



INECC



# BAJA CALIFORNIA SUR ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

ESTUDIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN  
ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO  
(PEACC-BCS)

ANTONINA IVANOVA Y ALBA E. GAMEZ  
EDITORAS





INECC



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR (UABCS)  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)  
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE (CIBNOR)  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SUPERIORES DE ENSENADA (CICESE)  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC)  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL-CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS  
MARINAS (IPN-CICIMAR)

# BAJA CALIFORNIA SUR

## ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

ESTUDIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN  
ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO  
(PEACC-BCS)

ANTONINA IVANOVA Y ALBA E. GAMEZ  
EDITORAS

DATOS DE LAS INSTANCIAS EDITORAS CON DERECHOS

Primera edición 25 de enero 2013

ISBN: 978-607-7777-32-8

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<i>Antonina Ivanova / Alba Gámez</i>	
EL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS .....	11
CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO .....	14
LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LAS ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	16
BAJA CALIFORNIA SUR, UNA REGIÓN ALTAMENTE VULNERABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	18
 <b>CAPÍTULO I. ESCENARIOS DE CAMBIO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA REGIONAL PARA BAJA CALIFORNIA SUR</b> .....	 27
<i>Hugo Herrera Cervantes / Salvador E. Lluch Cota</i>	
INTRODUCCIÓN .....	27
MODELO DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL .....	28
DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS .....	30
ESCENARIOS CLIMATOLÓGICOS REGIONALES .....	32
REFERENCIAS .....	39
ANEXO .....	40
PRESENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS .....	40
GRAFICADOR .....	42
INSTRUCCIONES DEL GRAFICADOR .....	43
 <b>CAPÍTULO II. ESCENARIOS OCEANOGRÁFICOS PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR</b> .....	 47
<i>Armando Trasviña Castro / Eduardo González Rodríguez</i>	
MÉTODOS .....	48
RESULTADOS .....	53

SERIES DE TIEMPO . . . . .	58
COMPARACIÓN ENTRE LAS VARIACIONES DE NIVEL DEL MAR EN LA COSTA OCCIDENTAL (BAHÍA MAGDALENA) Y EN LA COSTA ORIENTAL (BAHÍA DE LA PAZ) DE LA PENÍNSULA . . . . .	66
RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES . . . . .	67
REFERENCIA . . . . .	67

### CAPÍTULO III. CICLONES TROPICALES: TENDENCIAS Y POTENCIAL DE AFECTACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . . 69

*Eleonora Romero Vadillo / Irma Guadalupe Romero Vadillo*

VARIABILIDAD CICLÓNICA . . . . .	70
TENDENCIAS DECADEALES EN LA ACTIVIDAD CICLÓNICA DEL PACÍFICO NORESTE . . . . .	71
IMPACTO DE LOS CICLONES EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .	81
CONCLUSIONES . . . . .	86
RECOMENDACIONES . . . . .	87
REFERENCIAS . . . . .	92

### CAPÍTULO IV. INCREMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR Y VULNERABILIDAD COSTERA EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . . 93

*Sara Cecilia Díaz Castro / Eugenio Alberto Aragón Noriega / Alfredo Arreola Lizárraga /  
Luis Brito Castillo / María Sara Burrola Sánchez / Silvia Carreón Palau / Patricia González  
Zamorano / Mercedes Marlene Manzano Sarabia / Genaro Martínez Gutiérrez / Gustavo  
Padilla Arredondo / David Urias Laborín*

INTRODUCCIÓN . . . . .	93
ASPECTOS METODOLÓGICOS . . . . .	95
RESULTADOS Y DISCUSIÓN . . . . .	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	108
REFERENCIAS . . . . .	108

### CAPÍTULO V. RECURSOS HÍDRICOS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . . 111

*Jobst Wurl / Miguel Ángel Imaz Lamadrid / Felipe García*

INTRODUCCIÓN . . . . .	111
PANORAMA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR HÍDRICO E N BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .	111
FUENTES DE AGUA EN EL ESTADO DE BCS . . . . .	115
LOS ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .	123
PRONÓSTICO DE LAS SEQUÍAS BAJO ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO . . . . .	125

MODELACIÓN DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE SANTO DOMINGO, APLICANDO ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO . . . . .	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	140
REFERENCIAS. . . . .	142
<b>CAPÍTULO VI. ÁREAS SUSCEPTIBLES DE DESERTIFICACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .</b>	<b>145</b>
<i>Aurora Breceda Solís-Cámara / Rosario Vázquez Miranda</i>	
INTRODUCCIÓN . . . . .	145
ANTECEDENTES . . . . .	147
METODOLOGÍA . . . . .	149
RESULTADOS. . . . .	154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	161
REFERENCIAS. . . . .	163
<b>CAPÍTULO VII. EL SECTOR AGRÍCOLA EN BAJA CALIFORNIA SUR LAS PRESIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO . . . . .</b>	<b>167</b>
<i>Juan Carlos Graciano</i>	
CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	169
REFERENCIAS. . . . .	170
<b>CAPÍTULO VIII. TURISMO Y CAMBIO CLIMÁTICO EN SUDCALIFORNIA . . . . .</b>	<b>171</b>
<i>Alba Gámez, Antonina Ivanova / Ricardo Borquez</i>	
CAMBIO CLIMÁTICO Y TURISMO . . . . .	171
LA IMPORTANCIA DEL TURISMO PARA BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .	174
CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	179
REFERENCIAS . . . . .	182
<b>CAPÍTULO IX. LA BIODIVERSIDAD MARINA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR . . . . .</b>	<b>185</b>
<i>Héctor Reyes Bonilla / Salvador Lluch Cota / Fernando Aranceta Garza / Saúl Rojero León / Mariana Walther Mendoza</i>	
INTRODUCCIÓN . . . . .	185
OBJETIVOS. . . . .	186
MÉTODOS . . . . .	187
RESULTADOS Y DISCUSIÓN . . . . .	191
PRODUCTOS TERMINALES. . . . .	202



CONCLUSIONES GENERALES .....	202
RECOMENDACIONES CLAVE.....	204
REFERENCIAS.....	205

## CAPÍTULO X. LA PESCA EN BAJA CALIFORNIA SUR

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	207
--------------------------------	-----

*Daniel Lluch Belda / Germán Ponce Díaz / José Luis Castro Ortiz / Víctor Gómez Muñoz / Héctor Villalobos Ortiz / Sofía Ortega García<sup>1</sup> / Pablo del Monte Luna / Rubén Rodríguez Sánchez / Víctor Hernández Trejo / Romeo Saldívar / Christian Salvadeo / José Alberto Zepeda Domínguez / Luis César Almendárez Hernández / Ivonne Dalila Gómez*

INTRODUCCIÓN .....	207
CALENTAMIENTO GLOBAL; LA REFERENCIA DEL INE PARA BAJA CALIFORNIA SUR DENTRO DEL ESQUEMA DEL IPCC.....	208
SERIES DE DATOS Y PATRONES DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	211
VARIABILIDAD DEL CLIMA OCEÁNICO EN EL AMBIENTE MARINO DE BCS .....	211
PESQUERÍAS DEL PACÍFICO ORIENTAL .....	219
LA PESCA EN BAJA CALIFORNIA SUR .....	223
CONDICIONES PROYECTADAS BASADAS EN EL ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES HISTÓRICAS.....	225
CASO DE ESTUDIO. PESCA DEPORTIVA .....	230
INGRESOS PESQUEROS PARA EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR (PRECIO EN PLAYA) .....	232
APROXIMACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO DEBIDAS A VARIACIONES DE ALTA FRECUENCIA .....	238
LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS .....	241
REFERENCIAS.....	244

## CAPÍTULO XI. LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	247
--------------------------------	-----

*Mario Monteforte*

INTRODUCCIÓN .....	247
CAMBIO CLIMÁTICO, PESCA Y ACUACULTURA: ¿QUÉ SABEMOS?.....	248
PESCA Y ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR.....	254
PLANES DE ACCIÓN PARA LA ACUACULTURA EN BAJA CALIFORNIA SUR .....	257
REFERENCIAS.....	262



<b>CAPÍTULO XII. VULNERABILIDAD SOCIAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR.....</b>	<b>265</b>
<i>Manuel Ángeles Villa / Eduardo Juárez León</i>	
INTRODUCCIÓN .....	265
ÍNDICES DE VULNERABILIDAD .....	272
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	286
REFERENCIAS.....	288
ANEXO.....	291
<b>CAPÍTULO XIII. POBLACIÓN VULNERABLE FRENTE A CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>295</b>
<i>Micheline Cariño / Lorella Castorena, / Mario Monteforte / Aurora Breceda / Rocío Vázquez / Renée Amao</i>	
INTRODUCCIÓN: .....	295
VULNERABILIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS POR EXPOSICIÓN A: INCREMENTO DE LA SEQUÍA, ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR, UBICACIÓN EN LA COSTA E INUNDACIÓN POR HURACANES .....	300
VULNERABILIDAD POR SENSIBILIDAD DE LAS COMUNIDADES RANCHERAS Y PESQUERAS TRADICIONALES.....	311
VULNERABILIDAD ACUMULADA POR GÉNERO .....	320
CONCLUSIONES Y PROPUESTA PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	324
REFERENCIAS.....	330
<b>CAPÍTULO XIV. SALUD Y CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR .....</b>	<b>333</b>
<i>Tania Zenteno-Savín1 / Sara C. Díaz-Castro1 / Lía C. Méndez-Rodríguez1 / Ramón Gaxiola-Robles2,3 / Adolfo García-González3 / Norma O. Olguín-Monroy1 / Orlando Lugo-Lugo1 / Baudilio Acosta1</i>	
INTRODUCCIÓN .....	334
ANTECEDENTES .....	334
OBJETIVO.....	338
MÉTODOS .....	338
RESULTADOS.....	341
SALUD DE ORGANISMOS MARINOS DE BAJA CALIFORNIA SUR.....	341
SALUD PÚBLICA EN BAJA CALIFORNIA SUR .....	351
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	353
REFERENCIAS.....	354

<b>CAPÍTULO XV. LEGISLACIÓN Y ADECUACIONES PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN BAJA CALIFORNIA SUR.....</b>	<b>361</b>
<i>Andrea Marcela Geiger Villalpando / Rodrigo Serrano Castro / Héctor Manuel Aramis Gardea / Gabino Guadalupe Ríos Geraldo / Alejandra López Tirado</i>	
INTRODUCCIÓN .....	361
EL MARCO INTERNACIONAL DE LA LEGISLACIÓN RELACIONADA CON EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	361
LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO.....	366
LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO AMBIENTE EN BAJA CALIFORNIA SUR .....	374
RECOMENDACIONES DE REFORMA Y CREACIÓN DE LEYES .....	377
REFERENCIAS.....	385
 <b>CAPÍTULO XVI. ENERGÍAS RENOVABLES PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN BAJA CALIFORNIA SUR.....</b>	 <b>387</b>
<i>Alfredo Sergio Bermudez Contreras</i>	
INTRODUCCIÓN .....	387
POR QUÉ APROVECHAR LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN BCS .....	392
FUENTES RENOVABLES EN BCS.....	397
GENERACIÓN ELÉCTRICA CON ENERGÍAS RENOVABLES EN BCS .....	404
DISCUSIONES FINALES.....	410
REFERENCIAS.....	411

# INTRODUCCIÓN

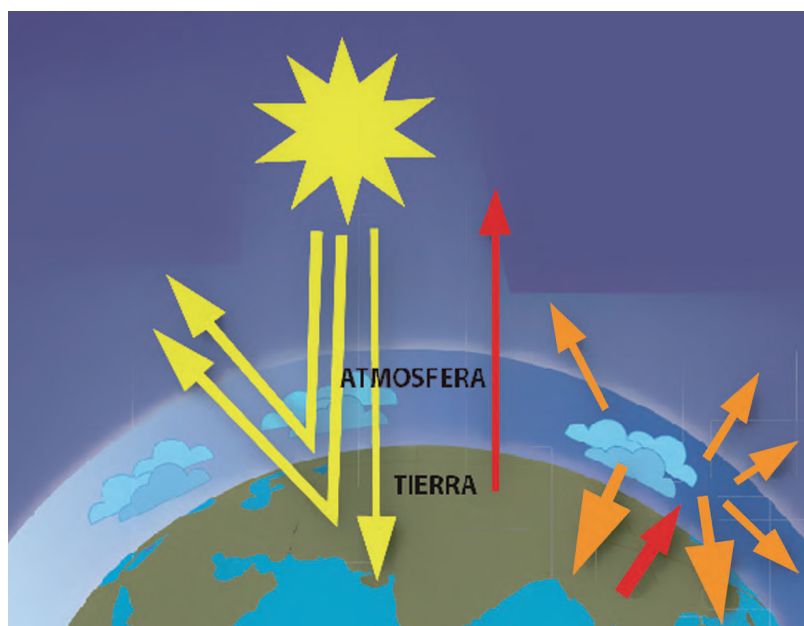
Antonina Ivanova / Alba Gámez

## EL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS

El cambio climático se refiere a un aumento de la temperatura promedio en el planeta como resultado de una mayor concentración de gases en la atmósfera.<sup>1</sup> La mayor retención de calor solar intensifica el efecto invernadero y provoca fenómenos climáticos más intensos y extremos. Como resultado de ello se observan veranos más cálidos, modificación de los patrones de las lluvias y variación en la frecuencia de sequías e inundaciones, además de aumento en el nivel del mar y alteración de la línea de costas. Si bien existen componente naturales de las variaciones climáticas, los indicadores de emisiones se han incrementado notablemente en los últimos 150 años, periodo que da cuenta del mayor crecimiento económico en la historia de la humanidad. Esto ha conducido al reconocimiento de que el cambio climático es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana.

1 Los principales gases de efecto invernadero son: bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, o sus derivados) en la producción de energía, funcionamiento de los procesos industriales, y uso en el sector transporte, procesos industriales (como la producción de cemento, cal, sosa, amoníaco, carburos de silicio o de calcio, acero, y aluminio), deforestación y quema de la biomasa vegetal; metano (CH<sub>4</sub>) por la agricultura, gas natural, emisiones de hatos ganaderos y rellenos sanitarios; óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por el uso de fertilizantes, incineración de residuos, y quema de combustibles en el sector transporte; perfluorometano, perfluoroetano e hidrofluorocarbonos (HFC) por producción de aluminio, espumas de poliuretano, solventes de limpieza especializados, aerosoles, y compuestos empleados en extintores, fugas o mal uso de los gases refrigerantes contenidos en refrigeradores, congeladores, equipos de aire acondicionado de casas, comercios y automóviles, y en equipos de refrigeración de empresas, transporte (camiones refrigerados), o de empresas productoras de hielo; hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) por la producción de ciertos tipos de aluminio, en fundiciones de aluminio o magnesio, y puede emitirse a la atmósfera por fugas o accidentes con equipo eléctrico de alto voltaje que emplea al SF<sub>6</sub> como aislante; y principalmente por el uso indiscriminado e ineficiente de los combustibles fósiles. INE. *Cambio climático en México. Para comprender el cambio climático*, Instituto Nacional de Ecología, 8 de junio de 2010, [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/comprendercc.html](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/comprendercc/comprendercc.html) (julio 31 de 2012).

Figura 1. Efecto invernadero que provoca el calentamiento global



Fuente: IPCC

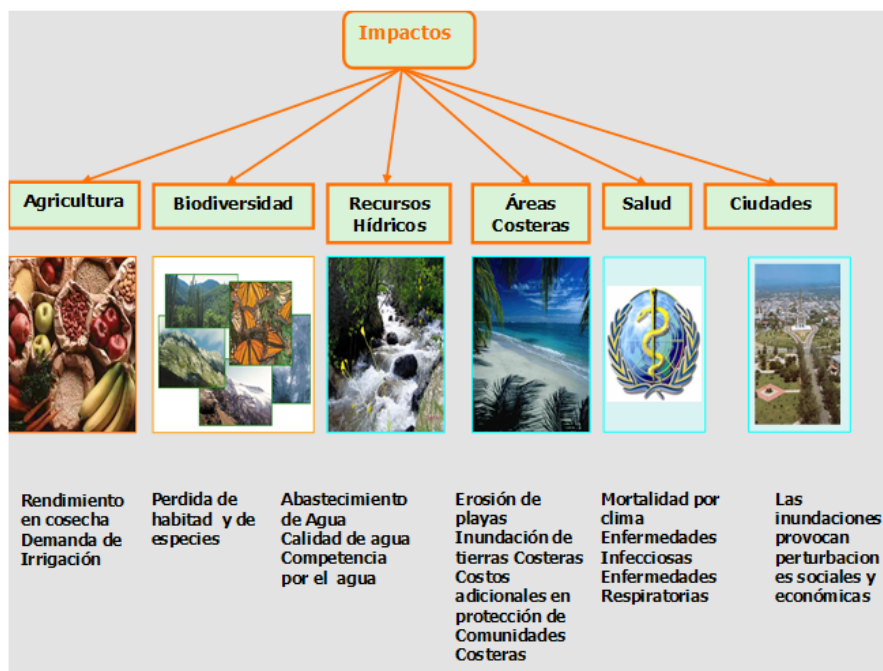
Esa reflexión es importante para atender el origen y efectos del cambio climático, fenómeno que potencia la vulnerabilidad de individuos, grupos sociales, sectores económicos, sistemas, y países para enfrentar sus consecuencias adversas. Pese a que existe un alto grado de heterogeneidad en la aportación y susceptibilidad al cambio climático, y éste promueve áreas de oportunidad para algunos actores, resistir o ser incapaces de resolver esa vulnerabilidad representa pérdidas económicas cuantiosas, a las que en muchos casos se añade un alto costo humano, social y ambiental.

El cambio climático está estrechamente relacionado con patrones de crecimiento económico altamente intensivos y expansivos. En la distribución mundial de gases de efecto invernadero (GEI) destacan los países desarrollados: de los 193 estados-nación reconocidos, 55 países en conjunto habían en 2003 producido 95% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles, la fuente más importante en el esquema de GEI. En ese contexto, Estados Unidos representaba casi una cuarta parte de las emisiones en el mundo. México, por su parte, tenía el puesto 12 o 1.5% de las emisiones globales.<sup>2</sup> Datos de 2009 señalaron algunos cambios en el panorama mundial, en que destaca la sustitución de Estados

2 *Ibídem.*

Unidos (17.7%) por China (26.18%) a la cabeza de la lista de emisiones por combustibles fósiles como reflejo del enorme proceso de crecimiento económico en ese país. México, por su parte, emitió más GEI que en años anteriores y subió al lugar 11 aunque con 1.4% de las emisiones mundiales por ese concepto.<sup>3</sup>

Figura 2. Impactos del cambio climático



Llamados a cambiar los patrones de producción y consumo contemporáneos, dada la magnitud de las afectaciones sociales, ambientales y económicas, que datan de tiempo atrás y, considerando los altos costos y riesgo total del cambio climático, éste tuvo mayor atención y un impulso renovado con el *Informe Stern*, que señalaba la pérdida económica de entre 5 y 20% del producto interno bruto global anual por razón del cambio climático, contra un costo de 1% anual que significaría la adopción de medidas para la reducción de las emisiones de gases invernadero.<sup>4</sup> La lección clara es que el cambio climático tendría serias consecuencias para el crecimiento

3 U.S. Energy Information Administration. *International Energy Statistics. Total Carbon Dioxide Emissions from the Consumption of Energy (Million Metric Tons)*, EIA, julio 10 de 2012, USA, [http://www.eia.gov/cfapps/ipdb-project/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8](http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8) (julio 29 de 2012)

4 Stern Review: *The Economics of Climate Change. Summary of Conclusions*, Stern Review on the economics of climate change, The National Archives, HM Treasury, Londres, 30 de octubre de 2006, [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm) (julio 29 de 2012).

económico y el desarrollo humano. Un dinámico proceso de discusión debate en torno a la manera de atender esa afectación la cual sigue rodeando el tratamiento del cambio climático, pero la realidad es que en la medida en que sus manifestaciones se evidencian, también lo hace el reconocimiento de que es necesario promover modelos de crecimiento, y especialmente de desarrollo, compatibles con la idea de sustentabilidad.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO

La conservación y el desarrollo sustentable son fenómenos que involucran a una gran diversidad de actores y procesos, discursos y políticas, instituciones y organismos y tema de interés para todos los sectores de la población, trátase de la iniciativa privada, de la sociedad civil o del ámbito gubernamental. Tal realidad se refleja en la creciente cantidad de organizaciones no gubernamentales ambientalistas; en la intensa (y a menudo tensa) relación entre las instancias de los tres niveles de gobierno con relación al aprovechamiento y manejo del ambiente y de los recursos naturales; en los programas y planes de estudio de las instituciones de educación superior y de investigación científica; en las iniciativas para declarar especies protegidas o sujetas a regulación; en la extensión de las áreas naturales protegidas; y en los proyectos productivos que tienen por premisa la sustentabilidad.

El cambio climático ha estimulado la reflexión y el debate respecto a los orígenes, cursos de acción posibles y sus resultados. Aun cuando existe controversia, se ha aceptado que los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (*Special Report on Emissions Scenarios*, SRES) producidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) dan lugar a hipótesis plausibles con respecto al desarrollo socioeconómico del planeta. Esos escenarios se clasifican en cuatro grupos:

**A1B. Emisiones Media-Alta.** Rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes. Existe un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil

**A2. Emisiones Altas.** Existe crecimiento constante de la población, el desarrollo económico está regionalmente orientado y el cambio tecnológico es muy fragmentado y más lento que en otros escenarios

**B1. Emisiones Media-Baja.** Misma población global y cambio en las estructuras económicas. Uso de fuentes de energía eficientes y soluciones globales hacia la economía, la sociedad y el ambiente sustentable

**B2. Emisiones bajas.** Soluciones locales para la economía, la sociedad y el ambiente sustentable. Está orientado hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales.

Consideramos que a mediano plazo para Baja California Sur se pueden vislumbrar los escenarios A1B y B2, siendo el deseable el B2. Para poder hacer realidad el escenario B2 es muy importante implementar políticas y acciones eficientes para la disminución de las emisiones de GEI. Si estas políticas se hacen realidad y se complementan con las medidas adecuadas de disminución de la vulnerabilidad social y medidas de adaptación a los impactos del cambio climático, consideramos viable alcanzar en 50 años el escenario B2 que beneficiaría a la sociedad, el medio ambiente y, en general, el desarrollo sustentable de Sudcalifornia.

Es relevante destacar que las acciones ante el cambio climático, de mitigación y adaptación, lejos de desviar esfuerzos y recursos de las necesidades básicas –como la creación de empleos, fomento a la educación y los servicios de salud– coadyuvan al éxito de las políticas gubernamentales en esos ámbitos al contribuir a disminuir la vulnerabilidad y a elevar el bienestar de la población. Las medidas de mitigación se orientan a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, por lo tanto, afrontan las causas del cambio climático; tienen efectos colaterales positivos como el ahorro y la seguridad energética y el aire limpio; así como la creación de empleos verdes en sectores económicos de nueva creación, entre otros. A su vez, las medidas de adaptación están orientadas a disminuir la vulnerabilidad ante los impactos del calentamiento global futuros y presentes como la sequía, la escasez del agua, la elevación del nivel del mar, inundaciones y ciclones, etc. Asimismo, ayudan a asegurar alimentos y agua para la población, a crear sistemas de alerta temprana en zonas de desastres potenciales, y a crear y conservar empleos en las comunida-

des que pueden ver afectadas sus actividades tradicionales (pescadores, rancheros, agricultores), por mencionar algunas.

De lo anterior, se desprende que las medidas de acción climática deben ser parte integral e indispensable en los planes de desarrollo en todos los niveles de acción gubernamental, ya que se ubican en las áreas de sensibilidad y se promueve una mayor resiliencia.

Aunque se trata de un problema de magnitud mayor y son necesarias medidas más contundentes para atender sus bases, se han realizado avances en la coordinación de esfuerzos en los ámbitos internacional y nacional. Enseguida se presenta un breve panorama de la cooperación internacional y de las acciones realizadas en México para atender el fenómeno del cambio climático.

## LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL DE LAS ACCIONES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático global es un tema de preocupación creciente entre los actores gubernamentales tanto internacional como nacionalmente por la afectación a los recursos naturales, base de la economía; y a sus efectos adversos sobre los grupos sociales vulnerables. Así, en 1992 se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), instrumento al cual se han adherido más de 150 países, para adelantar consideraciones y acciones para hacer frente al calentamiento atmosférico y adoptar medidas a efecto de mitigar las consecuencias de este fenómeno y sus impactos sobre la actividad humana, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Ante la dificultad de llegar a acuerdos multilaterales, pero por la alta relevancia del tema, a partir de 1995 los gobiernos acordaron compromisos más firmes a los planteados en el texto de la CMNUCC. El 11 de diciembre de 1997, tras dos años de negociaciones, se aprobó el Protocolo de Kioto, que establece compromisos específicos y jurídicamente vinculantes y aplicables de manera



distinta a cada país. El Protocolo entró en vigor para los países firmantes en 2005 con vigencia a 2012. México es signatario tanto de este instrumento como de la Convención. Desde la Convención de las Partes de CMNUCC en Copenhague (2010), han comenzado las negociaciones para establecer un nuevo convenio que remplace el de Kioto; cuyo establecimiento se acordó en el año 2020, según consenso realizado en el año 2011.

Para cumplir con sus compromisos, el gobierno mexicano publicó en el *Diario Oficial de la Federación* del 25 de abril del 2005 el acuerdo por el que se crea, con carácter permanente, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Ésta tiene el propósito de coordinar las acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la CMNUCC.

La CICC elaboró la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) que fue presentada en mayo 2007 por el Presidente de la República. En esa ocasión el mandatario dio instrucciones para que, con base en ella, la Comisión elaborara un Programa Especial de Cambio Climático 2008–2012, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007–2012. El tema de Cambio Climático fue por primera vez incluido en dicho Plan en su Eje Rector 4 dedicado a la Sustentabilidad Ambiental, quedando así constancia de que el gobierno de México reconoce que el impacto de las emisiones de GEI es cada vez más evidente. Además la Ley de Cambio Climático especifica las obligaciones de los gobiernos estatales en cuanto la acción climática.

Lo anterior ilustra la necesidad de que las políticas públicas y legislación incluyan las medidas necesarias en el estado de Baja California Sur para prevenir y mitigar el cambio climático en congruencia y coordinación con las disposiciones federales e internacionales.<sup>5</sup>

5 En el Anexo I se ofrece un concentrado de Leyes y normas a nivel internacional, nacional y estatal relacionados con acción climática.

## BAJA CALIFORNIA SUR, UNA REGIÓN ALTAMENTE VULNERABLE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La necesidad de conservación del ambiente y de un aprovechamiento inteligente de los recursos naturales es una realidad concreta en el espacio terrestre y marino sudcaliforniano. El uso económico intensivo de los recursos naturales en esta región ha tendido a acelerarse y ampliarse desde hace algunas décadas, lo que se manifiesta en todos los niveles de la realidad social e involucra una gran diversidad de intereses.

En el ambiente terrestre, las actividades de mayor impacto espacial y temporal en los ecosistemas áridos del norte de México han sido el desmonte y la pérdida de vegetación y suelo resultantes de actividades agropecuarias, mineras y urbanísticas. Parte de ese patrón, en la península de Baja California estas actividades están diferenciadas geográficamente y han tenido distintos impactos en los ecosistemas naturales. En este sentido, el desarrollo urbano y turístico, los desmontes agrícolas, la ganadería extensiva y la minería han sido las actividades que más han afectado a la región, incluyendo a sus servicios ecosistémicos. La única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, que se recargan después de las inundaciones y escurrimientos ocasionados por las lluvias intensas, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. Pero el estado es muy árido, con escasa disponibilidad hídrica, y la alta extracción para atender el crecimiento de las actividades económicas y poblacionales hace que la mayoría de los acuíferos estén sobreexplotados; además, la intrusión del agua marina en ellos reduce la calidad del agua disponible.

Respecto al ambiente marino existe también un acelerado uso de la zona costera, alterando el hábitat de diversas especies y comunidades biológicas. La explotación pesquera representa la mayor (y en muchos casos única) fuente de ingresos para una proporción importante de las comunidades del estado, y una de las opciones más viables de desarrollo social. Sin embargo, la explotación irracional y desordenada y, en particular, la falta de planeación y sobreexplotación de recursos podrían tener impactos negativos severos sobre las actividades económicas y los ecosistemas de que ellas dependen. Otras amenazas, tanto a los ambientes marinos como terrestres son la disminución de la biodiversidad por las alteraciones de los hábitat

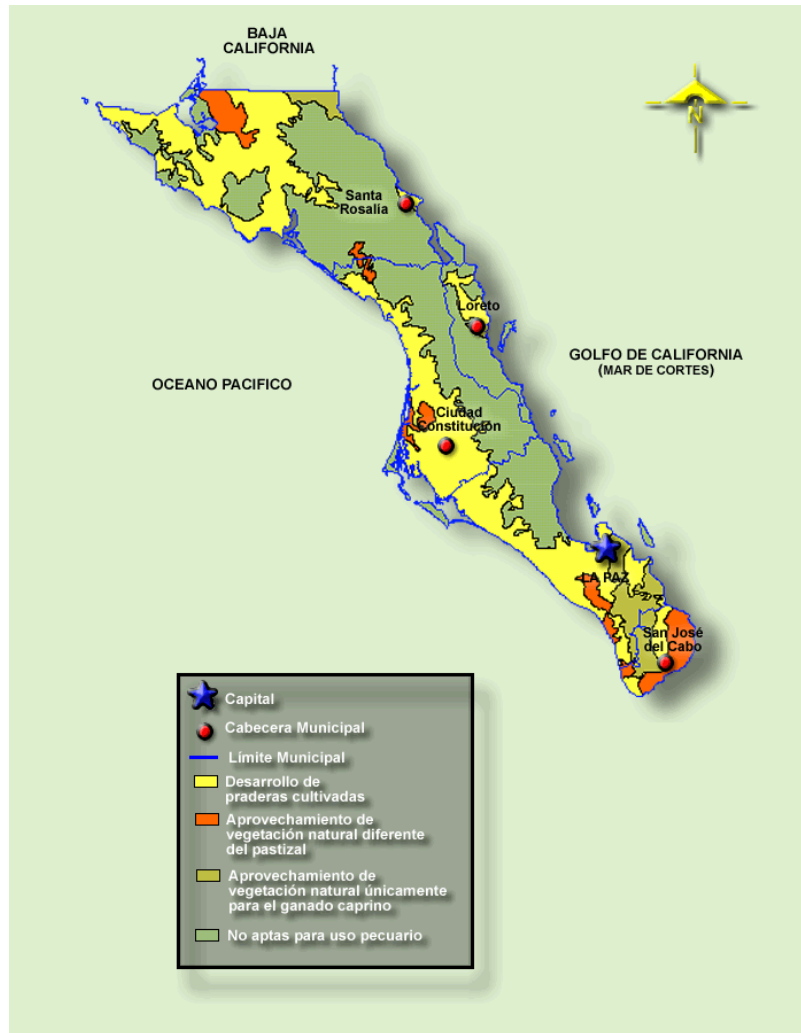
y el uso de recursos, la proliferación de especies invasoras y la presencia de eventos climáticos extremos como los ciclones tropicales.

Por otro lado, se ha identificado que existen fuentes de forzamiento climático, particularmente respecto del cambio climático global, con potenciales impactos en este aprovechamiento de recursos naturales y la actividad productiva. A lo anterior se añade la afectación de la dinámica social y económica de la región, que complica aún más la adopción de estrategias de desarrollo sustentable. En este contexto, se ha identificado a nivel nacional la necesidad de establecer programas ante el cambio climático que proporcionen a las autoridades y a los diferentes actores de la sociedad de herramientas de planeación y toma de decisiones.

Como se indicó anteriormente, existe ya el Programa Especial de Cambio Climático (2008-2012), elaborado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, que ataca problemáticas generales del país; sin embargo, el reconocimiento de particularidades regionales en un país altamente diverso, obliga a establecer programas de resolución estatal y municipal.

Conformada por cinco municipios, Baja California Sur está ubicada al norte  $28^{\circ}00'$ , al sur  $22^{\circ}52'$  de latitud norte, al este  $109^{\circ}25'$ ,  $115^{\circ}05'$  de latitud oeste. Colinda al norte con Baja California y el Golfo de California, al este con el Golfo de California. La amplitud de sus litorales (2,131 kilómetros) significa casi una quinta parte de las costas nacionales.

Figura 3. Mapa de Baja California Sur



Fuente: INEGI, 2010

*Clima.* Aunque es un semidesierto, debido a las características geográficas de la entidad, el clima varía a lo largo de su extensión. Hay cuatro tipos climáticos en el estado: Seco desértico semicálido SDSE, Seco estepario SE, Cálido seco CS y Templado seco TS; el SDSE ocupa la porción central del estado; el SE abarca la región montañosa del Golfo de California; el CS se observa en las sierras del sur de La Paz y norte de San José del Cabo; y el TS abarca las partes altas de la Sierra de La Laguna y Sierra de San Lázaro. Las temperaturas varían en los máximos de verano entre los 40 y 44 °C y los mínimos en invierno entre los 14 y 16 °C. Debido a que se observa baja precipitación pluvial alrededor de los 180 mm/año, en general se considera un típico clima desértico, con precipitaciones que van desde menos de 180 mm hasta los 250 mm al año.

*Geografía.* Sudcalifornia parte del cuerpo geográfico península de Baja California, conformado por los estados de Baja California (BC) al norte y de Baja California Sur al sur. Las temperaturas se ven determinadas por el Golfo de California en la costa Este de la península y por la Corriente de California en la costa occidental, con temperaturas altas en la primera y bajas en la segunda. En la costa este la temperatura superficial del mar (TSM) varía alrededor de los 24 °C; en cambio, la TSM en la costa occidental cambia a alrededor de los 18 °C. La costa Este recibe aproximadamente la mitad de la precipitación que la costa occidental.

*Precipitación Pluvial.* El estado presenta uno de los promedios más bajos en precipitación pluvial del país, teniendo sus máximos en la porción sur en la zona de Los Cabos. Varía entre 400 mm anuales y precipitaciones mínimas de alrededor de 55 mm en las costas; el promedio anual es de aproximadamente 200 mm. Sin embargo, para fines de manejo por la influencia de la precipitación pluvial en los ciclos biológicos se considera un sistema estacional en forma un tanto artificial: invierno de diciembre a febrero, primavera de marzo a mayo, verano de junio a agosto y otoño de septiembre a noviembre.

La influencia de los procesos climáticos regionales es de gran importancia en Baja California Sur y son analizados con mayor detalle en los módulos de *Escenarios Atmosféricos* y *Ciclones tropicales e inundaciones*. Se puede decir que por la influencia de los procesos climáticos regionales se presentan periodos en donde los ciclones de invierno se extienden al sur del estado, mientras que los ciclones de verano llegan al oeste. Por su ubicación geográfica la entidad está influida la mayor parte del año por vientos del noroeste o influencia anticiclónica, y en el verano por los vientos del Este y Sur-Este. Cuando se presentan los ciclones tropicales se observa la influencia marginal anticiclónica de Bermudas-Azores.

*Relieve, Superficie y Cuencas.* La superficie total de Baja California Sur es de 73,909 kilómetros cuadrados, que representa 3.8% del territorio nacional. Su relieve, al igual que el del estado norte de la península, debe sus formas a procesos geológicos internos y externos e influye en gran medida en el clima, en la flora, en la fauna y en la distribución del agua superficial, infiltrada y almacenada en los mantos acuíferos subterráneos. Baja California Sur se caracteriza por una alargada cordillera hacia el lado del Golfo de California (GC) del Noroeste al Sureste abarcando gran parte

del estado. Al norte forma la Sierra de San Francisco, el Volcán de la Vírgenes y la Sierra de Santa Lucia que se ensancha hacia el sur y se eleva para formar la Sierra de Guadalupe. Se angosta nuevamente hacia el sur y desciende su elevación hasta formar el Istmo de La Paz.

En el lado del Océano Pacífico de la entidad aparecen grandes planicies: el Desierto del Vizcaíno al noroeste; el llano Purísima-Iray en la parte central del estado y en el Istmo de La Paz, el Valle de La Paz y el Valle del Carrizal. Al sur existen planicies más reducidas: el Valle de Los Planes al norte de la Sierra de La Laguna; el Valle de Santiago entre la Sierra de La Laguna y la Sierra de la Trinidad; y al sur de ésta el Valle de San José. Al Lado del Golfo de California se encuentra un gran número de pequeñas cuencas o valles en donde se asientan poblados o comunidades que dependen de la escasa recarga de agua y del agua almacenada subterránea. Una descripción detallada de la cuencas del estado, las recargas y el estado de los acuíferos se presenta en el apartado *Recursos hídricos* de este Plan.

*Vegetación.* El estado pertenece al tipo Desierto Sonorense, dividido en regiones biogeográficas.

*Población.* En el año 2010 la población de Sudcalifornia fue de 637 mil habitantes o 0.6% del país, lo que la convierte en la entidad con la menor densidad población de México; es decir, 9 habitantes por kilómetro cuadrado. Sin embargo, en el concierto nacional el estado presenta el mayor índice de crecimiento poblacional sólo después del estado de Baja California (que es donde se ubica la frontera más transitada del mundo) al pasar de 3.4% en 2000-2005 a 4.5 % en 2005-2010. La relevancia de esto destaca si se considera que la tasa de crecimiento a nivel nacional fue de 1.8%. La longitud y aridez de la media península han estimulado la concentración poblacional en la parte sur de la entidad, de manera que 86% de los habitantes radica en zonas urbanas y 14% en rurales (para el conjunto mexicano el dato es de 78% y 22% respectivamente). La mayor proporción de la población se ubica en localidades de más de 2,500 personas (que conforman más de 85% del total de localidades), con mayor énfasis en los municipios de La Paz y especialmente de Los Cabos. Esta concentración se ha dado por la presencia de un fenómeno de inmigración muy dinámico. En 2005 el porcentaje de inmigrantes era de 9.8%, ya considerable, pero que pasó a 14% cinco años después y fue el más alto del país. La tasa neta migra-

toria, que se refiere al resultado neto de inmigrantes y emigrantes del estado en un periodo de 5 años, en Baja California Sur fue de 11.2% en 2010, mientras que el año base (2005) era de 6.9%.

*Sectores económicos.* En la historia reciente, Baja California Sur tuvo al sector terciario como base fundamental de su economía por la presencia del sector gobierno y el comercio. Sin embargo, ya en la década de los noventa se observó una transformación relevante en la composición del sector servicios. Las políticas de liberalización comercial y financiera y el estímulo al turismo hicieron que ese sector, y asociado a él el de bienes raíces, se convirtieran en los más destacados no sólo por su participación individual en la estructura productiva, sino por sus efectos sobre sectores como el comercio y la construcción. Sin embargo, la segunda mitad de la década de los 2000 mostró un panorama en el que, pese a que el sector terciario sigue dando cuenta de la mayor parte del producto interno bruto (PIB) en el estado, su participación se ha reducido (pasó de 78.63% en 2005 a 70.98% en 2009).

Esa misma tendencia ha seguido el sector primario al bajar su aportación de 5.78% a 3.89% en ese periodo. Por el contrario, en virtud del dinamismo del sector construcción, el sector secundario elevó su presencia en el PIB estatal de 17.72% a 26.61% en esos mismos años. En 2009, con un PIB de 72,808'675,000 pesos o casi 72 mil millones de pesos a precios corrientes, la economía sudcaliforniana representaba 0.6% del total nacional. Esto significó 33% más que en 2005; pero, a precios de 2003, el crecimiento del año 2005 al 2009 fue solamente de 17.5%.<sup>6</sup>

6 INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Baja California Sur: PIB en valores básicos por actividad económica, Serie anual de 2005 a 2009, Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009. Año base 2003, segunda versión*, México, INEGI, 2010, p. 214.

Tabla 1. Principales sectores económicos en Baja California Sur<sup>7</sup>

Sector	Aportación al PIB estatal (%)
<b>Actividades primarias</b>	<b>3.89</b>
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3.89
<b>Actividades secundarias</b>	<b>26.61</b>
Minería	2.96
Construcción y Electricidad, agua y gas	20.61
Industrias Manufactureras	3.04
<b>Actividades terciarias</b>	<b>70.98</b>
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas)	28.15
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento)	10.62
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	11.94
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	7.26
<b>Actividades del Gobierno</b>	
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno)	5.41
<b>Total</b>	<b>100</b>

7 *Ibíd*



La crisis económica mundial de 2008 tuvo un reflejo adverso en el turismo y comercio y, por lo tanto, en la economía estatal. Si bien actualmente se aprecia cierta recuperación en la zona de Los Cabos y del sector construcción en ese municipio y en el de La Paz, la tasa de desocupación sigue siendo preocupante: en junio de 2012 fue de 5.03%, por encima de la media nacional de 4.81%,<sup>8</sup> lo que deja un margen amplio de recuperación para la población en busca de trabajo. En este sentido, el crecimiento económico de Sudcalifornia el primer trimestre de 2012 fue reducido: de 2.5% en junio de 2012 con relación al año anterior, por debajo del indicador nacional de 4.6%.<sup>9</sup>

En este *Plan* se reconoce la extrema vulnerabilidad de la entidad derivada de su ubicación geográfica y condiciones específicas, con principales impactos reales y potenciales del cambio climático. Al amenazar los recursos hídricos, provocar ciclones más fuertes e inundaciones, acelerar la desertificación, e impactar negativamente la biodiversidad y poblaciones naturales marinas y terrestres, el calentamiento encarece los costos para mantener niveles de confort y seguridad suficientes que permitan realizar las actividades productivas y la vida cotidiana de la población. Estos impactos tienen consecuencias adversas en la sociedad y economía del estado: actividades productivas como el turismo, las demás ramas de servicios, la pesca y la agricultura han de dedicar una parte mayor de su presupuesto, por ejemplo, a contrarrestar el calor; mientras que la ganadería enfrenta el aumento de costos de producción por la falta de forrajes ante el estrés hídrico. Por su parte, la población es afectada por la escasez de agua, encarecimiento de la electricidad, mayores riesgos de salud pública y ante eventos extremos; y los gobiernos afrontan presiones mayores en sus funciones de atención a los habitantes y sectores económicos.

Baja California Sur tiene la mayor extensión costera de México, distribuida entre el Océano Pacífico y el Golfo de California. Es una región geográfica privilegiada por su gran potencial económico y riqueza patrimonial, posee un valor natural, histórico y cultural que convierten a éste estado en una zona de gran atractivo

8 INEGI. *Indicadores oportunos de ocupación y empleo. Cifras preliminares durante junio de 2012*, Boletín de prensa núm. 238/12, 20 de julio de 2012, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, Ags. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/sica.pdf> (29 de julio de 2012).

9 INEGI. *Indicador trimestral de la actividad económica estatal durante el primer trimestre de 2012*, Boletín de prensa núm. 243/12, 27 de julio de 2012, Aguascalientes, Ags., <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/actividadee.pdf> (29 de julio de 2012).

turístico y de relevancia tanto nacional como internacional. Su alto valor natural se refleja en el establecimiento de un gran número de Áreas Naturales Protegidas (ANP): más de 40% de su territorio está comprendido en alguna modalidad de ANP, incluyendo áreas consideradas por la UNESCO en la categoría de Patrimonio de la Humanidad. Sin embargo, el incremento poblacional y productivo acelerado en el estado ha traído consigo un cambio en el ambiente regional debido a la necesidad de satisfacción de necesidades básicas, generación de desechos, crecimiento del parque vehicular, creciente extensión de zonas deforestadas, favorecimiento de actividades y modelos productivos que presionan sobre recursos escasos como el agua, contaminación y emisión de gases de efecto invernadero, y generación de la energía eléctrica, por mencionar algunos factores. Salidas a esta situación son posibles a partir de una mejor y más comprensiva planificación y seguimiento de políticas en materia de crecimiento y ordenamiento urbano y productivo del cual el sector público, social y privado se beneficiarán.

# CAPÍTULO VI. ÁREAS SUSCEPTIBLES DE DESERTIFICACIÓN EN BAJA CALIFORNIA SUR

*Aurora Breceda Solís-Cámara / Rosario Vázquez Miranda<sup>1</sup>*

## INTRODUCCIÓN

Los diversos escenarios de cambio climático para México muestran al noroeste como una de las regiones más afectadas. Para las próximas décadas se prevé una disminución en las precipitaciones, y aumento en la temperatura en una magnitud de alrededor de 3 a 3.5 °C (Magaña y Caetanos, 2007). Estas condiciones son particularmente importantes en Baja California Sur, toda vez que se trata de una de las entidades del país que presentan los mayores índices de aridez, además de frecuentes sequías. Lo anterior, aunado a malas prácticas agrícolas, sobrepastoreo, deforestación y urbanización conduce no sólo a la degradación del suelo sino de todo el ecosistema y de las condiciones de vida de la población; es decir, a la degradación de la tierra o a la desertificación.<sup>2</sup>

La desertificación es causa-efecto del deterioro de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas secos, así como del debilitamiento de la resistencia y resiliencia de éstos. Como consecuencia se ocasiona una pérdida de servicios ecosistémicos en menoscabo de las condiciones de vida de las personas que viven en ellos. A su vez, la desertificación contribuye al proceso de calentamiento de la tierra al disminuir el albedo de la superficie terrestre y disminuir la tasa actual de evapotranspiración, modificando con ello el equilibrio energético en la superficie y la temperatura del aire contiguo, a la vez que añade polvo y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.

1 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

2 Cabe señalar que desertificación se refiere tanto a la degradación del ecosistema y de la población, en tanto que degradación del suelo es equiparable a erosión edáfica.

Además, la desertificación está fuertemente asociada a la pobreza: siete de cada diez pobres del mundo viven en áreas secas y degradadas. La degradación de la tierra socava los medios de subsistencia de una parte significativa de la población en situaciones de pobreza, particularmente en los sistemas agro-pastoriles, que constituyen una de las actividades principales de la población rural en condiciones de pobreza (Morales y Paradas, 2005).

La aplicación de modelos de desarrollo no sustentables cataliza y profundiza los procesos naturales que, en conjunto, provocan degradación de las tierras en regiones secas, afectando a la población y a la biodiversidad. Se estima que este proceso afecta a la sexta parte de la población mundial (UNCCD, 2008); para América Latina y el Caribe se calcula que 75% de la superficie árida, semiárida y subhúmeda seca presenta grados avanzados de desertificación (Morales y Parada, 2005).

Este proceso de degradación de recursos naturales, sociales y económicos en los ecosistemas secos del mundo es de tal dimensión que varias instancias internacionales han considerado esta problemática como prioritaria en sus agendas ambientales. La atención mundial en la lucha contra la desertificación se manifestó de manera explícita en la década de los años setenta, adoptando planes de combate a la desertificación. Sin embargo, no fue sino hasta los años noventa que se creó la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD/UNCCD). A junio 2012, la Convención tiene 194 miembros y sus objetivos incluyen la lucha contra la desertificación y la sequía prolongada mediante estrategias de largo plazo que permitan simultáneamente el aumento de la productividad, la rehabilitación, la conservación y el aprovechamiento sostenible de la tierra y los recursos hídricos, con miras a mejorar las condiciones de vida de la población que habita en las zonas desertificadas (UNCCD, 2012).

México ratificó su adhesión a la CNULD en 1995, aunque la atención gubernamental al problema de la desertificación se remonta a 1970, con la creación de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), que en 1994 presentó el *Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México* (CONAZA y SEDESOL, 1994). En ese plan se daban importantes recomendaciones de gestión para combatir la desertificación. Sin embargo, la dimensión de la problemática de degradación de tierras rebasó ese primer plan de acción. Más recientemente, en el año 2005 y en el marco

de los objetivos de la CNULD, se conformó el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (SINADES). Este organismo coordina acciones de instituciones públicas y sociales, y tiene como objetivos contener y revertir la desertificación mediante la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. Asimismo, en el país se definió un nuevo Programa Nacional de Acción Contra la Degradación de las Tierras y Mitigación de los Efectos de la Sequía 2007-2030 (CONAFOR, 2006), en donde se establecen grandes líneas de acción y organización para atender este problema.

Si bien se han realizado importantes acciones por parte del gobierno para atender el problema de la desertificación, aún no existen estudios específicos sobre su extensión a nivel nacional. Las investigaciones se han concentrado en la degradación del suelo como un estimador de la desertificación en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país (SEMARNAT, 2003). Sin embargo, la desertificación no sólo se refiere a la degradación del suelo, sino que está asociada a factores biológicos y a causas antrópicas. Ante los escenarios de cambio climático para el país es necesario tener aproximaciones locales y completas para evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas secos ante la desertificación.

Lo anterior es particularmente relevante para Baja California Sur, ya que las predicciones indican una tendencia a la acentuación de la aridez y, con ello, un mayor riesgo de desertificación. En el marco del Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur, este capítulo tiene el objetivo de identificar las áreas susceptibles de desertificación, así como los factores biofísicos y socioeconómicos relacionados que permitan hacer proyecciones frente a los eventos de cambio climático. Asimismo nos propusimos construir un SIG que permita manejar y evaluar diversas variables, y desarrollar un modelo multicriterio que pudiese agrupar el gran número de variables involucradas en este proceso.

## ANTECEDENTES

La creación de la CNULD ha permitido avanzar en el conocimiento de la dimensión del problema que significa la desertificación y sus causas; además, ha impulsado una serie de recomendaciones y apoyos para disminuir y prevenir este proceso de

degradación y pobreza. Sin embargo, la evaluación de los objetivos planteados requieren de un conocimiento base y de sistemas que permitan el monitoreo. En este sentido, ha habido esfuerzos en diferentes regiones y países para construir indicadores que permitan evaluar la desertificación. Como resultado se ha construido una larga lista de indicadores, como los que han sido propuestos por el Comité Científico Francés sobre Desertificación ([www.csf-desertification.org](http://www.csf-desertification.org)), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Morales y Parada, 2005), y el proyecto MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) de la Comunidad Europea (1999). Más recientemente, el proyecto Europeo DESERTLINK desarrolló el sistema de indicadores DIS4ME (Sistema de Indicadores de Desertificación para la Europa Mediterránea).<sup>3</sup>

Uno de los principales problemas en la construcción de un sistema de monitoreo de la desertificación es que hay diferentes escalas de análisis, un gran número de variables y diferentes indicadores. Es por ello que en la CNUCLD ha impulsado el proyecto de Evaluación de la Degradación de Tierras en Zonas Áridas (LADA), el cual nació en 2006 con el propósito de sentar las bases para la toma de decisiones sobre la degradación de tierras a nivel mundial, nacional y local. Para alcanzar ese objetivo se proponen evaluar la degradación de tierras a diferentes escalas espacio-temporales así como crear una base de datos a nivel mundial para el monitoreo futuro.

En México ha habido varias aproximaciones para evaluar la degradación de suelos desde la década de los cuarenta, pero no es sino hasta la década de los años noventa cuando se presentaron mapas de degradación de suelos a escalas 1:4,000,000 y 1:1,000,000 (CONAZA, 1994). Más recientemente, la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados realizaron una evaluación de la degradación de los suelos causada por el hombre en la República Mexicana a escala 1:250,000 (SEMARNAT-Colegio de Posgraduados, 2003). Según este estudio, 45% del territorio presenta suelos degradados por la acción humana y los procesos más importantes de degradación son químicos (principalmente por la pérdida de fertilidad), erosión hídrica y erosión eólica. Con respecto a la elaboración de indicadores para monitorear la desertificación,

3 Ver [http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/accessdis4me\\_es.htm](http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/accessdis4me_es.htm)

en el Tercer Informe para la CNUCLD se proponen indicadores que incluyen cinco grupos de características biofísicas (clima, vegetación, recursos hídricos, energía y degradación de suelos), también considera variables relacionadas a la rehabilitación e indicadores socioeconómicos (SINADES, 2006), con estos indicadores se elaboró información sobre el perfil del país; sin embargo, no se desarrollaron análisis sobre áreas vulnerables.

Otras aportaciones han sido hechas por investigadores de la Universidad Autónoma de Chapingo y del Colegio de Posgraduados, junto con el INE y SEMARNAT para evaluar y monitorear la desertificación; donde se emplean variables que solamente pueden ser valoradas para escalas muy finas, como cuencas (Etchever *et al.* 2007). El trabajo más completo sobre Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental (IBDA) del país, lo constituye el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA), que está a cargo de la Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT.

La construcción de este sistema no ha sido sencilla y lineal; inició desde 1993 y hoy México cuenta con 120 indicadores que cubren los temas prioritarios de la agenda ambiental nacional. El objetivo de estos indicadores es proporcionar información que describa las tendencias de cambio y la situación del medio ambiente y recursos naturales del país, así como presiones y amenazas y respuestas institucionales que atienden la problemática. Los IBDA cubren los temas ambientales prioritarios de la agenda nacional: atmósfera, agua, suelos, residuos y recursos forestales y pesqueros (SEMARNAT, 2012).

## METODOLOGÍA

Con el objeto de identificar áreas susceptibles de desertificación en Sudcalifornia se seleccionaron factores que promueven este proceso y de los que se tiene información cuantificable y cartografiable (cuadro 1); posteriormente se evaluaron los indicadores mediante un modelo multicriterio en un SIG raster (IDRISI Taiga 16.0).

Cuadro 1. Factores seleccionados

Factor	Indicador	Fuente Base
Aridez	Índice de Aridez de Martonne	Estaciones meteorológicas (ERIC III, versión 3)
Pendiente	Pendientes pronunciadas	MDE
Orientaciones	Orientaciones sur son más secas	MDE
Textura del suelo	Textura fina	Carta Edafológica (INEGI)
Cobertura vegetal	Escasa cobertura vegetal	Inventario Nacional Forestal
Degradación y erosión del suelo	Severa degradación y erosión del suelo	SEMARNAT y Colegio de Postgraduados (2003), Uso de Suelo y Vegetación (INEGI)
Condición de los acuíferos	Sobreexplotación de acuíferos	CONAGUA (1998)
Pastoreo	Sobrepastoreo	Censo Ganadero del 2008,
Caminos	Alta densidad de caminos	Carta topográfica (INEGI)
Zonas agrícolas	Presencia	Carta de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI)
Zonas urbanas	Presencia	Carta de Uso de Suelo y Vegetación (INEGI)
Áreas Naturales Protegidas	Ausencia	CONANP, CONABIO y SEMARNAT

Fuente: elaboración propia



Para la generación de la información digital base se empleó la cartografía de INEGI, escala 1:250,000 y se analizó utilizando ARCGIS 9.2 e IDRISI Taiga 16.0. A continuación se describen los procesos para generar cada indicador:

a) Índice de aridez

Se generó usando los datos de precipitación y temperatura de la base de datos de Extracción Rápida de Información Climatológica (ERIC III, versión 3). El programa contiene información del banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se empleó un total de 98 estaciones meteorológicas para un periodo de 15 años (1970 a 1984). Se eligió este periodo por presentar las series de tiempo más completas. Con esta información se obtuvo la precipitación anual y la temperatura media anual; posteriormente se aplicó el Índice de Aridez de Martonne y se generó el mapa de Índice de Aridez (Ia), interpolando estos datos con el empleo del algoritmo Kriging.

b) *Pendientes y orientaciones*

Se obtuvieron del Modelo Digital de Elevación, a partir de las curvas de nivel de la carta topográfica del INEGI en escala 1:250,000.

c) *Textura del suelo*

Se extrajo de la carta Edafológica del INEGI, serie I, considerando las categorías de textura: gruesa, media y fina.

d) *Cobertura vegetal*

El mapa de cobertura vegetal ( $m^2/ha$ ) se generó empleando la información del Inventario Nacional Forestal 2004-2007 (CONAFOR) para el matorral xerófilo de la entidad. El levantamiento del inventario se hizo a través de unidades de muestreo llamadas conglomerados. Cada conglomerado, a su vez, está conformado por cuatro sitios de  $400 m^2$ , y  $12.56 m^2$ . En el primero se levantó la información arbórea con un diámetro a la altura del pecho  $>7.5$  cm (estrato arbóreo); y en el segundo vegetación con un DAP  $< 7.5$  cm y mayor a 25 cm de altura (estrato arbustivo). Los datos de cobertura vegetal fueron extrapolados a una hectárea. La base de datos de vegetación para los

estratos arbóreos y arbustivos presenta un total de 1,086 conglomerados. Una vez obtenida la información a una hectárea, se procedió a generar un mapa de cobertura vegetal por porcentajes interpolando los datos de cobertura por conglomerado para los estratos arbóreo y arbustivo.

e) *Degradación y erosión del suelo*

La degradación del suelo se obtuvo considerando el mapa de erosión de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie 3 (INEGI), así como el mapa de “Degradación del suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana” (SEMARNAT y Colegio de Postgraduados, 2003), ambos en escala 1:250,000.

f) *Condiciones de los acuíferos*

La condición de los acuíferos se obtuvo del mapa de Acuíferos elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 1998), obteniéndose de ésta la información relativa a la condición de los acuíferos (equilibrio, sobreexplotados y subexplotados), calculado con base en los volúmenes de extracción y recarga.

g) *Pastoreo*

El grado de pastoreo se generó empleando la base de datos del *Censo Ganadero por Delegación y Subdelegación 2008* elaborado por el Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de la entidad para ganado bovino, caprino y ovino (CEFPP, 2008) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). La información obtenida por cabezas de ganado fue transformada en Unidades Animales, previa estratificación de los tres tipos de ganado, con lo que se obtuvo la carga animal por delegación. Con base en el mapa de delegaciones del Centro Estatal de Información (1:50,000) se pudo digitalizar la carga animal por delegación y calcular el coeficiente de agostadero (COTECOCA-SAGARPA, 1975) por delegación, con lo que se definió el grado de pastoreo (sobrepastoreada, subpastoreada y no pastoreada).

h) *Red de caminos*

Para construir la capa de caminos se utilizó la información contenida en la carta topográfica del INEGI escala 1:250,000. De esta información se

usó la clasificación de carreteras pavimentadas y carreteras de terracería. A cada tipo de carretera se le generó una zona de amortiguamiento (buffer), de 2 km y 1 km respectivamente.

i) *Zonas agrícolas y urbanas*

Del conjunto temático de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie 3 (CUSyVs3), escala 1:250,000 se empleó la información: zonas urbanas, y agricultura. A las zonas urbanas se le asignó una zona de amortiguamiento de 5 km.

j) *Áreas naturales protegidas*

Como parte del análisis se consideraron las superficies que por decreto han sido protegidas, como son: las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), sitios Ramsar, Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA's), y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Los mapas fueron obtenidos de las páginas de internet de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Debido a las políticas de protección en los diferentes tipos de ANP se consideró que las Reservas de Biósfera tenían un valor más elevado de conservación que las otras categorías.

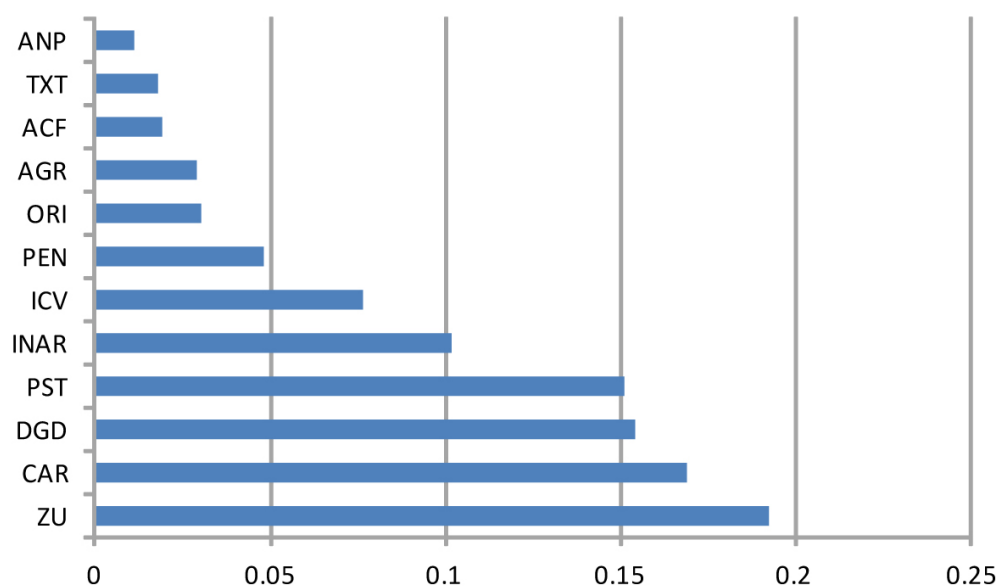
### **Modelo multicriterio**

Para evaluar áreas susceptibles de desertificación se diseñó un Modelo Multicriterio (MCE) (Voogd, 1983), en donde cada indicador o criterio fue estandarizado y priorizado. Para el análisis del modelo se utilizó un SIG raster (IDRISI Taiga 16.0) y cada indicador fue rasterizado a un tamaño de pixel de 90 x 90 m.

Para la jerarquización de los indicadores se asignaron pesos conforme a la comparación por pares, siguiendo el método del Análisis Jerárquico (AHP) propuesto por Saaty (1977, 1980, 1982). Este método tiene como base la jerarquización de los criterios de decisión y la aplicación de una escala para obtener vectores de los pesos normalizados o prioridades mediante la comparación por pares (Anselin *et*

al., 1989). Para determinar el peso de cada indicador o criterio se hizo la comparación por pares, consultando a un grupo de expertos en el área de conocimiento y en la región, considerando zonas urbanas, carreteras, degradación-erosión de suelos y sobrepastoreo como los factores más importantes (fig. 1).

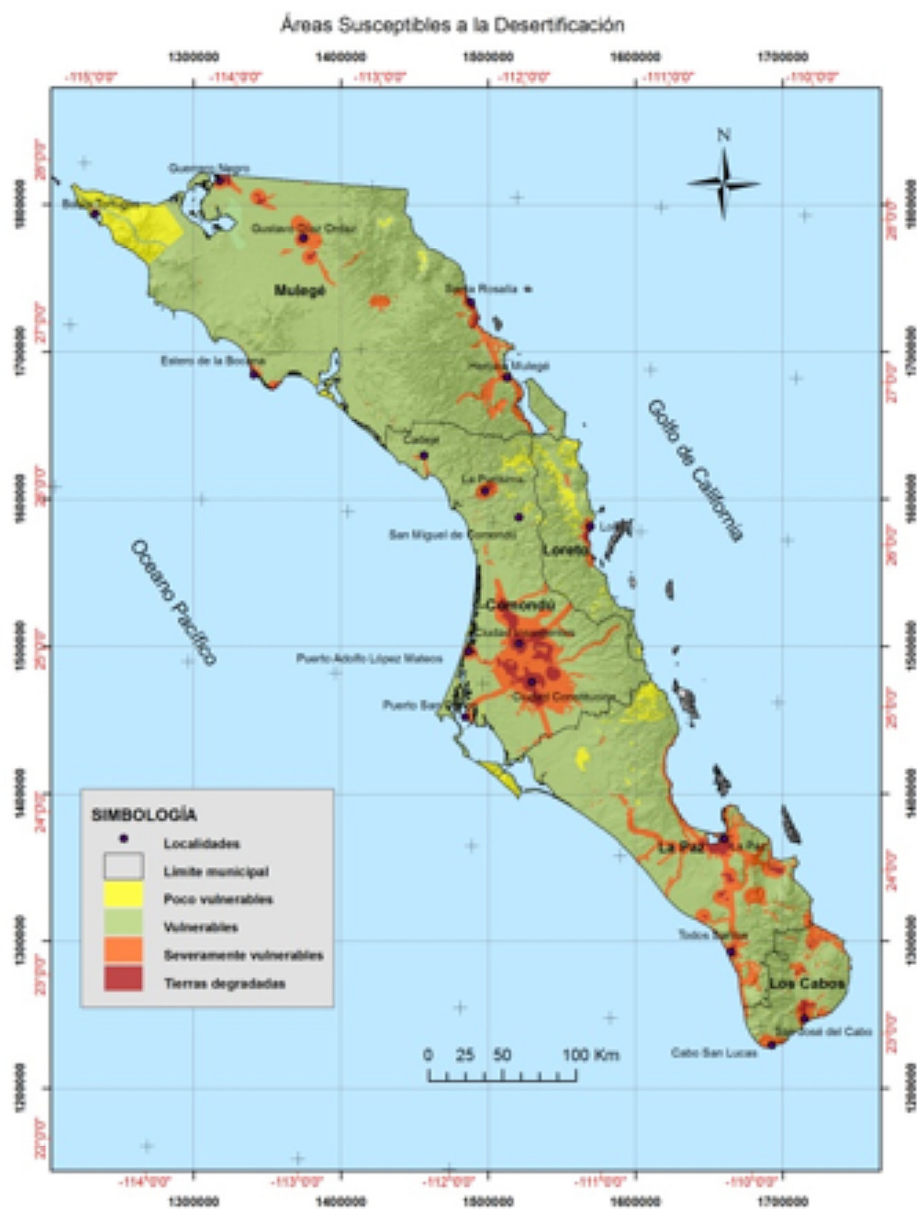
Figura 1. Jerarquización de los indicadores conforme a una comparación por pares



## RESULTADOS

En el Anexo 1 se muestran los resultados cartográficos de los indicadores, y en la figura 2 las áreas susceptibles de desertificación.

Figura 2. Áreas susceptibles de desertificación



La mayoría de la superficie de la entidad es vulnerable a la desertificación por factores naturales, como aridez y escasa cobertura vegetal (ver anexo cartográfico). Sin embargo, el efecto sinérgico entre estas condiciones y las actividades humanas ya han ocasionado que 11% de la tierra se encuentre severamente susceptible a la degradación, y 2% sea considerada dentro de la categoría de desertificada (fig. 3). Los municipios más afectados son Comondú y La Paz, toda vez que aproximadamente 20% de su territorio se encuentra severamente vulnerable y degradado (fig. 4).

Figura 3. Baja California Sur: proporción de la superficie susceptible de desertificación

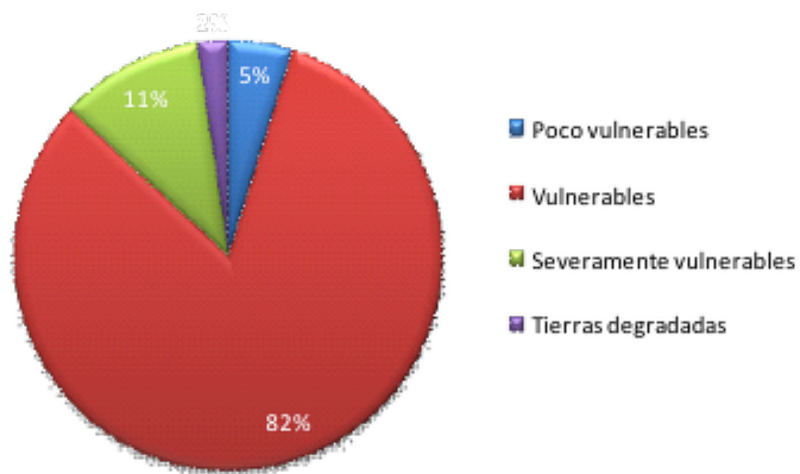
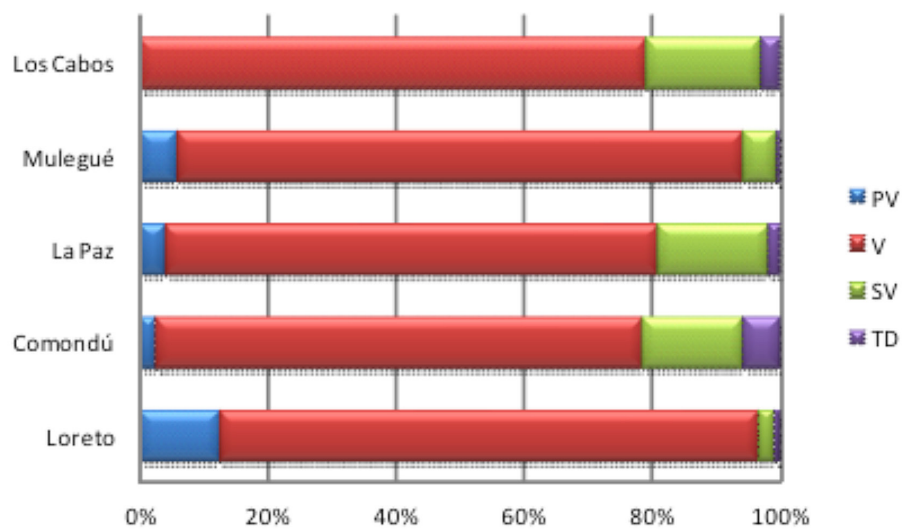


Figura 4. Baja California Sur: proporción de la superficie municipal en diferentes niveles de vulnerabilidad a la desertificación



Poco Vulnerables V, SV severamente vulnerables y Tierras Degradadas TD

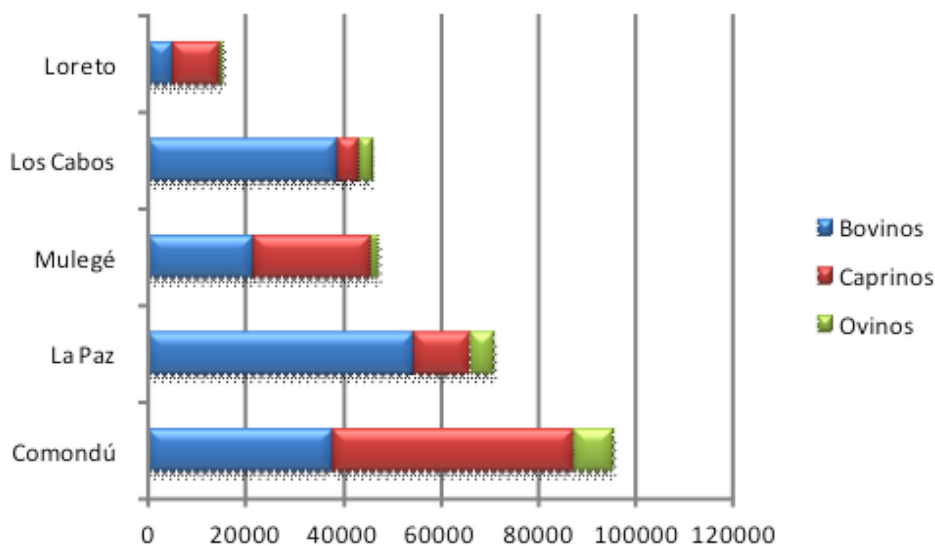
Las áreas más afectadas son las que se encuentran asociadas, principalmente, a la expansión de la zona urbana y a prácticas agrícolas que han provocado la sobreexplotación de los acuíferos y la contaminación de los suelos. En el siguiente

apartado se presenta un análisis detallado en las cuencas de La Paz y Comondú que ejemplifican esta situación.

La apertura de caminos es otra de las causas de disturbio y de fragmentación del matorral xerófilo en Baja California Sur (Casas-Beltrán *et al.*, en revisión) que no sólo catalizan los procesos de cambio de uso de suelo, sino que fragmentan y descomponen el ecosistema. En Baja California Sur existe una red de caminos de 8,633 km de longitud: 46% son brechas, 29% carretera de terracería, 18% carretera pavimentada, y el resto corresponde a veredas. Esta longitud de brechas muestra falta de planeación en la red de comunicación de la entidad, provocando un crecimiento desordenado de graves consecuencias ambientales.

El sobrepastoreo empobrece la cubierta vegetal, promoviendo con ello procesos erosivos que inician la desertificación. En Baja California Sur la ganadería extensiva no sólo representa una actividad productiva sino que también está asociada a factores históricos y culturales muy importantes para la identidad regional (Castorena y Breceda, 2003). De acuerdo con los resultados del presente trabajo, y con base en el Censo Ganadero 2008 elaborado por el Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuario (SAGARPA), estimamos un total de 275,542 cabezas de ganado, de las cuales 57% eran bovinos, 36% caprinos y 7% ovinos (fig.5)

Figura 5. Baja California Sur: número y tipo de cabezas de ganado por municipio



Con respecto a las estimaciones de sobrepastoreo, los resultados indican que 35% de la superficie de la entidad presenta esa condición (fig. 6), siendo Los Cabos y La Paz los municipios con mayor área porcentual afectada (fig. 7).

Figura 6. Superficie sobrepastoreada

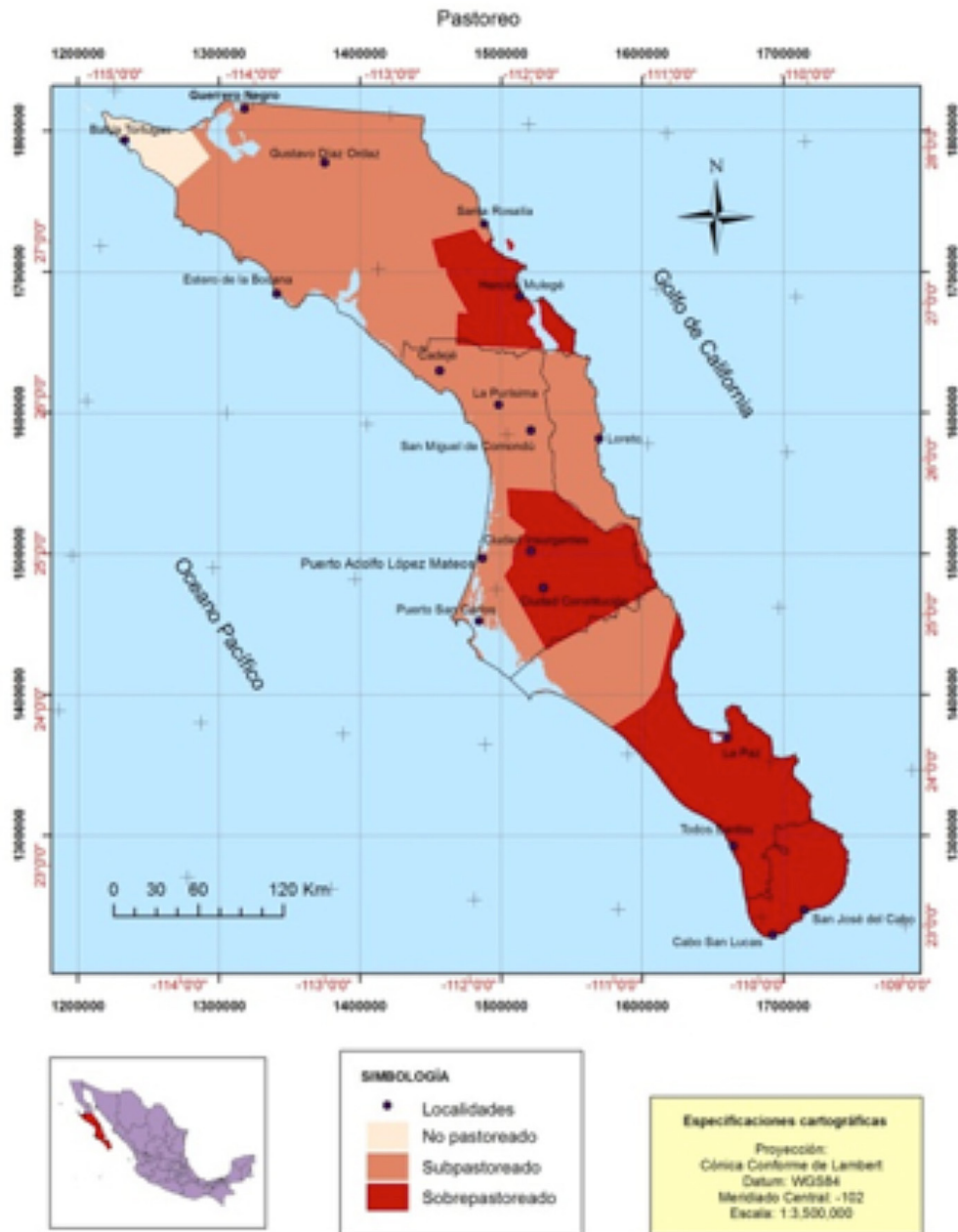
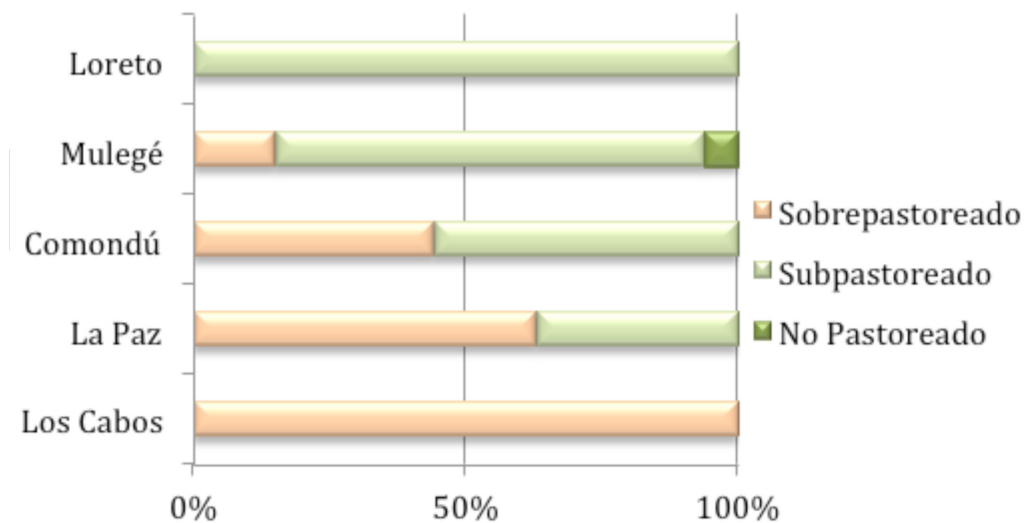


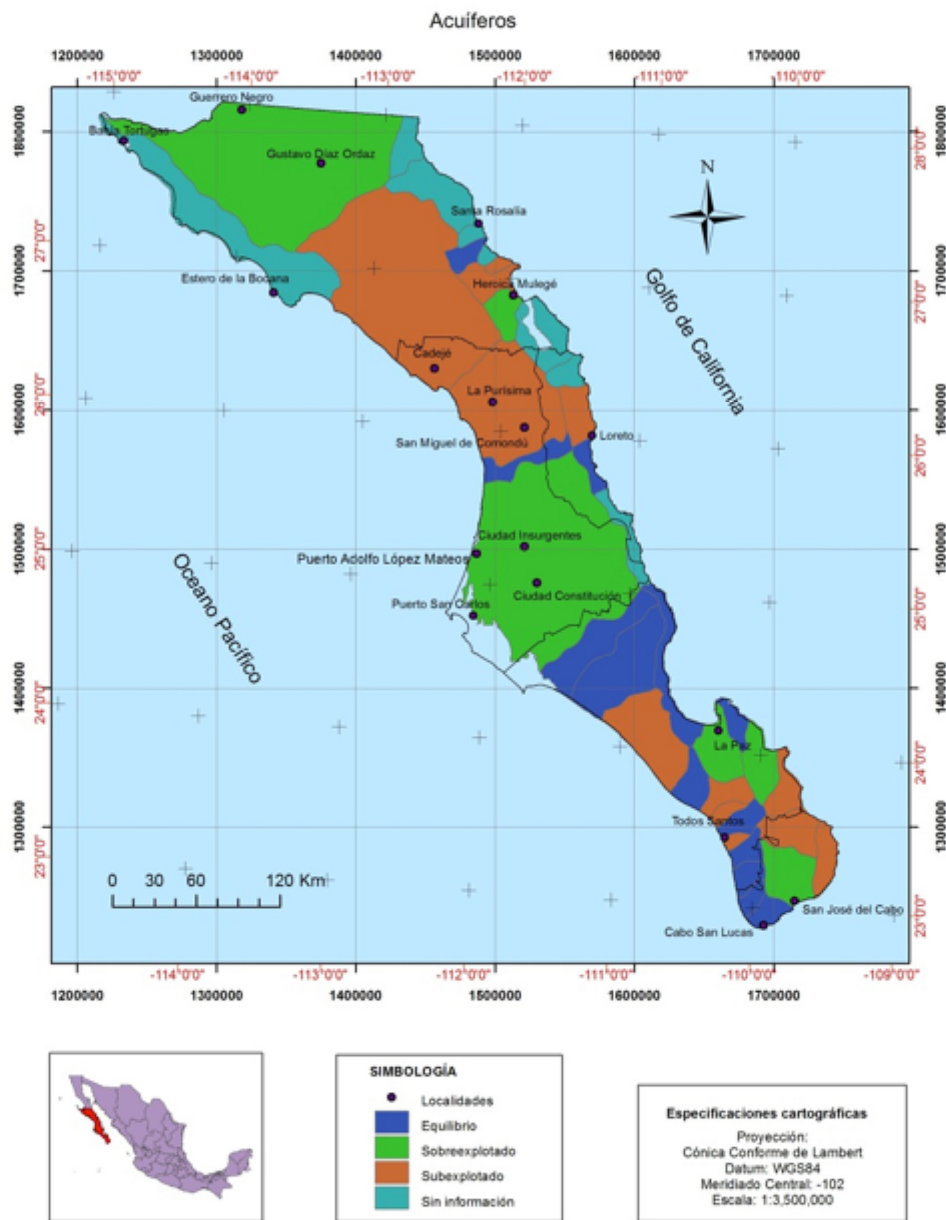


Figura 7. Proporción de la superficie municipal bajo diversas condiciones de pastoreo



La escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos son uno de los principales problemas ambientales, sociales y de desarrollo, toda vez que Baja California Sur es una de las regiones del país con menor disponibilidad de agua per cápita (2,000 y 5,000 m<sup>3</sup>/hab/año). Además de las condiciones naturales de aridez de la península, seis de los treinta y nueve acuíferos se encuentran sobreexplotados, afectando a las principales poblaciones y zonas agrícolas (fig. 8).

Figura 8. Acuíferos de Baja California Sur (CNA, 1998)



A pesar de que las tierras consideradas como degradadas ocupan tan sólo 13% de la superficie del estado, en estas áreas se concentra más del 95% de la población (cuadro 2), por lo que es de suma importancia atender y prevenir estos procesos de degradación.

Cuadro 2. Población que habita en cada tipo de Área Susceptible de Desertificación

ASD	Población total	%
Poco vulnerables	530	0.10
Vulnerables	16,872	3.30
Severamente vulnerables	279,269	54.66
Tierras degradadas	214,279	41.94
<b>Total</b>	<b>510,950</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien Baja California Sur representa la entidad de menor población en el país y tiene una aportación relativamente reducida al PIB nacional, atender los problemas derivados de la desertificación no es un aspecto trivial. Por las condiciones climáticas y de aislamiento, este estado resulta altamente vulnerable a la desertificación y a los efectos del cambio climático.

La escasez de agua, la pobre cobertura vegetal, la fragilidad ante la erosión, el aislamiento geográfico y la dispersión de la población rural son factores limitantes para el desarrollo productivo extensivo, dispendioso y desordenado. La naturaleza del desierto y las amenazas frente al cambio climático exigen replantearse el modelo de desarrollo para este territorio, de tal suerte que asegure bienestar y calidad de vida para las generaciones actuales y futuras. Las condiciones socioambientales de Baja California Sur parecieran imponer esquemas de desarrollo basados en la diversidad de la producción, de pequeña escala, intensivos y flexibles de manera que se puedan adaptar y resistir las variaciones climáticas estacionales y periódicas. Sin duda, la lógica de la eficiencia en el uso-reúso del agua, la energía y los recursos debe ser la guía conductora para el desarrollo en la entidad.

Frente a los procesos de desertificación que ya se presentan en la entidad y a los efectos a corto, mediano y largo plazo del cambio climático se requieren medidas de adaptación y mitigación. Avanzar en estos aspectos pasa por validar y adecuar al ámbito estatal las grandes líneas de acción y recomendaciones técnicas expuestas en los instrumentos federales desarrollados para ese fin, como el Plan Nacional de Acción Contra la Desertificación (1994), el Programa Nacional de Acción Contra la Degradación de las Tierras (Desertificación) y Mitigación de los efectos de la Sequía 2007-2030, y la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (2008). Las grandes líneas de acción que se deberán desarrollar y adaptarlas al ámbito estatal son:

- Promover la educación, conciencia y participación social
- Impulsar la planeación integrada del uso de las tierras
- Fortalecimiento de la coordinación institucional y armonización de políticas
- Impulsar la generación y difusión de información para el manejo sustentable de tierras
- Participación corresponsable; con inclusión y equidad de género y etnia
- Fortalecimiento de la investigación y transferencia de buenas prácticas de gestión
- Fomento de la cooperación internacional
- Diseño de estrategias financieras integradas

Entre las medidas específicas de mitigación se recomiendan:

1. Dar seguimiento a la ejecución del Plan Hidráulico Estatal y hacer un mejor uso y re-uso del agua, reconversión de cultivos y sistemas de riego.
2. Evaluar el éxito o no de las campañas de reforestación y, en su caso, ampliar las tareas de reforestación.
3. Continuar e incrementar las acciones de conservación de suelos.
4. Proteger la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas:
  - a. Evitar la introducción de especies invasoras (buffel y tilapias)

- b. Elevar el valor de la producción ganadera de tal suerte que se eviten las prácticas extensivas.
- c. Poner en práctica los planes de ordenamiento territorial y ecológicos estatal y municipales.
- d. Manejar integralmente las cuencas
- e. Capacitar recursos humanos en diferentes niveles (técnico y posgrado) en manejo y gestión del agua, y
- f. Promover el pago por servicios ambientales.

## REFERENCIAS

- Anselin, A., P. M. Meire y L. Anselin (1989). "Multicriteria techniques in ecological evaluation: An example using the Analytical Hierachy Process", *Biological Conservation*, 49: 215-229.
- Casas-Beltrán, D. A., A. Castellanos, A. Breceda y J. J. Pérez-Navarro (en revisión). "Impacto Ambiental del Turismo Residencial: Un Estudio de Caso en Baja California Sur, México", *Interciencia*.
- Castorena Davis, Lorella y Aurora Breceda Solís (2008). *Remontando el Cañón de la Zorra: ranchos y rancheros en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna*, México: GOB. BCS/ISC/ST/SPDE/ XIII Ayuntamiento de La Paz, CONACULTA.
- CONAZA. Comisión Nacional de Zonas Áridas-SEDESOL (1994). *Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-México)*, SEDESOL, México.
- CNA. Comisión Nacional del Agua (1998). *Mapa de Acuíferos*, CNA, México.
- COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (1975). *Coeficientes de Agostaderos de la República Mexicana. Estado de Baja California Sur*, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México.
- CEFPP. Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria (2008). *Registro ganadero 2000-2008. Campaña para Control de Brucelosis*, SAGARPA, México.
- Etchever B. J., J. D. Gómez, A. I. Monterroso y J. A. Tinoco (2007). *Formulación de indicadores para evaluar y monitorear la desertificación en México*, Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT, México.

- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal (2006). *Programa Nacional de Acción Contra la Degradación de las Tierras y Mitigación de los Efectos de la Sequía 2007-2030*, CONAFOR, México.
- CONAFOR, INIFAP, INE, INEGI (2006). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos, 2004-2009*, CONAFOR, INIFAP, INE, INEGI, México.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2012).
- Magaña, Víctor y Ernesto Caetano (2007). *Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector*, Número de proyecto: INE/A1-006/2007, INE-UNAM, México.
- Morales, César y Soledad Parada (2005, eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*, Libros de la CEPAL No. 87, Santiago de Chile, <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/8/24268/lcg2277e.pdf> (06 de junio de 2012).
- Saaty, T. L. (1982). *Decision-making for Leaders. Lifetime Learning*, San Francisco.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Saaty, T. L. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures", *Journal of Mathematical Psychology* 15:234-281.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México*, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, SEMARNAT, [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores\\_2011\\_web/indicadores\\_2011/00\\_conjunto/temas.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores_2011_web/indicadores_2011/00_conjunto/temas.html) (06 de junio de 2012).
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Postgraduados (2003). *Evaluación de la degradación de los suelos causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000*, Memoria Nacional 2001-2002, México.
- SINADES. Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (2006). *México 2002 – 2005. Tercer informe nacional en materia de implementación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, en países afectados por sequía grave o desertificación*, junio, México, <http://archive.unccd.int/cop/reports/lac/national/2006/mexico-spa.pdf> (06 de junio de 2012).
- UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification (2012). *About the Convention*, <http://www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/About-the-Convention.aspx> (06 de junio de 2012).

----- (2008). *Desertification –Coping with Today’s Global Challenges in the Context of the Strategy of the United Nations Convention to Combat Desertification in the Context of the Strategy of the United Nations Convention to Combat Desertification, High-Level Policy Dialogue*, Bonn, May 27, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ); Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), Germany; United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Alemania, <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/HLPD-Report-2008.pdf> (06 de junio de 2012).

Voogd, Jan Hendrik (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*, Pion, London, <http://alexandria.tue.nl/extra1/PRF4A/8203510.pdf> (06 de junio de 2012).