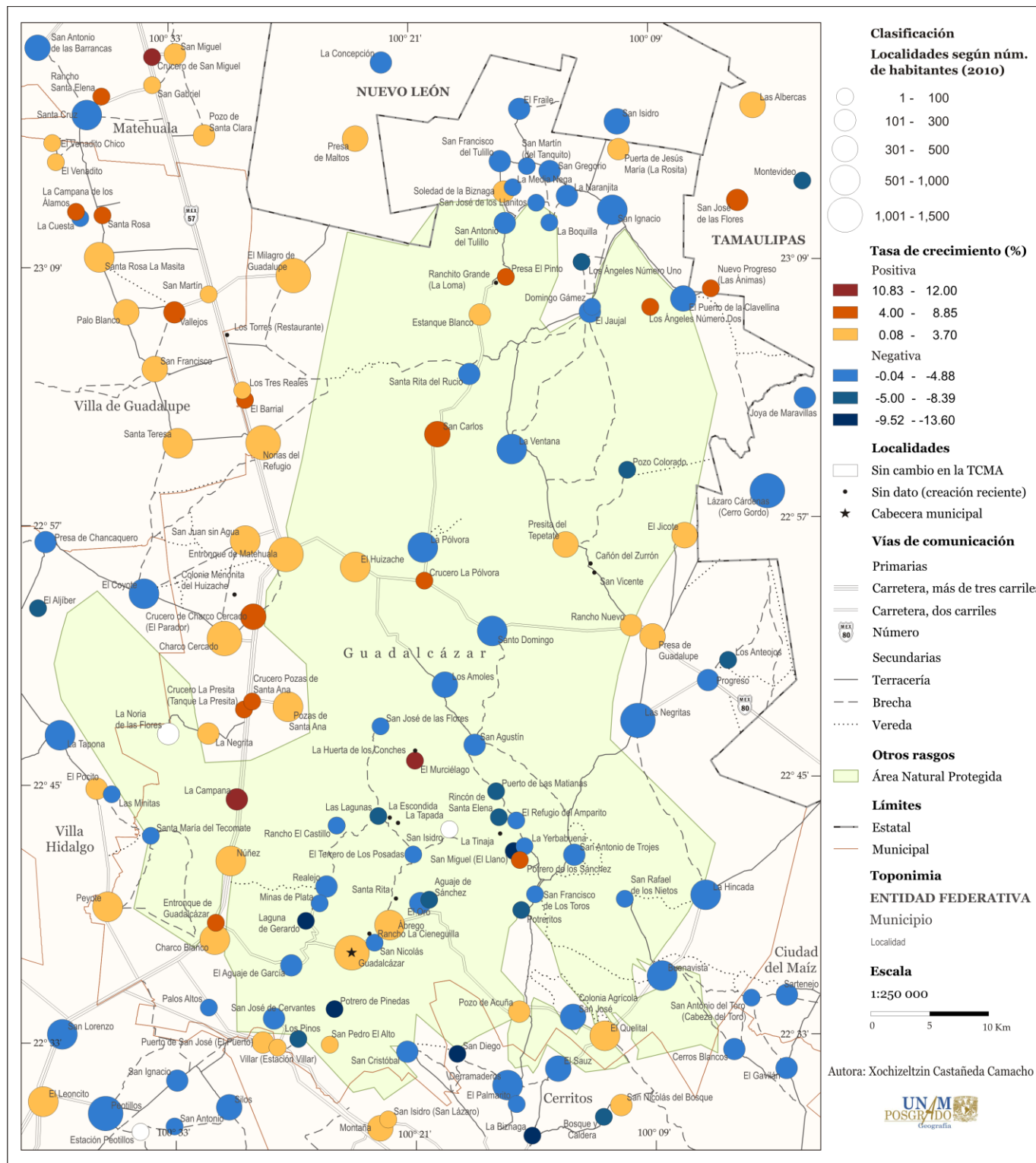
Entre los criterios que ayudan a identificar los cambios de cualquier grupo social, en un periodo de tiempo específico, se encuentra la Tasa de crecimiento medio anual de la población (TCMA). Este indicador, expresado en porcentaje, permite distinguir núcleos que pierden, mantienen o aumentan su número debido al crecimiento natural y a la migración neta (UNAM *et al.*, 2004:64). En la Figura 2.11 se muestra el cambio que experimentó la población en la RERG y su entorno, en el periodo 2000-2010. La TCMA positiva y negativa, cada una en tres niveles, evidenció lo siguiente.

En la RERG, el 56% de las localidades (34) registraron pérdida de población y es notorio que gran parte de éstas se ubican hacia el sur. La TCMA negativa más alta (entre -9.52 y -13.60%) incluye a tres localidades: Potrero de Pinedas, San Miguel (El Llano) y Laguna de Gerardo. Otro grupo con esta tendencia, aunque en menor intensidad (entre -5.00 y 8.89%) lo constituyen cinco localidades: Las Lagunas, Rincón de Santa Elena, Puerto de las Matianas, Aguaje de Sánchez y Pozo Colorado. El tercer rango (entre -0.04 y -4.88%) integra a 26 localidades, por mencionar algunas, San José de los Llanitos, El Refugio del Amparito, Rancho El Castillo, Minas de Plata y San Francisco de los Toros; una característica en la mayoría es que son núcleos con menos de 200 habitantes, poco consolidados, lo cual en parte, explica su cantidad y situación.

Con respecto a las localidades con TCMA positiva, son 27. El crecimiento más alto (10.83–12.00) corresponde a El Murciélagos y La Campana. El siguiente rango (4.00–8.85) lo integran Presa El Pinto, Los Ángeles Número Dos, San Carlos, Crucero La Pólvora y Potrero de los Sánchez. El tercer bloque (0.08–3.70) incluye nueve localidades: Estanque Blanco, Presita del Tepetate, El Jicote, Rancho Nuevo, El Huizache, Ábrego, Guadalcázar, San Pedro El Alto y Pozo de Acuña.



**Figura 2.11. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno:  
Tasa de crecimiento medio anual de la población por localidad, 2000–2010**

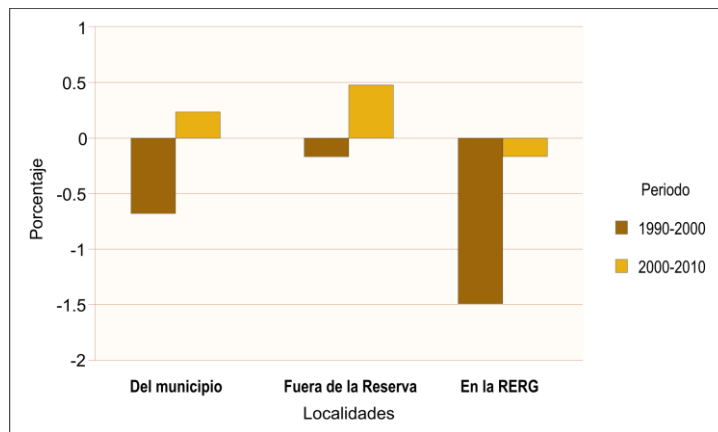


Fuente: elaborado con base en INEGI (2000, 2010); IMT (2007); CONANP (2007).

En el entorno, la TCMA positiva se reflejó en el 51% de las localidades cuya ubicación al centro-oeste y noroeste está próxima a carreteras. El resto de las localidades presenta cambio negativo, particularmente las correspondientes al municipio de Guadalcázar, por lo que conviene precisar algunos datos en esta escala de referencia.

La Figura 2.12 refleja los cambios en el crecimiento de la población de dicho municipio en los periodos 1990-2000 y 2000-2010, esto de acuerdo al total de sus localidades pero distinguiendo las de la RERG, de aquellas ubicadas fuera de su límite.

**Figura 2.12. TCMA de población del municipio de Guadalcázar y sus localidades según su ubicación 1990-2000-2010.**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (1990, 2000, 2010).

En el periodo 1990-2000<sup>6</sup> el municipio de Guadalcázar registró pérdida de población con una TCMA negativa de -0.68%, sin embargo, fueron las localidades de la RERG las que mostraron la TCMA negativa más alta (-1.49%), es decir, en conjunto, perdieron el 14% de su población. En el periodo 2000-2010, la TCMA positiva fue favorable a nivel municipal (0.24%), sobretodo en las localidades fuera del ANP (0.49%), pero contrasta con la TCMA negativa de -0.17% de las localidades en su interior.

Con base en estos datos se infiere que durante el primer periodo (1990-2000) la pérdida de población pudo ser por migración, aunque, al reflejarse la tasa máxima en las localidades de la RERG es factible considerar que las restricciones a raíz del decreto pudieron incidir. En el segundo periodo (2000-2010) tuvo lugar una ligera recuperación en la TCMA a nivel municipal, más notorio aún en las localidades fuera de la RERG, sin embargo, es en la RERG donde la tendencia a perder población siguió vigente.

<sup>6</sup> La RERG se decretó en 1997 y las localidades que actualmente la conforman existían desde 1990, es por ello que los datos censales de este decenio se consideraron para realizar la TCMA 1990-2000.

#### **2.3.4 Nivel educativo de la población**

El acceso a la educación es considerado un derecho humano, por ende, su consecución se convierte en un fin en sí mismo (Pederzini, 2005:190). En la actualidad, aunque contradictorio, la información y los conocimientos fluyen por canales restringidos con una dinámica distinta a la del tránsito de mercancías en el “libre mercado”, produciendo con ello una asimetría social de gran escala (Abreu *et al.*, 2000:21).

Al respecto, por ser determinante y representativo de la calidad de vida (Lechuga, 2000:49) el nivel educativo es un indicador utilizado ampliamente para conocer el grado de desarrollo social y económico de las naciones (Pederzini, 2005:189). Aunque el concepto de calidad de vida es relativo a las personas, a sus tradiciones y costumbres, en general se reconoce que abarca distintos niveles de organización y de aspectos subjetivos; además de la educación, incluye también la salud, el ingreso, la disponibilidad de bienes y la capacidad de construir proyectos de vida propositivos a partir de lo que se tiene disponible (Abreu *et al.*, 2000:29).

En sentido estricto, la falta de educación repercute sobre el ingreso al limitar la participación en el mercado de trabajo, en particular cuando se requiere del manejo de nuevas tecnologías o el dominio de destrezas y habilidades asequibles solo a través del sistema educativo (Mejía *et al.*, 2000:371).

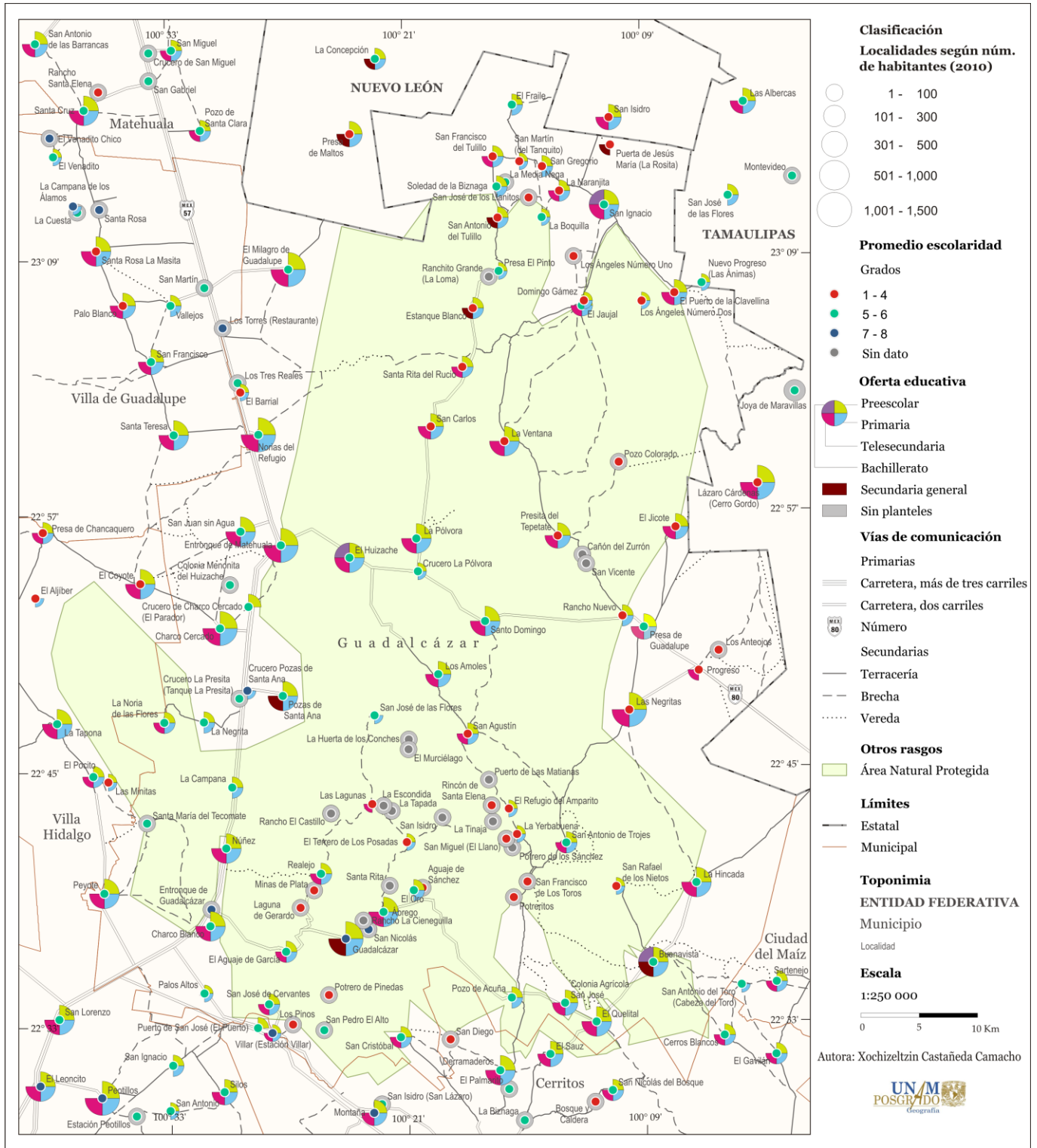
En México la educación es indudablemente uno de sus principales problemas, no solo por el gran rezago que existe, también por su baja calidad, aunada a la desigualdad en el acceso. En gran medida estas discrepancias surgen del propio sistema y de su modelo de expansión paulatino y categórico cuya oferta educativa crece de regiones desarrolladas a otras marginadas, de áreas urbanas a ámbitos rurales, de las comunidades numerosas a las de menor densidad y de grupos mestizos a indígenas (Schmelkes, 2005:171).

Considerando estas referencias, en la RERG y su entorno es posible observar algunas de estas tendencias. La Figura 2.13 representa por localidad el grado promedio de escolaridad<sup>7</sup> en tres rangos y la oferta educativa existente; esta última incluye a planteles educativos públicos y privados.

---

<sup>7</sup> El grado promedio de escolaridad resulta de dividir el monto de grados escolares aprobados por personas de 15 a 130 años entre las personas del mismo grupo de edad. Se excluye a las personas que no especificaron este dato (INEGI, 2010). Por su parte, la oferta educativa es entendida como los aspectos relacionados con la enseñanza (programas, profesores, horarios) que se dan a conocer para el consumo.

**Figura 2.13. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: escolaridad y oferta educativa por localidad, 2010**



Fuente: elaborado con base en SEP (2010); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

En sentido general, más que un patrón de distribución, sobresale el bajo nivel de escolaridad que predomina en el área de estudio (incluido el entorno) dado que el número máximo de años cursados fue de ocho y el 92% de las localidades no se ubicaron en este rango, situación que, en un tema tan importante, obliga a la reflexión.

El Cuadro 2.5 complementario a esta figura compara datos absolutos y en porcentaje del grado de escolaridad y de la oferta educativa<sup>8</sup> en la RERG y su entorno.

**Cuadro 2.5. Porcentaje de escolaridad y de oferta educativa en las localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar y de su entorno, 2010**

Variable	RERG		Entorno		
	Núm. de localidades	%	Núm. de localidades	%	
<b>Grado de escolaridad</b>					
	Años concluidos				
	1 - 4	40	66	25	26
	5 - 6	19	31	61	64
	7 - 8	2	3	10	10
<b>Oferta educativa</b>					
	Presencia de planteles				
	Preescolar	33	54	66	69
	Primaria	34	56	67	70
	Secundaria General	3	5	5	5
	Telesecundaria	18	30	46	48
	Bachillerato	1	2	2	2
	Sin Oferta	26	43	24	25

Fuente: elaboración propia con base en SEP (2010); INEGI (2010).

Los resultados demuestran que la precariedad en el nivel de escolaridad alcanzado por la población es más crítico en la RERG. Nótese que en el 66% de sus localidades la población no concluyó la educación básica; en el entorno el 26% tampoco lo hizo.

En el tema de la oferta educativa, la RERG también presenta el mayor rezago, por ejemplo, la primaria se ofertó en el 56% de sus localidades y la secundaria (en la modalidad de telesecundaria) en el 30% mientras que, en el entorno, estos porcentajes fueron del 70% y 48%, respectivamente. Por su parte, en el nivel medio superior la oferta es casi nula y en el nivel superior inexistente, para ambos casos.

Aunado a esta deficiencia, es lamentable que el 43% de las localidades de la RERG no cuenten con ningún tipo de oferta educativa, y en su entorno tampoco el 25% de ellas.

<sup>8</sup> Los porcentajes se elaboraron con base en el total de localidades de la RERG (61) y el total del entorno (96). Por su parte, la oferta educativa no totaliza cien por ciento porque una misma localidad puede contabilizarse en distintos tipos de oferta educativa.

### **2.3.5 Marginación y problemáticas locales recurrentes**

En América Latina, el término marginación se ha vinculado indistintamente a los estudios sobre pobreza y, aunque en parte es comprensible, está claro que este problema rebasa la sola carencia de bienes y servicios, en esencia, es la negación de los derechos humanos elementales (Boltvinik *et al.*, 2003:171). En el ámbito conceptual, los términos de marginación y pobreza también se han relacionado, pero existen diferencias.

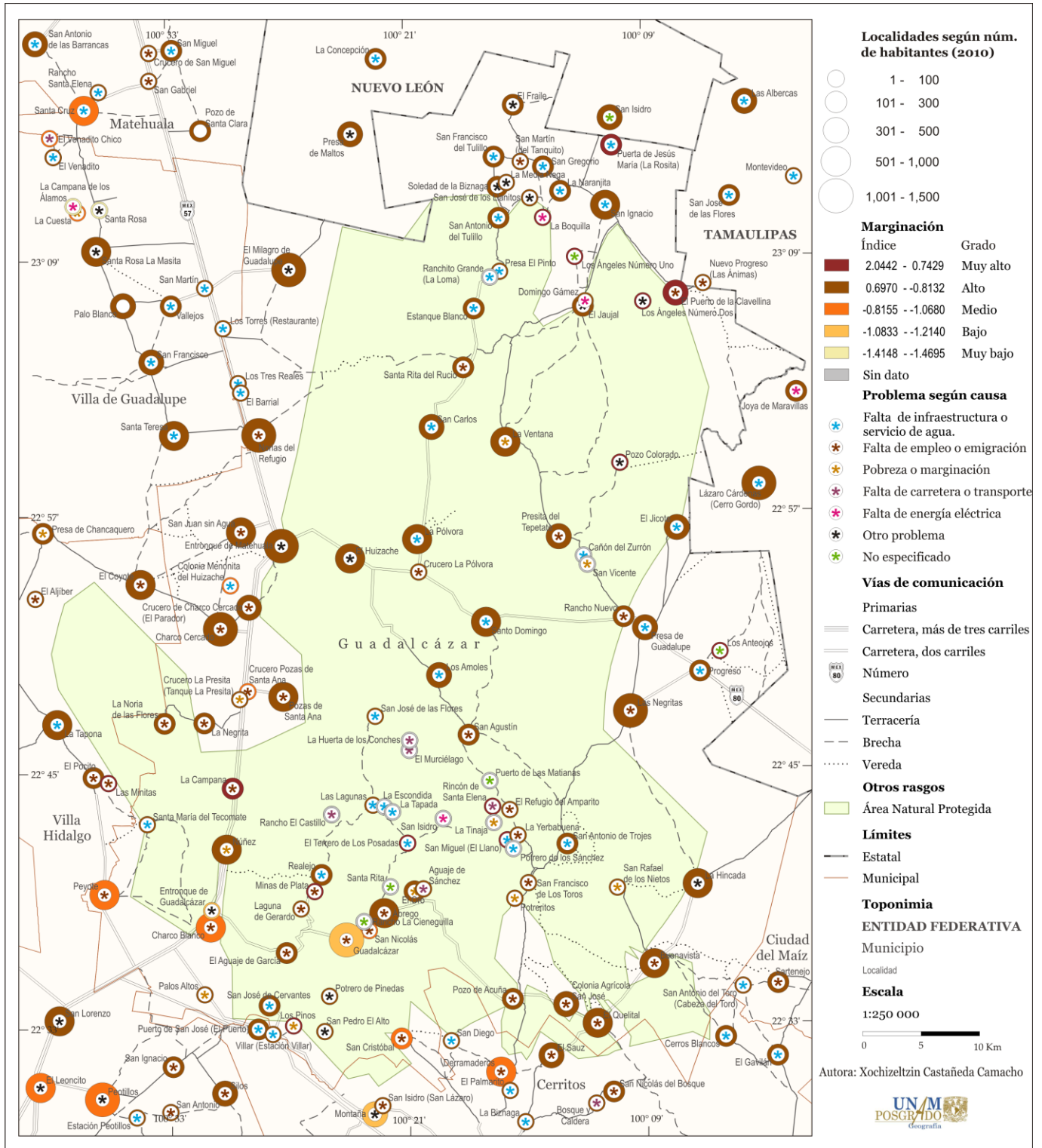
En términos operativos la pobreza tiene como unidad de análisis a la familia y la información que permite crear el índice proviene de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), aunado, los estudios generalmente se desarrollan a partir de una línea de pobreza (canasta básica de bienes y servicios con base en precios de mercado) apoyada en el ingreso corriente. En cambio, la unidad de análisis del índice de marginación son los espacios geopolíticos y se crea a partir de datos censales como un parámetro analítico que, a través de dimensiones estructurales y de indicadores, permite identificar la intensidad de ciertas privaciones y niveles de exclusión social de la población (CONAPO, 2012:12-3). Entre dichos indicadores sobresale el de la vivienda por referir cinco variables para evaluar su condición y entre otros aspectos busca reconocer la situación educativa y el ingreso.

Ahora bien, hay que diferenciar el concepto de marginalidad, pues éste antecede a la marginación. La marginalidad se refiere a individuos que, particularmente en un ámbito urbano, se encuentran situados en el límite y no pertenecen ni al campo (área de expulsión) ni a la ciudad (área de recepción). En otras palabras, aunque ocupan un territorio quedan fuera de los beneficios sociales, económicos y políticos que ofrece una estructura social (CONAPO, 2012:11).

A este respecto, la exclusión y la vulnerabilidad son dos variantes que se influyen mutuamente porque los grupos vulnerables están sujetos a la exclusión social y los grupos excluidos viven en una situación de vulnerabilidad (Lidth, 2005:35). En la Figura 2.14 se representó para la RERG y su entorno el índice de marginación, y para ampliar esta caracterización se exponen los principales problemas que enfrenta la población en sus respectivas localidades.

Cabe aclarar sobre el índice que, no obstante el tema educativo recién fue tratado, en este caso más que ser reiterativo resulta complementario porque incluye la variable de población analfabeta.

**Figura 2.14. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: marginación y problemas de mayor incidencia por localidad, 2010**



Fuente: elaborado con base en CONAPO (2012); INEGI (2010, 2010b); IMT (2007); CONANP (2007).

En el mapa sobresale que en la RERG el índice de marginación del rango *Muy alto* está presente en ocho localidades: al norte y noreste, La Boquilla, Pozo Colorado, Los Ángeles Número Dos; al centro-oeste y centro-sur, La Campana, Rincón de Santa Elena, San Miguel (El Llano), El Terrero de Los Posadas y al suroeste, Minas de Plata. El nivel *Alto* predomina al incluir el 60% de localidades. Por su parte, el nivel *Medio* y el *Bajo* corresponden sólo a dos: San Nicolás y Guadalcázar, respectivamente. En el rango *Muy bajo* ninguna localidad quedó ubicada y, cabe hacer notar que en 14 (23%) el dato no se generó debido al reducido número de su población<sup>9</sup>.

En el entorno el índice *Muy alto* figuró en seis localidades, contrario al nivel *Alto* que se registró en el 78% de ellas. En el nivel *Medio* se posicionaron 11 localidades y, los rangos *Bajo* y *Muy bajo*, incluyeron a dos localidades cada uno.

En lo que concierne al tema de los principales problemas, con base en datos de INEGI (2010) predominaron cinco tipos según su causa, entre los cuales dos sobresalen en la RERG y el entorno por su alta incidencia: el primero es la falta de agua (infraestructura o servicio) enunciado en el 34% y 37% de las localidades; el segundo es la falta de empleo o emigración registrado en el 28% y 31% de ellas, respectivamente.

De acuerdo a la percepción de la población local, la pobreza o marginación también fue un problema recurrente, aunque en menor porcentaje (8% en la RERG y 6% en el entorno). En cuanto a la falta de carretera o transporte y a la falta de energía eléctrica, ambos fueron superiores en la ANP (8% y 5%) que en el entorno (3% y 2%).

Por otro lado, aproximadamente una décima parte de las localidades de la RERG indicaron otros tipo de problemas como la falta de apoyo o deficiencia gubernamental, la falta de otros servicios o equipamiento, la falta de recursos económicos e irregularidad o disputa por la tenencia de la tierra.

En suma, los datos revelan tendencias negativas que afectan de manera general a la población que habita en la RERG y a la que se ubica en el entorno, es decir, el nivel de marginación alto prevalece y también la carencia de empleos que derivan en flujos constantes de emigración. Pero sin duda, entre los más graves se encuentra el problema del agua, no sólo por su escasez, sino porque los mantos freáticos del municipio de Guadalcázar presentan altas concentraciones de flúor y arsénico superiores al valor permitido para consumo humano según la NOM-127 (Bocanegra, 2006:28).

---

<sup>9</sup> Las siguientes localidades se crearon después del 2000: Cañón del Zurrón, La Tinaja, La Escondida, La Huerta de Los Conches, La Tapada, San Vicente, Ranchito Grande (La Loma), Rancho La Cieneguilla, Santa Rita, Puerto de las Matianas.



### **2.3.6 Ocupación y orientación económica**

Las actividades económicas ejercen impacto en el ambiente y, a su vez, sobre la población; en términos de funcionalidad se agrupan por sectores: primario, secundario y terciario. En lo que respecta a la ocupación, se refiere al oficio, profesión o tipo de trabajo de un individuo, por lo que una labor puede desarrollarse en diferentes sectores (Clarke, 1973:140).

En el ámbito rural, la población depende principalmente de las actividades primarias como la agricultura, la ganadería y otras relacionadas con explotación de los recursos naturales (Vivó, 1972:43). Entre estas actividades, las primeras tienden a generar problemas por el uso de suelo debido a que pueden llegar a soportar vastos sistemas de asentamiento (Bryant, 1989 en García *et al.*, 1995:142).

Según Palacios *et al.* (2000:302) en México las condiciones precarias de producción en los sistemas agrícolas desfavorecen al sector campesino y por lo general, esta situación se agudiza entre jornaleros que no son poseedores de tierra y laboran por ciclos estacionales en diferentes cultivos<sup>10</sup>, también entre quienes rentan parcelas o explotan superficies de área muy reducida. A esta tendencia se suman otros problemas que surgen por la exposición a sustancias tóxicas, la inaccesibilidad a servicios de salud y la falta de prestaciones económicas, incluso por discriminación. Ante estas circunstancias, la contratación temporal en sectores no agrícolas y la migración a las ciudades se convierten en las únicas alternativas posibles.

En contexto, la Figura 2.15 permite observar en el área estudiada, por localidad, la relación entre población ocupada en 2000<sup>11</sup> de acuerdo al sector económico y su tendencia económica a partir de las actividades económicas predominantes en 2010<sup>12</sup>. Cabe señalar que la primera de estas variables se representó como un antecedente pues es lamentable que en el último censo este dato ya no fue recabado, aún así, al compararlo con información relacionada disponible se logró identificar cierto comportamiento.

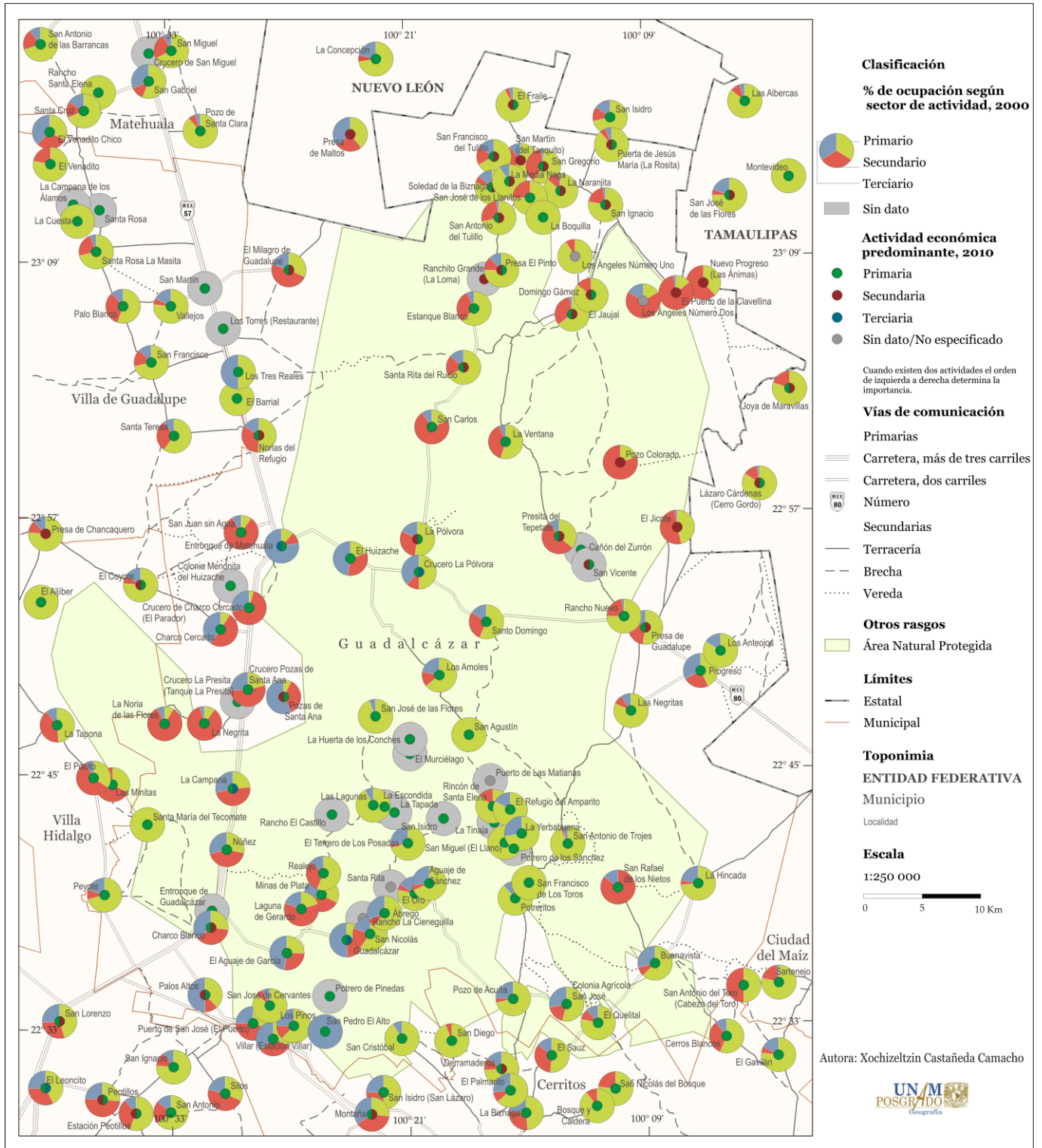
---

<sup>10</sup> En 2000 cuatro millones de jornaleros vendieron su fuerza de trabajo a cambio de bajos salarios y condiciones laborales extremas (Palacios *et al.*, 2000:301).

<sup>11</sup> La población ocupada son las personas de 12 años y más que trabajaron en la semana de referencia, se incluyó a la población que tenía trabajo pero no trabajó en la semana de referencia (INEGI, 2000).

<sup>12</sup> Para obtener el predominio de actividades económicas se clasificaron y sumaron por sector las tres principales actividades económicas a la que se dedica la población de cada localidad, tomando como base los datos de INEGI (2010b).

**Figura 2.15. Reserva Estatal Real de Guadalcázar y su entorno: ocupación por sector y estructura económica por localidad, 2000 y 2010**



Autora: Xochizeltzin Castañeda Camacho

Fuente: elaborado con base en INEGI (2000, 2010); IMT (2007); CONANP (2007).

Así, el mapa revela que en 2000 fue notorio entre las localidades de la RERG el predominio de la población ocupada en el sector primario, particularmente en aquellas del centro y al sur. Esto se explica en función de su localización, pues la zona se corresponde con la cuenca Río Tamuín (Región Hidrológica 26) donde se tiene la mayor escorrentía (entre 200 y 500 mm anuales) del ANP y por ende, mejores condiciones para el desarrollo de la actividad agrícola.

Por otro lado, las proporciones más amplias de ocupación en el sector secundario destacaron al centro y al norte, en localidades como Presita del Tepetate, El Jicote, Pozo Colorado, La Ventana, San Carlos y Los Ángeles Número Dos; al centro-sureste, San Rafael de los Nietos, al centro-suroeste, Laguna de Gerardo, al oeste, La Noria de las Flores y La Campana. Este hecho asociado, principalmente en las localidades del norte, a la demanda en la producción textil que genera el estado vecino de Nuevo León.

Por último, la población ocupada en el sector terciario fue menor y sólo representativa en algunas localidades: al centro, El Huizache y Crucero La Pólvora; al sur, Aguaje de Sánchez, Guadalcázar, El Aguaje de García y San Pedro El Alto. A este respecto, dicha tendencia de ocupación sucede vinculada a los principales ejes carreteros que funcionan como puntos de intercambio local, en otros casos, también influye la proximidad con la Capital Potosina.

Así, considerando este antecedente de ocupación, en la figura se observan las actividades económicas predominantes por localidad. En principio cabe aclarar que en el área estudiada (incluido el entorno) las actividades primarias se refieren a la agricultura y a la ganadería. Con respecto al desarrollo agrícola, hay un predominio de la agricultura de temporal sobre la agricultura de riego. Los tipos de cultivo son: para la primera, maíz, sorgo de grano, garbanzo forrajero, cebada forrajera en verde, avena forrajera y cártamo y; en la segunda, tomate rojo, maíz y chile verde.

En cuanto a la ganadería se cría ganado mayor y menor, su práctica es principalmente de tipo extensivo conformado en su mayoría por caprino (representativo en número) y bovino (principal aporte al total del valor de la producción), en menor grado, porcino, ovino y aves. Otras actividades desarrolladas en el sector primario son la producción de leche (bovino y caprino), huevo, miel y cera (SIAP, 2013).

Por su parte, las actividades secundarias contemplan la fabricación de insumos textiles y acabados textiles; en el caso de las actividades terciarias, es comercio al pormenor.

Ahora bien, en la RERG al 2010 el 71% de sus localidades declararon a las actividades primarias como la principal actividad económica. Las actividades secundarias fueron referidas como principal actividad en las localidades de Ranchito Grande (La Loma), El Jicote y Pozo Colorado, ubicadas al norte y noreste.

En otras localidades las principales actividades corresponden a dos sectores en donde uno predomina, las tres formas en que se presentan son: primarias-secundarias (San Antonio del Tulillo, Presita del Tepetate, Santa Rita del Rucio, El Jaujal), primarias-terciarias (Crucero La Pólvora, La Campana, Guadalcázar) y, secundarias-primarias (Presa El Pinto, La Pólvora, San Vicente, Domingo Gámez).

En lo que respecta al entorno, la población ocupada en el sector primario fue considerable; aquella ocupada en el sector secundario y terciario fue menor y, sólo más representativa en localidades cercanas a vías de comunicación primarias. En cuanto a las actividades económicas, las primarias se registraron como actividad principal en el 64% de los casos.

Para entender y dimensionar en un contexto amplio esta tendencia de ocupación y de orientación económica de la RERG se presentan algunos datos a nivel municipal que son una importante referencia. En el municipio de Guadalcázar del total del valor de la producción al 2008, el 73% correspondió a las actividades primarias, 9% a las actividades del sector secundario y el 18% a las actividades del sector terciario.

El Cuadro 2.6 sintetiza algunos aspectos de la actividad agrícola, altamente representativa en este municipio, durante el periodo 2003-2012.

**Cuadro 2.6. Municipio de Guadalcázar: dinámica de la actividad agrícola por tipo, 2003–2012**

Tipo	Extensión de superficie (Hectáreas)						Valor de la producción	
	Sembrada	%	Cosechada	%	Siniestrada	%	miles de pesos	%
Temporal	140 454	98	93 020	97	47 434	99.7	130 790	48
Riego	3 348	2	3 218	3	130	0.3	139 910	52
<b>Total</b>	<b>143 802</b>		<b>96 238</b>		<b>47 564</b>		<b>270 700</b>	

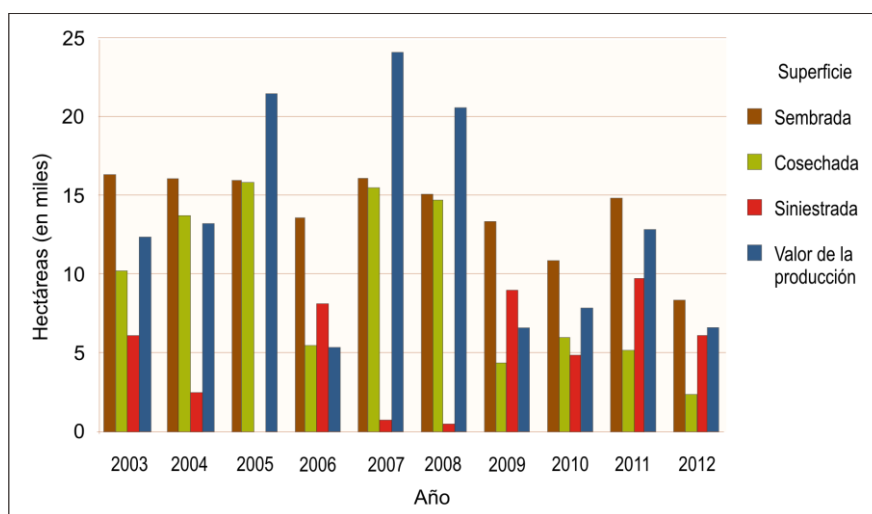
Fuente: elaboración propia con base en SIAP (2013).

Según se observa, entre la agricultura de temporal y de riego existen diferencias notables. La primera, con el 98% de superficie sembrada, aportó el 48% al total del valor de producción y registró el 99.7% del total de superficie siniestrada durante el

periodo; en contraparte, la segunda, con solo el 2% del total de superficie sembrada, aportó el 52% al valor de la producción y casi sin pérdidas (.3% superficie siniestrada).

Para dar seguimiento a este nivel de información se elaboró la Figura 2.16 que revela datos interesantes sobre el comportamiento anual de la agricultura de temporal, en un periodo de diez años.

**Figura 2.16. Municipio de Guadalcázar: evolución de la agricultura de temporal por año, 2003–2012**



Fuente: elaboración propia con base en SIAP (2013).

En esta figura llama la atención que la superficie sembrada, exceptuando 2011, ha disminuido a partir de 2008 al grado que en 2012 representó el 50% con respecto a la superficie sembrada al inicio del periodo (2003); por otro lado, desde 2009 la superficie cosechada, en la mayoría de los años, está muy por debajo del 50% con respecto a la superficie sembrada, en otras palabras, significa que el porcentaje en superficie siniestrada aumentó de forma drástica, lo cual permite entender, en parte, porque el valor de la producción, aunque con un ligero repunte en 2011, presenta una tendencia a la baja desde el 2009 en adelante.

Así, entre otros ejemplos de esta agricultura de temporal, se presenta el caso del 2012 donde, del total de superficie sembrada (8,325 ha) en cinco tipos de cultivo: maíz, sorgo, garbanzo forrajero, avena forrajera y cártamo, se perdió el 100% del cultivo de maíz que representó el 72% de superficie sembrada (SIAP, 2013).

La Figura 2.17 muestra un ejemplo de áreas agrícolas de temporal y de riego que destacan por su evidente contraste.

**Figura 2.17. Reserva Estatal Real de Guadalcázar:  
zonas agrícolas de temporal y de riego**



Fuente: elaboración propia. A la izquierda una amplia parcela abandonada donde crece vegetación secundaria; a la derecha, una zona agrícola de riego, al norte y al sur de la RERG, respectivamente. Trabajo de campo, febrero de 2013.

Ahora, con respecto a la actividad ganadera, hay aspectos que también merecen atención. El Cuadro 2.7 contiene datos duros y en proporción que sirven para identificar algunas características.

Así, según se observa, en el municipio de Guadalcázar la ganadería (carne en canal) aporta el 91% al total del valor de producción y la producción de leche (6%), huevo, miel y cera (3%), aunque contribuyen en menor grado a este valor, son muy importantes como medio de subsistencia para la población en general.

**Cuadro 2.7. Municipio de Guadalcázar: distribución del valor de la producción en la actividad ganadera por tipo, 2006–2012**

Tipo	Animales sacrificados		Valor		Valor de la producción	
	Cabezas	%	miles de pesos	%	miles de pesos	%
Carne en canal	146 984				256 279	<b>91</b>
Caprino	110 396	75	74 077	29		
Bovino	25 549	17	169 548	66		
Porcino	3 941	3	9 528	4		
Ovino	3 816	3	2 999	1		
Ave	3 282	2	127	0		
Leche (bovino, caprino)					17 986	<b>6</b>
Otros (huevo, miel, cera)					7 468	<b>3</b>
<b>Total</b>					<b>281 733</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia con base en SIAP (2013).

Así, de acuerdo con el aporte al valor de la producción por carne en canal se distinguen dos elementos en el grupo: caprino y bovino. Con base en el total de cabezas, el primero representa el 75% de los animales sacrificados y aporta el 29% al valor de producción. En cambio, el segundo, no obstante representa el 17% del número de cabezas, aporta el 66% al valor de la producción. El resto de los elementos (porcino, ovino, ave) no es tan representativo en número, pero en conjunto contribuye con el 8% a dicho valor.

**Figura 2.18. Reserva Estatal Real de Guadalcázar:  
desarrollo de ganadería extensiva de alto impacto ambiental**



Fuente: elaboración propia. Las imágenes muestran las prácticas de ganadería extensiva que se desarrollan; a la izquierda un rebaño de cabras y a la derecha, una especie mayor con bajo peso por la falta de nutrientes. Trabajo de campo, febrero de 2013.

En este contexto, es importante notar la presión que existe sobre los recursos naturales, sobretodo, con la práctica extensiva de ganado bovino y caprino. El primero compacta el suelo de escaso espesor y, el segundo, al consumir por naturaleza los nuevos brotes, evita la regeneración de las especies vegetales caracterizadas por observar una tasa lenta en su reproducción.

Analizar estos datos a escala municipal evidenció que las actividades primarias, con la agricultura de temporal y la ganadería son la base de subsistencia de los pobladores y, aunque se reconoce que estos datos no son específicos de la RERG, tampoco se soslaya el hecho de que sus localidades, en distinto grado, emulan tendencias similares. En este sentido, por la dependencia notoria que existe de un solo sector económico, se asume que la población se encuentra en una situación bastante inestable, dadas las condiciones propias que caracterizan al sector económico primario.

## **2.4. APUNTES**

En el estado de San Luis Potosí como bien señaló Loa *et al.* (2009:33), las Áreas Naturales Protegidas no alcanzan todavía la extensión estimada necesaria que debería contener el territorio y un problema generalizado entre ellas es la falta de vigilancia lo que dificulta el manejo adecuado de la riqueza que contienen.

La RERG destaca entre las áreas naturales decretadas en el estado por ser la de mayor extensión, y sobre todo por albergar altas concentraciones de especies endémicas representativas a nivel mundial. A pesar del predominio de climas secos, los conjuntos montañosos en su interior han determinado una estructura de gran variedad y contraste entre sus comunidades vegetales; desde los matorrales hasta los bosques de pino y encino-pino. Aunado a ello, contiene reservas importantes de minerales (caliza, estaño, mercurio, plata y oro) con potencial de explotación.

El hecho más relevante de la RERG es que se constituyó como un modelo de conservación para zonas áridas y semiáridas de México con el fin de generar mecanismos sustentables de uso de los recursos naturales, sin embargo, se dejó de lado que éstos son bastante frágiles al estrés ambiental; por mencionar un ejemplo, en su patrón característico de suelos con escaso horizonte existen áreas localizadas (principalmente al sur) donde la erosión hídrica y eólica, aunada a factores de carácter antrópico, han desencadenado procesos de severo impacto.

Además de esto, los datos e indicadores generados revelaron que existen otras condiciones desfavorables; más de un tercio del total de la población del municipio de Guadalcázar se ubica dentro del polígono del área, en un sistema de asentamiento rural cuya articulación varía de acuerdo al tamaño de las localidades, pero sobre todo en relación al tipo de infraestructura vial existente.

En el periodo 1990-2000 la RERG perdió el 14% de su población, y en el periodo 2000-2010 aunque este porcentaje fue menor, la tasa de crecimiento siguió su tendencia negativa. En el tema de educación, el mayor rezago se hace patente esta ANP, cuyo nivel precario está muy relacionado a la deficiente o inexistente oferta educativa. En cuanto a la marginación, predomina el nivel *Alto* y entre las comunidades los principales problemas reconocidos son la inaccesibilidad al agua, el desempleo y la emigración.



En este sentido, otra condición perniciosa es la falta de diversificación económica, lo cual dejó en claro que para el grueso de la población las actividades agropecuarias son la principal fuente de ingreso, por tanto, existe una dependencia y, a su vez, una presión inexorable sobre los recursos naturales de la RERG.

Con base en los datos señalados, una aseveración preliminar es que para lograr que un modelo de conservación llegue a ser eficiente, es indispensable generar estrategias que ayuden a mitigar el impacto negativo sobre los recursos naturales, no sólo por procesos naturales, sino el debido a los habitantes que, en su cotidiano, enfrentan la necesidad imperiosa de hacer uso de los únicos medios que están a su alcance para sobrevivir, es decir, de la biodiversidad tan representativa para México y el mundo que contiene la RERG. En otras palabras, en un ámbito como el de esta ANP se requiere de transformaciones y ajustes estructurales en el desarrollo de las actividades productivas.

Finalmente, se hace hincapié que al haber incluido al análisis «el entorno» fue bastante significativo porque facilitó distinguir tendencias generalizadas y, en términos específicos, identificar las condiciones particulares de los habitantes de la RERG con respecto a sus localidades circunvecinas. En cuanto a los datos de las actividades agrícolas y pecuarias presentadas a nivel municipal, fueron una importante referencia para ahondar sobre las tendencias y características económicas de la zona de estudio.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL EN LA ZONA DE ESTUDIO**

En este capítulo se establece el posicionamiento teórico-conceptual a partir del cual se estudió la vulnerabilidad socioambiental en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar. Enseguida, se explican los fundamentos y criterios utilizados en la selección de variables e indicadores, asimismo, se desarrolla el procedimiento que permitió generar resultados e identificar tendencias de cambio en los ámbitos de interés. Finalmente, se abordan los criterios sobre los cuales se establecieron las bases para el análisis espacial.

#### **3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA**

En este trabajo la aproximación al estudio de la vulnerabilidad socioambiental se sustenta en algunas premisas clave. En principio, que en su sentido más amplio, la vulnerabilidad evidencia la tendencia de un sistema a ser afectado según el contexto en el que dicha afectación ocurre pero, al comprender múltiples dimensiones, no puede ser evaluada en términos absolutos. Asimismo, por razones prácticas, debe acotarse a un escenario temporal en retrospectiva; antes-después (Thywissen, 2006:486-8).

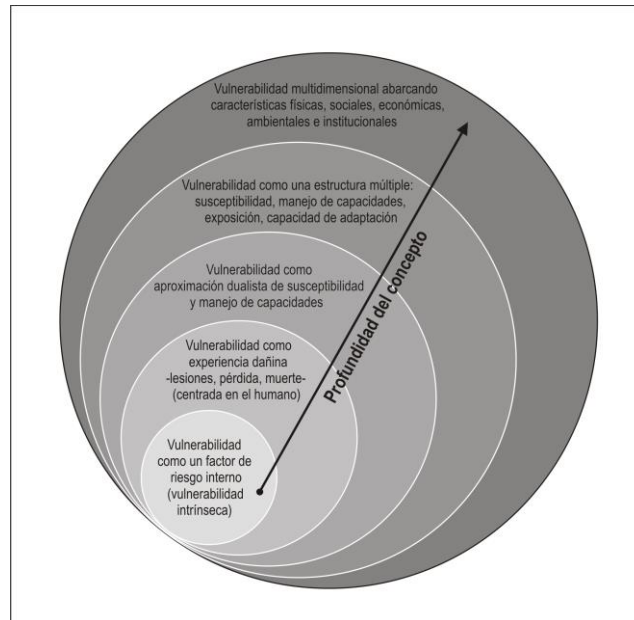
Por otro lado, se reconoce que el concepto de vulnerabilidad no posee una definición universal pues en función de espacios geográficos, objetivos específicos, escalas temporales y espaciales, se utiliza con distintas connotaciones. Por tanto, ante tal diversidad resultó factible identificar algunas coincidencias previamente a establecer el posicionamiento para este estudio.

En este contexto, por mencionar sólo algunos ejemplos, en los planteamientos de UN/ISDR (2004), Cardona (2004a/b), Wisner (2002) y Thywissen (2006) se distingue un aspecto en común: un “lado interno de riesgo vinculado a la discusión de vulnerabilidad como una característica intrínseca de un sistema o elemento en riesgo. Lo que significa que las condiciones del elemento expuesto o de la comunidad susceptible al riesgo son vistas como las características núcleo de la vulnerabilidad” (Birkmann, 2006b:16).

Esta postura se representa en la Figura 3.1 donde se observa que es en el círculo más pequeño donde se encuentra la noción de vulnerabilidad como factor de riesgo

interno o intrínseco. A medida que se profundiza en esta expresión conceptual la noción deriva en distintos enfoques: desde pérdidas que afectan al humano, la visión dualista, seguida de la estructuralista, hasta llegar a una vulnerabilidad de múltiples dimensiones.

**Figura 3.1. Esferas clave del concepto de vulnerabilidad**



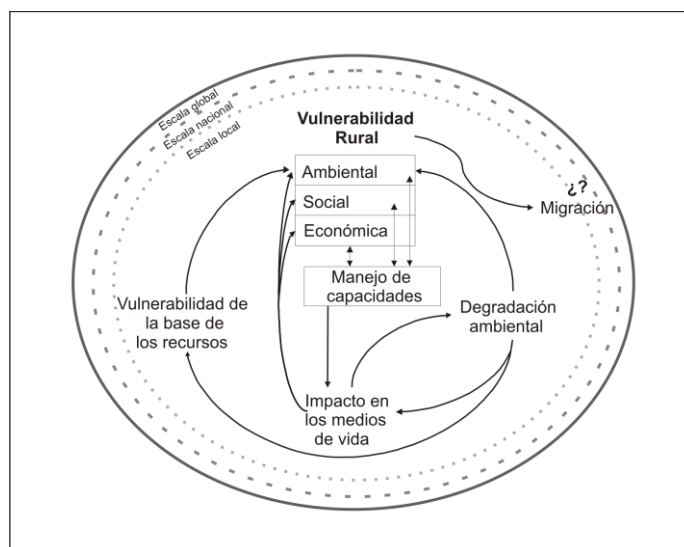
Fuente: Birkmann (2005) en Birkmann (2006b:17).

De acuerdo con Birkmann (2006b:16), la comprensión de vulnerabilidad vista como un lado interno del riesgo y como una característica intrínseca de un elemento en riesgo puede ser aplicada ampliamente en: comunidades o grupos sociales (condiciones socioeconómicas, marco institucional); ecosistemas, funciones ambientales y servicios (ecosistemas, capital ambiental); estructuras y características físicas de construcciones y líneas vitales (estructura física).

En este contexto, se asume que la vulnerabilidad como característica intrínseca “no se activa o desaparece con la llegada o salida de eventos, sino que es permanente y dinámica y se revela durante un evento en una extensión que depende de la magnitud del evento perjudicial” (Thywissen, 2006:487).

En este marco de ideas y por las características propias de la RERG se adoptó el modelo conceptual propuesto por Renaud (2006:125) que se observa en la Figura 3.2. Este autor sostiene que al evaluar la vulnerabilidad de la población humana, la esfera ambiental no puede ser apartada de la social y tampoco de la económica, debido a la influencia que existe entre el ser humano y el ambiente (Renaud, 2006:117).

**Figura 3.2. Efectos potenciales de vulnerabilidad rural por degradación ambiental**



Fuente: adaptado sobre la base de Renaud (2006:125).

Así, enfatizando el espacio rural, el modelo explica la noción de vulnerabilidad a partir del círculo vicioso que se crea cuando la degradación ambiental impacta en los medios de subsistencia, porque más allá, la degradación vulnera la base de los recursos incidiendo de manera negativa en el ambiente. Por otra parte, el impacto en los medios de vida afecta no sólo al ambiente, también al ámbito social y económico generando así una vulnerabilidad de carácter sistémico que trasciende de escala y, aunque no siempre sea la causa, puede agravar problemas como el de migración.

Al respecto, Wisner *et al.*, 2004 en Birkmann (2006b:47) sostienen que la degradación, enmarcada en procesos discretos pero constantes mediante prácticas productivas no sustentables, incrementa el riesgo de desastre en la esfera humana y particularmente, en la población marginada. En la dimensión ambiental existen varias formas de capturar la vulnerabilidad de los recursos naturales, entre ellas, determinar la presión que existe sobre un recurso en términos de calidad, cantidad y acceso; también a través de análisis de procesos de degradación ambiental; una posibilidad más es determinando la vulnerabilidad del propio recurso (Renaud, 2006:126).

Formuladas estas precisiones, el concepto de vulnerabilidad para este trabajo se define a partir de dos posturas complementarias. Es “una característica intrínseca y dinámica de los elementos expuestos al riesgo que permite determinar el daño esperado (daño potencial), o bien, los efectos resultantes de un desastre” (Renaud, 2006:117) en

la que pueden influir “condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que incrementan la susceptibilidad de una comunidad (UN/ISDR, 2004) a un determinado impacto.

En cuanto a la exposición, es entendida como el número de personas y/o otros elementos en riesgo que pueden ser afectados por un evento particular. Teniendo en cuenta que en un área deshabitada, sin importar la magnitud de eventos desastrosos, no hay exposición humana, por ende, el riesgo es nulo (Thywissen, 2006:489).

Por consiguiente, con base en estos criterios las variables observadas para evaluar la vulnerabilidad socioambiental en la RERG fueron, en la dimensión ambiental, el deterioro de la vegetación y; en el ámbito social, la evolución de la marginación socioeconómica en la población.

Los indicadores que permitieron hacer operativo el análisis son: detección de cambio negativo en la cubierta vegetal y la intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad. El periodo de estudio fue 2000-2009 y 2000-2010, respectivamente. Es importante aclarar que estas variables no se plantearon en términos de causa y efecto, más bien, en un sentido de relación al coincidir en tiempo y espacio.

Para aclarar este punto, la vulnerabilidad de la dimensión ambiental sucede cuando el ambiente, al ser degradado, pierde la capacidad de regenerarse por sí mismo. Ahora bien, visto desde un enfoque antropocéntrico, “el ambiente pierde la capacidad de proveer bienes y servicios ambientales que satisfacen las necesidades humanas, lo que se considera como el potencial de incrementar la vulnerabilidad de las comunidades frente a estresores internos o externos” Renaud (2006:118). En lo que respecta a la vulnerabilidad de la dimensión social, la marginación socioeconómica representa lo que se conoce como vulnerabilidad estructural. Según Kenneth (1997:146) este tipo de vulnerabilidad, a diferencia de una debilidad inherente (falta de: tierras, vivienda, capacitación, empleo remunerado), se refiere a desventajas que surgen de condiciones sociales reconocidas por ser de tipo crónico y casi permanente.

Por otro lado, también se reconoce que la degradación ambiental y la marginación son problemas determinados por procesos bastante complejos que trascienden la escala local. Aunado a esto, uno de los principales problemas de la RERG, como bien se señaló, es que carece de protección y su deterioro no se puede atribuir necesariamente a los habitantes locales, así tampoco se puede señalar que dicho deterioro sea lo único que afecta su condición de marginación.

### **3.1.1 Aspectos generales de las variables de trabajo**

En esta sección se ahonda sobre particularidades de las variables seleccionadas con la intención de mostrar aspectos notables que respaldan su elección y contribuyen a la comprensión del procedimiento metodológico.

En este contexto, el deterioro al ambiente resulta de procesos que implican desde erosión del suelo, disminución y pérdida de fertilidad del suelo, salinización, contaminación por sustancias tóxicas, aridificación, desertificación, disminución de recursos hídricos, degradación en los ecosistemas y deforestación.

Aunque cada uno tiene serios efectos, el último representa un caso extremo al desencadenar otros procesos o agudizar los preexistentes. En cuanto a la degradación, aunque se cataloga un impacto de menor intensidad, es bastante significativa no solo por la reducción de biomasa, también porque altera y disminuye la biodiversidad. Según Renaud (2006:123) es difícil que un determinado recurso natural permanezca a largo plazo en un ambiente degradado, y aún más difícil es su restauración. De ahí la importancia de identificar de qué tipo, dónde, en qué medida y a qué ritmo suceden los cambios; de hecho, organismos como la NASA (Administración Espacial y Aeronáutica Nacional) enfatizan la necesidad de generar este tipo de información y han creado líneas específicas como el Programa de Cambios en la Cubierta y en el Uso de Suelo; denominado LCLUC, por sus siglas en inglés (Giri, 2012:4).

Al respecto, la cubierta de la tierra es uno de los indicadores que permite detectar con mayor facilidad la intervención del hombre (Di Gregorio *et al.*, 2012:38) a partir de la detección de cambios en los rasgos de un territorio, sean estos de forma continua o esporádica, sin embargo, sobre este concepto se ha generado cierta confusión que hay que examinar.

Según Giri (2012:9) en la literatura e incluso en la práctica los conceptos de cubierta de tierra y uso de suelo tienden de manera errónea a referirse como sinónimos. El término «cubierta de la tierra» hace alusión a la suma de elementos bióticos y abióticos observados en la superficie terrestre, incluida la cubierta vegetal y las estructuras humanas. En otras palabras, se refiere a cualquier cubierta de superficie (bosques, zonas áridas, hielo y nieve, cuerpos de agua, cultivos, áreas improductivas, áreas urbanas, caminos y carreteras) como resultado de un uso de suelo dado. Por

ejemplo, la agricultura representa un uso de la tierra pero el cultivo de maíz es una cubierta de la tierra (Sohl *et al.*, 2012:226).

Por su parte, el término «uso de suelo» se basa en la función o propósito socioeconómico para el que la tierra se utiliza, por ejemplo, un área puede tener un solo tipo de cubierta de bosque, pero en éste puede darse más de un uso: recreativo, educativo, religioso, conservación, zona de caza, entre otros (Lillesand *et al.*, 2008:213).

En este orden de ideas, se asume que un cambio de cubierta implica una acción de conversión (cambio de categoría) y modificación (cambio en su condición de uso/manejo). A través de sensores remotos la primera resulta más fácil de medir porque, la segunda, aunque existen patrones que permiten inferir tendencias, es menos perceptible de inicio. Por ejemplo, si una extensión de bosque se declara área protegida y la cubierta vegetal se mantiene en buenas condiciones, a través de un sensor remoto no se detectará cambio en dicha cubierta y habrá limitaciones para identificar que tuvo lugar un cambio de uso (Giri, 2012:9-10).

Así, entre las herramientas para analizar los cambios en la superficie terrestre la percepción remota o teledetección es considerada una de las más importantes. El concepto se refiere a la técnica que permite obtener información a distancia de los objetos que se encuentran situados sobre la Tierra. A partir de un sensor remoto las formas de adquisición de datos son por reflexión, emisión y emisión-reflexión<sup>1</sup> (Chuvieco, 2008:43-4).

Entre los sensores, aunque existen diferencias, en general cada sistema posee una sistematización en sus vuelos durante los cuales recopila datos del flujo radiante (radiación emitida o reflejada) en diferentes regiones del espectro electromagnético (Jensen, 1986:235) de acuerdo al número de bandas y su localización (Stein *et al.*, 1999:4). Un aporte esencial de estos instrumentos es que generan información de energía expresada a través de longitudes de onda que son imperceptibles al ojo humano, por ejemplo, el infrarrojo medio, el térmico y las microondas (Chuvieco, 2008:36).

---

<sup>1</sup> Los sensores remotos poseen cuatro formas de resolución: la «espacial» que refiere al objeto más pequeño que puede ser distinguido en una imagen —lo que depende de la sección angular que observa el sensor en un determinado momento— y se corresponde con el tamaño del pixel; la segunda es «espectral» entendida como el número y anchura de bandas espectrales que es capaz de discriminar un sensor; una tercera es «radiométrica» que alude a la capacidad del sensor para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe; la cuarta es «temporal» referida como la periodicidad con la que el sensor adquiere imágenes de la misma porción de superficie terrestre (Chuvieco, 2008: 88-95).

Por otra parte, en lo que respecta a la variable del ámbito social las precisiones son varias. En sentido estricto, como se mencionó, la marginación socioeconómica es un problema de carácter estructural originado en el patrón histórico de desarrollo que dificulta el progreso técnico en sectores productivos y regiones de México, al tiempo que limita a la sociedad en oportunidades y en la generación de capacidades para su desarrollo (CONAPO, 2002:13; CONAPO, 2012:11).

Según CONAPO (2012:11-3) la marginación es el conjunto de desventajas sociales de una comunidad o localidad; noción que lleva implícito el concepto de exclusión, entendido como un proceso en el que las estructuras sociales no incluyen a la totalidad de la sociedad en los beneficios del desarrollo. Así, este organismo sostiene que quienes experimentan la marginación son vulnerables a diversos tipos de riesgo y se encuentran en desventaja para mejorar sus condiciones de vida.

La determinación de grupos de población en condición de marginación y su ubicación espacial se concreta mediante el índice de marginación diseñado para ámbitos geopolíticos (municipios, estados) y espacios territoriales menores (localidades); pero el índice generado a nivel localidad, a diferencia del municipal y estatal, tiene como referente a las unidades habitacionales con alguna carencia (viviendas) y no a la población que las ocupa (CONAPO, 2002:19).

Así, la decisión de incluir el índice de marginación por localidad en la evaluación es porque este parámetro considera tres dimensiones importantes, medidas en sentido privativo (déficits): educación, vivienda e ingreso (CONAPO, 2012:18). Al respecto, el tema educativo fue tratado durante la etapa de caracterización, ahora se precisan detalles sobre él y el resto de los elementos que integran este indicador.

Según CONAPO (2012:18-9) el ser analfabeta limita la comunicación y trunca toda posibilidad de adquirir conocimiento de manera ortodoxa o autodidáctica. Por otro lado, los estudios de primaria inconclusos revelan la ausencia de conocimientos básicos impartidos por el sistema educativo nacional.

En lo concerniente a la vivienda, es determinante para desarrollar capacidades, habilidades, adquirir conocimiento y madurez emocional en las personas, por tanto, las carencias en su interior merman la calidad de vida. En este contexto, la defecación al aire libre incrementa el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales y respiratorias; la falta de electricidad les excluye de recibir información, entretenimiento, del uso de aparatos electrodomésticos y redundan en el uso de otras fuentes de energía



(combustión de leña, carbón, petróleo); la falta de agua ejerce impacto en la salud al implicar una inversión considerable de tiempo y esfuerzo físico y, el hacinamiento, impide la privacidad; el tener un piso de tierra maximiza en niños y ancianos la posibilidad de muerte por enfermedades gastrointestinales, sobretodo en donde son escasos los centros o servicios de salud (CONAPO, 2012:18).

En lo que respecta a la dimensión de los ingresos, en 2000 se registró el de la población ocupada a partir de dos salarios mínimos, sin embargo, en 2010 como aproximación (por la ausencia censal de esta variable) se consideró a partir de la no disposición de refrigerador teniendo como referencia que la adquisición de bienes depende del ingreso.

El Cuadro 3.1 especifica la composición del índice de marginación a nivel localidad y muestra, a la par, los indicadores utilizados en 2000 y 2010 para capturar estas privaciones.

**Cuadro 3.1. Estructura del Índice de Marginación por localidad, 2000–2010**

Dimensión socioeconómica	Indicador de exclusión en 2000	Indicador de exclusión en 2010
EDUCACIÓN	% de población de 15 años o más: Analfabeta Sin primaria completa	% de población de 15 años o más: Analfabeta Sin primaria completa
VIVIENDA	% de viviendas particulares: Sin servicio sanitario exclusivo Sin energía eléctrica Sin agua entubada en el ámbito de la vivienda Con piso de tierra Logaritmo del promedio de ocupantes por cuarto	% de viviendas particulares habitadas: Sin excusado Sin energía eléctrica Sin disponibilidad de agua entubada Con piso de tierra Promedio de ocupantes por cuarto
INGRESO (2000); BIENES (2010)	% de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos.	% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador.

Fuente: elaborado con base en CONAPO (2002; 2012).

En este cuadro se observa que existen ligeras variaciones en la dimensión de vivienda (excusado, agua) y en la dimensión de ingresos (salarios, bienes). Por otro lado, en ambos casos el indicador para medir hacinamiento es el único que no se expresa en porcentaje, pero al igual que el resto, se estandariza para conformar el índice.

Ahora que las características medulares de estas variables fueron descritas, en el siguiente apartado se explican los procedimientos específicos aplicados a cada una que, de acuerdo a su ámbito, permitieron la generación de información sustancial.

### **3.2. PROCESAMIENTO DE LOS INDICADORES**

La complejidad que caracteriza a los fenómenos naturales y sociales requiere de instrumentos apropiados para su evaluación. Los indicadores permiten conocer la evolución de los procesos y sustentar decisiones para el diseño e implementación de planes de acción y políticas públicas. Sin embargo, la eficiencia de un indicador depende en gran medida de las decisiones tomadas durante su desarrollo y también, por la forma en que se interpretan o integran los resultados.

#### **3.2.1 Detección de cambio negativo en la cubierta vegetal**

El proceso para detectar cambios en las cubiertas de vegetación de la RERG se realizó a partir del método de clasificación supervisada. En percepción remota este tipo de análisis se entiende como un proceso de clasificación multiespectral (Jensen, 1986:177) que permite identificar cambios en las cubiertas de la Tierra (Richards, 1986:79), tomando como punto de partida que diferentes elementos de la superficie manifiestan combinaciones únicas en números digitales (ND), de acuerdo a su reflectancia espectral y a sus propiedades de emisión (Lillesand *et al.*, 2008:546).

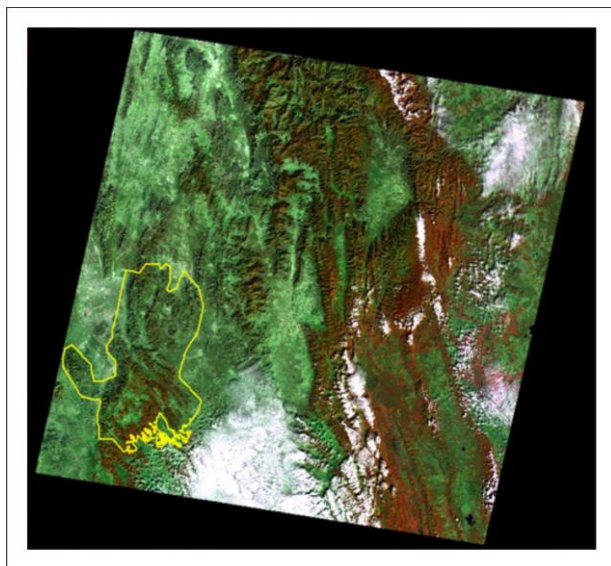
Este método permite localizar en zonas relativamente extensas sitios homogéneos a partir de áreas reconocidas (Townshend, 1981 en Jensen, 1986:177). El procedimiento consiste en extraer información de carácter cuantitativo de la imagen (Richards, 1986:79) y categorizar de manera automática todos los píxeles de la escena en clases o temas, según su patrón espectral<sup>2</sup> (Lillesand *et al.*, 2008:546).

De acuerdo con estas bases, en esta investigación la clasificación supervisada se realizó considerando dos cortes en el tiempo: 2000 y 2009, es decir, se realizaron dos mapas independientes para luego comparar los resultados. Cabe mencionar que en ambas imágenes satelitales se identificaron áreas con obstrucción por nubosidad, por lo cual se hizo un ajuste al polígono de la zona de estudio eliminando dichas áreas de manera que, una vez anulado este efecto atmosférico, los datos generados corresponden a una superficie de 2450.12 km<sup>2</sup>, es decir, al 95.4% del área de interés.

---

<sup>2</sup> Según Jensen (1986:179) existe una diferencia entre «clases de información» y «clases espectrales». Las primeras son definidas por el hombre y, las segundas, son inherentes a los datos que captura el sensor las cuales deben ser identificadas y etiquetadas por el analista.

**Figura 3.3. Ubicación de la RERG sobre la imagen Landsat, 2000**

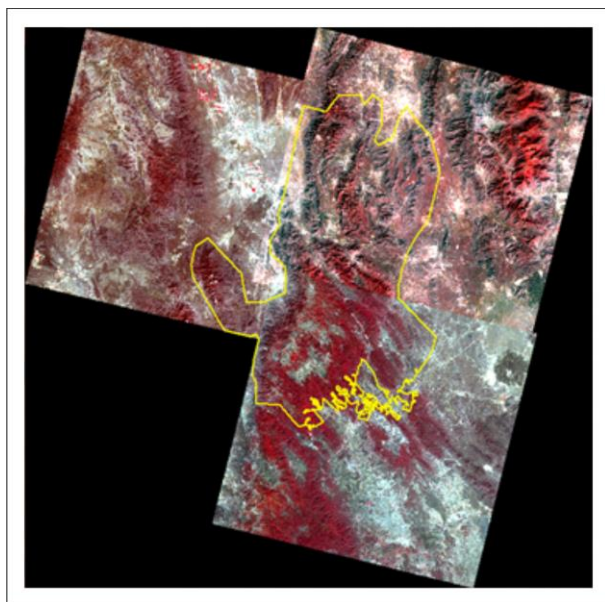


Fuente: elaboración propia.

Para realizar el análisis del tiempo uno se trabajó con una imagen proveniente del sensor Landsat 7, multiespectral, del mes enero, año 2000, cuya resolución espacial es de 30 m x 30 m y cuenta con seis bandas (USGS, 2000).

Dicha imagen se muestra en la Figura 3.3 en un compuesto de falso color creado con las bandas 4, 5, 3 (rojo, verde, azul)<sup>3</sup>. Por su parte, la sobreposición del polígono de la RERG se observa en color amarillo.

**Figura 3.4. Ubicación de la RERG sobre un mosaico de imágenes Spot, 2009**



Fuente: elaboración propia.

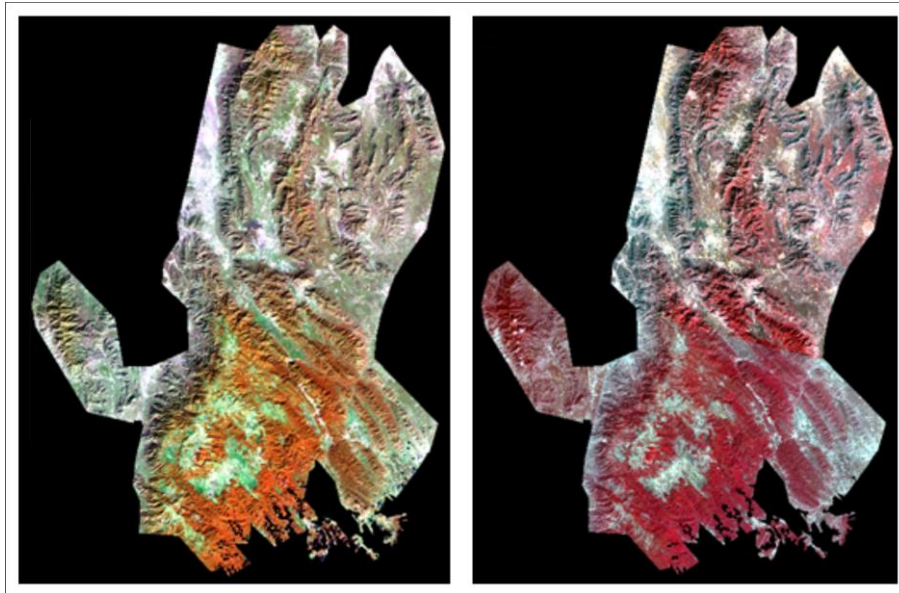
En el caso del tiempo dos, las tres imágenes proceden del sensor Spot 5, corresponden a los meses de enero y febrero, año 2009. La resolución espacial es de 10 m x 10 m y poseen cuatro bandas (EADS 2009; 2009b; 2009c).

Con estas imágenes se construyó el mosaico de la Figura 3.4, en un compuesto de falso color con las bandas 1, 2, 3 (rojo, verde, azul); en amarillo se distingue la zona de estudio.

<sup>3</sup> Esta combinación de bandas hace que la vegetación más vigorosa aparezca sombreada en tonos rojizos y facilita discernir entre aquellas áreas con vegetación escasa o entre otros tipos de cubiertas.

Una vez concluida esta fase se realizó el corte del polígono según el tiempo respectivo como se observa en la Figura 3.5.

**Figura 3.5. Corte del área de estudio con las imágenes Landsat, 2000 y Spot, 2009**



Fuente: elaboración propia.

En este esquema, la imagen de la izquierda es del 2000 y la que aparece a la derecha es 2009. La diferencia en tonalidad se debe a que los compuestos de falso color se crearon a partir de distintas bandas, en función de las posibilidades que ofrece cada una.

Ahora, mediante interpretación visual se realizaron las parcelas de entrenamiento<sup>4</sup> para cada tiempo. Como referencia se utilizaron las cartas de topografía y uso del suelo, de escala 1:50,000: F14A45, F14A46, F14A55, F14A56, F14A65, F14A66 (INEGI, 1999, 2001, 2001b, 2001c, 2001d, 2001e; CETENAL 1979, 1979b, 1980, 1981, 1983, 1983b), asimismo, el mapa de uso de suelo y cobertura vegetal, Serie III, de escala 1:250,000 (INEGI, 2007).

Asumiendo que los resultados de la clasificación dependen de este proceso pues las áreas delineadas se utilizan como muestra para clasificar la imagen y crear un mapa eventual de cubiertas, se procuró abarcar una amplia variabilidad espacial en la escena

---

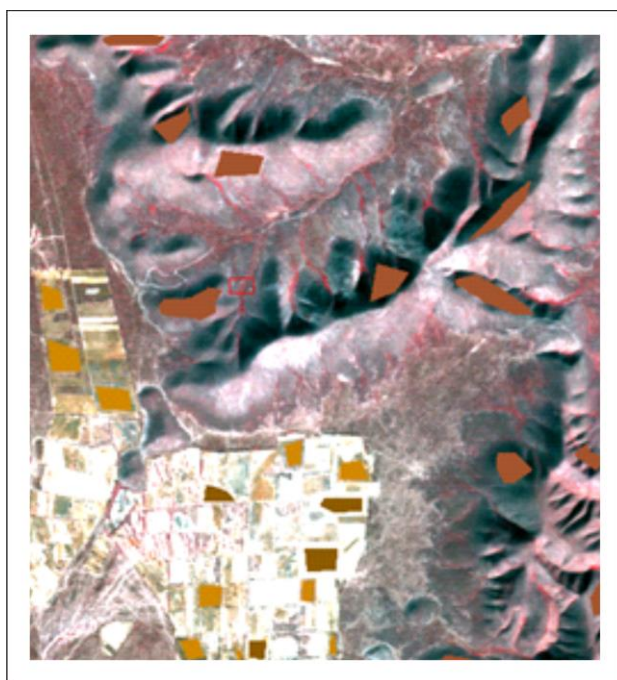
<sup>4</sup> Las parcelas de entrenamiento son ejemplos representativos de determinada cubierta de la zona de estudio cuya identidad y localización en muchos casos se conoce *a priori*, o bien a través del trabajo de campo, fotografías aéreas, mapas y por experiencia personal (Chuvieco, 1996:376). Estas áreas se utilizan para generar una interpretación base compilando atributos espectrales de cada tipo de cubierta que será clasificada en la imagen (Lillesand *et al.*, 2008:557).

para garantizar la representatividad; por otro lado, se delimitaron cuidadosamente áreas de pequeña extensión para evitar la creación de clases híbridas que según Chuvieco (1996:378) producen confusión al discriminar entre categorías o clases.

En lo referente a las cubiertas se distinguieron en principio, por un lado, los diversos tipos de vegetación existentes en la RERG: encino, encino-pino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral submontano, matorral crasicaule y mezquital; por el otro, las cubiertas vinculadas con actividades antrópicas: asentamientos humanos, agricultura en estado activo e inactivo, zonas de agostadero, pastizal inducido, caminos.

En total para cada tiempo se delinearon alrededor de 300 áreas, sin embargo, a lo largo del proceso y para lograr mayor efectividad, este número se redujo a 138 y 186 áreas para los tiempos uno y dos, respectivamente.

**Figura 3.6. Parcelas de entrenamiento sobre imagen Spot, 2009**



Fuente: elaboración propia.

La imagen de la Figura 3.6 corresponde al tiempo dos (2009). Entre el matorral desértico rosetófilo y micrófilo (tonos grises a rojizos) que predomina en esta área, se observa al suroeste una zona agropecuaria (tonos claros, la mayoría en blanco).

En este ejemplo, se muestra que durante la interpretación se procuró delinear las cubiertas (colores café, marrón y amarillo) en polígonos de tamaño reducido.

Después de esta etapa, para optimizar la implementación de la clasificación se aplicaron, para cada tiempo: un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (por sus siglas en inglés *Normalized Difference Vegetation Index*), un Análisis de Componentes Principales y un Filtro de textura. Enseguida se describen de forma concisa las bases de estos procedimientos.

Al respecto, el NDVI propuesto por Rouse *et al.* (1974) es un índice que permite discriminar masas vegetales a partir de su comportamiento radiométrico; se utiliza con frecuencia para el monitoreo de disturbios, procesos de deforestación, urbanización y otros cambios en las cubiertas de la superficie terrestre (Xuexia *et al.*, 2012:159).

Como principio parte del hecho que la vegetación sana por el proceso de clorofila absorbe entre el 80 y 90% de la energía incidente en gran parte del espectro visible (0.4–0.7  $\mu\text{m}$ ) y refleja entre 40 y 50% de este tipo de energía en el Infrarrojo Cercano (IRC) (0.7–1.1  $\mu\text{m}$ ). Por su parte, la vegetación perturbada, senescente o enferma refleja la mayor cantidad de energía incidente en la banda Roja (R) (0.6–0.7  $\mu\text{m}$ ) del espectro visible, y menos cantidad en la región del IRC (Jensen, 1986:159).

Según Chuvieco (2008:338) es a partir de este contraste espectral que el NDVI posibilita separar con relativa claridad la vegetación sana de otras cubiertas; esto con base en la fórmula siguiente:

$$\text{NDVI}_i = \frac{\rho_{i, \text{IRC}} - \rho_{i, \text{R}}}{\rho_{i, \text{IRC}} + \rho_{i, \text{R}}}$$

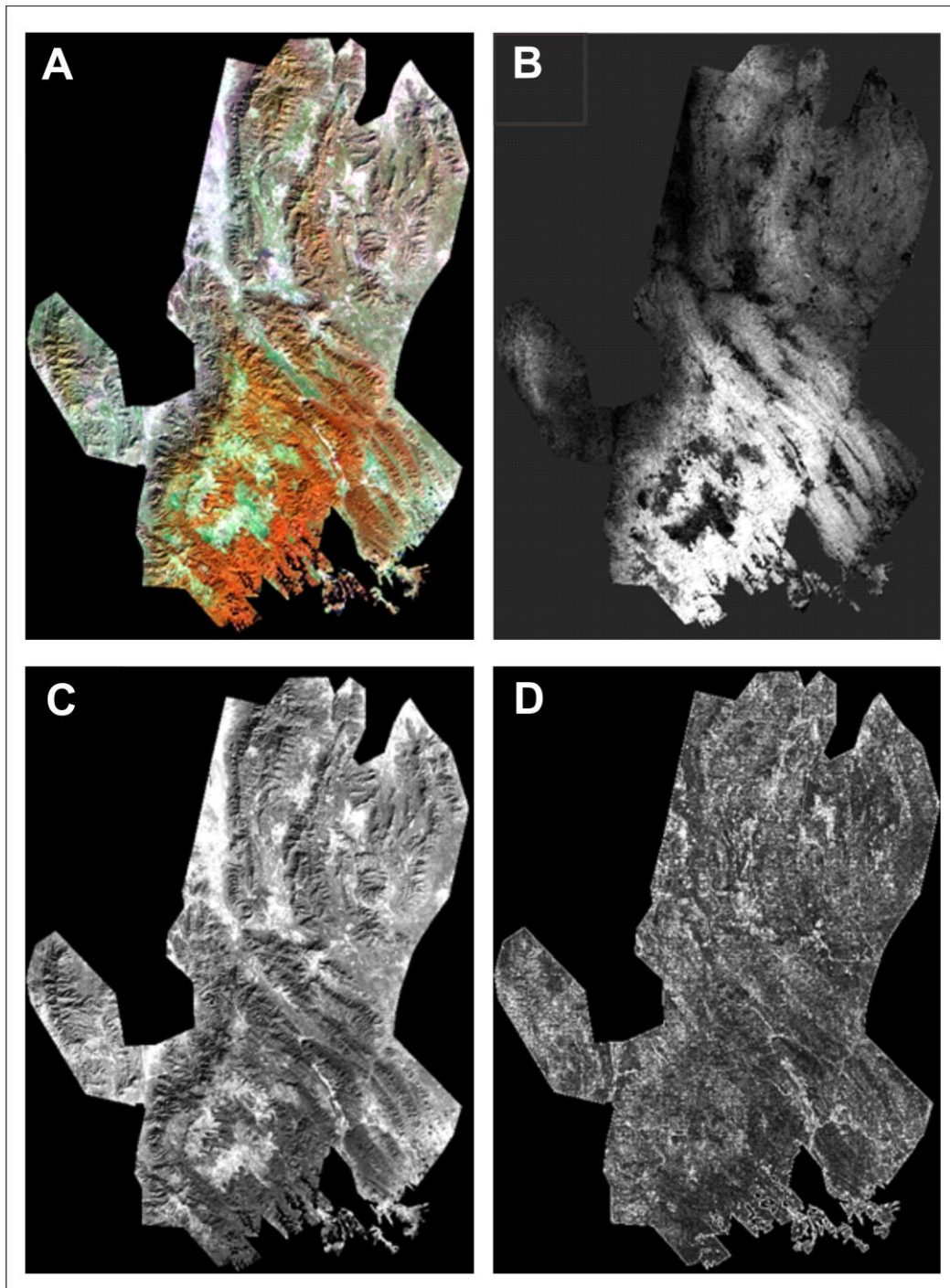
Donde:

$\rho_i$ , indica la energía reflejada de cada píxel en la banda del Infrarrojo Cercano (IRC) y en la banda Roja (R), respectivamente.

De acuerdo a lo anterior, el resultado del cociente o ratio de las bandas IRC y R deriva en valores en un rango de -1 a 1; lo cual permite interpretar que las cubiertas vegetales en umbral crítico tienen un valor en torno a 0.1 mientras que los valores en vegetación densa oscilan entre 0.5 y 0.7 (Holben, 1986). En otras palabras, la mayor diferencia de reflectividad corresponde a una vegetación vigorosa, por ende, una menor diferencia indica vegetación enferma, senescente o con baja densidad, muy próximo a suelos desnudos (Chuvieco, 2008:338).

El resultado de este procedimiento en el estudio de la RERG se observa para cada tiempo en el inciso “B” de las Figuras 3.7 y 3.8, respectivamente. Ahora, si bien se indicó que la interpretación se hace a partir de los valores de los números digitales, en estas figuras, en sentido descriptivo, nótese que los tonos oscuros corresponden a zonas donde la vegetación se encuentra en condiciones desfavorables y en sentido inverso, tonos claros se ajustan a áreas de vegetación sana.

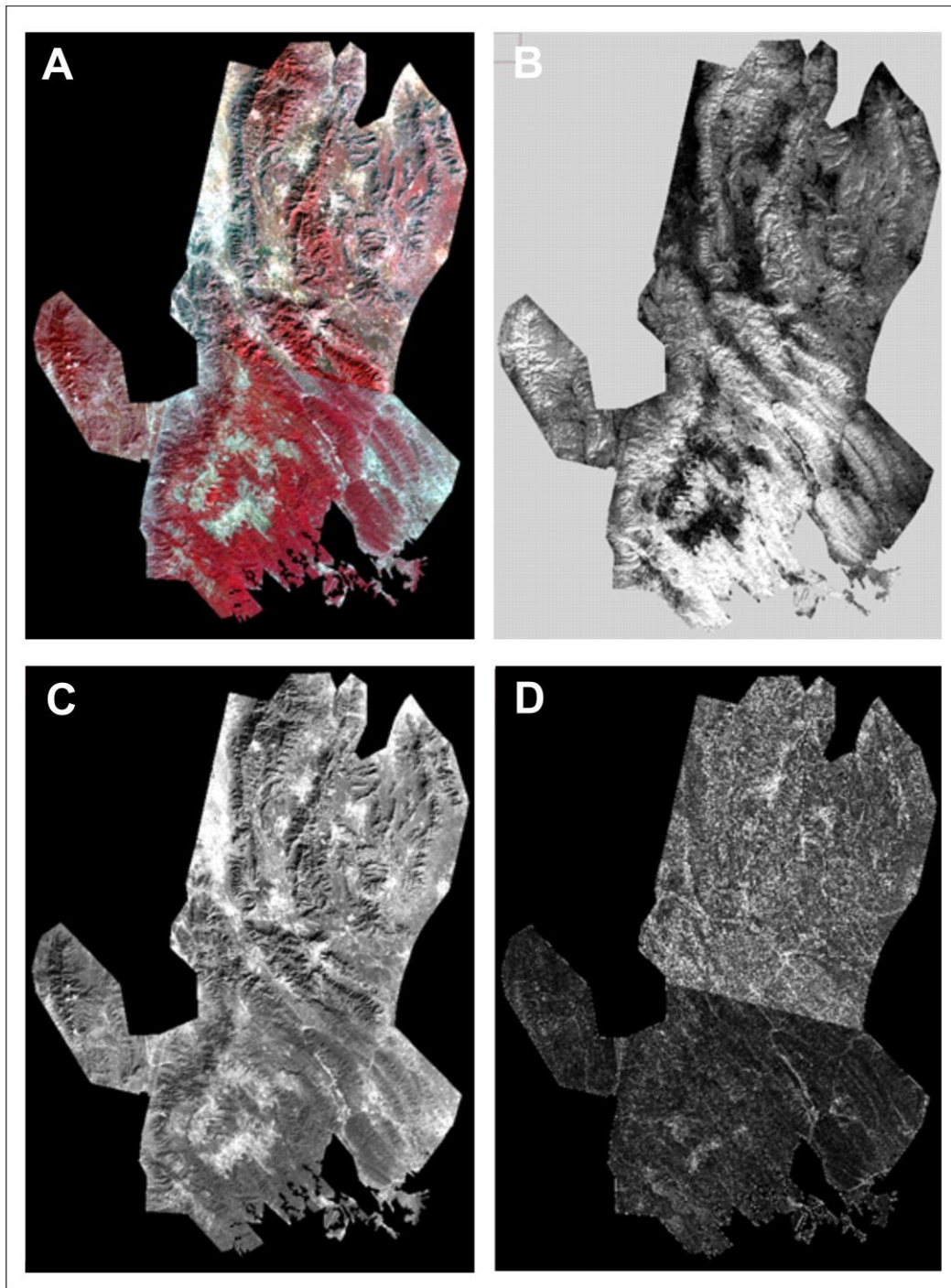
**Figura 3.7. Parámetros utilizados en el estudio de la RERG, 2000: imagen Landsat, NDVI, Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura**



Fuente: elaboración propia. A) imagen Landsat; B) Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada; C) Análisis de Componentes Principales; D) Filtro de Textura.

En este esquema, la figura del inciso A corresponde a la imagen Landsat de origen la cual se presenta en un compuesto de falso color. En relación con las otras tres (B, C, D), aunque su lectura debe ser espectral, visualmente muestran contrastes marcados.

**Figura 3.8. Parámetros utilizados en el estudio de la RERG, 2009: imagen Spot, NDVI, Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura**



Fuente: elaboración propia. A) imagen Spot; B) Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada; C) Análisis de Componentes Principales; D) Filtro de Textura.

Por su parte, en este conjunto la figura del inciso A corresponde a las imágenes Spot de origen, representadas en un compuesto de falso color. Al igual que en el caso anterior, se observan importantes contrastes en respuesta a la técnica aplicada.



En este contexto, el segundo procedimiento desarrollado para precisar la identificación de cubiertas fue el Análisis de Componentes Principales (ACP), a partir de cuatro bandas. Al respecto, con este método estadístico descriptivo es posible descomponer un grupo de datos o variables en sus principales componentes (Rogerson, 2001:196); es considerado bastante útil para el procesamiento de datos provenientes de sensores remotos (Jensen, 1986:151) y en particular para estudios de análisis multitemporal (Maselli *et al.*, 1995).

En sentido estricto, el ACP permite identificar bandas que no están correlacionadas, de manera que es posible descartar aquellas con información redundante<sup>5</sup> y con ello, reducir la dimensión del grupo de datos. Para lograrlo es necesaria una transformación a través de un nuevo grupo de ejes ortogonales que tienen su origen en la media de los datos y que son rotados para que la varianza se maximice (Richards, 1986:240).

Según Chuvieco (2008:348), en términos generales, los componentes principales de una imagen se obtienen de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CP_j = \sum_{i=1,p}^a a_{ij} ND_i + R_j$$

Donde:

$CP_j$  = Número digital (ND) correspondiente al componente principal  $j$

$a_{ij}$  = Refiere al coeficiente aplicado al ND de la banda  $i$  para generar el componente  $j$

$R_j$  = Una constante para desplazar el eje del origen y evitar valores negativos

$p$  = Se refiere a los componentes, en función del número de bandas existentes

Con esta base y una vez realizada la transformación, la interpretación de los resultados sugiere que la máxima cantidad de información en la imagen se encuentra en la primera banda transformada (primer componente principal) y así, en forma decreciente, en las subsiguientes bandas (segundo, tercero, cuarto componente principal) (Cracknell *et al.*, 2007:225).

Al observar como imagen monocromática las bandas transformadas, el primer componente principal se percibe con el contraste más alto, en contraparte, el último componente principal parece bastante uniforme (aunque en números digitales sí exista

---

<sup>5</sup> Distintas cubiertas presentan un comportamiento similar en longitudes de onda próximas, por ende, esta información es registrada en bandas adyacentes (Chuvieco, 2008:346), lo cual genera la redundancia.

variación). Según Richards (1986:240) esto se debe a que la última banda por lo general contiene muy poca varianza.

En las Figuras 3.7 y 3.8, la imagen del inciso “C” permite observar la primera banda transformada, es decir, el primer componente principal de la zona de estudio, esto para cada corte temporal.

Por lo que sigue a esta fase, se procedió a la aplicación del Filtro de Textura por casos de ocurrencia. En principio, un filtro se define como una matriz de constantes aplicadas a los valores de una serie de datos donde cada elemento es igualado con y multiplicado por otro elemento de dicha serie para luego sumar los productos y obtener un valor filtrado (Burt *et al.*, 1996:523). Una de sus principales ventajas es reducir el ruido (por ejemplo un bandeo) en un determinado grupo de datos (Milman, 1999:233) y también suprimir o enfatizar ciertas frecuencias para realzar una imagen (Jensen, 1986:138).

A este respecto, las imágenes satelitales poseen una frecuencia espacial que es entendida como el número de cambios en los valores de brillantez por unidad de distancia, en una región espacial. Para obtener estos valores se analiza cada pixel en relación con los pixeles vecinos a través de un análisis denominado Fourier; cambios mínimos indican un área de baja frecuencia, en contraparte, cambios drásticos en distancias cortas corresponden a áreas de alta frecuencia (Jensen, 1986:138).

Según Mather (1998) el procedimiento matemático para obtener los valores de un número digital filtrado es el siguiente:

$$ND'_{i,j} = \frac{\sum_{p=-1,1} \sum_{q=-1,1} ND_{i+p,j+q} CF_{f+p,c+q}}{\sum_{p=-1,1} \sum_{q=-1,1} CF_{f+p,c+q}}$$

Donde:

$ND_{i,j}$  = Número digital original del pixel  $i,j$

$ND'_{i,j}$  = Número digital de salida para ese mismo pixel

CF = Refiere al coeficiente de filtraje correspondiente

$f$  y  $c$  = Corresponden a la fila y a la columna central de la matriz de filtraje

Luego, el resultado de la fórmula se aproxima al entero más cercano

Ahora bien, para este trabajo la aplicación del Filtro de Textura basado en casos de ocurrencia (frecuencia de cambio y arreglo espacial de los valores de pixel) permitió en

un sentido de escala, medir a partir del número de casos, la variación espacial de los tonos de gris. De acuerdo con Anys *et al.* (1994), esto es factible a partir de cinco parámetros que utiliza el filtro: rango de los datos, media, varianza, entropía y distorsión. En relación al *kernel*<sup>6</sup>, para evitar efectos marcados en el realce de la imagen y pérdida de datos<sup>7</sup> la matriz de análisis fue de tres por tres. Al respecto, en las Figuras 3.7 y 3.8, la imagen del inciso “D” corresponde al proceso de filtrado según el tiempo correspondiente.

Así, con las bandas resultantes de estos tres procedimientos (NDVI, Análisis de Componentes Principales y Filtro de Textura) e incluidas las bandas de origen (Landsat/Spot) se obtuvo un total de 41 bandas para el tiempo uno y 29 para el tiempo dos. La síntesis se observa en el Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2. Total de bandas según parámetros utilizados, 2000–2009**

Imagen	Año	Bandas de origen	NDVI	Análisis de Componentes Principales	Filtro de Textura	Número total de bandas
Landsat	2000	6	1	4	30	<b>41</b>
Spot	2009	4	1	4	20	<b>29</b>

Fuente: elaboración propia.

En relación a la diferencia en el total de bandas, sucede debido a que durante el proceso el Filtro de Textura crea cinco bandas de salida por cada banda que posee una imagen; entonces, como bien se indicó para este caso la imagen de Landsat tiene seis bandas en tanto la imagen Spot sólo cuatro.

Una vez concluida esta etapa, con las bandas resultantes y con base en las parcelas de entrenamiento generadas, se aplicaron el clasificador de Máxima Similitud para el primer tiempo y el de Mínima Distancia para el segundo.

<sup>6</sup> El *kernel*, también denominado máscara de convolución, es una matriz móvil de coeficientes de filtraje cuyo tamaño varía según el número de píxeles vecinos que se desee analizar en el proceso (Chuvieco, 2008:256).

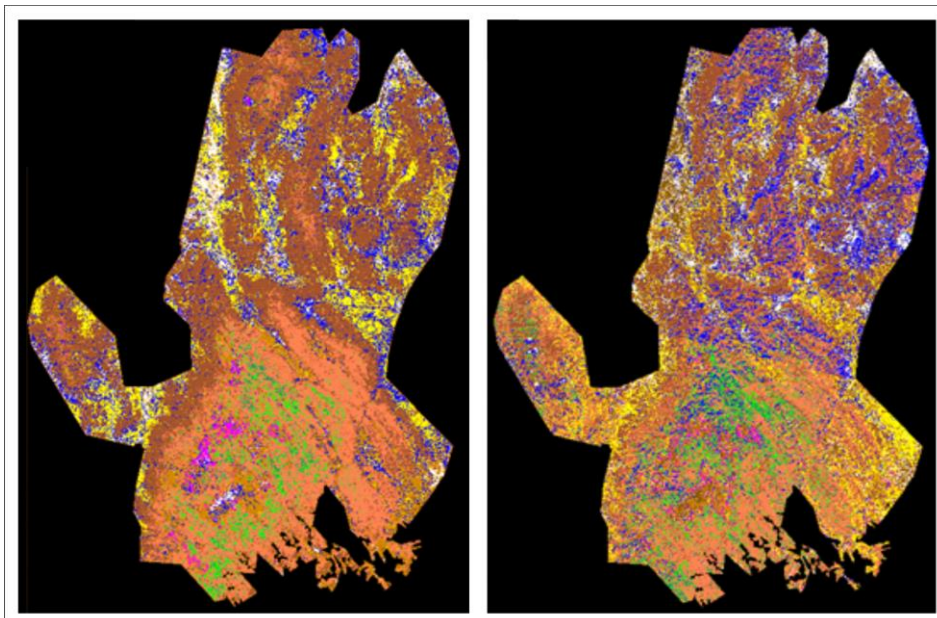
<sup>7</sup> La matriz de filtraje habitual es de 3 x 3 píxeles, aunque también se aplica de 5 x 5, 7 x 7, 9 x 9, sin embargo, a mayor tamaño el efecto de suavizado o realce espacial es más intenso. Aunado a esto, se pierden datos en las filas y columnas que bordean la imagen; para el primer caso dos filas y dos columnas; tres, cuatro y así de manera sucesiva en los subsiguientes (Jensen, 1986:140; Chuvieco, 2008:256).

El clasificador de Máxima Similitud utiliza los parámetros estadísticos de las parcelas de entrenamiento (media, desviación estándar, matrices de covarianza y correlación) para estimar las medias y covarianzas de las clases espectrales, lo cual permite estimar probabilidad de pertenencia (Campbell, 1996:339). La función de este algoritmo es asignar cada pixel a la clase espectral a la que tenga mayor probabilidad de pertenecer (Richards, 1999).

Por su parte, el clasificador de Mínima Distancia asigna cada pixel a una determinada clase a partir de la distancia euclidiana más cercana; distancia que es referida en términos espectrales y no geográficos (Chuvienco, 2008:404). El cálculo se realiza obteniendo la media de los vectores por clase y midiendo la distancia de cada pixel a la media de cada vector, para cada clase (Richards, 1999).

En términos comparativos, la diferencia entre los clasificadores de Máxima Similitud y de Mínima Distancia al etiquetar los pixeles es que el primero modula la decisión de dirección y el segundo no al utilizar sólo la media como referencia, sin embargo, ambos coinciden en asumir como principio a los vectores de cada clase y banda espectral a partir de una distribución normal (Lillesand *et al.*, 2008:554).

**Figura 3.9. Clasificación de cubiertas en la RERG con base en algoritmos: Máxima similitud, 2000 y Mínima distancia, 2009**

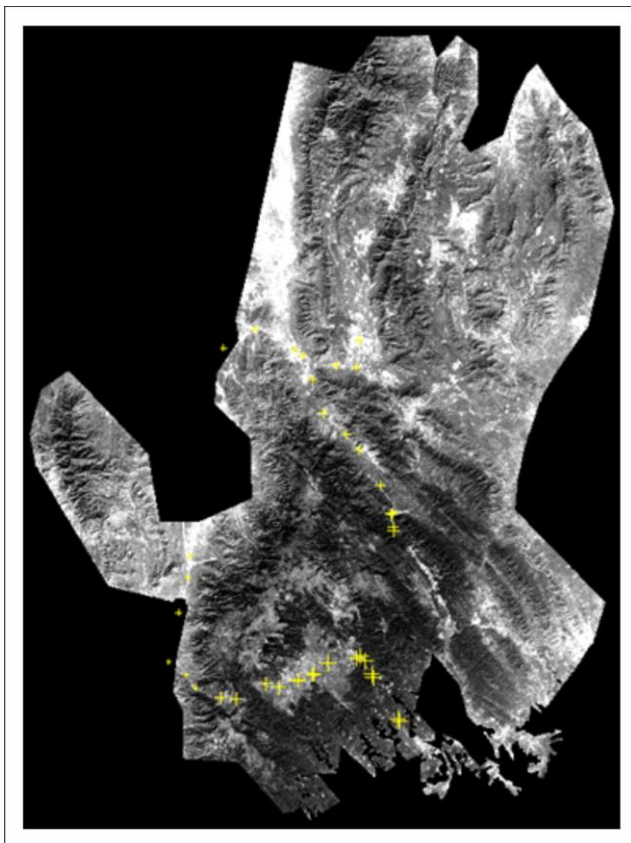


Fuente: elaboración propia; la imagen de la izquierda se realizó por Máxima Similitud, a la derecha el clasificador de Mínima Distancia.

Con base en estos clasificadores, en la Figura 3.9 se observa que en la zona de estudio, de acuerdo al corte temporal, una vez que fue evaluado cada pixel dentro y fuera de las áreas de entrenamiento fue asignado a una determinada clase espectral y, por ende, a una categoría de cubierta.

En este punto, con los mapas independientes obtenidos para cada tiempo se realizó la segunda etapa de trabajo de campo<sup>8</sup> para constatar la veracidad de dichas clasificaciones; para ello, con base en éstas y las cartas topográficas que cubren la zona, se trazó una ruta para identificar determinadas áreas, particularmente aquellas en las que se tuvo mayor incertidumbre.

**Figura 3.10. Trabajo de campo: verificación de cubiertas en la zona de estudio**



Fuente: elaboración propia; la cruz corresponde a un área observada en campo, febrero de 2013.

Durante esta labor de campo se cotejaron 37 áreas con distintas cubiertas, cuya localización fue georeferenciada a través de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), asimismo, se obtuvo un registro fotográfico de las mismas.

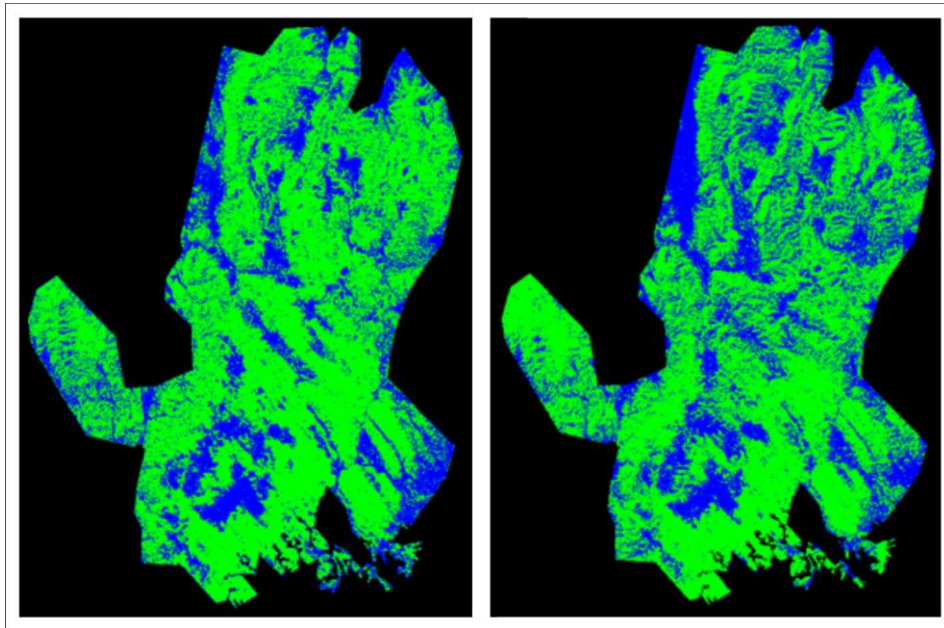
En la Figura 3.10 el área de estudio se presenta en escala de grises y en color amarillo se distinguen los puntos confrontados aunque, en algunos casos, la proximidad entre ellos dificulta su visualización absoluta en la presente imagen.

Posteriormente, luego de esta revisión las cubiertas de vegetación nativa (7) se agruparon en una sola categoría y las cubiertas de origen antrópico (5) en otra, de forma que se obtuvieron sólo dos clases: cubiertas de vegetación y cubiertas de antropización.

<sup>8</sup> La primera etapa del trabajo de campo consistió en varios recorridos al interior de la RERG, con fines de observación y reconocimiento de aspectos físicos y socioeconómicos.

Cabe aclarar que este procedimiento partió de inicio identificando las cubiertas en detalle para lograr mayor eficacia en su discriminación antes de agruparlas. En la Figura 3.11 se presenta este resultado para cada tiempo.

**Figura 3.11. Cubiertas de vegetación y cubiertas de antropización en la RERG, 2000–2009**



Fuente: elaboración propia. Las imágenes de izquierda a derecha corresponden a los años 2000 y 2009, respectivamente.

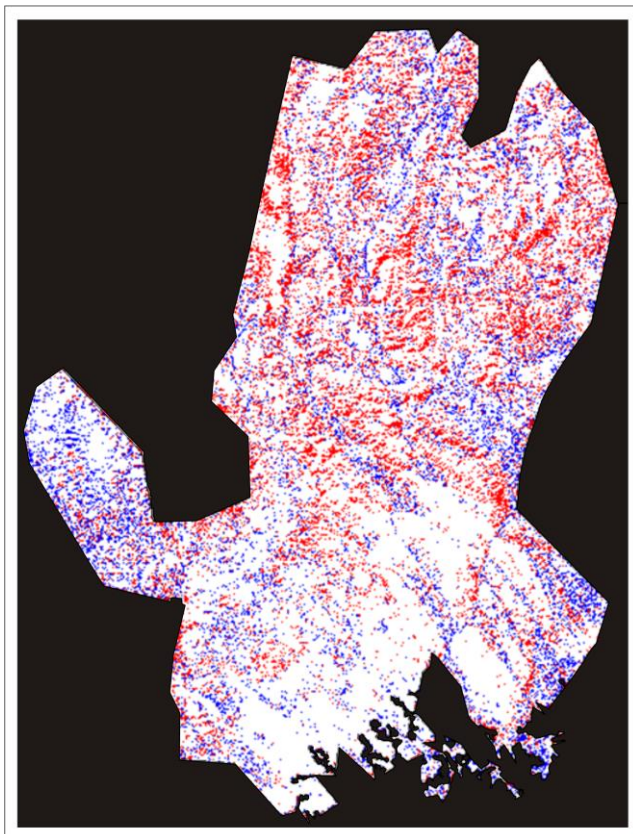
En ambas imágenes el color verde representa a la vegetación y el azul corresponde a espacios que han sido antropizados por distintas causas, desde asentamientos, zonas agrícolas y ganaderas, pastizal inducido, y también áreas erosionadas.

Por lo que sigue al desarrollo metodológico, con base en estos mapas se realizó la detección de cambio. En este punto se consideró que entre las imágenes utilizadas hay una diferencia en cuanto a resolución espacial porque cada pixel de la imagen Landsat es de 30 m x 30 m y, en el caso de Spot, es de 10 m x 10 m. Entonces, para evitar la distorsión en el análisis se procedió a homogeneizar la información transformando la resolución de la imagen Spot a la resolución de la imagen Landsat; Así, los datos para ambos cortes de tiempo contienen información de 30 m x 30 m.

Entre los algoritmos más comunes para detectar el cambio se encuentran cinco: diferencia entre imágenes, radio de imagen, comparaciones de clasificación, comparaciones de preprocesos de la imagen y análisis de vectores de cambio (Howarth y Wickware, 1981; Jensen 1981; Jensen y Toll, 1982 citados en Jensen, 1986:236). Para

este análisis se utilizó el algoritmo de diferencia entre imágenes cuyo cálculo descansa en el principio de sustracción, esto a partir de comparar por pixel el estado inicial y final de dos mapas generados de manera independiente (Jensen, 1986:237; Giri, 2012:178). Este procedimiento derivó en un mapa clasificado a nivel de pixel donde los cambios del tiempo uno al tiempo dos se observan en la Figura 3.12.

**Figura 3.12. Detección de cambio en la RERG 2000–2009, por pixel**



Fuente: elaboración propia.

En esta imagen el resultado de la clasificación aparece en un código de color que indica la magnitud y naturaleza del cambio.

En tono azul se despliegan los cambios “positivos” entendidos como áreas que no tenían cubierta de vegetación en el tiempo uno y luego, en el tiempo dos, sí la hay. Al respecto, este cambio debe analizarse en detalle, porque si bien es deseable la regeneración de un sistema natural, en un sentido más profundo revela un signo de perturbación, es decir, áreas donde crece vegetación secundaria, cuyos hábitats y funciones fueron alterados de manera significativa.

Por su parte, en color rojo se observan los cambios negativos, entendidos como el caso extremo; representan áreas que en el tiempo uno tenían una cubierta de vegetación la cual, en el tiempo dos, ya no existe, es decir, son espacios antropizados.

Finalmente, las áreas en color blanco corresponden a sitios donde no se registró cambio del tiempo uno con respecto al tiempo dos. Esto significa que, al margen de si había una cubierta vegetal o antropizada, cualquiera que sea el caso no hubo modificación; por ende, una zona alterada previa a este corte temporal de estudio puede estar incluida, sin ser detectada.

### **3.2.2 Intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad**

El Índice de Marginación por localidad al 2010 fue presentado en la etapa de caracterización en sentido estático (un solo momento), sin embargo, los procesos sociales son dinámicos y cambian a través del tiempo, por tanto, en el contexto metodológico, este índice fue el insumo primordial para examinar la intensificación de la marginación en las localidades de la RERG en el periodo 2000–2010.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que los datos del índice se generan a partir de los censos de población respectivos (CONAPO, 2002; CONAPO, 2012). Por otro lado, que el estudio se efectuó mediante un análisis de Diferencia de medias para dos poblaciones “independientes”. En este método se asume que la población tiene una distribución normal (Gauss) y que las poblaciones son independientes; se calcula a partir de la media (promedio) de los valores de las dos poblaciones de interés, aunque éstas no necesariamente sean idénticas en número (Burt *et al.*, 2009:354).

Así, entre otras ventajas, el método permite detectar cualquier diferencia entre las comparaciones, por mínima que sea (Burt *et al.*, 2009:354), sin embargo, al asumir la premisa de total independencia entre las poblaciones agrega un problema dado que en la realidad y particularmente en este caso de estudio, es poco probable que no exista relación entre las localidades. A pesar de esta condicionante, es importante recalcar que el criterio que determinó su aplicación fue en sí el patrón espacial que derivó del análisis de *clusters*, mismo que dividió la zona de estudio de manera natural y cuya explicación se detalla más adelante.

A este respecto, el efecto de la división de zonas provoca que no obstante se trabaje en una misma escala, al reagrupar los datos en zonas diferentes se obtengan resultados distintos en los valores de un mismo estadístico (Fotheringham *et al.*, 2000). En análisis espacial, este efecto se relaciona al denominado Problema de la Unidad de Área Modificable (MUAP, por sus siglas en inglés) que se refiere al nivel de agregación de los datos.

Considerando lo antes expuesto, se procedió al análisis para identificar si en la RERG, durante el periodo señalado, se registró un cambio diferenciado en la intensificación de la marginación en las localidades del norte con respecto a las localidades del sur y, para evitar el efecto del MUAP, se decidió que las localidades ubicadas en la zona de transición entre norte y sur (Los Amoles y Santo Domingo)



fuesen incluidas en un primer análisis como parte de la primera zona geográfica, y después, en la segunda.

En este orden de ideas, por lo que respecta al procedimiento, se construyó una base de datos donde se registraron los Índices de Marginación del 2000 y 2010, por localidad. Aunque la zona de estudio incluye 61 localidades, se trabajó sólo con 47 ya que en 14 de ellas el dato no se generó debido al reducido número de sus habitantes<sup>9</sup>.

Luego, en cada tiempo, el dato de marginación de cada localidad se multiplicó por el número de sus habitantes y, con estos 47 resultados, se obtuvo una suma que fue dividida entre el número total de habitantes. Este resultado representa la media o promedio de marginación en la RERG y, restando a la media del tiempo dos (-0.2848) la media del tiempo uno (-0.2303) se obtuvo el cambio que registró la marginación de 2000 a 2010 en esta región (0.0545).

Posteriormente, las localidades fueron clasificadas en dos grupos según su ubicación con respecto al patrón de *clusters*: el primero concentró a aquellas que correspondieron al norte y el segundo, a las que pertenecieron al sur.

En cada tiempo y por cada zona (Norte y Sur), la suma que resultó de multiplicar el dato de marginación de cada localidad por el número de sus habitantes, se dividió entre el número total de habitantes según la zona correspondiente. Este resultado representa la media ponderada de la marginación en la RERG para las zonas Norte y Sur, respectivamente.

Luego, restando a la media ponderada del tiempo dos (-0.0811) la media ponderada del tiempo uno (-0.0296), se obtuvo el cambio para cada zona (-0.0515 Norte y 0.1832 Sur). Finalmente, este dato se dividió entre el cambio registrado para toda la región (0.0545) y con ello se obtuvo la proporción de cambio de la marginación en el norte (-0.9459) y en el sur (3.3612).

Ahora bien, de acuerdo a lo señalado sobre el problema de la división de zonas, se reitera que el procedimiento descrito se replicó pero con las localidades de la zona de transición incluidas conformando la zona Sur<sup>10</sup>. Una vez generadas las dos versiones se procedió a la comparación de resultados para conocer las diferencias y tendencias, mismas que se expresan y precisan en el siguiente capítulo.

---

<sup>9</sup> Estas localidades son: Cañón del Zurrón, San Vicente, Ranchito Grande (La Loma), Puerto de las Matianas, Potrero de los Sánchez, San Isidro, Rancho El Castillo, El Murciélago, La Tinaja, La Escondida, La Huerta de Los Conches, La Tapada, Rancho La Cieneguilla, Santa Rita.

<sup>10</sup> En la explicación desarrollada los datos que se presentaron incluyen a las localidades ubicadas en la zona de transición como parte de la zona Norte.

### **3.3. BASES PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL**

Anteriormente se describió el procesamiento de los indicadores para detectar cambios en la RERG en un contexto temporal y espacial, los cuales revelaron información detallada de la vegetación a nivel de pixel y de la población, por localidad. En esta sección se explica la base que hizo posible integrar estos resultados preliminares.

#### **3.3.1 Determinación de la unidad espacial de referencia**

En general, las aproximaciones para optimizar el análisis de un territorio se realizan a partir de puntos, transectos o unidades de área (Gallego, 2000:65). Para este trabajo, la última fue la elección idónea, sin embargo, dado que la información proveniente de la clasificación corresponde a un formato raster (píxeles) se requirió transformarla a formato de vector (puntos), por ende, cada elemento adquirió un centroide (centro geométrico) que hizo factible su procesamiento en relación a una unidad de área. Cabe señalar que este procedimiento de conversión no altera en absoluto la extensión de cada pixel, pues cada uno, aún convertido en punto representa la superficie que le corresponde de origen (30 m x 30 m), es decir, 0.9 km<sup>2</sup>.

El siguiente paso consistió en establecer una unidad espacial de referencia (UER)<sup>11</sup> homogénea que permitiera examinar los datos dando a cada sección del ANP la posibilidad de ser medida y comparada equitativamente. De acuerdo con Lee *et al.* (2001:62) las figuras geométricas que brindan esta condición son círculos, hexágonos y cuadrados, siempre que la forma y el tamaño permanezca constante.

Con base en esta premisa, para el estudio la RERG se utilizó el cuadrado porque se adapta bien a la forma irregular del ANP, toda vez que el objetivo fue cuantificar las observaciones de los cambios en las cubiertas para toda la zona y no por áreas de influencia de las localidades, en cuyo caso habrían sido más convenientes las formas circulares o hexagonales.

Así, el siguiente paso consistió en diseñar una malla o gradícula de 60 km de ancho por 78 km de largo (4680 km<sup>2</sup>) con la extensión suficiente para abarcar la zona de estudio, por tanto, otro punto medular fue decidir el tamaño apropiado del cuadrado.

---

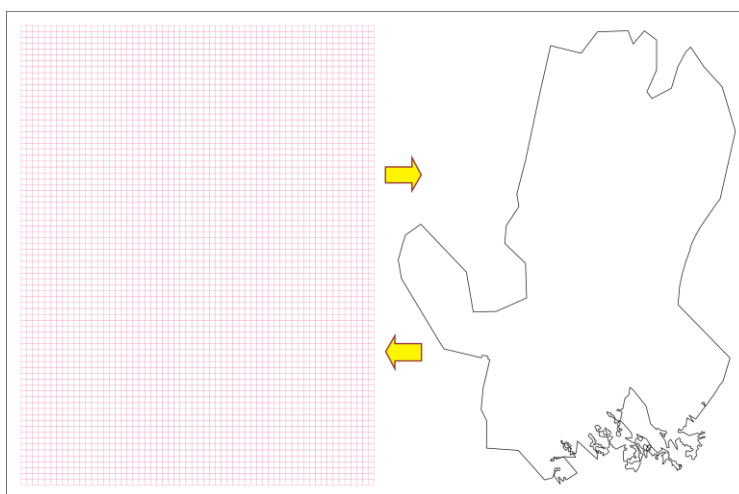
<sup>11</sup> La Unidad Espacial de Referencia (UER) también es referida en el documento como UERs cuando se habla de ésta en modo plural.

Según Lee *et al.* (2001:63) se requiere cautela en esta decisión y sugieren al respecto una fórmula para obtener el tamaño óptimo, sin embargo, aunque su propuesta fue considerada, para este caso la magnitud de los vectores resultantes (2,722,358 observaciones) la hace inviable pues obligaría a trabajar con un cuadrado de proporción a nivel de centímetros.

Considerando lo anterior, el tamaño del cuadrado se estableció de 1000 m por 1000 m, es decir, la UER es de un km<sup>2</sup>. Por lo que respecta a la malla, consta de 60 columnas y 78 renglones y se hizo coincidir con el Sistema de Coordenadas *Universal Transversal Mercator* (UTM) al trazar su origen en las coordenadas 330,000 y 2,489,000. Entre otros aspectos, una ventaja en relación con el tamaño del cuadrado es que la cifra es manejable en términos de lectura, lo cual permite dimensionar y comprender mejor el arreglo espacial de los datos resultantes.

A continuación, la malla generada con 4680 UERs y el polígono de la RERG se intersectaron, de manera que el número de cuadros se redujo a 2696 pues sólo estas UERs coinciden con la zona de estudio. En el área perimetral algunas concentran menor cantidad de datos y otras, aunque tocan el área, no contienen datos. En la Figura 3.13 se esquematizó este procedimiento.

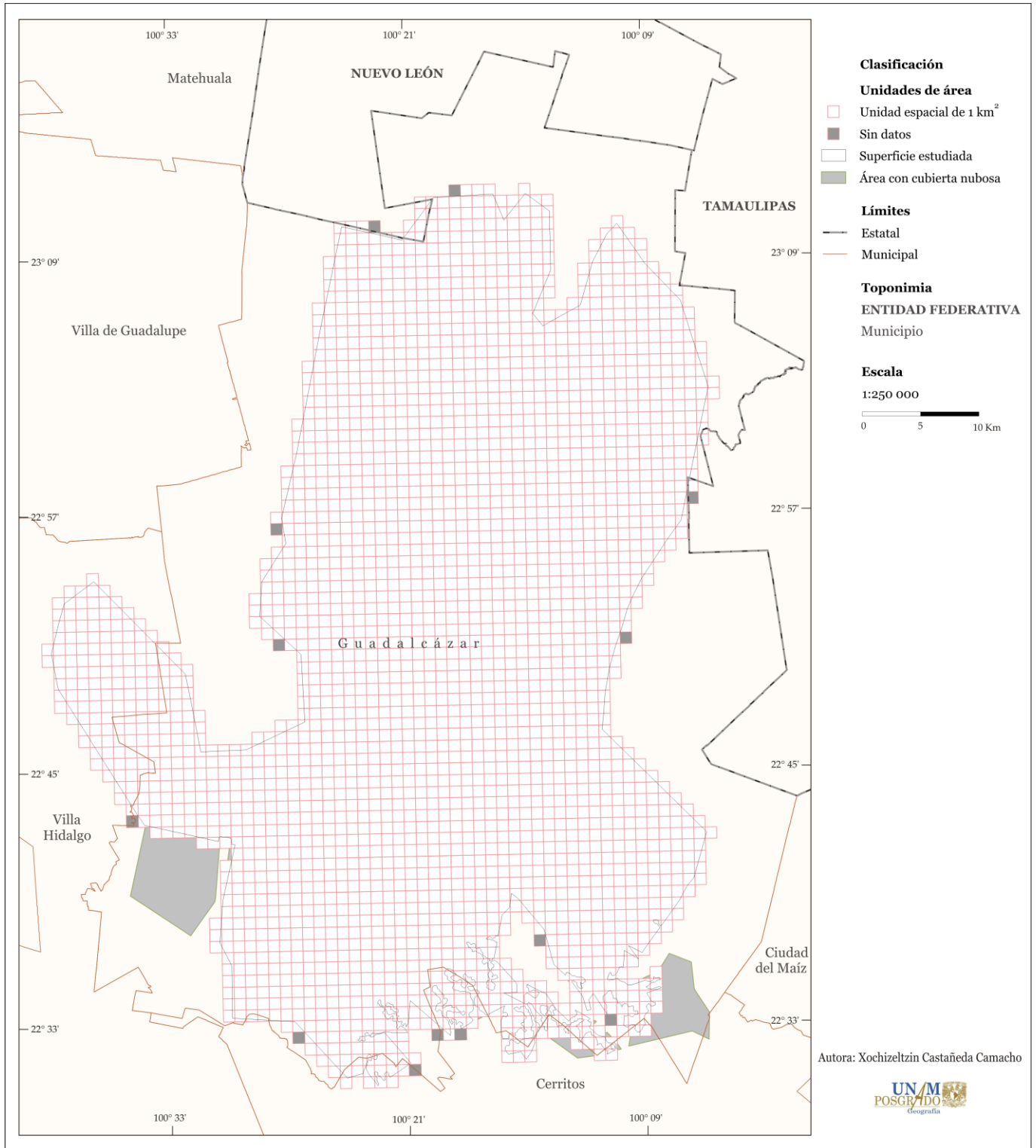
**Figura 3.13. Intersección de la malla con el área de estudio**



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las 2696 UERs resultantes, se les asignó un número de identidad para lograr procesar el total de vectores (puntos) que contienen; la numeración inició de sur a norte, en dirección de oeste a este. En la Figura 3.14 se puede observar el resultado de dicho proceso.

**Figura 3.14. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: división del territorio por unidad espacial de referencia como base de análisis**



Fuente: elaboración propia, con base en INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

### **3.3.2 Identificación del patrón de clusters**

Un patrón espacial se hace patente en la estructura o arreglo de los elementos de un paisaje (Kalkhan, 2011:59), por este motivo, entender la dinámica de un fenómeno geográfico requiere analizar la distribución de tales elementos en el espacio. Ahora bien, un patrón espacial deriva de procesos naturales y humanos, entonces, la importancia de reconocerlos radica en que pueden convertirse en un instrumento para promover ciertas conductas o tendencias si los cambios son deseables, y en caso contrario, permiten corregir problemas (Lee *et al.*, 2001:58,132).

En geografía reconocer y medir patrones es uno de los objetivos de la disciplina y un estímulo para el quehacer geográfico, sin embargo, no es tarea sencilla. En general una determinada regularidad espacial es considerada como indicio de uno o varios procesos que suceden de forma constante (Ebdon, 1985:143) y, con base en estudios previos, modelos o la propia experiencia se determinan todo tipo de patrones que, en algunos casos, pueden incluir criterios bastante subjetivos (Lee *et al.*, 2001:59).

En este contexto, para disminuir la incertidumbre al identificar un patrón espacial en la RERG se utilizaron técnicas estadísticas para analizar la distribución de los datos, esto a través del método de selección que se explica a continuación.

Con base en los resultados de los elementos de cambio “positivo”, cambio negativo y sin cambio, se creó una base de datos en donde se sumó el total de éstos en cada UER. Luego, la atención se centró en los cambios negativos, es decir, aquellas áreas que en el periodo 2000–2009 perdieron su cubierta vegetal o, dicho de otra forma, puntos que representan superficie de área que se antropizó.

En la Figura 3.15 se presenta a manera de ejemplo la UER identificada con el número 1024 que contiene un total de 1089 puntos, de los cuales, 95 son positivos (color azul), 288 son negativos (color rojo) y 706 no presentan evidencia de cambio (color gris). A partir de estos datos, y tomando como referencia que cada punto equivale a 0.9 km<sup>2</sup> es posible conocer que de los elementos que contiene esta UER el 9% (85.5 km<sup>2</sup>) se regeneró (vegetación secundaria); el 26% registró pérdida de vegetación (259.2 km<sup>2</sup>) y, el 65% (635.4 km<sup>2</sup>) de ellos permaneció sin cambio.

Nótese que el porcentaje se obtiene con base en los puntos y suma 100, en las cantidades la suma no totaliza un km<sup>2</sup> porque durante el procesamiento una línea de pixel se recorre a la izquierda y esto representa en términos de superficie al 2% faltante.

Figura 3.15. Clasificación de puntos en una UER



Fuente: elaboración propia. En esta imagen cada punto representa a un pixel de la imagen satelital.

Es innegable que información con este nivel de detalle ofrece amplias posibilidades para estudiar el territorio, sin embargo, aunque es a partir de esta base que se reconoce un patrón, identificarlo requiere ir más allá de sumar la cantidad de puntos en un área (Lee *et al.*, 2001:59). Por consiguiente, fue esencial conocer si la distribución de los elementos evaluados en el ANP corresponde a un patrón de *clusters*.

A este respecto, un patrón de *cluster* se entiende como un conjunto de datos distribuidos en uno o más grupos de puntos, en una determinada área (Kalkhan, 2011:61); en su configuración la variación al interior de los grupos es mínima y, entre los grupos, es máxima, por ello se ha considerado importante como método de regionalización (Rogerson, 2001:199) y bastante útil previo a la aplicación de estadísticos clásicos —como la diferencia de medias—, al revelar aspectos de interacción que en apariencia podrían no estar relacionados (Ward *et al.*, 2008:8).

Entonces, para saber si los datos se aglomeran en el espacio en función de las UERs, se utilizó el estadístico de la I de Moran Local<sup>12</sup> que es un indicador de autocorrelación espacial cuya base se encuentra en lo que en su momento se denominó la Primera Ley de la Geografía: “*todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas más cercanas están más relacionadas que las cosas distantes*” (Tobler, 1970).

<sup>12</sup> Las estadísticas de autocorrelación espacial local proveen estimaciones desagregadas a nivel de unidades de análisis espacial, permitiendo evaluar reacciones de dependencia a través del espacio (Kalkhan, 2011:66).

Según Anselin (1995) con el indicador de autocorrelación se mide la proporción de la variación respecto a la variación media, ponderada por la variación con la distancia. Con base en ello, Suarez-Lastra *et al.* (2012) sostienen que la I de Moran Local “permite identificar conglomerados espaciales dada una probabilidad de pertenecer o no al promedio de los vecinos cercanos, de acuerdo con criterios de significación estadística”. El cálculo se define por la siguiente fórmula:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Donde:

$x_i$  = Valor del índice para el caso  $i$

$\bar{x}$  = Media global del índice

$x_j$  = Valores de los vecinos

$w_{ij}$  = Es una matriz de ponderación por distancia entre los valores  $i$  y  $j$

$n$  = Número de casos

Una vez obtenidos los resultados, se interpreta autocorrelación espacial positiva cuando puntos con características semejantes se encuentran adyacentes, en el caso contrario, cuando las características son diferentes y no hay proximidad la correlación es débil o inexistente (Lee *et al.*, 2001:78-9). Así, mediante este estadístico se identifican cuatro tipos de conglomerados los cuales se muestran en el Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3. Identificación de *clusters* mediante la I de Moran Local, por tipo**

Tipo de <i>cluster</i>	Interpretación
Alto – alto	Valores altos entre vecinos con valores altos
Bajo – bajo	Valores bajos entre vecinos con valores bajos
Alto – bajo	Valores altos entre vecinos con valores bajos (casos extremos)
Bajo – alto	Valores bajos entre vecinos con valores altos (casos extremos)

Fuente: Suárez-Lastra *et al.* (2012).

El patrón espacial que surgió de estos grupos se presenta en el capítulo de resultados, pero se hace hincapié que éste reveló en la RERG una división acentuada de cambios negativos entre norte y sur; hecho que fue determinante en la forma en que se analizó la intensificación de la marginación en las localidades.

### **3.4. APUNTES**

En esta etapa del trabajo, para estudiar la vulnerabilidad socioambiental en la RERG fue esencial acotar el posicionamiento de enfoque con base en las aportaciones de autores como Birkmann (2006b), Thywissen (2006), Renaud (2006) y Kenneth (1997), quienes profundizan sobre la perspectiva de vulnerabilidad considerando las dimensiones ambiental y humana.

De acuerdo con los propósitos de la investigación, una decisión crucial fue seleccionar variables representativas en los ámbitos de interés. Así, centrar la atención en el tema ambiental, según el deterioro de la vegetación y en la condición de marginación socioeconómica que caracteriza a este espacio de gran riqueza biológica, permitió seleccionar dos indicadores: detección de cambio negativo en la cubierta vegetal e intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad.

Entre las precisiones de las variables de trabajo, el hecho de diferenciar entre conceptos como el de cubierta de la tierra y uso de suelo facilitó la toma de decisiones durante la evaluación de la vegetación, al igual que discernir el contenido de lo que representa la marginación en sus tres dimensiones (educación, vivienda, ingreso).

En lo concerniente al procesamiento de las imágenes satelitales, la anulación del efecto atmosférico (áreas de la RERG obstruidas por nubes) aumentó la confiabilidad en los datos al eliminar, desde el principio, la posibilidad de confusión en sentido espectral. Por otra parte, la tarea de delimitar las parcelas de entrenamiento de acuerdo a criterios básicos (pequeñas unidades de área, variabilidad espacial, representatividad por tipo), aunque laboriosa, fue elemental para discriminar entre clases de cubierta.

Asimismo, entre los aspectos esenciales que optimizaron la clasificación supervisada se encuentra el uso del NDVI, el Análisis de Componentes Principales y el Filtro de Textura, mismos que mediante parámetros estadísticos, permitieron generar un número considerable de bandas (41 y 29) con información precisa que fue la base utilizada para clasificar espectralmente cada pixel y determinar su categoría de cubierta según los clasificadores de Máxima similitud y Mínima distancia; este procedimiento derivó en dos mapas independientes para cada tiempo.

En cuanto al trabajo de campo, fue decisivo también porque al confrontar los productos de las clasificaciones en la RERG se constató su veracidad lo cual dio certeza a la agrupación diferenciando entre cubiertas de vegetación y aquellos espacios



antropizados. Por supuesto, el desarrollo de esta etapa permitió un mayor acercamiento a la realidad del objeto de estudio, en sus dimensiones no sólo físicas, también sociales, hecho que fortaleció la toma de decisiones durante todo el proceso investigativo.

Sin duda, otros aspectos trascendentes fueron la homogeneización de la resolución espacial del pixel entre mapas realizada previamente a la detección de cambio y la identificación del tipo de cambio (positivo, negativo, sin cambio) que resultó de este proceso.

Por su parte, en el ámbito social con base en el Índice de Marginación por localidad y con apoyo del método estadístico de Diferencia de Medias se logró percibir la condición de la marginación en las localidades por área geográfica, norte y sur, esto evitando el efecto del Problema de la Unidad de Área Modificable (MUAP) que resulta por el nivel de agregación de los datos.

Finalmente, entre las bases para integrar la información de las dimensiones ambiental y social sobresale la determinación de una unidad espacial de referencia con una extensión de un km<sup>2</sup> pues, considerando la superficie del área, la información generada es detallada y bastante práctica en términos de interpretación visual y analítica. Por su parte, el análisis de *clusters* desarrollado sobre una malla permitió la integración de los resultados que sustentan la base para el análisis de los indicadores, pero sobre todo para la identificación objetiva de un patrón espacial que reveló la vulnerabilidad socioambiental en la RERG.

## **CAPÍTULO 4**

### **EXPRESIÓN TERRITORIAL DE LA VULNERABILIDAD**

### **SOCIOAMBIENTAL EN LA RESERVA ESTATAL REAL DE GUADALCÁZAR**

En la Reserva Estatal Real de Guadalcázar, no obstante su categoría de protección en el marco legal de Áreas Naturales Protegidas, la administración de los recursos naturales en el presente puede ser decisiva para sus habitantes en el mediano y largo plazo; de igual forma, las acciones que coadyuven al beneficio de sus habitantes incidirán en su entorno. En este contexto, cobran peso los estudios que, a partir de observar procesos relacionados, ofrecen instrumentos para la toma de decisiones en busca de disminuir las vulnerabilidades en el binomio sociedad-naturaleza.

#### **4.1. SÍNTESIS DE RESULTADOS**

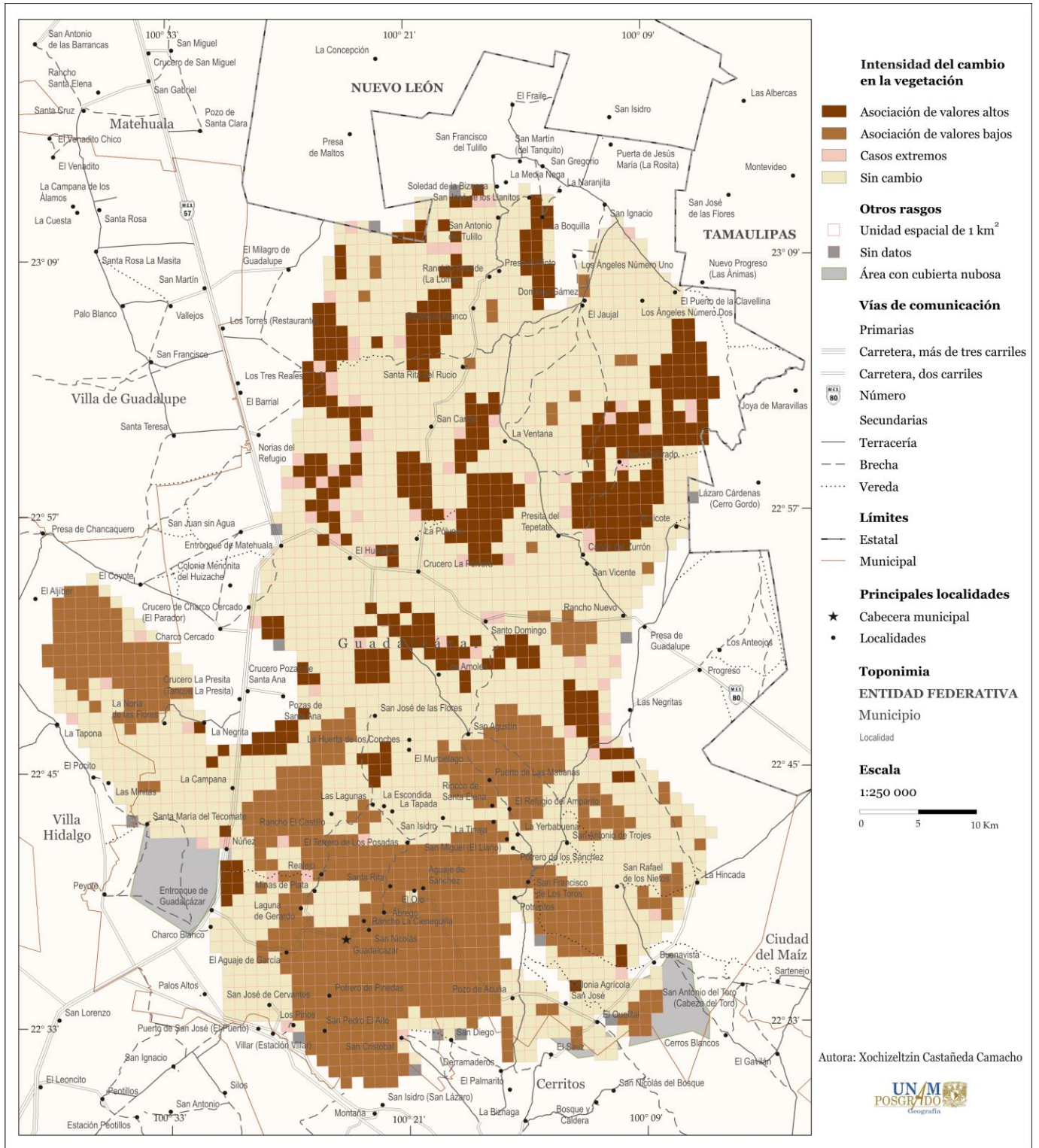
En este apartado se revelan los resultados de los indicadores de detección de cambio negativo en la cubierta vegetal y de intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad, cuyos procedimientos fueron descritos anteriormente. El énfasis yace sobre la expresión territorial de estos indicadores y, las coincidencias o contrastes que mostraron espacialmente; después se realiza una interpretación geográfica de su interrelación. Por otra parte, emanados del procedimiento metodológico se presentan otros hallazgos de gran interés por las características propias de la zona de estudio.

##### **4.1.1 Configuración espacial del deterioro en la vegetación**

En la RERG el estadístico I de Moran Local reveló, con base en las UERs, un patrón espacial de cambios negativos en la vegetación, el cual se muestra en la Figura 4.1. En el mapa se observa que, como resultado de la autocorrelación espacial positiva, se definieron dos tipos de conglomerados: uno donde la pérdida de cubierta vegetal registró un nivel alto; contrario a otro, donde esta pérdida sucedió en un nivel bajo.

Ahora bien, en términos espaciales la interpretación de este patrón de cambio negativo no debe pasar por alto que los dos tipos de *clusters*, al margen del nivel de intensidad del cambio (alto, bajo), constituyen un signo de alerta porque representan espacios donde se están afectando las funciones de los ecosistemas y la biodiversidad.

**Figura 4.1. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: patrón de pérdida de la cubierta vegetal según nivel de intensidad, 2000–2009**



Fuente: elaboración propia, con base en EADS (2009, 2009b, 2009c); USGS (2000); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

Así, un aspecto relevante de estos cambios es su carácter geográfico en términos de localización muy definida porque este problema se distinguió con mayor intensidad en la zona Norte de la RERG, en contraste con la zona Sur en donde los cambios fueron de menor intensidad. Además, los *clusters* del norte tienen una distribución heterogénea entre sí, mientras que, en el sur, es más uniforme y continua. La relación de factores vinculados a este comportamiento fuerte o débil se presenta más adelante.

En este orden de hechos, se identificó que la zona Norte se encuentra en una situación delicada porque, a la fuerza y extensión con que ha sucedido el impacto negativo en su cubierta vegetal, se suma su condición climática de mayor aridez en la RERG (véase Figura 2.5), aunado a sus tipos de suelo de escaso espesor y materia orgánica, lo cual la hacen propensa a la desertificación. Por otro lado, la división zonal (norte, sur) resultó ser un hallazgo interesante y básico para analizar, en el ámbito social, la condición de marginación entre sus pobladores.

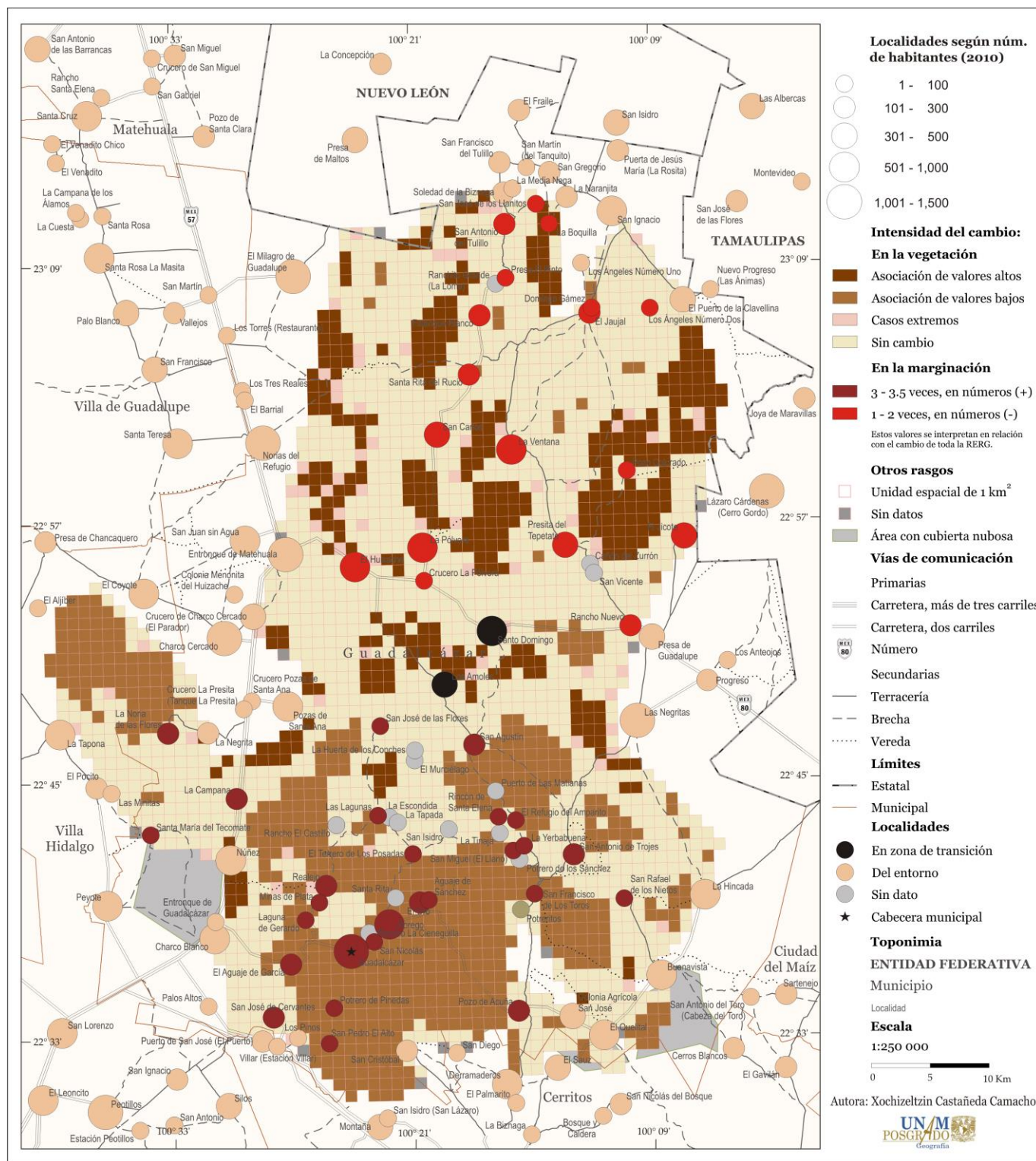
No obstante, quedan por hacer algunas precisiones, las UERs que no forman parte de algún *cluster*, denominadas “sin cambio”, no deben entenderse como sinónimo de estabilidad, es decir, estas unidades también podrían haber experimentado cambios negativos, pero sin que éstos se asocien a un patrón espacial de nivel alto o bajo. Una situación parecida sucede con los casos extremos, los cuales, adyacentes a *clusters* bien definidos, manifiestan una condición opuesta que les impide ser adheridos a ellos, es decir, son evidencia de autocorrelación inexistente.

#### **4.1.2 Tendencias evolutivas de la marginación**

El cambio en la condición de marginación en las localidades de la RERG en el periodo 2000–2010 se observa en la Figura 4.2. Este resultado, derivado del estadístico de Diferencia de medias para dos poblaciones independientes, se despliega sobre el patrón de pérdida de la cubierta vegetal (Figura 4.1) porque, para conocer si la marginación evolucionó de forma distinta por zona geográfica, fue necesario ubicar a las localidades en correspondencia con las zonas Norte y Sur de acuerdo a dicho patrón.

A este respecto, distinguir en el mapa los cambios de la vegetación según su intensidad es relativamente sencillo, pero no así establecer un límite exacto entre ambas zonas dado que, en cualquier ámbito, los cambios suceden de manera gradual y las delimitaciones categóricas pueden ser erradas.

**Figura 4.2. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: evolución de la marginación en las localidades, 2000–2010 en relación con la pérdida de cubierta vegetal**



Fuente: elaboración propia, con base en EADS (2009, 2009b, 2009c); USGS (2000); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

Entonces, al momento de clasificar a las localidades por zona geográfica se observó que Santo Domingo y Los Amoles, si bien se encuentran adyacentes al patrón de pérdida de la cubierta vegetal de nivel alto, en sentido estricto no pertenecen al norte ni al sur, están más bien al centro, en lo que se identificó como una zona de transición en el patrón de vegetación.

Derivado de esto y para evitar que la agregación de ellas en alguna de las zonas cause distorsión en el análisis (efecto del Problema de la Unidad de Área Modificable, denominado MUAP) se realizaron dos ejercicios (A y B) a partir de integrarlas o excluirlas del grupo de localidades de la zona Norte. Los resultados se presentan a continuación, pero antes, para entender el significado de los cambios en la condición de marginación se deberá tener presente lo siguiente:

El índice de marginación se expresa mediante una escala numérica donde, el grado de esta condición para el elemento evaluado se interpreta en función de su ubicación en dicho parámetro. Entonces, tomando como referencia el cero, entre mayor sea el número positivo (1, 2, etc.) refiere a la intensificación en el nivel de marginación y, en sentido inverso sucede con un número negativo (-1, -2, etc.).

En este contexto, cuando una localidad se ubica dentro de la escala en el nivel cero, o bien, en número negativo, no significa que está ausente de experimentar condición alguna de marginación, más bien, es indicativo del lugar que tiene con respecto al resto de las localidades con las que fue evaluada.

Una vez que se tiene esta referencia es importante agregar que, para facilitar la comparación en relación con los ejercicios A y B, se elaboraron los Cuadros 4.1 y 4.2 que muestran los cambios que experimentaron las localidades en su condición de marginación, respectivamente. En estos cuadros nótese que el número de habitantes es sólo como dato informativo, pues el cambio se midió con base en la información a nivel localidad y por zona geográfica, sin embargo, lo relevante es que los resultados del cambio se presentan en términos de proporción<sup>1</sup>.

Así, el Cuadro 4.1 muestra que de las 47 localidades viables de estudio en la RERG, 20 se consideraron parte de la zona Norte y 27 de la zona Sur. En este primer ejercicio (A), las localidades Los Amoles y Santo Domingo se incluyeron en el grupo de la zona Norte.

---

<sup>1</sup> Una proporción es el cociente que resulta de dividir un subconjunto por el conjunto total en que está incluido.

**Cuadro 4.1. Ejercicio A. Cambio de la marginación en localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por zona geográfica, 2000–2010**

	ZONA NORTE		ZONA SUR		RERG		2000	2010	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010			
	Total	No. de habitantes	Total	No. de habitantes	Total	No. de habitantes			
Localidades	23	5 469	5 542	38	4 038	3 802	61	9 507	9 344
Excluidas	3	0	9	11	32	46	14	32	55
Estudiadas	<b>20</b>	5 469	5 533	<b>27</b>	4 006	3 756	<b>47</b>	9 475	9 289
<b>MARGINACIÓN</b>									
Media ponderada		-0.0296	-0.0811		-0.6332	-0.4500		-0.2848	-0.2303
Cambio 2000-2010	-0.0515			0.1832			0.0545		
Proporción del cambio, 2000-2010	<b>-0.9459</b>			<b>3.3612</b>					

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro también se observa que, de acuerdo al cambio que experimentaron en la marginación todas las localidades de la RERG (0.0545) en el periodo 2000-2010, luego de obtener la media ponderada por zona (Norte: -0.0296 y -0.0811; Sur: -0.6332 y -0.4500, para los años 2000 y 2010 respectivamente) y su cambio en dicho periodo (Norte -0.0515; Sur 0.1832), se logró conocer la proporción del cambio para cada una, resultado que se interpreta en función del cambio registrado en la ANP (0.0545).

Este proceso reveló que el cambio en la zona Norte fue de -0.9459 y en la zona Sur de 3.3612, es decir, en la primera aproximadamente una proporción (en números negativos) por debajo del cambio registrado en la RERG y, en la zona Sur, poco más de tres proporciones (en números positivos) por encima del cambio registrado en la RERG. En otras palabras, en ambas zonas se intensificó la marginación, pero de manera más fuerte en la zona Sur que en la zona Norte.

Ahora bien, en el segundo ejercicio (B) se consideró a Los Amoles y Santo Domingo en el grupo de localidades de la zona Sur. Los resultados se presentan en el Cuadro 4.2 donde se muestra que, esta vez, de las 47 localidades viables de estudio en la RERG, 18 forman parte de la zona Norte y 29 de la zona Sur.

En este caso el procedimiento reveló que la proporción de cambio en la zona Norte fue -1.9679 y en la zona Sur 2.8882, es decir, casi dos veces la proporción (en

números negativos) por debajo del cambio registrado en la RERG y, casi tres veces la proporción (en números positivos) por encima del cambio registrado en la RERG, respectivamente. Por tanto, este segundo ejercicio comprueba que la intensificación de marginación sucedió en ambos grupos de localidades, pero de nueva cuenta fue más fuerte en la zona Sur.

**Cuadro 4.2. Ejercicio B. Cambio de la marginación en localidades de la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por zona geográfica, 2000–2010**

	ZONA NORTE		ZONA SUR		RERG		2000	2010
	2000	2010	2000	2010	2000	2010		
	Total	No. de habitantes	Total	No. de habitantes	Total	No. de habitantes		
Localidades	21	4 121	40	5 386	61	9 507	9 344	
Excluidas	3	0	11	32	14	32	55	
Estudiadas	<b>18</b>	4 121	<b>29</b>	5 354	<b>47</b>	9 475	9 289	
<b>MARGINACIÓN</b>								
Media ponderada		-0.0935		-0.0137		-0.5760		-0.4186
Cambio 2000-2010	-0.1072		0.1574		0.0545			
Proporción del cambio, 2000-2010	<b>-1.9679</b>		<b>2.8882</b>					

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados, se precisa que en la zona Norte, según el ejercicio “A” el cambio en el nivel de marginación fue de -0.9459 y, de acuerdo al ejercicio “B”, de -1.9679. En lo que concierne a la zona Sur, según el ejercicio “A” el cambio en el nivel de marginación fue de 3.3612 y, según el ejercicio “B”, de 2.8882.

En suma, esto significa que en la zona Norte, la intensificación en el nivel de marginación osciló entre una y dos veces la proporción de cambio (en números negativos) con respecto al cambio registrado en la ANP; en tanto, en la zona Sur, se manifestó entre tres y tres punto cinco veces la proporción de cambio (en números positivos) con respecto al cambio registrado en la ANP.

Lo anterior demuestra que, al margen de ubicar al norte o al sur las localidades de Los Amoles y Santo Domingo, el nivel de intensificación en la marginación fue atenuado en la zona Norte (pero aún poseen la condición de marginación) y más fuerte en la zona Sur.



Al estudiar este indicador de marginación en relación con el patrón de pérdida en la cubierta vegetal se encontró que existe una correlación espacial negativa entre ellos, según zona geográfica, es decir, al norte, donde se reveló un nivel alto en el patrón de pérdida de la cubierta vegetal las localidades tuvieron un nivel de cambio en la marginación menos agudo. En contraparte, al sur, donde se registró un nivel bajo en el patrón de pérdida en la cubierta vegetal las localidades experimentaron un cambio más drástico en su condición de marginación.

Con base en lo anterior se identificó que la vulnerabilidad socioambiental en la RERG, en el periodo 2000-2010, se revela de forma diferenciada por zona geográfica. La zona Norte es más vulnerable porque, sumado a la fragilidad impuesta por las condiciones climáticas de mayor aridez en la Reserva, es donde tuvo lugar el nivel alto en la eliminación de la cubierta vegetal y, aunque el cambio en la marginación no fue el más intenso del ANP, es una condición de desventaja permanente que podría intensificarse en el corto plazo, en la medida en que el sistema natural de esta región pierda la capacidad de satisfacer las necesidades de sus habitantes.

En la zona Sur, la situación también es desfavorable porque, aunque el deterioro en su cubierta vegetal se registró con menor intensidad, sucedió de manera continua en una amplia superficie del territorio; en relación con la condición de marginación, tuvo el mayor aumento en términos de proporción con respecto al total registrado en la ANP. Esto aunado a otras condicionantes que refuerzan su sentido de fragilidad, por ejemplo, en ella se encuentran delimitados siete polígonos de restauración (véase Figura 2.3) lo cual significa que desde su decreto ya existían áreas muy deterioradas, por otro lado, según se demostró con la TCMA 2000-2010 (Figura 2.10) es al sur de la Reserva donde se agudizó la pérdida de población.

En relación con la hipótesis de trabajo, estos hallazgos confirman sólo en parte las premisas contenidas en ella porque, al estudiar la condición de vulnerabilidad intrínseca en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por el deterioro de la vegetación y por el aumento en el nivel de marginación en sus localidades se comprobó que si bien al asociarse en tiempo y espacio determinan niveles diferenciados de vulnerabilidad, por otro lado, se encontró que entre ambas existe una correlación espacial negativa porque en la zona Norte donde los cambios en la cubierta vegetal son más fuertes los cambios en intensificación de la marginación son atenuados, y de manera inversa en la zona Sur.

En este orden de hechos, a la luz de los datos generados durante la caracterización física y socioeconómica de la RERG, se realiza una interpretación por zona geográfica con el propósito de ampliar la comprensión de los resultados de esta evaluación.

En principio, se destaca que los cambios en la zona Norte sucedieron en donde predomina el tipo de propiedad ejidal. Por otro lado, dicha zona, con climas muy secos, escorrentía escasa y menos tipos de vegetación (predominio de matorral micrófilo y rosetófilo), mostró una ligera tendencia de ocupación en las localidades hacia los sectores económicos secundario y terciario, además del primario. Otro hecho sobresaliente es que concentra apenas el 38% del total de localidades de la RERG (23 de las 61), sin embargo, algunas son representativas en número de habitantes (por ejemplo, La Ventana, La Pólvora, Santo Domingo, El Huizache), también fue notorio que en el periodo 2000-2010 registró TCMA positivas.

Al observar el entorno de la zona Norte, por una parte, podrán identificarse fuera de los límites, pero muy próximas al ANP, localidades también importantes en número: al noroeste, El Milagro de Guadalupe, Santa Teresa, Norias del Refugio, Entronque de Matehuala, Charco Cercado, Pozas de Santa Ana; al este, Lázaro Cárdenas y Las Negritas. De igual forma, en el tema de crecimiento poblacional, localidades al noroeste que registraron TCMA positivas.

En lo que concierne a la zona Sur, es notorio que los cambios sucedieron donde predomina el tipo de propiedad privada sobre la ejidal. Las características físicas del territorio dan lugar a microclimas, se tiene mayor escorrentía y esto propicia la mayor variedad de tipos de vegetación y derivado de ello, una tendencia de ocupación hacia el sector primario, con excepción del suroeste.

En esta zona se concentran dos tercios del total de población del ANP, pero a comparación de la zona Norte, su población se distribuye en un mayor número de localidades, de menor tamaño (entre 100 y 200 habitantes) y en términos de distancia, con mayor proximidad entre sí. En el periodo 2000-2010 una gran parte de sus localidades observó pérdida de población y destacó en la región por registrar las TCMA negativas más altas (con algunas excepciones en localidades como: La Campana, La Huerta de Los Conches, Potrero de los Sánchez, entre otras).

En este contexto, al observar el entorno de la zona Sur, es evidente que aledañas al ANP existen localidades de tamaño considerable (500 a 1000 habitantes), por

ejemplo, al sureste, La Hincada, Buenavista, El Quelital, Derramaderos; al oeste, Charco Blanco, La Tapona, y, otra cantidad importante de tamaño reducido que experimentaron la misma tendencia de pérdida poblacional en el periodo 2000-2010.

Con base en lo anterior, aunque se reconoce que hace falta profundizar en varios aspectos, algunas deducciones tienen lugar. En la zona Norte el patrón de cambio intenso en la cubierta vegetal es posible que responda, en parte, a las actividades de la población local y a su incremento poblacional, pero también podría estar vinculado a la presión que ejercen las localidades ubicadas fuera de la Reserva, esto, sin dejar de lado que el régimen de propiedad ejidal puede ser pieza clave. En cuanto a su nivel de marginación, la tendencia de ocupación en algunas localidades en los sectores secundario y terciario, además del primario, podría estar vinculada al hecho que no hayan incrementado de forma drástica dicha condición, sin embargo, también es posible que el aprovechamiento intenso del recurso vegetal en cualquiera de sus formas (consumo, comercialización, uso para construcción, desmonte para establecer áreas de cultivo, etc.) les brinde una retribución económica que temporalmente disminuya sus desventajas socioeconómicas, aunque sea en el corto plazo.

En la zona Sur el cambio de menor intensidad en la cubierta vegetal puede estar asociado a la pérdida de población en esta región de la Reserva, aunado a la disminución de la presión que ejercen las localidades del entorno pues éstas también registraron TCMA negativas. En cuanto al nivel de marginación, su intensificación podría asociarse a que la zona posee áreas con alto deterioro ambiental (zonas de restauración) y presenta una tendencia de ocupación hacia el sector primario, en particular al sureste, entonces, considerando estos antecedentes, las tendencias críticas en que se desarrolla el sector primario y la marcada amplitud en superficie de su patrón de cambio vegetal es posible que esta región sea una evidencia clara que el efecto de la degradación ambiental intensifica la marginación.

Estos planteamientos son significativos porque abren nuevas vertientes para la investigación pues es evidente que esta evaluación es apenas un acercamiento en una escala que, sin duda, presenta ciertas limitantes.

## **4.2. OTROS HALLAZGOS**

En esta sección, derivados del procedimiento metodológico descrito, se presentan algunos resultados sobresalientes de acuerdo con el marco de referencia legal en que se inserta esta Área Natural Protegida, en términos de protección ambiental. En este sentido, se revela la configuración espacial de un patrón de regeneración en la cubierta vegetal de la RERG y, también, con base en la zonificación, las áreas por tipo, donde se manifestaron cambios importantes según su intensidad.

### **4.2.1 Los cambios “positivos” en la vegetación**

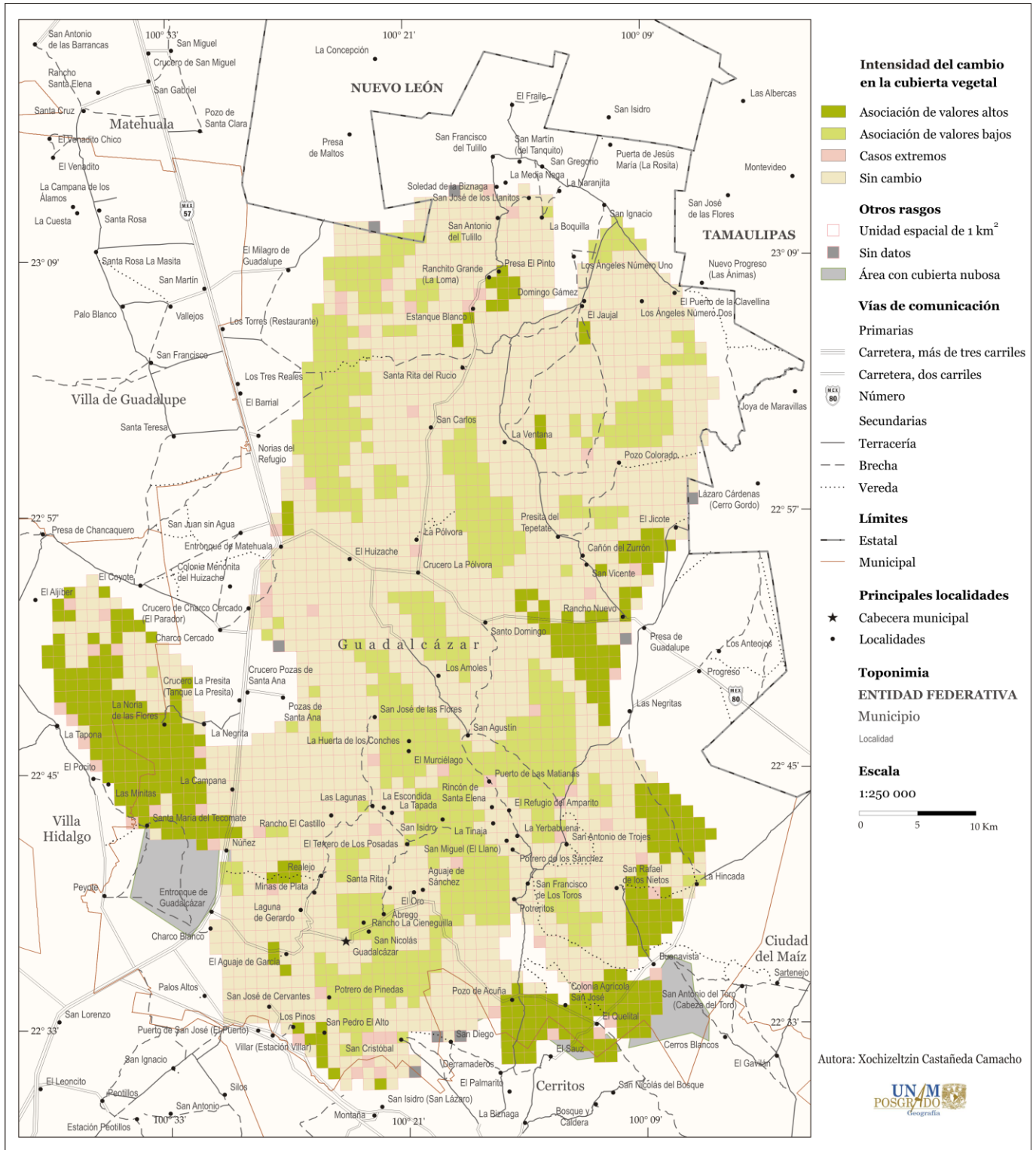
Como se recordará, el procesamiento de imágenes satelitales permitió identificar a nivel de pixel sitios que en el periodo de análisis 2000–2009, luego de no contener vegetación en el tiempo uno (2000), poseen una cubierta vegetal en el tiempo dos (2009), a esto se hizo referencia como los cambios “positivos”, sin embargo, como se mencionó en su momento, estos cambios representan el crecimiento de vegetación secundaria.

Así, mediante el desarrollo del estadístico I de Morál Local, con base en las UERs, se identificó en la RERG un patrón de regeneración con vegetación secundaria que se representó en la Figura 4.3. La configuración espacial de este arreglo (al igual que sucedió con el patrón de pérdida de cubierta vegetal) es resultado de la autocorrelación espacial positiva que definió dos tipos de *clusters*; el primero, representa conglomerados donde la regeneración de la cubierta vegetal sucedió en nivel alto; el segundo, donde la regeneración ocurrió en nivel bajo.

En la interpretación de este patrón ha de tenerse presente que se alude a valores de UERs (de nivel alto o bajo) asociados a otros con la misma tendencia, por ende, no se debe leer en términos de una regeneración absoluta en superficie por UERs. Aclarado esto, desde otro punto de vista y reconocido el hecho que su expresión es sinónimo de perturbación, su presencia deja de ser netamente positiva porque, aunque en una escala de valores siempre será más conveniente que exista una cubierta vegetal a ninguna, tampoco puede pensarse que la alteración sucedida dejó de tener impacto.

En este contexto, llama la atención que la perturbación de nivel alto se encuentra en las áreas limítrofes de la RERG (centro-este, sureste y centro-oeste). El nivel bajo se manifestó en mayor extensión al centro-sur y al noroeste.

**Figura 4.3. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: patrón espacial de regeneración con vegetación secundaria, 2000-2009**



Fuente: elaboración propia, con base en EADS (2009, 2009b, 2009c); USGS (2000); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

#### **4.2.2 Balance de las metas alcanzadas en el marco legal de protección**

Los resultados de este apartado se presentan en función del marco de referencia legal que dio pauta al decreto de esta ANP. En principio, se cita textualmente, uno de los varios argumentos que tuvieron lugar al aprobarse el Plan de Manejo de la RERQ, el cual señala lo siguiente:

“...las políticas de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales, son reflejo del incremento en la conciencia que la sociedad en su conjunto presenta sobre el problema ambiental, el cual no tiene fronteras al afectar a todos los individuos. Los efectos del daño ambiental sobre el suelo, el agua, el aire y la biodiversidad, ocasionados por diferentes causas de origen social, económico y tecnológico, requieren respuestas específicas y concretas que se reflejen, en primer lugar, deteniendo el proceso de deterioro en un espacio y tiempo específicos; en segundo lugar, mejorando las condiciones de calidad y cantidad de estos recursos ambientales y finalmente estableciendo una interrelación armónica entre los recursos naturales y la sociedad en su conjunto, bajo el contexto del concepto de desarrollo sustentable.” (*Periódico Oficial*, 2008).

En este planteamiento se reconoce por una parte, que los efectos por el deterioro ambiental en los recursos naturales trascienden a la esfera social y por tanto es necesario frenar dicho proceso; por la otra, la necesidad de mejorar la calidad y cantidad de los recursos naturales y establecer una relación de equilibrio entre el ambiente y la sociedad.

En este contexto, en dicho Plan de Manejo se plantearon los siguientes objetivos generales para la RERQ.

- I. Proponer, mantener y conservar la continuidad de sus procesos biológicos, así como geológicos y geomorfológicos, los valores históricos, culturales, sociales y escénicos; tratando de que todas las actividades que se realicen estén acordes a las actividades productivas propias de la región y que sean factibles bajo la óptica del desarrollo sustentable, contribuyendo de esta manera a mantener la riqueza de los ecosistemas de la Reserva;
- II. Establecer las bases para la creación de un modelo de conservación para las zonas áridas y semiáridas del país;
- III. Conservar, proteger y restablecer los valores biológicos, ecológicos y físicos del Área Natural Protegida, asegurando la continuidad de sus procesos para las futuras generaciones, y
- IV. Recuperar y proteger los valores históricos y arqueológicos en el Área Natural Protegida y rescatar las tradiciones culturales de los habitantes locales (*Periódico Oficial*, 2008).

A la luz de estos referentes y, con base en la zonificación, que para efectos legales la LGEEPA (1998) define como:

“el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria” (Poder Ejecutivo Federal, 1998).

El Cuadro 4.3 contiene una síntesis de datos que revelan la alteración de la vegetación en la RERG, en el periodo 2000–2009. En este caso, la información (a diferencia de los patrones de cambio negativo y “positivo” en la cubierta vegetal) sí representa superficie de área, expresada en km<sup>2</sup> y en porcentaje de acuerdo al tipo de zona que la configura.

**Cuadro 4.3. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: alteración en la cubierta vegetal según zonificación, 2000–2009<sup>2</sup>**

Tipo de zona	SUPERFICIE DE CUBIERTA (km <sup>2</sup> )			Total ANP
	Sin cambio	Vegetal regenerada	Vegetal eliminada	
	<b>1863.07</b>	<b>235.08</b>	<b>351.97</b>	<b>2450.12</b>
		%	%	
Núcleo	534.98	57.75	103.51	<b>25</b>
Ap. sustentable	675.27	99.49	128.19	<b>42</b>
Uso intensivo	155.63	29.62	26.23	<b>13</b>
Uso controlado	342.90	35.92	58.18	<b>15</b>
Restauración	154.28	12.30	35.86	<b>5</b>

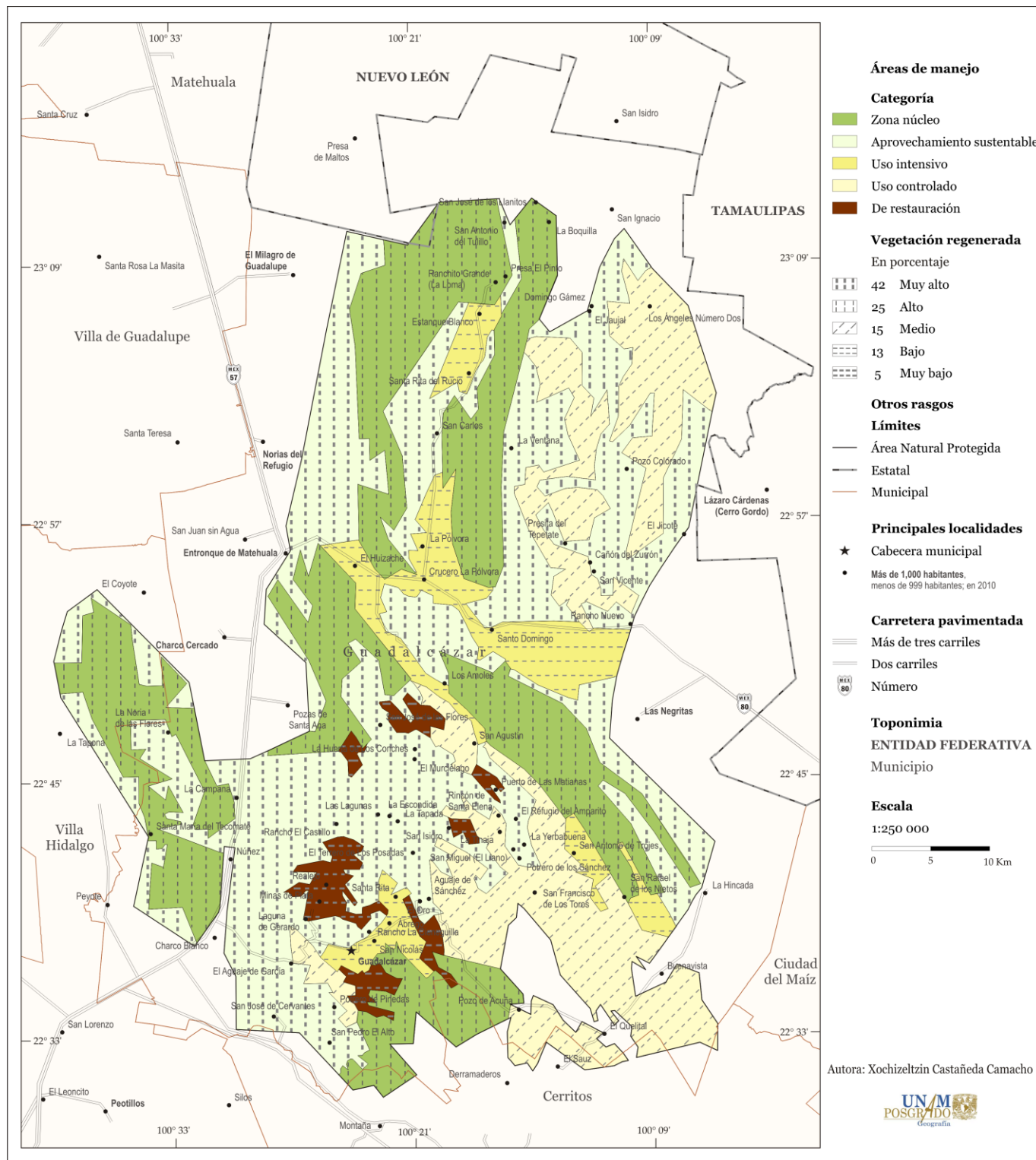
Fuente: elaboración propia.

En datos duros, en el periodo de referencia, según el total de superficie de la RERG (2450.12 km<sup>2</sup>), la cubierta regenerada con vegetación secundaria representó el 10% (235.08 km<sup>2</sup>) y el 14% de su cubierta vegetal fue eliminada (351.97 km<sup>2</sup>); la superficie restante (76%), según lo que haya sucedido antes del periodo evaluado (eliminación, regeneración o conservación de la vegetación) permaneció sin cambio.

Al respecto, con base en el total de superficie vegetal regenerada y eliminada, se distingue en las Figuras 4.4 y 4.5, respectivamente, la ubicación por tipo de zona donde estos cambios tuvieron mayor incidencia.

<sup>2</sup> Los porcentajes se realizaron con base en el total de superficie de la RERG (2450.12 km<sup>2</sup>) sin incluir la superficie con obstrucción nubosa.

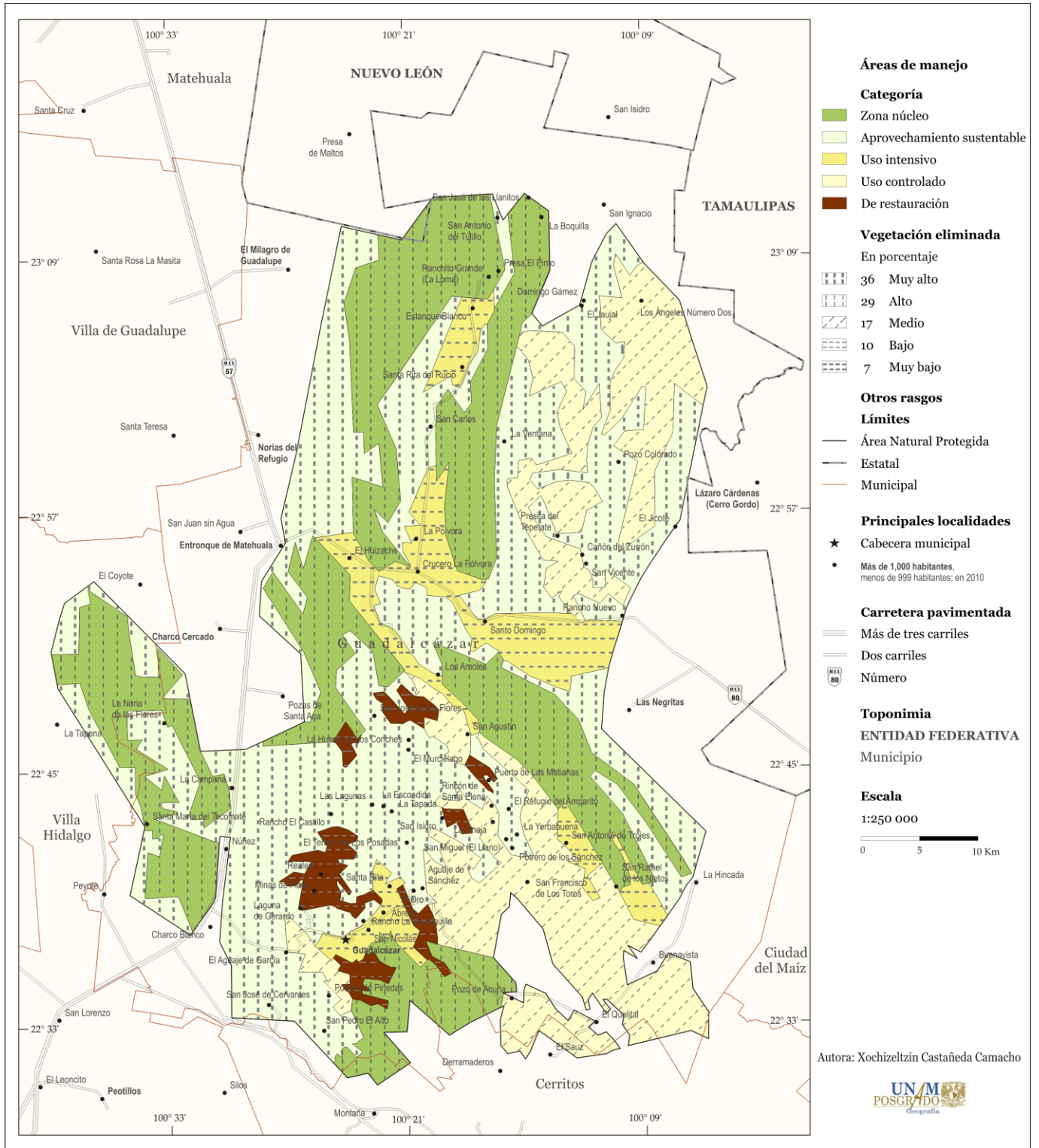
**Figura 4.4. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: proceso de regeneración (vegetación secundaria) según categoría de área, 2000-2009**



Fuente: elaboración propia, con base en EADS (2009, 2009b, 2009c); USGS (2000); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).



**Figura 4.5. Reserva Estatal Real de Guadalcázar: pérdida de la cubierta vegetal según categoría de área, 2000-2009**



Fuente: elaboración propia, con base en EADS (2009, 2009b, 2009c); USGS (2000); INEGI (2010); IMT (2007); CONANP (2007).

Como se observa en la Figura 4.4 el porcentaje más elevado de regeneración en la vegetación se registró en las zonas de uso sustentable con 42% y núcleo con 25%; un porcentaje menor tuvo lugar en las zonas de uso intensivo y controlado, con 13 y 15%, respectivamente; las zonas de restauración tuvieron sólo el 5%, el porcentaje más bajo.

Por otra parte, en la Figura 4.5 se observa que el mayor porcentaje de pérdida en la cubierta vegetal sucedió en las zonas de uso sustentable, con el 29% y núcleo, con el 36%; un porcentaje más bajo registraron las de uso controlado con 17% y las de restauración con 10%; las áreas de uso intensivo tuvieron el porcentaje más bajo de pérdida vegetal, 7%.

Los datos hasta ahora son reveladores, aún más si se observan en función de los parámetros que para las zonas núcleo, de aprovechamiento sustentable y de recuperación establece la LGEEPA (1998), en su Artículo 47 BIS.

... las **zonas núcleo** tendrán como objetivo la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo, en donde se podrán autorizar las actividades de preservación de los ecosistemas y sus elementos, de investigación y de colecta científica, educación ambiental, y limitarse o prohibirse aprovechamientos que alteren los ecosistemas.

... las zonas de **aprovechamiento sustentable** de los recursos naturales son aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.

... las **zonas de recuperación**, son aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación, por lo que no deberán continuar las actividades que llevaron a dicha alteración (Poder Ejecutivo Federal, 1998).

Con base en lo anterior se enfatiza que las zonas núcleo deberían preservar los ecosistemas y sus funciones a largo plazo; que en las áreas de aprovechamiento sustentable los recursos pueden aprovecharse según esquemas de sustentabilidad; y que las zonas de recuperación, dado su nivel de alteración, deberían rehabilitarse.

Entonces, según los resultados obtenidos, es notorio que el mayor cambio, sea de regeneración vegetal secundaria o de pérdida de la cubierta vegetal, sucedió en las zonas de uso sustentable, y con porcentajes también altos, en las zonas núcleo. En cuanto a las zonas de restauración, aunque en éstas la regeneración de la vegetación sería ideal –aún si es de tipo secundario– porque son las más impactadas, en realidad este porcentaje fue bajo y continuó la pérdida de su cubierta vegetal.

### **4.3. APUNTES**

En el presente Capítulo la evaluación de vulnerabilidad socioambiental en la RERG a través de los indicadores de detección de cambio negativo en la cubierta vegetal y de intensificación de la marginación socioeconómica reveló, entre otros aspectos, la expresión territorial del deterioro en su cubierta vegetal, asimismo, la intensificación diferenciada de la marginación socioeconómica entre sus localidades.

En la dimensión ambiental, fue importante reconocer que, al margen de si la pérdida de la cubierta vegetal es intensa o sutil, es un hecho que este tipo de impacto se manifiesta en gran parte del territorio. Ahora, dadas las condiciones contrastantes de los elementos físicos que contiene esta ANP, fue crucial identificar en donde existe mayor presión sobre esta área protegida; asimismo, la división zonal (norte, sur) determinó la forma de abordar la esfera social.

Así, en este último ámbito, la identificación de la población más afectada por la intensificación de la marginación (vulnerabilidad estructural) requirió evaluar a las localidades según su distribución espacial con respecto al patrón de *clusters*, en donde la localización de dos de ellas en “zona de transición” añadió cierta dificultad al momento de su clasificación, sin embargo, la aplicación del análisis estadístico de Diferencia de medias en dos ejercicios (A y B) fue un acierto pues de manera concluyente se comprobó que existe la tendencia de aumento en la condición de marginación en las localidades del sur, aclarando que esto no significa que las localidades del norte tienen mejores condiciones de vida, pues también incrementaron, aunque en menor grado, su nivel de marginación con respecto al valor registrado en la ANP. Estas revelaciones confirmaron según se describió en la etapa de caracterización, que la RERG presenta condiciones serias en este tema.

En concreto, el análisis en las dimensiones ambiental y social evidenció que la vulnerabilidad se manifiesta a través de una correlación espacial negativa, con base en ello, se determinó que la RERG presenta condiciones de vulnerabilidad diferenciadas por región geográfica norte y sur. Estos hallazgos hicieron posible contrastar la hipótesis de trabajo y determinar que sus premisas se corroboraron en parte porque, si bien, las variables analizadas manifestaron asociación espacial y temporal, su correspondencia fue contraria; cambios intensos en el deterioro de la cubierta vegetal y atenuados en el nivel de marginación y a la inversa.

Una parte esencial tuvo lugar al retomar los datos generados en la caracterización para interpretar dichos resultados. Al analizar por zona geográfica algunas situaciones específicas se identificaron relaciones entre los cambios de mayor o menor intensidad con el comportamiento de algunos indicadores, derivado de esto, se establecieron algunas premisas que tratan de explicar este comportamiento diferenciado.

Por otra parte, es relevante que el procedimiento metodológico desarrollado permitió identificar otros aspectos que son esenciales para analizar la condición de esta singular ANP. En este sentido, fue preciso dimensionar la importancia, pero también la condición de impacto que representan los cambios “positivos” en la vegetación, asimismo, presentar la configuración de su distribución espacial.

En cuanto a las metas que observa el marco de protección para la RERG, los argumentos que antecedieron al decreto del Plan de Manejo y los objetivos que en éste se plantearon sirvieron para contextualizar, en su justa medida, las deficiencias que se tienen en el tema de conservación.

Así, con base en los criterios que establece la LGEEPA se destacaron, por una parte, la relevancia que tiene la zonificación como instrumento técnico de planeación; por otro lado, las condiciones que deberían observar las categorías de área (sustentable, núcleo, restauración, por mencionar algunas) para luego contrastar esto con la realidad observada en la RERG en el periodo de estudio y constatar que, de acuerdo con los objetivos trazados en su Plan de Manejo, hay todavía mucho trabajo por hacer.

Para finalizar, otro tema medular fue la identificación de alteración de la cubierta vegetal en superficie de área y en porcentaje, por categoría de zona, pero sobre todo, la representación de estos cambios a través de cartografía.



## CONCLUSIONES

La revisión del marco teórico-conceptual sobre el tema de vulnerabilidad en su más amplio contexto evidenció que este enfoque se encuentra en proceso de construcción y su estudio puede ser complejo, por las múltiples causas que la originan y dimensiones en las que se manifiesta. Así, de inicio fue importante distinguir que la vulnerabilidad es una condición implícita al ser humano y que éste depende de los recursos naturales para sobrevivir y desarrollar sus medios de vida. Al definir los términos en que se entiende a los recursos naturales, se estableció su relación con las políticas de uso de la tierra que rigen todos los aspectos de su manejo, esquema en el que se expuso a los espacios protegidos como estrategia de conservación, en muchos casos ineficiente por las desventajas estructurales que padecen las comunidades locales.

En lo referente a la condición de vulnerabilidad, se enfatizó la trascendencia que puede tener una situación inicial (condición intrínseca) creando sinergias negativas que trascienden a otros ámbitos (social, económico, ambiental) y escalas (local, nacional, regional). Asimismo, entre las múltiples variantes conceptuales, se identificó la connotación territorial de la vulnerabilidad mediante criterios básicos (tiempo, espacio, contenido) además de establecer que, según el ámbito en que se estudie (ambiental, social), puede ser de tipo estructural (fenómenos que se expresan a largo plazo) y coyuntural (por fenómenos transitorios), en cuyo caso, el factor localización y el nivel de agregación territorial (individuo, hogar, región, etc.) pueden marcar una diferencia.

Desde la perspectiva de sistemas complejos se distinguieron los tipos de activos (humano, natural, social, físico, financiero) y como derivado, algunos tipos de vulnerabilidad (económica, social, ambiental, geográfica) y sus causas. En el ámbito de vulnerabilidad social, los antecedentes observados en el campo de las ciencias sociales mostraron que el uso de indicadores y la inclusión de aspectos ambientales, socioeconómicos y demográficos han favorecido la inserción de esta perspectiva, sobre todo en Latinoamérica, al ámbito de las políticas públicas.

En cuanto a las formas de expresión de la vulnerabilidad, se puso de manifiesto la susceptibilidad del ser humano ante situaciones del entorno a partir de unas características base o iniciales que definen una vulnerabilidad intrínseca, lo que llevó a resaltar la importancia de las variables y la función de los indicadores como instrumentos de medición. En relación a ello, la síntesis de condiciones observadas en diversos estudios permitió reconocer métodos específicos según intereses y zonas.

En lo que concierne al apartado de caracterización física y socioeconómica de la zona de estudio, el Área Natural Protegida denominada Reserva Estatal Real de Guadalcázar, mediante recopilación bibliográfica, el uso de indicadores ambientales, sociales y económicos, y su representación cartográfica se identificaron aspectos en la RERG que derivan del marco teórico-conceptual, entre los más significativos, que al situarse en los límites sureños del Desierto Chihuahuense posee una ventaja comparativa que la distingue a nivel mundial por su alta concentración de cactáceas y especies endémicas. Por otra parte, esta ANP posee recursos minerales y geomorfológicos con potencial de explotación y también otros recursos naturales representativos como los fitogeográficos porque, no obstante que en la zona predominan los climas secos, las cotas altitudinales, que en algunos casos superan los 2000 msnm, determinan una diversidad vegetal contrastante con asociaciones vegetales de varios tipos de matorral hasta aquellas de pino-encino.

En contraparte, entre las situaciones desfavorables se reconoció que en la zona el tráfico ilegal de especies vegetales y faunísticas es una práctica común, lo cual incrementa la vulnerabilidad ambiental del ANP pues éstas son altamente frágiles al estrés ambiental; sobre todo la vegetación que tiene tasas de crecimiento lento y de regeneración baja. Por otro lado, la condición de aridez marca un patrón de escorrentía casi nulo, donde el abastecimiento de agua subterránea es determinante para las comunidades locales y a la vez crítico, pues los mantos freáticos de esta región presentan altas concentraciones de flúor y arsénico superiores al valor permitido para el consumo humano establecido por la NOM-127. Aunado a esto, los suelos de escaso espesor y materia orgánica son muy susceptibles a la erosión; este hecho limita el desarrollo de actividades productivas.

En el ámbito socioeconómico, otras desventajas se acentuaron en la Reserva por su tendencia marcada a perder población y por las deficiencias que presenta en el sistema educativo. En el tema de marginación la situación no fue diferente, prevalecieron los niveles *Alto* y *Muy Alto*, a lo cual se suman una serie de problemas asociados con la falta de agua, el desempleo, la emigración, la falta de infraestructura de transporte y de energía eléctrica, entre otros.

En cuanto a las actividades productivas y a la ocupación de la población, la tendencia a ocuparse en el sector primario demostró la situación de inestabilidad que enfrentan los habitantes derivado del desarrollo de agricultura de temporal, la cual ocupa el 98% de la superficie sembrada (en el municipio de Guadalcázar) y registra el mayor porcentaje de siniestros (50%); a lo anterior se añade el predominio de prácticas ganaderas pastoriles de alto impacto ambiental como la cría de ganado bovino y caprino que, por las condiciones físicas de esta región, se consideran insostenibles a largo plazo.

En lo que respecta a la metodología utilizada para evaluar la vulnerabilidad socioambiental de la RERG, es importante señalar que dicha evaluación implicó el uso de variables correspondientes a las esferas ambiental y social, mismas que, por su estrecha relación (binomio sociedad-naturaleza) y el contexto del área (espacio rural con alta dependencia de los recursos naturales del ANP), se plantearon en términos de asociación temporal y espacial. En este sentido, el comportamiento espacio-temporal del deterioro de la vegetación y la evolución de la marginación socioeconómica se estudiaron mediante dos indicadores: la detección de cambio negativo en la cubierta vegetal y la intensificación de la marginación socioeconómica a nivel localidad.

En el desarrollo de estos indicadores el uso de técnicas de percepción remota, de Sistemas de Información Geográfica y de métodos estadísticos, aportaron mayor precisión al estudio e hicieron posible examinar un territorio de extensión considerable, además del manejo de una cantidad importante de datos. En adición, entre otros elementos destacados, figuró la determinación y delimitación de las UERs que permitieron obtener información detallada, identificar patrones de *clusters* en los cambios de la cubierta vegetal y, con ello, evaluar e integrar al análisis espacial la situación de marginación de las localidades.



En este contexto, los resultados obtenidos en relación con el patrón espacial de pérdida de cubierta vegetal demostraron que dicha pérdida ocurrió en diversas áreas del territorio, pero de forma diferenciada, es decir, de mayor intensidad (valores altos asociados a valores altos) al norte de la zona de estudio y de menor intensidad en el sur (valores bajos asociados a valores bajos). En lo relativo a la intensificación de la marginación en las localidades, también fue generalizada, pero de forma pronunciada en las localidades del sur (de 3 a 3.5 veces en números positivos por encima del cambio registrado en la RERG) y menor en las localidades del norte (de 1 a 2 veces en números negativos por debajo del cambio registrado en la RERG) sin que esto se entienda como un aspecto positivo, pues ambas siguen teniendo la condición de marginación.

En este orden de hechos, se dedujo que en parte, este comportamiento diferenciado respondió a cuestiones demográficas y en función de las actividades productivas. En la zona Norte donde la pérdida de la cubierta vegetal fue intensa hubo un crecimiento poblacional en la RERG y en su entorno, particularmente al noroeste y ésta sucedió en un régimen predominante de propiedad ejidal. En lo referente a la condición de marginación, fue atenuada posiblemente por la participación que tienen en otros sectores económicos (secundario y terciario) además del primario.

En la zona Sur la pérdida de cubierta vegetal fue de menor intensidad y coincidió con una marcada pérdida de población en la Reserva y en su entorno (al sur). En cuanto a su nivel de marginación, su intensificación podría estar asociada a una dependencia mayor de actividades en el sector primario (particularmente al sureste). Aunado al hecho que posee áreas muy deterioradas que podrían tener incidencia.

Este contraste diferenciado de la vulnerabilidad socioambiental en la ANP por región geográfica norte y sur permitió confirmar sólo en parte las premisas contenidas en la hipótesis de trabajo porque, al estudiar la condición de vulnerabilidad intrínseca en la Reserva Estatal Real de Guadalcázar por el deterioro de la vegetación y por el aumento en el nivel de marginación en sus localidades se comprobó que si bien al asociarse en tiempo y espacio determinan niveles diferenciados de vulnerabilidad, por otro lado, se encontró que entre ambas existe una correlación espacial negativa porque en la zona Norte donde los cambios en la cubierta vegetal son más fuertes los cambios en intensificación de la marginación son atenuados, y de manera inversa en la zona Sur.

Como resultado de este trabajo, también se destacan otros hallazgos como la identificación de un patrón espacial de las áreas donde tienen lugar procesos de regeneración de la cubierta vegetal (aunque también representan espacios perturbados, alterados en sus funciones ecosistémicas). Por otro lado, con base en la zonificación definida en el Plan de Manejo se presentó en términos de superficie (km<sup>2</sup>) y en porcentaje con respecto a la superficie total de la RERG, los resultados de los procesos de pérdida y regeneración de la vegetación para el periodo analizado; este hecho sin dejar de reconocer el esfuerzo que se ha logrado en materia de gestión, evidenció las deficiencias que existen aún en el logro de las metas que se plantearon al ser creada el ANP y en los resultados alcanzados en torno a su protección y conservación.

En suma, la evaluación a la Reserva Estatal Real de Guadalcázar, cuyo patrimonio natural y cultural se ha reconocido ampliamente, dejó entrever que en un periodo de tiempo relativamente corto (2000-2010) sucedieron cambios importantes que revelan una dinámica intensa en los ámbitos examinados: el ambiental y el social. En el estudio fue importante contextualizar la zona con respecto a las localidades próximas a su entorno y, en casos particulares, con datos a nivel de municipio.

Así, en la RERG la vulnerabilidad social se evidenció claramente y por ser una región natural representada por un sistema complejo natural sumamente frágil, también la vulnerabilidad ambiental. En ambas dimensiones, social y natural, existen desventajas de tipo estructural porque el deterioro en la vegetación (pérdida vegetal) y en la condición socioeconómica de sus habitantes (intensificación de la marginación) no se puede explicar por un solo factor sino por la confluencia de múltiples circunstancias y hechos en los cuales aún hace falta profundizar, sin embargo, su vulnerabilidad puede entenderse como un síndrome asumido por una condición intrínseca en donde intervienen además fuerzas de su entorno inmediato y aquellas emanadas de políticas públicas, provenientes incluso de escala global.

De esta manera, el factor temporal, en un periodo de estudio de diez años, permitió identificar la evolución de ambos procesos y conocer la expresión territorial de la vulnerabilidad socioambiental en la zona de interés.

En síntesis y a manera de conclusión, la presente investigación constituye un aporte en varios sentidos: a la necesidad de generar información que permita comprender la evolución de procesos relacionados en más de una dimensión, la vía metodológica se suma a las formas de aproximación existentes para el análisis de la vulnerabilidad socioambiental; los productos resultantes podrían ser utilizados como una herramienta de gestión que permita corregir, en un tiempo prudente, las tendencias negativas demostradas.

Asimismo, surgen algunas cuestiones que obligan a la reflexión; en los espacios protegidos se tiende a considerar a los grupos sociales que habitan en dichas zonas, como los agentes causantes del deterioro de los recursos naturales, sin embargo, es importante reconocer que existen condicionantes de trasfondo que no siempre se perciben en línea directa como bien se mencionó en la interpretación de los resultados. En este contexto, entre los objetivos que dieron origen a esta Reserva se formuló su decreto como un modelo de conservación para las zonas áridas y semiáridas del país, lo cual, debería replantearse pues los resultados demuestran que es difícil considerar que éste sea un buen ejemplo a emular en otros espacios de México.

**BIBLIOGRAFÍA**

Abreu, L., C. Infante, K. Gorenc y A. Caso (2000), “Problemas y dilemas en la definición de la calidad de vida” en *Calidad de vida, salud y ambiente*, (coords.) Magalí Daltabuit, Juana Mejía, Rosa Lilia Álvarez, UNAM, CRIM, INI, México, pp. 17-32.

Aguilar, A. y B. Graizbord (2001), “La distribución espacial de la población. Concentración y dispersión” en *La población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI*, CONAPO, Fondo de Cultura Económica, Distrito Federal, México, pp. 593-597.

Aguilar, A. y O. Moncada (1994), *La geografía humana en México. Institucionalización y desarrollo recientes*, UNAM, Fondo de Cultura Económica, Distrito Federal, México.

Aguilar-Robledo, M. (1987), *En torno a las relaciones Geografía-Ecología. Un ensayo interpretativo*, UASLP, Editorial Universitaria Potosina, San Luis Potosí, México.

Alba-Hernández, F. (1976), *La Población de México*, Centro de Estudios Económicos y Demográficos, El Colegio de México, México, pp. 122.

Albarracin, J. (2002), *La teoría del riesgo y el manejo del concepto riesgo en las sociedades agropecuarias andinas*, CIDES-UMSA, pp. 27.

Andrew, M., A. Mitnitski y K. Rockwood (2008), Social vulnerability, frailty and mortality in elderly people, PLoS ONE Volume 3, Number 5, May 21, 2008, pp. 1-8

Andrews, F. y S. Withey (1976), *Social Indicators of Well-Being*, Plenum Press, New York, pp. 4.

Anselin, L. (1995), *Local indicators of spatial association—LISA. Geographical analysis*, 27 (2), pp. 93-116.

Anton, D. y C. Díaz (2000), *Sequía en un mundo de agua*, Piriguazú ediciones y CIRA-UAEM, Centro Interamericano de Recursos del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México, Costa Rica, pp. 410

Anys, H., A. Bannari, D. C. He y D. Morin (1994), *Texture analysis for the mapping of urban areas using airborne MEIS-II images* en *Proceedings of the First International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, volumen 3, Strasbourg, Francia, pp. 231-245.

Archer, S., W. Mackay, J. Mott, S. Nicholson, M. Pando, M. Rosenzweig, N. Seligman, N. West y J. Williams (1999), “Arid and semi-arid land community dynamics in a management context” en *Arid lands management. Toward ecological sustainability*, University of Illinois Press-Urbana and Chicago, USA, pp. 48-74.

- Arteaga, N. (2003), "El abatimiento de la pobreza en México (2000-2006)" en *Pobreza urbana. Perspectivas globales, nacionales y locales*, Gobierno del Estado de México, Distrito Federal, México, pp. 139-166.
- Attanasio, O. y M. Székely (comp.) (1999), *Pobreza y activos en la América Latina, El trimestre económico*, volumen LXVI (3), número 263, julio-septiembre, México.
- Azqueta, D. (2001), "La demanda social de los espacios naturales" en *Turismo y medio ambiente*, Cámara, Murcia, España, pp. 51-67.
- Banco Mundial (2001), *Informe sobre el desarrollo mundial 2000/2001. Lucha contra la pobreza*, Washington, D.C. Estados Unidos.
- Banco Mundial (2004), *Shocks and social protection: lessons from the Central American coffee crisis*, Volume II, Detailed country analyses, October 8, 2004, Poverty reduction and economic management and human development sector management units, Latin America and the Caribbean Region, Worldbank.
- Barrenechea, J., E. Gentile, S. González y C. Natenzon (2000), *Una propuesta metodológica para el estudio de la vulnerabilidad social en el marco de la teoría social del riesgo*, Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Bassols, Á. (1972), *Geografía Económica de México*, Editorial Trillas, Distrito Federal, México.
- Birkmann, J. (2006), "Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements" en *Measuring vulnerability to natural hazards*, United Nations University, Hong Kong, pp. 9-54.
- Birkmann, J. (2006b), "Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions" en *Measuring vulnerability to natural hazards*, United Nations University, Hong Kong, pp. 9-54.
- Blaikie, P. (1996), "Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres" en *La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*.
- Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis y B. Wisner (1994), *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*, Routledge, London-New York.
- Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis y B. Wisner (1998), *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*, Bogotá, LA RED/ITDG.
- Bocanegra, M. (2006), *Evaluación de riesgo en salud por la exposición a fluoruro y arsénico en agua de pozo para consumo de las zonas Altiplano, Centro y Media del estado de San Luis Potosí*, Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, Posgrado en Ciencias Ambientales, San Luis Potosí, S.L.P., pp. 86.

Boltvinik, J. y A. Damián (2003), “Derechos humanos y la medición oficial de pobreza en México” en *Pobreza urbana. Perspectivas globales, nacionales y locales*, Gobierno del Estado de México, Distrito Federal, México, pp. 167-199.

Burt, J. y G. Barber (1996), *Elementary Statistics for Geographers*, Segunda edición, The Gilford Press, Nueva York, USA, pp. 640.

Burt, J., G. Barber y D. Rigby (2009), *Elementary statistics for geographers*, The Gilford Press, USA, pp. 653.

Busso, G. (2001), *Vulnerabilidad social: nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI*, Naciones Unidas-CEPAL-CELADE, Santiago de Chile, pp. 39.

Busso, G. (2002), *Vulnerabilidad sociodemográfica en Nicaragua: un desafío para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza*, Santiago de Chile, Serie Población y Desarrollo, número 29, CEPAL, Naciones Unidas.

Cáceres, F. (1999), “Dimensiones sociales relevantes para la prevención del VIH/SIDA en América Latina y el Caribe” en *El SIDA en América Latina y el Caribe: una visión multidisciplinaria*, Izazola JA, ed. Fundación Mexicana para la Salud, México, Distrito Federal, pp. 217-246.

Campbell, J. (1996), *Introduction to Remote Sensing*, Segunda edición, The Gilford Press, Nueva York, USA, pp. 622.

Cannon, T., J. Twigg y J. Rowell (2003), *Social vulnerability, sustainable livelihoods and disasters*, Department for International Development (DFID), Reino Unido, pp.63.

Carpio, J. y I. Novacovsky (comp.) (1999), *De igual a igual. El desafío del Estado ante los nuevos problemas sociales*, SIEMPRO, FLACSO y Banco Mundial, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, Argentina.

CELADE (1999), *Vulnerabilidad demográfica y desventajas sociales: el caso de Chile. Área de población y Desarrollo*, Centro Latinoamericano y Caribeño de demografía, LC/DEM/R.299, Santiago de Chile.

CELADE-ECLAC (2001), “Report of the expert meeting: International Seminar” en *Forms of Social Vulnerability in Latin America and the Caribbean*, Latin American and Caribbean Demographic Centre (CELADE), Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Santiago de Chile, pp. 25.

CEPAL (2000), *Panorama Social de América Latina*, LG/G. 2068-p, Santiago de Chile.

CEPAL (2002), *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas* (LC/R.2086), División de Población de la CEPAL. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), Santiago de Chile, Capítulos I y V divulgados en versión electrónica (documento electrónico LC/W.3).

- CEPAL-ECLAC (2002), *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas. Síntesis y conclusiones*, Comisión Económica para América Latina, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, pp. 36.
- CETENAL (1979), *Carta uso del suelo F14A45 "El Milagro de Guadalupe"*, escala 1:50,000, México.
- CETENAL (1979b), *Carta uso del suelo F14A46 "La Ventana"*, escala 1:50,000, México.
- CETENAL (1980), *Carta uso del suelo F14A56 "Lázaro Cárdenas"*, escala 1:50,000, México.
- CETENAL (1981), *Carta uso del suelo F14A65 "Guadalcázar"*, escala 1:50,000, México.
- CETENAL (1983), *Carta uso del suelo F14A55 "Pozas de Santa Ana"*, escala 1:50,000, México.
- CETENAL (1983b), *Carta uso del suelo F14A55 "Buenavista"*, escala 1:50,000, México.
- Chuvienco, E. (1996), *Fundamentos de teledetección espacial*, Tercera edición, Ediciones Rialp, S.A., Madrid, España, pp. 568.
- Chuvienco, E. (2008), *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*, Tercera edición, Editorial Ariel, S.A., Barcelona, España, pp. 594.
- Clarke, J. (1991), *Geografía de la Población*, (traducción de la 2ª edición inglesa (1972) por Ma. Teresa Gutiérrez de MacGregor y Elizabeth Holt Bultner), Instituto de Geografía, UNAM, Distrito Federal, México.
- Cloudsley-Thompson, J. (1979), *El hombre y la biología de zonas áridas*, Editorial Blume, Barcelona, España, pp. 255.
- Clout, H. (1976), *Rural Geography: an introductory survey*, Oikos-tau editores, España, pp. 307.
- Cracknell, A. y L. Hayes (2007), *Introduction to remote sensing*, Second edition, Taylor & Francis Group, USA, pp. 335.
- CONANP (2007), *Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal y Municipales de México*, formato Shape, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- CONAPO (2002), *Índice de marginación a nivel localidad, 2000*, Consejo Nacional de Población, Medios y Canales, S.A. de C.V., México.

----- (2012), *Índice de marginación por localidad 2010*, Consejo Nacional de Población, México.

Consejo de Recursos Minerales (1992), J. Cárdenas (Coord.), *Monografía Geológico-Minera del Estado de San Luis Potosí*, México, pp. 218.

Consejo de Recursos Minerales, J. Vélez, A. Cuevas, R. Mérida y I. Hernández (1997), *Texto guía Carta Magnética "San Luis Potosí" F14-4*, escala 1:250,000, Consejo de Recursos Minerales, Primera edición, México, pp. 14.

Consejo de Recursos Minerales-UNAM, Instituto de Geología (1992), *Texto explicativo de la quinta edición de la Carta Geológica de la República Mexicana*, escala 1:2,000,000, México, pp. 74.

Córdoba, E. (2005), "Sitios Sagrados y Territorio Wiwa" en *Universitas Humanística*, número 61, enero-junio de 2006, Santafé de Bogotá, Colombia, pp. 275-286.

Cox, J., C. Rosenzweig, W. Solecki, R. Goldberg y P. Kinney (2006), *Social vulnerability to climate change: a neighborhood analysis of the Northeast U.S. Megaregion* en NECIA, pp. 21.

Cutter, S. ed. (2001), *American hazardscapes: the regionalization of hazards and disasters*, Joseph Henry Press, Washington, D.C., USA.

Cutter, S., B. Boruff y W. Lynn Shirley (2003), "Social vulnerability to environmental hazards" en *Social Science Quarterly*, volumen 84, número 2, Junio 2003, Southwestern Social Science Association, 2003, pp 242-261.

Cutter, S. y Ch. Frinch (2008), *Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, Febrero 19, 2008, volumen 105, número 7, pp. 2301-2306.

Davis, B. y M. Stampini (2002), *Pathways towards prosperity in rural Nicaragua; or why households drop in and out of poverty, and some policy suggestions on how to keep them out*, FAO and Scuola Sant'Anna, Noviembre, 2002, Pisa, Italia.

De Cserna, Z., M. Alcayde y E. Monroy (2002), *¿Geografía sin Geología?*, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 75.

DFID (2004), *Latin America Regional Assistance Plan 2004-2007*, Department for International Development, Agosto, Reino Unido.

Di Gregorio, A. y D. O'Brien (2012), "Overview of land-cover classifications and their interoperability" en *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*, Taylor & Francis Group, USA, pp. 37-48.

Duncan, O. (1969), *Towards Social Reporting: New Steps*, New York, Russell Sage Foundation.



Dwyer, A., C. Zoppou, O. Nielsen, S. Day y S. Roberts (2004), *Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards*, Geoscience Australia Record 2004/14, Australia, pp. 101.

EADS (2009), *Imagen K583/J304*, Sensor Spot 5, MSS, resolución espacial 10 m x 10 m, 4 bandas, febrero 15 de 2009.

EADS (2009b), *Imagen K584/J304*, Sensor Spot 5, MSS, resolución espacial 10 m x 10 m, 4 bandas, enero 09 de 2009.

EADS (2009c), *Imagen K584/J305*, Sensor Spot 5, MSS, resolución espacial 10 m x 10 m, 4 bandas, febrero 23 de 2009.

Ebdon, D. (1985), *Statistics in geography*, Segunda edición, Blackwell Publishers Inc., Reino Unido, pp. 232.

ECA (2004), *Land tenure systems and their impacts on food security and sustainable development in Africa*, Economic Commission for Africa, Africa, pp. 140.

Fenton, D. y C. MacGregor (1999), *Framework and review of capacity and motivation for change to sustainable management practices: theme 6: Project 6.2.1.*, Social Science Centre, Bureau of Rural Sciences, Canberra.

Ferranti, D., G. Perry, F. Ferreira y M. Walton (2004), *Inequality in Latin America: Breaking with History?*, World Bank Latin American and Caribbean Studies, Washington, USA.

FIDA (2001), *Dar a los pobres de las zonas rurales la oportunidad de salir de la pobreza*, Estratégico del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (2002-2006), Roma, Italia.

Filgueira, C. (1999), *Vulnerabilidad, activos y recursos de los hogares: una exploración de indicadores*, Montevideo, CEPAL, Naciones Unidas.

Fisher, J., M. Stafford, R. Cavazos, H. Manzanilla, P. Folliott, D. Saltz, M. Irwin, T. Sammis, D. Swietlik, I. Moshe y M. Sachs (1999), "Land Use and Management: Research implications from three arid and semi-arid regions of the world" en *Arid lands management. Toward ecological sustainability*, University of Illinois Press-Urbana and Chicago, USA, pp. 143-170.

FitzPatrick, E. (1996), *Introducción a la ciencia de los suelos*, Editorial Trillas, México, pp. 288.

Flores, E. (1961), *Tratado de economía agrícola*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 442.

Fotheringham, S., C. Brundson y M. Charlton (2000), *Quantitative Geography: perspectives on spatial data analysis*, Sage, Reino Unido.

- Fragoso, C., P. Reyes-Castillo y P. Rojas (2001), *Acta Zool. Mex. (n.s.) número especial 1:1-10*, Departamento Biología de Suelos. Departamento de Ecología y Conservación de Ecosistemas Templados, Instituto de Ecología, A, Xalapa, Veracruz, México.
- Frankenberger, T., M. Drinkwater, D. Maxwell (2000), *Operationalizing household livelihood security: a holistic approach for addressing poverty and vulnerability*, [disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X9371e12.htm>].
- Fries, C. y E. Schmitter (1948), *Los placeres de estaño de la región de Guadalcázar, estado de San Luis Potosí*, Informe preparado en colaboración con Geological Survey, United States Department of the Interior, Distrito Federal, México, pp. 50.
- Furió, E. (1996), *Economía, Turismo y Medio Ambiente*, Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Gacitua, E., C. Sojo y S. Davis (editors) (2001), *Social exclusion and poverty reduction in Latin America Caribbean*, Worldbank y FLACSO, Costa Rica.
- Gallego, F. (2000), "Double sampling for area estimation and map accuracy assessment" en *Quantifying spatial uncertainty in natural resources: theory and applications for GIS and remote sensing*, Mowrer, H. y R. Congalton (editores), Sleeping Bear Press, USA, pp. 65-78.
- García, E.-CONABIO (1998), *Climas*, formato *Shape*, Clasificación de Köppen, modificado por García, escala 1:1,000,000.
- García, M., A. Tullas, y N. Valdovinos (1995), *Geografía rural*, Editorial Síntesis, España, pp. 235.
- García, M. y J. Lugo (2003), *El relieve mexicano en mapas topográficos*, Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, pp. 148.
- García, R. (1994), "Interdisciplinaria y sistemas complejos" en *Ciencias sociales y formación ambiental*, Leff, E. (Comp.), Gedisa Editorial, Barcelona, pp. 85-123.
- Gaston, K., R. Pressey y C. Margules (2002), *Persistence and vulnerability: retaining biodiversity in the landscape and in protected areas* en J. Biosci, volumen 27, número 4, suppl. 2, julio 2002, Indian Academy of Sciences, pp. 361-384.
- Giri, Ch. (2012), "Brief overview of remote sensing of land cover" en *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*, Taylor & Francis Group, USA, pp. 3-12.
- Golovanevsky, L. (2005), "Vulnerabilidad, capital social y redes sociales. Cuestiones teóricas y una aproximación empírica para Argentina en el siglo XXI" en *Revista de Estudios Regionales y Mercado de Trabajo*, número 1, pp. 119-160.

Granger, K. (1995), *Community vulnerability: the human dimensions of disaster*, Paper presented at AURISA/SIRC, the 7<sup>th</sup> Colloquium of the Spatial Information Research Centre.

Heinz Center for Science, Economics and the Environment (2000), *The hidden costs of coastal hazards: implications for risk assessment and mitigation*, Island Press, Covello, California, USA.

Heitzmann, K., R. Canagarajah y P. Siegel (2002), *Guidelines for assessing the sources of risk and vulnerability. Social protection discussion*, Paper 218, Washington, D. C., World Bank.

Hernández, H. y C. Gómez-Hinostrosa (2005), “Cactus diversity and endemism in the Chihuahuan Desert Region” en *Biodiversity, ecosystems and conservation in Northern México*, Oxford University Press, USA, pp. 264-275.

Herrera, I. y F. Morales (1997), *Factores ambientales y recursos compartidos*, Editorial Trillas, 2<sup>a</sup> edición, Distrito Federal, México.

Hewitt, K. (1997), *Regions of risk: a geographical introduction to disasters*, Essex, U. K., Longman.

Hinojosa, J. (1981), *Formas de tenencia de la tierra en México*, Jurídica. Anuario del Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana, Tomo I, Número 13, Año 1981, México, pp. 614-623.

Holben, B. (1986), “Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data” en *International journal of remote sensing*, volumen 7, USA, pp. 1417-1434.

Holzmann, R. y S. Jorgensen (2000), *Social protection as social risk management: conceptual underpinnings for the social protection sector strategy paper*, Journal of International Development 11, pp. 1005-27.

Hoogeveen, J., E. Tesliuc, R. Vakis y S. Dercon (2004), *A guide to the analysis of risk, vulnerability and vulnerable groups*, World Bank, Washington, D.C., USA, pp. 41.

Ibisch, P. (2011), *Adaptative risk and vulnerability management at conservation sites*, Centre for Economics and Ecosystem Management (MARISCO), Eberswalde University for Sustainable Development, Germany, pp. 4.

IDB (2003), “Understanding and countering social exclusion in the Americas: a conceptual framework and implications for action”, en *Reunión inclusión social: diálogo Europa América Latina y El Caribe*, Inter-american Development Bank, Peter Aggleton, University of London and Richard Parker, Columbia University and State University of Rio de Janeiro, Milán, Italia.

IMT (2007 modificado al 2010), *Inventario Nacional de Infraestructura Terrestre*, formato *shape*, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicación y Transporte, México.

INEGI (1990), *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

----- (1999), *Carta topográfica F14A65 "Guadalcázar"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2000), *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

----- (2001), *Carta topográfica F14A45 "El Milagro de Guadalupe"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2001b), *Carta topográfica F14A46 "La Ventana"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2001c), *Carta topográfica F14A55 "Pozas de Santa Ana"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2001d), *Carta topográfica F14A56 "Lázaro Cárdenas"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2001e), *Carta topográfica F14A66 "Buenavista"*, escala 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2002), *Síntesis de Información Geográfica del Estado de San Luis Potosí*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

----- (2007), *Uso de suelo y cobertura vegetal, Serie III*, formato *shape*, escala 1:250,000 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2010), *Censo de Población y Vivienda 2010*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

----- (2010b), "Tabulados sobre localidades con menos de 5 mil habitantes" en *Censo de Población y Vivienda 2010*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI-INE (2000), *Indicadores de desarrollo sustentable en México*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, Aguascalientes, México, pp. 204.

INIFAP-CONABIO (1995), *Edafología*, formato *Shape*, escala 1:250,000 y 1:1,000,000, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Jensen, J. (1986), *Introductory digital image processing. A remote sensing perspective*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, pp. 379.

Kalkhan, M. (2011), *Spatial statistics. Geospatial information modeling and thematic mapping*, Taylor & Francis Group, USA, pp. 166.

Katzman, R. (2000), “Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social” en *Quinto taller regional. La medición de la pobreza: métodos y aplicaciones (LC/R.2026)*, Santiago de Chile, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), IDEC, 6 al 8 de junio.

Katzman, R., L. Beccaria, F. Filgueira, L. Golbert y G. Kessler (1999), *Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay*, Documento de Trabajo 107, OIT, Santiago de Chile.

Katzman, R. y F. Filgueira (2001), *Panorama de la infancia y la familia en Uruguay, Montevideo*, Universidad Católica del Uruguay, Uruguay.

Keys, C. (1991), *Community analysis: some considerations for disaster preparedness and response*, The Macedon Digest, volumen 6, número 2, pp. 13-16.

Kenneth, H. (1997), *Regions of Risk. A geographical introduction to disasters*, Addison Wesley Longman Limited, Reino Unido, pp. 389.

King, D. y C. MacGregor (2000), *Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards*, Australian Journal of Emergency Management, 15 (3), pp. 52-57.

Land, K. (1983), *Social indicators*, Annual Review of Sociology, pp. 1-26.

Land, K. y S. Spilerman (1975), *Social indicator models*, New York: Russell Sage Foundation, USA.

Lechuga, M., O. López y M. Saucedo (2000), “Distribución del ingreso en México” en *Calidad de vida, salud y ambiente*, Magalí Daltabuit, Juana Mejía, Rosa Lilia Álvarez (coords.), UNAM, CRIM, INI, México, pp. 49-84.

Lee, J. y D. Wong (2001), *Statistical analysis with Arcview GIS*, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, USA, pp. 192.

Lidith, M. (2005), *Análisis y estrategias para poblaciones rurales con mayor vulnerabilidad socio-económica en Centroamérica*, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA), INFOTERRA Editores, S.A., pp. 35.

Lillesand, T., R. Kiefer y J. Chipman (2008), *Remote sensing and image interpretation*, Sexta edición, John Wiley & Sons, Inc., USA, pp. 756.

Loa, E., M. Sánchez, J. Torres, O. Rosas y M. Sierra (2009), *Áreas prioritarias para el manejo y conservación en el Estado de San Luis Potosí*, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos, San Luis Potosí, México.

López, A. (1996), *Sociedad y medio ambiente: contribuciones a la sociología ambiental en América Latina*, Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, La Jornada Ediciones, Distrito Federal, México.

Maderey, L., C. Torres y M. Cea (2007), “Hidrogeografía (NA VII)” en *Nuevo Atlas Nacional de México*, Instituto Nacional de Geografía, UNAM, México.

Maselli, F., C. Conese, T. De Filippis y S. Norcini (1995), *Estimation of forest parameters through fuzzy classification of TM data*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33, pp. 77-84.

Mather, P. (1998), *Computer processing of remotely-sensed images*, John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.

Mejía, J. y J. Loza (2000), “Un estudio de la calidad de vida en Morelos” en *Calidad de vida, salud y ambiente*, (coords.) Magalí Daltabuit, Juana Mejía, Rosa Lilia Álvarez, UNAM, CRIM, INI, México, pp. 351-384.

Melo, C. (2002), *Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX*, Instituto de Geografía, UNAM, Distrito Federal, México.

Milman, A. (1999), *Mathematical principles of remote sensing: making inferences from noisy data*, Sleeping Bear Press, USA, pp. 406.

Montañez, G. y O. Delgado (1998), “Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional” en *Cuadernos de geografía, Revista del departamento de geografía*, Universidad Nacional de Colombia., volumen VII, número 1-2, 1998, Santafé de Bogotá, Colombia.

Moser, C. (1998), *The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies*, World Development, volumen 26, número 1, Gran Bretaña, Elsevier Science, Reino Unido.

Nicholson, S. (1999), “The Physical-Biotic interface in arid and semi-arid systems: a climatologist’s viewpoint” en *Arid lands management. Toward ecological sustainability*, University of Illinois Press-Urbana and Chicago, USA, pp. 31-47.

NOAA (2010), “Vulnerability assessment” (Chapter 4), en *Adapting to climate change: a planning guide for state coastal managers*, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Office of Ocean and Coastal Resource Management, USA, pp. 26-44.

Ocampo, J. (2001), *Retomar la agenda del desarrollo (LC/L.1503)*, Santiago de Chile, CEPAL, marzo.

OPS (1994), *Hacia un mundo más seguro frente a los desastres naturales. La trayectoria de América Latina y el Caribe*, Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C., USA.

Palacio, J. y M. Sánchez (coord.) (2004), “Introducción” en *Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial*. INE-SEMARNAT/Instituto de Geografía-UNAM, Distrito Federal, México, pp. 161.

Palacios, M., P. Paz y E. Aguirre (2000), “Calidad de vida, ambiente y salud de los jornaleros agrícolas del estado de Sinaloa” en *Calidad de vida, salud y ambiente*, (coords.) Magalí Daltabuit, Juana Mejía, Rosa Lilia Álvarez, UNAM, CRIM, INI, México, pp. 301-323.

PCAC/UNAG, DFID (2003), *El enfoque de medios de vida sostenible-resumen*, Documento dado en taller para el estudio de motores de crecimiento en Nicaragua, Managua, marzo 2003, pp. 19.

Pederzini, C. (2005), “Desigualdades educativas de género en la niñez mexicana” en *Población, desarrollo social y grupos vulnerables*, (coord. Rosa María Camarena Córdoba), UNAM-Instituto de Investigaciones Sociales, Sociedad Mexicana de Demografía, pp. 189-210.

Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí (1988), *Publicación del 28 de octubre de 1988*, San Luis Potosí, México.

----- (1990),  
*Publicación del 6 de febrero de 1990*, San Luis Potosí, México.

----- (1997),  
*Publicación del 20 de septiembre de 1997*, San Luis Potosí, México.

----- (2000),  
*Publicación del 15 de enero de 2000*, San Luis Potosí, México.

----- (2005),  
*Publicación del 22 de diciembre de 2005*, San Luis Potosí, México.

----- (2006),  
*Publicación del 28 de febrero de 2006*, San Luis Potosí, México.

----- (2006b),  
*Publicación del 14 de marzo de 2006*, San Luis Potosí, México.

----- (2007),  
*Publicación del 5 de mayo de 2007*, San Luis Potosí, México.

----- (2008),  
*Publicación del 4 de marzo de 2008*, San Luis Potosí, México.

- Pizarro, R. (2001), *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*, Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos, número 6, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Poder Ejecutivo Federal (1988), *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Distrito Federal, México.
- Porta, J. y M. López-Acevedo (2005), *Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp.541
- Puente, S. (1999), “Social vulnerability to disaster in Mexico City” en *Crucibles of hazard: Mega-Cities and disasters in transition*, J. K. Mitchell, ed., Tokio: United Nations University Press, pp. 295-334.
- Putman, R. (2000), *Bowling alone: collapse and revival of the american community*, Simon & Schuster, New York, USA.
- Quijano, G. y G. Rivas (2001), *Vulnerabilidad social. Instrumentos metodológicos para la evaluación*. Comunidades de Mapachico, Genoy y la Comuna 3 del Municipio de Pasto, Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear-Adscrito al Ministerio de Minas y Energía y la Universidad de Nariño, Colombia, pp. 145.
- Renaud, F. (2006), “Environmental components of vulnerability” en *Measuring vulnerability to natural hazards*, United Nations University, Hong Kong, pp. 117-127.
- Richards, J. (1986), *Remote sensing digital image analysis. An introduction*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemania, pp. 281.
- Richards, J. (1999), *Remote sensing digital image analysis*, Springer-Verlag Berlin, Alemania, pp. 240.
- Rodríguez, J. (2000), *Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales*, CEPAL-CELADE, LC/I.1422-P, Santiago de Chile.
- Rogerson, P. (2001), *Statistical methods for Geography*, SAGE Publications Inc., Londres, Reino Unido, pp. 236.
- Rossi, R. y K. Gilmartin (1980), *The handbook of social indicators: sources, characteristics and analysis*, New York: Garland STPM Press.
- Rouse, J., R. Hass, J. Schell, D. Deering y J. Harlan (1974), *Monitoring de vernal advancement and retrogradation (Greenwave effect) of natural vegetation, Greenbelt, MD, NASA/GSFC Type III, Final Report, USA*, pp. 371.
- Ruiz, M. (1981), *Temas de Derecho Agrario Mexicano*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 142.



Rzedowski, J. (1978), *La vegetación de México*, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Editorial Limusa, Distrito Federal, México.

Salgado, V., T. González, I. Bojorquez y C. Infante (2007), *Vulnerabilidad social, salud y migración México-Estados Unidos*, Salud Pública de México, 2007, volumen 49, edición especial, Cuernavaca, México, pp. 8-10.

Saltz, D., M. Shachak, M. Caldwell, S. Pickett, J. Dawson, H. Tsoar, Y. Yom-Tov, M. Weltz y R. Farrow (1999), *The study and management of dryland population systems in Arid lands management. Toward ecological sustainability*, University of Illinois Press-Urbana and Chicago, USA, pp. 49-75.

Sánchez, I., G. Díaz, M. Cavazos, G. Granados y E. Gómez (2011), *Elementos para entender el cambio climático y sus impactos*, INIFAP, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, UNAM, IG, UAM, Editorial Porrúa, Distrito Federal, México, pp. 167.

Schmelkes, S. (2005), “La desigualdad en educación básica en México durante la última década” en *Población, desarrollo social y grupos vulnerables*, (coord. Rosa María Camarena Córdoba), UNAM-Instituto de Investigaciones Sociales, Sociedad Mexicana de Demografía, pp. 171-188.

Scott, H., R. Felger, G. Ceballos, C. Raish, M. Wilson y A. Búrquez (2005), “Recent history of natural resource use and population growth in Northern Mexico” en *Biodiversity, Ecosystems and Conservation in Northern Mexico*, Editores J. Cartron, G. Ceballos y R. Stephen, Oxford University Press, Inc., EUA, pp. 52-86.

SEMARNAT (2003), “Biodiversidad” en *Informe de la situación del medio ambiente en México, 2002. Compendio de Estadísticas Ambientales*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Distrito Federal, México, pp. 179-209.

SEMARNAT-Colegio de Postgraduados (2003), *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana*, Escala 1: 250,000, Memoria Nacional 2001-2002, México.

[[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/informe_2000/): 12 de mayo de 2011].

SEP (2010), Sistema Nacional de Información de Escuelas, Unidad de Planeación y Evaluación de Políticas Educativas, Dirección General de Planeación y Estadística Educativa, México.

Servicio Geológico Mexicano (2005), *Carta Geológica Municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí*, escala 1:100,000, México.

SGM-Gobierno del Estado de San Luis Potosí, Secretaría de Desarrollo Económico (2006), Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Guadalcázar, S.L.P., Servicio Geológico Mexicano, Gobierno del Estado de San Luis Potosí, México.

SIAP (2013), *Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta, 2012 (SIACON) (actualizado al 2013)*, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, con información de las delegaciones de la SAGARPA, México.

Smith, D. (1973), *Geography of social well being*, New York, McGraw Hill Press.

Smith, D. (1994), *Storm tide and emergency management*, The Macedon Digest, volumen 9, número 3, pp. 22-26.

Sohl, T. y B. Sleeter (2012), "Role of remote sensing for land-use and land-cover change modeling" en *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*, Taylor & Francis Group, USA, pp. 225-242.

Sojo, A. (2004), *Vulnerabilidad social y políticas públicas*, Unidad de Desarrollo Social, Naciones Unidas, México, Distrito Federal, pp. 41.

SPP (1981), *Carta Edafológica escala 1:1,000,000*, Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, México.

SPP-INEGI (1982), *Geología de la República Mexicana*, Secretaría de Programación y Presupuesto, INEGI, Distrito Federal, México, pp. 81.

Stein, A., F. Meer y B. Gorte (1999), *Spatial statistics for remote sensing*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 284.

Stoleson, S., R. Felger, G. Ceballos, C. Raish, M. Wilson, A. Búrquez (2005), "Recent history of natural resource use and population growth in Northern México" en *Biodiversity, ecosystems and conservation in Northern México*, Oxford University Press, Estados Unidos, pp. 52-86.

Strahler, A. (1986), *Geografía Física*, Universidad de Columbia, Ediciones Omega, S. A., Barcelona, España.

Suárez-Lastra, M., N. Ruiz-Rivera y J. Delgado-Campos (2012), *Desigualdad, pobreza y urbanización en México*, Revista Eure, volumen 38, número 115, Chile, pp. 28.

Tamayo, J. (1971), *El aprovechamiento del agua en México y su abastecimiento futuro*, Sociedad Mexicana de Historia Natural, Distrito Federal, México, pp. 40.

Thywissen, K. (2006), "Core terminology of disaster reduction: a comparative glossary" en *Measuring vulnerability to natural hazards*, United Nations University, Hong Kong, pp. 448-496.

Tierney, K., M. Lindell y R. Perry (2001), *Facing the unexpected: disaster preparedness and response in the United States*, Joseph Henry Press, Washington, D.C., USA.

Tobler, W. (1970), *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. Economic Geography, 46 (Supplement), pp. 234-240.

Toledo, A. y INE-SEMARNAT (2006), *Agua, hombre y paisaje*, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Tristán, M. (2008), *Evolución Tectono-volcánica durante el Paleógeno en la porción Sur-oriental de la Mesa Central*, Tesis Doctoral, UNAM, Centro de Geociencias, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Querétaro, México, pp. 207.

UNAM, Instituto de Geografía, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología (2004), *Indicadores para la Caracterización y el Ordenamiento Territorial*, Distrito Federal, México.

UN/ISRD (International Strategy for Disaster Reduction) (2004), *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*, Geneva, United Nations Publications.

United Nations (2001), *Enhancing social protection and reducing vulnerability in a globalizing world. Report of the Secretary-General*, United Nations-Economic and Social Council, Thirty-nine session, pp. 31.

USGS (2000), *Imagen K27/J44*, Sensor Landsat ETM, MSS, resolución especial 30 m x 30 m, 6 bandas, enero 08 de 2000, United States Geological Service.

Villa, M. y J. Rodríguez (2002), *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas*, CELADE, CEPAL, Naciones Unidas.

Vivó, E. (1972), *Geografía Humana y Económica*, Editorial Patria, México, pp. 302.

Ward, D. y K. Skrede (2008), *Spatial regression models*, SAGE Publications Inc., USA, pp. 99.

Weigel, J. (2010), *The social-ecological system approach concept to assess the consequences of climate alterations on fishers communities*, Canary Current Large Marine Ecosystem (CCLME) Project, Noviembre 2-3, Dakar, Senegal, pp. 6.

Wilches, G. (1998), *Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y soldador. Yo voy a correr el riesgo*, La Red, Quito, Ecuador.

Xuexia, Ch., Ch. Giri y J. Vogelmann (2012) "Land-cover change detection" en *Remote sensing of land use and land cover. Principles and applications*, Taylor & Francis Group, USA, pp. 153-176.

Zimmermann, E. (1967), *Introduction to world resources*, Oikos Tau, S.A. Ediciones, Barcelona, España.